



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**EFEITO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS  
INCORPORADOS COM EXTRATO DA SEMENTE DE  
TAMARINDO NA QUALIDADE DE GOIABAS ESTOCADAS À  
TEMPERATURA AMBIENTE**

**HELISVANHAH GRETTA ANTUNES RODRIGUES**

SÃO CRISTÓVÃO/SE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**HELISVANHAH GRETTA ANTUNES RODRIGUES**

**EFEITO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS  
INCORPORADOS COM EXTRATO DA SEMENTE DE  
TAMARINDO NA QUALIDADE DE GOIABAS ESTOCADAS À  
TEMPERATURA AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito final à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Cristina Lins de Aquino Santana

SÃO CRISTÓVÃO/SE

2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

R696e

Rodrigues, Helisvanhah Gretta Antunes

Efeito de revestimentos comestíveis incorporados com extrato de semente de tamarindo na qualidade de goiabas estocadas à temperatura ambiente / Helisvanhah Gretta Antunes Rodrigues ; orientadora Luciana Cristina Lins de Aquino Santana. – São Cristóvão, SE, 2019.

64 f.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Revestimento comestível. 3. Tamarindo. 4. Goiaba. 5. Frutas – Conservação. I. Santana, Luciana Cristina Lins de Aquino, orient. II. Título.

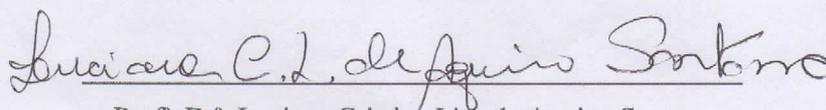
CDU: 664.8.038:634.42

**HELISVANHAH GRETTA ANTUNES RODRIGUES**

**EFEITO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS INCORPORADOS  
COM EXTRATO DA SEMENTE DE TAMARINDO NA QUALIDADE  
DE GOIABAS ESTOCADAS À TEMPERATURA AMBIENTE**

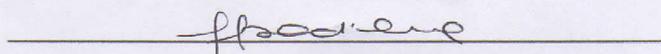
Dissertação de mestrado aprovada no Programa  
de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos em 26 de Fevereiro de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof.ª. Dr.ª. Luciana Cristina Lins de Aquino Santana

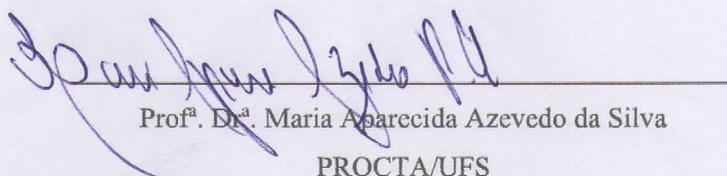
Orientadora/PROCTA /UFS



Prof.ª. Dr.ª Francine Ferreira Padilha

Universidade Tiradentes

(Membro externo)



Prof.ª. Dr.ª. Maria Aparecida Azevedo da Silva

PROCTA/UFS

(Membro interno)

**SÃO CRISTÓVÃO/SE**

**2019**

Dedico esta conquista a Deus, por ser o meu guia e renovar diariamente as minhas forças. Ao meu esposo, Gehazi Bispo, por sempre me apoiar e me acompanhar durante essa jornada; aos meus pais, Maria Aparecida e Francisco, e a minha irmã, Helinagah Graice, por sempre torcerem e me incentivarem constantemente durante esse caminho.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por sempre ter me acompanhado, guiado e renovado as minhas forças durante essa jornada.

Ao meu esposo, Gehazi Bispo, por toda paciência, companheirismo e auxílio durante o percurso da vida acadêmica.

Aos meus pais, Maria Aparecida e Francisco, e a minha irmã, Helinagah Graice, por todo apoio e incentivo durante toda a caminhada.

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Luciana Cristina Lins de Aquino Santana, pelo auxílio, sua imensa paciência e acompanhamento durante o desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores do PROCTA/UFS, pelos ensinamentos durante as aulas do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro e concessão da bolsa para desenvolvimento do presente estudo.

À banca examinadora, pelas sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho.

As colegas do LMAB, pela irmandade e acompanhamento durante o desenvolvimento do trabalho, em especial a Tacila Rayane e Paula, pelo acompanhamento e ajuda sempre prestada quando necessitada.

Ao professor Dr<sup>o</sup> Narendra Narain, pela paciência e disponibilização de utilização do LAF.

À Patrícia Mattos (DTA) e Airla Pires (LAF), pelo auxílio prestado para o desenvolvimento deste trabalho.

As minhas amigas, Tamna Joanan, Magnólia Lourenço e Débora Félix, por terem embarcado junto comigo nessa jornada e terem estado juntas durante todo o percurso.

À toda minha família, amigos, e professores, que me incentivaram ao iniciar essa jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RODRIGUES, H. G. A. Efeito de revestimentos comestíveis incorporados com extrato da semente de tamarindo na qualidade de goiabas estocadas à temperatura ambiente [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe; 2019.

## RESUMO

Há uma grande demanda por avanços tecnológicos na área de armazenamento e embalagens de alimentos, com isso, o estudo relacionado ao desenvolvimento de filmes e revestimentos (ou coberturas) comestíveis tem se tornado muito relevante, principalmente com o intuito de aumentar a conservação de alimentos com alto índice de perecibilidade. Os revestimentos comestíveis possuem características diferenciadas em relação às embalagens comuns, e têm sido aplicados em diversos tipos de alimentos como frutas, legumes, sementes, peixes e carnes, mantendo suas qualidades, e os conservando contra deteriorações. Dentre os materiais mais utilizados para a elaboração de revestimentos comestíveis, está a quitosana, um polímero com fácil formação de gel, não tóxico, biodegradável, e com ação antimicrobiana. Com esse intuito, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de revestimentos comestíveis incorporados com extrato da semente de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) para conservação de goiabas verdes da variedade 'Paluma' estocadas a 27°C durante 10 dias. O extrato da semente de tamarindo foi obtido por extração utilizando etanol a 80%, e incorporado nos revestimentos. Foram desenvolvidos 6 formulações de revestimentos, F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana), F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), e grupo controle (sem revestimento). Durante o período de armazenamento foram realizadas análises físico-químicas (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, perda de massa, firmeza, e cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e microbiológicas (bolor e levedura, e bactérias totais aeróbias mesófilas) dos revestimentos comestíveis e do grupo controle, nos dias 0, 3, 6 e 10 de armazenamento. Dentre os revestimentos, as formulações com maior concentração de quitosana (F5 e F6) demonstraram maior acidez, pH, firmeza, menor teor de sólidos solúveis e perda de massa em comparação ao grupo controle no 10º dia de estocagem. Quanto às análises microbiológicas, os resultados das formulações e grupo controle apresentaram-se dentro do limite estabelecido ( $1,0 \times 10^6$  UFC/g) para produtos produzidos a base de frutas. Os revestimentos com fécula de mandioca, quitosana e extrato de semente de tamarindo demonstraram potencial para serem utilizadas na conservação de goiabas estocadas à temperatura ambiente.

**Palavras-chave:** Revestimento comestível. Tamarindo. Goiaba *paluma*. Conservação.

RODRIGUES, H. G. A. Effect of edible coatings incorporated with extract of tamarind seed on the quality of guavas stored at room temperature [Dissertation]. São Cristóvão: Program of Postgraduate Food Science and Technology, Federal University of Sergipe; 2019.

## ABSTRACT

There is a great demand for technological advances in the area of food storage and packaging, with this, the study related to the development of films (or edible coatings) has become very relevant, mainly with the purpose of increasing the conservation of foods with a high index of perishability. Edible coatings have different characteristics compared to common packaging and have been applied to various types of food such as fruits, vegetables, seeds, fish and meat, maintaining their qualities, and preserving them against deterioration. Among the materials most used for the preparation of edible coatings, there is chitosan, a polymer with easy gel formation, non-toxic, biodegradable, and with antimicrobial action. In this sense, the objective of the present study was to analyze the effect of edible coatings incorporated with tamarind seed extract (*Tamarindus indica* L.) for the conservation of 'Paluma' green guavas stored at 27°C for 10 days. The tamarind seed extract was obtained by extraction using 80% ethanol and inserted into the coatings. Six different types of coatings were developed, F1 (1% cassava starch and 1% chitosan), F2 (1% cassava starch, 1% chitosan and 1% tamarind seed extract), F3 (1% % of manioc starch, 1% of chitosan and 3% of tamarind seed extract), F4 (1% cassava starch and 2% chitosan), F5 (1% cassava starch, 2% chitosan and 1% tamarind seed extract), F6 (1% cassava starch, 2% chitosan and 3% tamarind seed extract), and control group (uncoated). During storage, were conducted physicochemical (pH, total titratable acidity, total soluble solids, loss of mass, firmness, and color L \*, a \* and b \*) and microbiological analysis (mold and yeast, and total mesophilic aerobic bacteria) of the edible coatings and control group, on days 0, 3, 6 and 10. Among the coatings analyzed, the formulations with the highest concentration of chitosan (F5 and F6) showed higher acidity, pH, firmness, lower soluble solids content and mass loss, in comparison to the control group on the 10<sup>th</sup> day of storage. As for the microbiological analysis, the results of the formulations and control group were within the limit established for products produced from fruits. Coatings with cassava starch, chitosan and tamarind seed extract showed the potential to be used for the conservation of guavas stored at room temperature.

**Keywords:** Edibles coating. Tamarind. *Paluma* guava. Conservation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> A – Filme comestível elaborado com carboximetilcelulose (CMC). B – Castanhas sem (à esquerda) e com revestimento comestível (à direita) elaborado com concentrado de proteína de soro de leite.....	13
<b>Figura 2.</b> Representação química da estrutura primária da quitosana, sendo n o grau de polimerização .....	16
<b>Figura 3.</b> Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) .....	21
<b>Figura 4.</b> Obtenção da farinha da semente de tamarindo .....	26
<b>Figura 5.</b> Etapas de obtenção do extrato .....	27
<b>Figura 6.</b> Aplicação do revestimento comestível .....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	12
<b>2.1 Filmes e revestimentos comestíveis</b> .....	12
<b>2.2 Aplicação de filmes e revestimentos comestíveis incorporadas com compostos bioativos em frutas</b> .....	17
<b>2.3 Cultivo da goiaba</b> .....	20
<b>2.4 Aplicação de revestimentos ou filmes comestíveis na conservação de goiabas</b> .....	23
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	25
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	25
<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	25
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>4.1 Matéria-prima</b> .....	26
<b>4.2 Obtenção da farinha da semente de tamarindo</b> .....	26
<b>4.3 Obtenção do extrato da semente de tamarindo</b> .....	26
<b>4.4 Elaboração dos revestimentos comestíveis</b> .....	27
<b>4.5 Aplicação dos revestimentos comestíveis</b> .....	28
<b>4.6 Análises físico-químicas das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C</b> .....	29
<b>4.6.1 Análise colorimétrica</b> .....	29
<b>4.6.2 Firmeza</b> .....	30
<b>4.6.3 Teor de sólidos solúveis totais (SST)</b> .....	30
<b>4.6.4 Perda de massa</b> .....	30
<b>4.6.5 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)</b> .....	30
<b>4.6.6 Determinação da acidez total titulável</b> .....	30
<b>4.7 Análises microbiológicas das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C</b> .....	31
<b>4.7.1 Contagem de bactérias totais aeróbias mesófilas</b> .....	31
<b>4.7.2 Contagem de bolores e leveduras</b> .....	31
<b>4.8 Análise estatística</b> .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>5.1 Avaliação físico-química das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C</b> .....	32
<b>5.2 Avaliação microbiológica das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C</b> .....	45
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	49

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE A – IMAGENS DE GOIABAS REVESTIDAS E NÃO REVESTIDAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Países em desenvolvimento ou emergentes, como o Brasil, são os que mais apresentam perdas pós-colheita. As causas principais são: mão de obra não qualificada, utilização de tecnologias inadequadas tanto no plantio quanto na colheita, armazenamento e manuseios descuidados, além de pragas e doenças. As maiores perdas no mercado são, no entanto, produtos extremamente importantes para a dieta humana, como frutas e hortaliças, principalmente por serem fonte substancial de carboidratos, vitaminas e minerais. As perdas ocasionadas durante a colheita e o armazenamento estão ligadas principalmente as embalagens, que possuem como principal função a proteção do fruto contra danos mecânicos e outros fatores que ocasionam a perda de umidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A goiaba, por exemplo, tem uma curta vida pós-colheita que pode variar de 5 a 8 dias dependendo das condições do ambiente e estágio de maturação, é um fruto que sofre injúrias pelo frio se armazenadas em temperaturas abaixo de 8-10°C. Por possuir uma casca sensível, facilmente ocorrem injúrias físicas no processo de colheita e pós-colheita, e as injúrias e perfurações são porta de entrada para o desenvolvimento de microrganismos causadores de deterioração (SINGH, 2010).

Avanços tecnológicos na área de armazenamento, como filmes e revestimentos comestíveis, têm proporcionado a conservação de produtos altamente perecíveis. Essas tecnologias podem ser aplicadas em frutas, legumes, nozes, peixes, e carnes, melhorando suas qualidades e protegendo-os de deteriorações físicas, químicas e biológicas (HAN, 2014). A utilização de revestimentos comestíveis proporciona os seguintes benefícios: os compostos utilizados são biodegradáveis podendo ser consumidos com o alimento; atuam como um envoltório protetor que preserva as características do alimento embalado e mantém a sua qualidade prolongando assim a sua vida útil; além de que, possui a capacidade de ser veículo transportador de compostos ativos que melhoram as características sensoriais e nutricionais dos alimentos (PARKER et al., 2014).

Além dos benefícios descritos, a eficiência dos revestimentos comestíveis pode ser aumentada através da incorporação de compostos bioativos, que atuarão como agentes ativos interagindo com o alimento. Esses compostos podem atuar como emulsionantes, antioxidantes, antimicrobianos, nutracêuticos, saborizantes, corantes, melhorando a qualidade do alimento (HAN, 2014; DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018). Os compostos bioativos podem ser oriundos de extratos de plantas, como romã, citrus, ginseng; ou também de óleos essenciais, como de *Myrcia ovata* Cambessedes, alho, limão (NAIR; SAXENA; KAUR, 2018; DONG; WANG, 2018; FRAZÃO; BLANK; SANTANA, 2017; DONG; WANG, 2017; PERDONES et al., 2016; LIU et al., 2016).

Em trabalho prévio realizado pelo nosso grupo de pesquisa (Patente BR 10 2017 001368 5), foi avaliado o potencial antimicrobiano dos extratos de vários resíduos de frutas exóticas, como dekopon, granadilla, kiwi, mirtilo, noni, sapoti, tamarillo e tamarindo, frente às bactérias *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*, *Serratia marcescens* e *Staphylococcus aureus*. Particularmente, o extrato da semente de tamarindo em etanol na concentração de 80% demonstrou maior atividade antimicrobiana frente às bactérias Gram-positivas (*B. cereus*, *B. subtilis*, *E. faecalis* e *S. aureus*) e Gram-negativas (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. enteritidis*, *S. marcescens*), quando comparado aos demais extratos de frutas estudados, sendo este selecionado como um promissor antimicrobiano natural a ser incorporado nos revestimentos comestíveis.

Alguns pesquisadores têm utilizado revestimentos comestíveis, com o intuito de conservar goiabas, a base de fécula de mandioca e quitosana (SOARES et al. 2011), fécula de mandioca, quitosana e óleo essencial da mistura de dois genótipos de *Lippia gracilis* Sachuer (AQUINO; BLANK; SANTANA, 2015), amido de mandioca, alginato de sódio e carboximetilcelulose (FONSECA et al. 2016), fécula de mandioca com óleo essencial de canela (BOTELHO et al. 2016), amido de milho com incorporação de extrato de pimenta ‘Biquinho’ (DANTAS et al. 2017), goma arábica, caseína de sódio e extrato de *tulsi* (MURMU; MISHRA, 2017), quitosana (HONG et al., 2012; SILVA et al. 2018), goma arábica, caseína de sódio, óleo essencial de canela e óleo essencial de erva-cidreira (MURMU; MISHRA, 2018), quitosana, alginato e extrato da casca de romã (NAIR; SAXENA; KAUR, 2018) e cera de carnaúba e galactomanano (GERMANO et al. 2019). Nestes trabalhos as goiabas revestidas demonstraram vida de prateleira que variou de 96h a 40 dias em temperaturas com variação entre 4/7°C e 28°C. Entretanto não foram ainda encontrados relatos da utilização de extrato da semente de tamarindo incorporado em revestimentos comestíveis de quitosana e fécula de mandioca para aplicação em frutas.

Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar o efeito de formulações de revestimentos comestíveis de quitosana e fécula de mandioca incorporados com extrato da semente de tamarindo nas características físico-químicas e microbiológicas de goiabas estocadas à temperatura ambiente.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Filmes e revestimentos comestíveis**

Existe uma grande preocupação com os efeitos ambientais resultantes de embalagens compostas por materiais não biodegradáveis, em sua maioria com base petroquímica; ocasionando uma maior busca por utilização de biopolímeros naturais, derivados de fontes renováveis e com capacidade biodegradável ou de compostagem. No entanto, o desafio tem sido aprimorá-los para que apresentem durabilidade mantendo suas características mecânicas, e aumento de tempo de prateleira do alimento, se biodegradando após o descarte. Os biopolímeros podem ser oriundos da extração de materiais naturais, síntese química, além de fermentação microbiana. Diversos desses materiais têm sido testados em filmes e revestimentos com essa finalidade (FELLOWS, 2017).

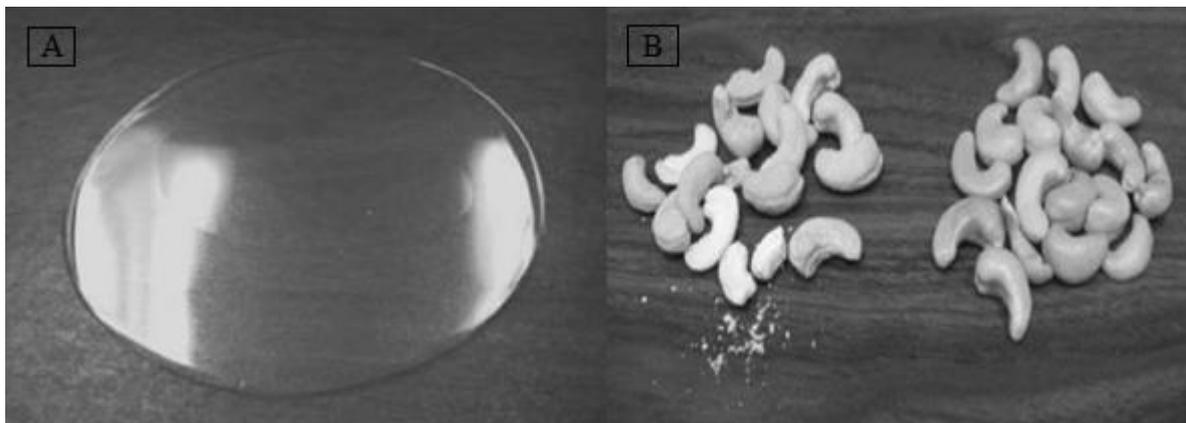
As embalagens ativas, embalagens inteligentes, embalagens de atmosfera modificada (MAP), filmes e revestimentos comestíveis têm sido desenvolvidas para demonstrarem características tais como: capacidade de remover oxigênio, umidade, odores, sabores indesejáveis ou etileno, produção de CO<sub>2</sub>, liberação de conservantes em intervalos de tempo, liberação de aromas e ação antimicrobiana. Mesmo que tenha havido a evolução nas diferentes funções da embalagem de alimentos, ainda é necessário que as exigências básicas sejam alcançadas, como a diminuição do desperdício, deterioração durante a distribuição do alimento, e aumento de sua vida útil (HAN, 2014; FELLOWS, 2006).

O funcionamento das embalagens ativas ou inteligentes, prima o prolongamento da vida útil do alimento (HAN, 2014). Nas embalagens ativas são inseridos componentes secundários em sua estrutura, adicionados em sua própria composição, ou nos espaços livres, com o intuito de melhorar o seu funcionamento (ROBERTSON, 2014). Exemplos de materiais ativos inseridos nessas embalagens: absorvedores de umidade, oxigênio e etileno; liberadores de conservantes, antioxidantes, aromas, enzimas; ou substâncias incorporadas nas paredes da embalagem (LEE; RAHMAN, 2014). Já nas embalagens inteligentes, são inseridas, normalmente na parte externa, etiquetas, introduzidas ou impressas, com a finalidade de acompanhar e monitorar a qualidade do produto armazenado em seu interior. É uma característica que fornece informações ao longo da cadeia de distribuição alimentar, indicando se os produtos continuam aceitáveis durante o período de armazenamento, transporte e comercialização até a mesa do consumidor (ROBERTSON, 2014; LEE; RAHMAN, 2014; OTLES; SAHYAR, 2016). Exemplos da aplicação desse tipo de embalagem: indícios de adulteração; integridade física da embalagem; indicadores de qualidade, segurança, de temperatura do tempo; impedimento do crescimento microbiano; percepção de

desenvolvimento de microrganismos patogênicos; percepção de produção de gases; e também, autenticidade do produto (LEE; RAHMAN, 2014).

As embalagens comestíveis, inseridas em embalagens ativas, devem ser formuladas a partir de compostos que possam ser ingeridos pelo ser humano. As embalagens comestíveis podem ser elaboradas e aplicadas de duas formas, filme ou revestimento: o filme, que precisa ser fino, é preparado de forma separada e depois é aplicado sobre o alimento; já o revestimento é elaborado a partir de uma suspensão ou emulsão que será aplicada diretamente no alimento a partir da imersão ou aspersão, e assim, será formada a película ao redor do alimento (SOARES et al., 2012; MAIA; PORTE; SOUZA, 2000). Na Figura 1 estão demonstradas imagens de filme e alimento com e sem revestimento comestível.

**Figura 1.** A – Filme comestível elaborado com carboximetilcelulose (CMC). B – Castanhas sem (à esquerda) e com revestimento comestível (à direita) elaborado com concentrado de proteína de soro de leite



Fonte: Han, 2012.

A utilização de revestimentos, com o intuito de aumentar o período de conservação de frutas e hortaliças não é uma técnica adotada recentemente, porém, nem todas eram comestíveis. Na temporada das navegações e expansões territoriais, as frutas e legumes oriundos de regiões tropicais, eram submersos em grandes barris que continham gordura animal, ou mel, para transportar de forma segura e aumentar a vida útil desses produtos desde as colônias até os impérios. Já na década de 1950, uma das ceras muito utilizadas na preservação de frutos era a cera de carnaúba, no entanto, o resultado de sua aplicação não era muito bem aceito por causa da aparência fosca. Contudo, os revestimentos comestíveis surgiram mais recentemente, no final do último século (XX), e se consolidaram através da elaboração de alimentos minimamente processados (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

Os revestimentos comestíveis aplicados sobre os alimentos precisam apresentar funcionalidades como: serem transparentes, com alta aderência para que não saiam com facilidade durante o manuseio, e também não podem inserir alteração de sabor nos alimentos.

Essas características relacionam-se com a qualidade, por isso são os principais objetivos dos revestimentos, resultando em uma aparência natural (ASSIS; LEONI, 2003). Esses atributos promovem a aplicabilidade dos revestimentos comestíveis fazendo com que sejam muito utilizados em frutas e hortaliças minimamente processadas. Tais revestimentos apresentam as seguintes características: diminuem os níveis de respiração; a perda de água; mantém a textura e a integridade mecânica; reduz as modificações de cor e sabor; diminui o desenvolvimento microbiano e aumenta a vida útil do alimento (SOARES et al., 2012).

Os filmes e revestimentos comestíveis tem se tornado alvo de estudos, pois apresentam uma ampla e ascendente categoria no desenvolvimento e criação de novos materiais para embalagens. O desenvolvimento de novas tecnologias tem assumido essas proporções, pois esse tipo de embalagem possui qualidades que podem auxiliar na redução de problemas relacionados a alimentos e meio ambiente. As embalagens comestíveis podem ser elaboradas a partir de três categorias de materiais: hidrocolóides, lipídios e compostos. Os revestimentos formados a partir de hidrocolóides possuem características de barreira ao oxigênio, porém, possuem baixa resistência ao vapor de água, e uma ótima qualidade de característica mecânica, muito útil para aplicação em alimentos frágeis (BOURTOOM, 2008). Os revestimentos lipídicos por terem caráter hidrofóbico, são muito utilizadas como barreira ao vapor de água. Já os revestimentos combinados normalmente utilizam mais de um composto, podendo ser à base de biopolímeros como proteínas (gelatina, zeína, caseína, colágeno, glúten do soro do leite, queratina), polissacarídeos (celulose, pectina, alginato, ágar, quitosana) ou lipídeos (Mono, Di ou Triglicerídeos, ácidos graxos), e a vantagem de sua utilização é a incorporação da funcionalidade de cada composto (SOARES et al., 2012; VILLADIEGO et al., 2005; DEGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

A aplicação de revestimentos em frutos para aumentar a vida pós-colheita tem sido o foco de estudo de alguns pesquisadores. Por exemplo, Filho, Honório e Gil (2006) aplicaram revestimento de cera de carnaúba em cerejas armazenadas a 5°C por 38 dias e obtiveram retardo no processo de amadurecimento e contaminação fúngica. Moraes et al. (2012) aplicaram revestimento de alginato em pêras ‘Williams’ armazenadas a 25°C por 15 dias, e obtiveram resultados positivos quanto os parâmetros físico-químicos, além de atuar na permeabilidade do vapor de água, aumento da tensão de ruptura. Já Murmu e Mishra (2017) utilizaram goma arábica e extrato de *tulsi* para revestimento de goiabas por 7 dias a 28°C, e obtiveram resultados satisfatórios quanto a cor, firmeza e amadurecimento da polpa. Na Tabela 1 estão apresentados alguns materiais e suas funções utilizados pelos pesquisadores para a elaboração de revestimentos comestíveis.

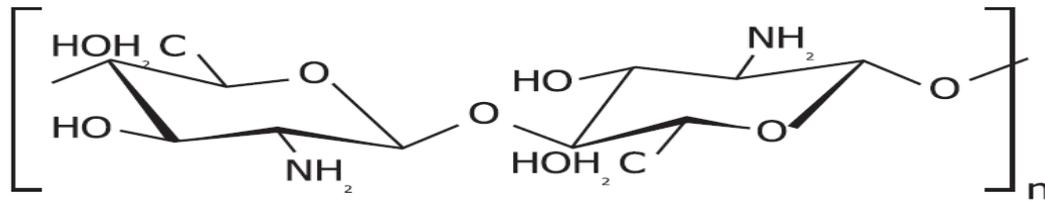
Tabela 1. Materiais mais utilizados no desenvolvimento de revestimentos comestíveis

<b>Material</b>	<b>Ação no revestimento</b>	<b>Autores</b>
Alginato	Barreira ao vapor de água e impactos mecânicos.	Moraes et al. (2012); Costa et al. (2014); Comaposada et al. (2015); Fonseca et al. (2016); Mannozi et al. (2017); Hamed et al. (2017); Li et al. (2017); Martínez et al. (2018); Nair et al. (2018).
Gelatina	Manutenção do peso e firmeza; Brilho; Aumento da capacidade antioxidante.	Ahmad et al. (2012); Farajzadeh et al. (2016); Khorram et al. (2017); Soradeh et al. (2017); Mannucci et al. (2017); Lemes et al. (2017).
Quitosana	Ação antimicrobiana; Regulação da cor e Escurecimento; Retardamento de amadurecimento.	Hong et al. (2012); Soares et al. (2013); Petriccione et al. (2015); Xin et al. (2017); Kumar et al. (2017); Mannozi, et al. (2018); Lo'ay e Taher (2018); Silva et al. (2018); Nair et al. (2018).
Pectina	Manutenção da firmeza; Ação antifúngica; Barreira a gases; Permeabilidade ao vapor de água.	Guerreiro et al. (2015); Hua et al. (2015); Gorrasi e Bugatti (2016); Bermúdez-Oria et al. (2017); Xin et al. (2017); Ranjitha et al. (2017).
Zeína	Barreira a gases, perda de água; Ação antimicrobiana.	Filho et al. (2006); Lin et al. (2011); Kashiri et al. (2017); Santos et al. (2018).
Proteína de soro e pectina	Diminuição perda de peso; Ação antimicrobiana; Impactos mecânicos; Ação antioxidante.	Marquez et al. (2017).

Adaptado de: Assis et al. (2009).

Dentre os materiais utilizados na elaboração de filmes e revestimentos, a quitosana (Figura 2), é o segundo polissacarídeo mais abundante encontrado na natureza após a celulose, amplamente utilizado em formulações de filmes e coberturas comestíveis (DEHGHANI; HOSSEINI, REGENSTEIN, 2018; SHIEKH et al., 2013). É oriunda do exoesqueleto de crustáceos, como caranguejos e camarões, e tem se tornado um material muito utilizado no prolongamento da vida de frutos e vegetais. Desde 1990 estudos demonstram a capacidade de formação de filmes comestíveis a partir desse composto aplicado em diversos tipos de frutas, essa propriedade tem sido aprimorada a partir da incorporação de óleos essenciais e extratos de frutas (MIRANDA-CASTRO, 2016; BOTREL et al., 2007; ASSIS; LEONI, 2003).

**Figura 2.** Representação química da estrutura primária da quitosana, sendo n o grau de polimerização



Fonte: Assis e Leoni, 2003.

Dentre as características observadas para os polímeros utilizados no desenvolvimento de revestimentos, a quitosana é um composto não tóxico, biodegradável, biofuncional, com fortes propriedades antimicrobianas e antifúngicas, além de possuir fácil formação de gel (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018; ROBERTSON, 2014; SHIEKH et al, 2013; ASSIS; LEONI, 2003). Suas fibras não são digeríveis, e não apresentam valor calórico, um dos fatores atrativos para a aplicação na indústria alimentícia. Mas diferente das fibras vegetais, a quitosana possui propriedades diferenciadas, como a capacidade de formar filme, e por causa de sua carga iônica positiva tem a facilidade de se ligar quimicamente a gorduras negativas e lipídios (SHIEKH et al., 2013; ASSIS; LEONI, 2003). Existem diferentes tipos de quitosana comercializadas, o que diferencia cada uma é o seu grau de pureza e densidade molar. Além disso, as disponibilizadas no mercado são solúveis em pH ácido, para que sejam solúveis em pH neutro é necessário alterações na sequência de desacetilação ou alterações estruturais na sua cadeia, como a N-carboximetilquitosana (ASSIS; LEONI, 2003). Dessa forma, os filmes a base de quitosana são estáveis, claros, flexíveis, resistentes e possuem boa barreira ao oxigênio (BOURTOOM, 2008).

A ação antimicrobiana da quitosana é mais eficaz em meios ácidos, e ocorre por causa de sua origem catiônica que facilita as ligações do ácido siálico com os fosfolipídios impedindo a transferência de substâncias microbiológicas, ou ainda, através da sua penetração na parede celular evitando a conversão de DNA em RNA. Sendo ainda possível essa atuação antimicrobiana por causa da reação dos grupos amino livres presentes nas cadeias poliméricas da quitosana (ASSIS; LEONI, 2003). Os revestimentos a base de quitosana apresentam maior permeabilidade ao vapor de água que a base de HPMC (hidroxipropilmetilcelulose), ocorrendo a modificação da atmosfera interna do fruto, reduzindo a concentração de O<sub>2</sub> e/ou aumentando a de CO<sub>2</sub> reduzindo a ação da cadeia do etileno, dessa forma os frutos demonstram redução na respiração e transpiração. Também é observado maior firmeza do fruto durante todo o período de armazenamento, e a firmeza é um dos atributos de grande importância na vida pós-colheita das frutas denotando qualidade. Além dessas características, também é observado o controle

efetivo na perda de massa dos frutos, cor, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, parâmetros que influenciam na conservação do fruto e susceptibilidade a deterioração. Sensorialmente os revestimentos com quitosana mantiveram o sabor característico do fruto, textura agradável e casca com uma cor viva e brilhosa (SHIEKH et al., 2013).

Diversos estudos têm investigado a aplicação do revestimento elaborado com a quitosana com o intuito de prolongar a vida do alimento, além de evidenciar a atuação antimicrobiana e antifúngica. Estudos utilizando a quitosana como revestimento tem demonstrado ação eficaz para inibição de bactérias como *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fragi* e *Staphylococcus aureus* em produtos formulados a base de carne, e ao incorporar o óleo de alho no revestimento apresentou um efeito antimicrobiano adicional contra *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* e *Bacillus cereus* (MEXIS; KONTOMINAS, 2014; FANG et al., 2017; PARKER et al., 2014). Botrel et al. (2007) aplicaram revestimento de quitosana em bulbos de alho e obtiveram um armazenamento de 15 dias a 10°C com atuação principalmente antifúngica. Li et al. (2013) conseguiram prolongar o armazenamento de filé de peixe *red drum* por até 8 dias com o revestimento de quitosana com incorporação de extrato de semente de uva e polifenóis de chá, retardando o aparecimento de microrganismos.

A inserção de substâncias com ação antimicrobiana em revestimentos tem melhorado a estabilidade microbiológica de alimentos como cereais, carnes, peixes, pães, queijos, frutas e vegetais. A forma de ação dos agentes antimicrobianos é resultante do aumento da permeabilidade das membranas celulares dos microrganismos levando-os a perdas de seus constituintes celulares (MEXIS; KONTOMINAS, 2014; FANG et al., 2017; PARKER et al., 2014).

## **2.2 Aplicação de filmes e revestimentos comestíveis incorporadas com compostos bioativos em frutas**

O desenvolvimento de revestimentos ativos incorporados com substâncias bioativas, tais como extratos de frutas e óleos essenciais, tem motivado vários estudos, pois a embalagem assume um conceito inovador de ação prolongando a vida útil, além de melhorar a segurança e características sensoriais do alimento. A nisina, óleos essenciais, especiarias como cominho e alcaravia, e extratos de plantas como cravo, menta, orégano, alecrim, tomilho, dentre outros por possuírem capacidade antimicrobiana, têm sido incorporadas em embalagens comestíveis com o intuito de evitar o desenvolvimento de microrganismos nocivos. Também antioxidantes naturais como o extrato de alecrim, extrato de fenogreco e vitamina E têm sido inseridos em

revestimentos comestíveis para prevenir a oxidação de alimentos. (PARKER et al., 2014; HAN, 2014; LACROIX; VU, 2014; LIANOU; PANAGOU; NYCHAS, 2016).

Os compostos bioativos incorporados nos revestimentos podem ser incorporados nas embalagens através de pulverização, revestimento, mistura física ou ligação química (O'SULLIVAN, 2016) e a depender da natureza da atuação podem apresentar diversas taxas de liberação, podendo ser de forma imediata ao contato com o alimento, lenta, em situações específicas, ou não migrar. Além disso, é importante levar em consideração as reações químicas que podem ocorrer entre as substâncias ativas e o material utilizado para formação do revestimento (HAN, 2014). A utilização de extratos naturais de plantas como semente de uva, toranja, chá verde e outros, por serem fontes de compostos polifenólicos e ácidos fenólicos, também atuam como antimicrobianos e antioxidantes, apresentando assim efeito inibitório contra bactérias Gram-positivas. A ação dos polifenóis acontece através da penetração na membrana bacteriana semipermeável, reagindo com o citoplasma, proteínas celulares e células bacterianas desestabilizando-as. Uma parcela da atividade antimicrobiana dos polifenóis está relacionada às propriedades quelantes, que atuam complexando íons metálicos que são de extrema importância para o desenvolvimento das bactérias (CORRALES; FERNÁNDEZ; HAN, 2014). Os revestimentos com compostos bioativos podem ser utilizados em alimentos como carnes, peixes, aves, pães, queijos, frutas, vegetais (O'SULLIVAN, 2016).

Trabalhos prévios desenvolvidos pelo nosso grupo de pesquisa têm demonstrado o potencial antimicrobiano de resíduos (cascas, sementes e junção de cascas e sementes) de tamarindo contra bactérias patogênicas de alimentos (*E. coli*, *S. enteritidis*, *S. aureus*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* e *S. marcescens*) (SANTOS, 2017). O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é um fruto da família das *Fabaceae*, subfamília *Caesalpinioideae*, originário da África Tropical, planta cultivada em países como Índia, Tailândia, México, Indonésia, Filipinas, Guatemala, Costa Rica, Paquistão, Cuba e ilhas do Caribe. No Brasil, a fruteira foi trazida a partir da Ásia, demonstrando adaptação nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, no entanto é uma lavoura não difundida comercialmente. O tamarindeiro é uma árvore de região tropical e subtropical, ideal para plantação em regiões semiáridas, o seu fruto é uma vagem alongada, possui de 5 a 15 cm de comprimento, a casca é pardo-escura, frágil e lenhosa, e em seu interior pode conter de 3 a 8 sementes envolvidas por uma polpa amarronzada e ácida (SOUSA et al., 2010; OROZCO-SANTOS, et al., 2012; SILVA et al., 2015; GÓES et al., 2016). É um fruto muito consumido *in natura* e a polpa utilizada na preparação de sucos, sorvetes, licores, doces, geleias, vinhos e iogurtes. A polpa apresenta pH em torno de 2,5, caracterizando-se ácida, com °Brix em torno de 24, e apresenta alto teor de ácido cítrico, 30,6. Estudos

demonstram que o extrato fluido da folha apresenta compostos bioativos, como os polifenóis e flavonoides, e também minerais como ferro, cobre e selênio, conferindo assim intensa ação antimicrobiana, antioxidante e hematoprotetora, resultando em ação inibidora de radicais livres; e o extrato aquoso e hidroalcoólico da polpa apresenta fenólicos totais e capacidade antioxidante. Os compostos fenólicos são fitoquímicos, que devido a sua ação anticarcinogênica e antimutagênica, tem assumido destaque nutricional para a saúde humana. (CANUTO et al., 2010; AMADO; PRADA; ARRANZ, 2011; FERREIRA et al., 2011; VIEIRA, et al., 2011; MESQUITA et al., 2012; SILVA et al., 2015; PÁJARO-ESCOBAR; BENEDETTI; GARCÍA-ZAPATEIRO, 2018). Paz et al. (2015) estudaram a ação antimicrobiana da polpa do tamarindo frente às bactérias *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Salmonella sp.*, *S. aureus* e *L. monocytogenes*, e houve a inibição desses microrganismos, indicando ação antibactericida.

Dentre os pesquisadores que têm elaborado filmes ou revestimentos comestíveis incorporados com compostos bioativos, podem ser destacados: Jiang, Liu e Wang (2011), os quais verificaram que salmão defumado revestido com filmes comestíveis de quitosana e revestimento com adição de lactato de sódio, diacetato de sódio e sorbato de potássio, impediu o desenvolvimento de *Listeria monocytogenes*; Tesfay et al. (2017) elaboraram revestimentos comestíveis de carboximetilcelulose (CMC) com incorporação de extratos de folha e semente de moringa para aplicação em abacates ‘Gem’ e ‘Hass’. A adição dos revestimentos melhorou a qualidade das frutas, conseguindo também a inibição de fungos, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Alternaria alternata*. Além disso, foram observados através da microscopia eletrônica que as estruturas das hifas foram danificadas para os agentes patogênicos expostos, enquanto nas frutas sem o revestimento essas estruturas permaneceram intactas; Duran et al. (2016) elaboraram revestimentos de quitosana com compostos ativos (nisina, natamicina, romã e extrato de semente de uva) para aplicação em morangos armazenados a 4°C durante 40 dias, e foi observado que os revestimentos com os diferentes tipos de compostos ativos mantiveram as qualidades do fruto fresco, sendo que os que continham a incorporação de natamicina e a de romã demonstraram eficaz atuação em bactérias e leveduras mesófilas; Synowiec et al. (2014) desenvolveram filmes de ‘pululana’, um polissacarídeo de *Aureobasidium pullulans* B-1, com adição de extratos de manjeriço doce para aplicação em maçãs ‘Jonagored’ e obtiveram ação antifúngica contra *Rhizopus arrhizus*; Azevedo et al. (2014) fizeram um estudo semelhante, em que foram desenvolvidos revestimentos de quitosana e fécula de mandioca com incorporação do óleo de *Lippia gracilis* Schauer e foi observado que houve um menor desenvolvimento de bactérias aeróbicas psicotróficas totais, leveduras e mofos em morangos armazenados a 4°C durante 7 dias; Frazão, Blank e Santana (2017) demonstraram que a aplicação de revestimentos

a base de quitosana, fécula de mandioca com adição de óleos essenciais de *Myrcia ovata* Cambessedes obtiveram resultados positivos contra o desenvolvimento de bactérias mesófilas e leveduras aeróbias totais em mangabas armazenadas a 10°C por 12 dias; Araújo et al. (2018) aplicaram revestimento a base de quitosana, fécula de mandioca, com incorporação de óleo essencial de *Lippia sidoides* e extrato da casca de romã em tomates ‘Italiano’ armazenados a 25°C por 12 dias, e os tomates revestidos apresentaram menor perda de massa, maior firmeza durante todo o armazenamento, os teores de sólidos solúveis mantiveram-se estáveis, e também mantiveram a qualidade microbiológica do fruto, quando comparado aos tomates não revestidos; Dong e Wang (2018) aplicaram revestimentos a base de goma guar e extrato de ginseng em cerejas doces e estocaram a 20°C por 8 dias. Os autores observaram que os frutos revestidos mantiveram o teor de ácido ascórbico, houve aumento da concentração de fenólicos totais e antocianinas, redução da perda de massa, sólidos solúveis e respiração dos frutos e menor perda de firmeza durante o armazenamento. No geral, os revestimentos com a incorporação de compostos bioativos têm melhorado a conservação das frutas do ponto de vista microbiológico e físico-químico, além de manter suas qualidades organolépticas por um período maior de armazenamento.

### 2.3 Cultivo da goiaba

A goiaba (Figura 3), *Psidium guajava* L., é uma fruta tropical que pertence à família Myrtaceae, onde 150 espécies fazem parte do gênero *Psidium*. Outras plantas também conhecidas comercialmente que compartilham da mesma família são o cravo-da-índia, eucalipto, noz-moscada e canela. A goiaba, também conhecida como “maçã dos trópicos”, entre as espécies produzidas nas regiões tropicais e subtropicais é uma das mais rentáveis, além de ser altamente nutricional. É uma fruta originária da América tropical, entre o México e Peru, mas devido a fácil adaptabilidade e sementes geradas em grande quantidade e de acesso facilitado, atualmente é cultivada em diversas partes do mundo, podendo ser encontrada em mais de 60 países. A Índia é detentora da maior produção de goiaba, seguida pela China, Quênia, Tailândia, Indonésia, Paquistão, México, Brasil, Bangladesh, Nigéria, Filipinas, Vietnã e Egito. A goiabeira é uma árvore de pequeno porte que pode atingir até 10 metros, normalmente seus galhos crescem em forma de cúpula simétrica. O período de floração dependerá do clima da região. Em clima tropical atenuado, a goiabeira floresce e produz frutos durante todo o ano; as suas flores são brancas constituídas de quatro pétalas encurvadas. O seu fruto é uma baga, com formato variando entre redondo, oval ou pera. O epicarpo pode ser áspero ou liso, e no interior da polpa há sementes pequenas e duras. Quando maduro, o epicarpo pode

apresentar a coloração verde pálido, amarelo brilhante, com a presença de algumas partes avermelhadas. O mesocarpo pode possuir a coloração branca, rosa, ou vermelha, a depender da cultivar (GILL, 2016).

**Figura 3.** Goiaba (*Psidium guajava* L.)



Fonte: Singh (2011)

As cultivares da goiaba podem ser agrupadas em dois grandes grupos de acordo com o seu formato: a goiaba pera e a goiaba maçã, observando-se também as cores da polpa no estágio maduro, cor de rosa, ou cor branca. Já foram detectados 400 tipos de cultivares de goiaba, no entanto, somente algumas são exploradas comercialmente (GILL, 2016). No Brasil, as cultivares de maior importância comercial são: Paluma, Rica, Pedro Sato, Kumagai, Sassaoka, Ogawa, Yamamoto e Século XXI (POMMER; MURAKAMI; WATLINGTON, 2006). É um fruto tipicamente climatérico (GILL, 2016), porém algumas variedades são classificadas como não climatéricas, como a Pedro Sato (AZZOLINI et al., 2005). É uma fruta altamente perecível e seu processo de amadurecimento torna-se completo em poucos dias após a colheita em temperatura ambiente. Em relação às cultivares, pode haver uma mudança de coloração do epicarpo de verde para amarelo, resultado da degradação da clorofila decorrente do amadurecimento. A cor da polpa pode variar em presença de carotenóides, licopeno ou  $\beta$  – caroteno, passando das colorações, branco, a rosa amarelada, rosa profundo ou vermelho (GILL, 2016).

Segundo Taco (2011) a composição centesimal da goiaba para 100g destacam os valores de: 62 kcal; 15,8 g de carboidratos; 1,9 g de fibra alimentar; 40 mg de cálcio; 23 mg de magnésio; 19 mg de fósforo; 250 mg de potássio; 0,17 mg de tiamina; 0,12 mg de riboflavina e 19,1 mg de vitamina C. É uma fruta que possui de duas a cinco vezes maiores quantidade de vitamina C que os citrus e possui alta concentração de pectina, que auxilia na redução do colesterol diminuindo a incidência de doenças cardiovasculares. Também possui em sua composição carotenoides antioxidantes, como a criptoxantina, licopeno e  $\beta$ -caroteno (GILL,

2016). Um dos atributos de maior importância e que influencia na qualidade sensorial para frutas e seus derivados, é o aroma. A goiaba é uma fruta de aroma e sabor impactantes devido a composição de ésteres e terpenos. O perfil aromático pode mudar a depender do estágio de maturação, mas os predominantes na fruta madura são: ésteres (acetato de Z-3-hexelino, acetato de E-3-hexelino, hexanoato de etilo, butanoato de etilo e acetato de hexilo) e terpenos (mircenol, limoneno,  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -bisaboleno) (GILL, 2016; NUNES et al., 2016).

A produção de goiaba tem crescido na década atual em reação ao aumento do consumo de frutas frescas e produtos processados, proporcionando novas plantações de variedades e híbridos. Atualmente a comercialização da fruta fresca é reduzida, mas há grande enfoque nos produtos processados como suco, néctar, geleias, muito apreciados nos mercados europeu e norte-americano (SINGH, 2011). Segundo o IBGE no ano de 2017 foram produzidas 460.515 toneladas (t) de goiaba, sendo as regiões duas regiões de maior produção o Nordeste (214.478 t) e o Sudeste (210.860 t), dos quais os estados de maior produção: São Paulo (173.926 t); Pernambuco (135.540 t); Bahia (42.073 t); e Sergipe em oitavo lugar (8.480 t). O valor total de produção de frutas foi de R\$ 319.627.357,00, e a parcela correspondente de goiabas foi R\$ 588.603,00, montante gerado de uma área plantada de 20.294 hectares.

A goiaba por ser um fruto de alta perecibilidade necessita de cuidadoso manejo pós-colheita, pois qualquer injúria causa acelerada senescência, a colheita deve ser realizada manualmente, sob baixas temperaturas, o transporte deve ser em temperaturas mais amenas, para evitar o aumento da respiração do fruto. Estima-se que as perdas pós-colheitas de frutas frescas em países desenvolvidos seja entre 10 a 15%, enquanto nos países em desenvolvimento cheguem a 20 a 40%, sendo que as principais causas físicas são: hematomas, rachaduras e amolecimento; e fisiológicas: murchamento (ocasionada pela perda de água), e lesão pelo frio. Por isso é de extrema importância o desenvolvimento de estratégias que melhorem a qualidade e a manipulação das frutas na pós-colheita e aplicação de tecnologias sustentáveis que reduzam as perdas ao longo da cadeia otimizando assim os sistemas de produção e acesso aos mercados (BELARMINO, 2015; DING, 2017).

A utilização de embalagens apropriadas e a forma correta de carregamento, etapa antes do transporte, são importantes para a distribuição de forma correta de produtos de origem vegetal frescos, como as goiabas, além de ser fundamental no processo de conservação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

## 2.4 Aplicação de revestimentos ou filmes comestíveis na conservação de goiabas

A goiaba é uma fruta com vida pós-colheita curta resultante do metabolismo acelerado que pode levar a rápida perecibilidade, pois ao ser colhida apresenta alta taxa de respiração e um rápido amadurecimento (MIRANDA-CASTRO, 2016). Diante disto, alguns pesquisadores têm desenvolvido tecnologias de revestimentos para melhorar a conservação deste fruto. Blick et al. (2011) aplicaram filmes biodegradáveis desenvolvidos à base de amido de mandioca e poli (butileno adipato-co-tereftalato) - PBAT em goiabas ainda na planta para evitar o uso de fungicidas e inseticidas, e observaram que entre 6-9 semanas os filmes estavam sem rachaduras, e não impediram o desenvolvimento natural da fruta.

Hong et al. (2012) também tem revestido goiabas com quitosana na concentração de 2% durante o armazenamento por 12 dias a 11°C, atuando na redução da firmeza, perda de peso, retardando os teores de clorofila e melondialdeído, sólidos solúveis, retardando também a perda de acidez titulável e vitamina C. O aumento da capacidade antioxidante influenciado pela atuação da quitosana é benéfico para retardar o processo de amadurecimento da goiaba em armazenamento frio. Zambrano-Zaragoza et al. (2013) elaboraram revestimentos à base de goma SLN-xantana e cera de Candeuba® contendo nanopartículas lipídicas sólidas (NLS) para revestir goiabas armazenando-as por 30 dias a 10°C. Foi verificado menor perda de peso, melhor preservação da qualidade dos frutos, entretanto os altos índices de (NLS) no revestimento causaram danos fisiológicos a fruta e retardaram a maturação do fruto. Faroato et al. (2015) revestiram goiabas com formulações à base de goma de caju e carboximetilcelulose (CMC) e armazenaram a 25-28°C durante 12 dias, obtendo menor perda de massa das mesmas em relação ao controle. Já Aquino, Blank e Santana (2015) elaboraram revestimentos comestíveis de quitosana e fécula de mandioca com adição de uma mistura de 2 genótipos de *Lippia gracilis* Schauer em goiabas armazenadas a temperatura ambiente por 10 dias e foi obtido menor contagem de bactérias mesófilas aeróbicas totais, mofos e leveduras, nas goiabas revestidas com a adição da mistura de óleos essenciais do que nas frutas revestidas apenas com quitosana e fécula mandioca.

Botelho et al. (2016) elaboraram revestimentos de amido de mandioca com a adição de óleo essencial de canela e aplicaram em goiabas armazenadas por 8 dias a 25°C. Os autores observaram que houve uma redução de 30,23 % de perda de massa nas goiabas revestidas em relação as sem revestimentos, além do aumento do conteúdo de pectina solúvel, e menor perda de amaciamento do tecido da fruta. Silva et al. (2018) revestiram goiabas com concentrações de quitosana a 1%, 2% e 3% e estocado a 25°C por 96h. Os autores observaram diminuição da taxa respiratória, perda de peso, firmeza, e cor da casca retardando a degradação da clorofila.

Também houve a redução de teor de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, com diminuição da atividade da fenilalanina amônia-liase, indicando que o prolongamento da qualidade de vida útil da fruta foi resultante do aumento dos processos antioxidantes no interior do fruto. Murmu e Mishra (2018) prolongaram a vida de prateleira por 40 dias de goiabas revestidas com goma arábica e caseinato de sódio com adição de óleo de canela e óleo de limão, por 35 dias a 4-7°C, e posteriormente por mais 5 dias à 25°C. Oliveira et al. (2018) elaboraram revestimentos à base de quitosana e óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* para impedir o desenvolvimento de cinco espécies de *Colletotrichum* patogênicos (*C. asianum*, *C. siamense*, *C. fructicola*, *C. tropicale* e *C. karstii*), além do desenvolvimento de antracnose em goiaba, manga, mamão. A combinação de quitosana e óleos essenciais, demonstrou efetiva ação contra o desenvolvimento das espécies *Colletotrichum*, além de inibir as lesões de antracnose nos frutos. Essa atuação foi superior aos frutos tratados com fungicidas sintéticos. Nair, Saxena e Kaur (2018) estudaram revestimentos à base de quitosana e alginato com incorporação de extrato de casca de romã, em goiabas armazenadas a 10°C por 20 dias, e foi identificado que os frutos revestidos tiveram uma redução nas perdas de ácido ascórbico, fenóis totais, flavonoides totais. Também foi verificado que durante o armazenamento houve um grau de correlação maior entre vários fitoquímicos e atividade antioxidante, além da qualidade geral da fruta ter sido mantida.

Dantas et al. (2017) aplicaram em goiabas revestimentos a base de amido de milho com a incorporação de extrato da pimenta ‘Biquinho’ e obtiveram inibição do crescimento de bolores e leveduras, além de retardar o processo de degradação da vitamina C presente no fruto durante 18 dias de armazenamento. Oliveira et al. (2018) estudaram a aplicação de filmes a base de amido de milho, fécula de mandioca, gelatina e cera de abelha em goiabas durante a estocagem à 15°C por 15 dias, e os filmes mantiveram as características físico-químicas e sensoriais dos frutos, retardando a perda da clorofila na casca e mantendo os teores de vitamina C. Germano et al. (2019) estudaram a aplicação de revestimentos a base de galactomanano e cera de carnaúba em goiabas ‘Paluma’ durante a conservação à 25°C e 11°C por 15 dias. Os frutos mantiveram a firmeza e a integridade biológica da membrana, houve redução da respiração, e preservação da cor verde da casca impedindo assim a degradação da clorofila e síntese de carotenoides, além de diminuir o aparecimento da cor marrom.

Não foram encontrados relatos sobre a elaboração de revestimentos comestíveis à base de quitosana incorporadas com extrato de semente de tamarindo para aplicação em frutas, o que serviu, portanto, de motivação para o desenvolvimento deste trabalho.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O objetivo do presente estudo foi desenvolver revestimentos comestíveis incorporados com extrato da semente de tamarindo para conservação de goiabas estocadas a 27°C durante 10 dias.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Obter a farinha da semente de tamarindo;
- ✓ Obter o extrato hidro-etanólico da semente de tamarindo;
- ✓ Desenvolver formulações de revestimentos comestíveis a base de quitosana e fécula de mandioca com incorporação do extrato da semente de tamarindo;
- ✓ Aplicar os revestimentos comestíveis em goiabas e avaliar as características físico-químicas e microbiológicas durante a estocagem a 27°C por 10 dias.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

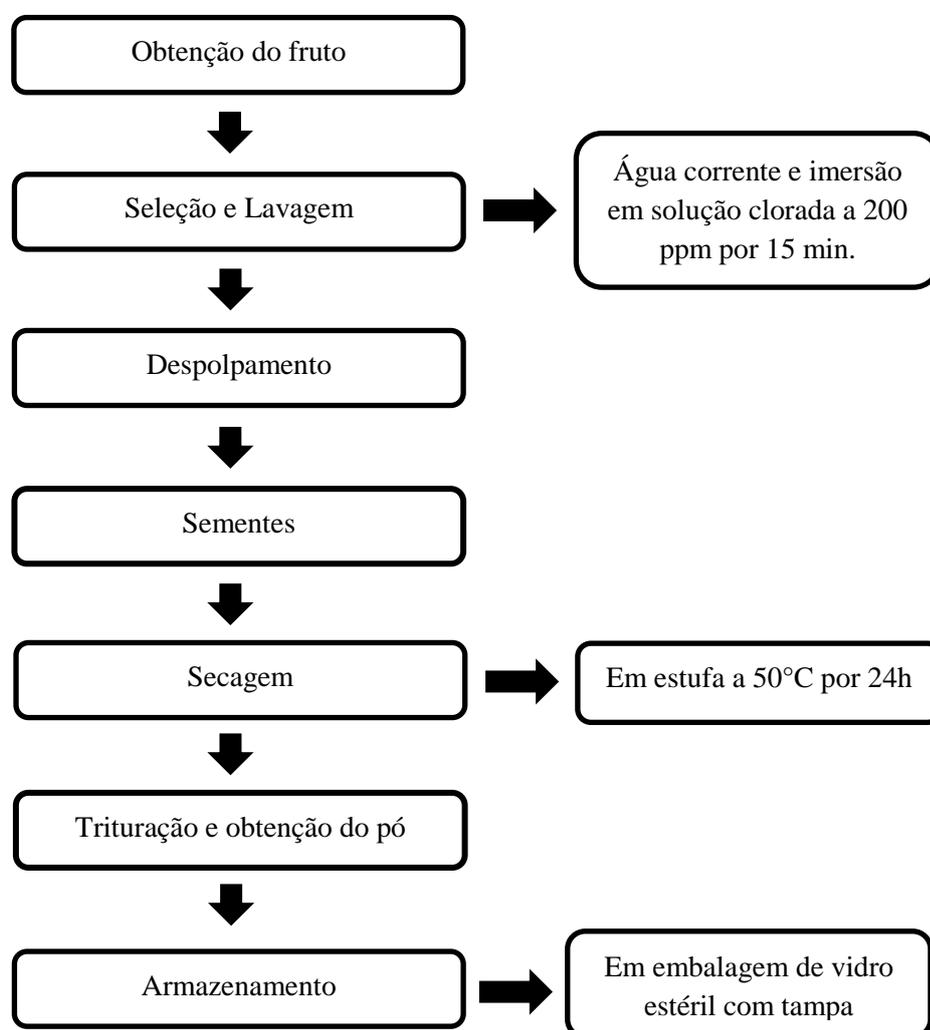
### 4.1 Matéria-prima

As goiabas (*Psidium guajava* L.) da variedade ‘Paluma’ foram adquiridas de um produtor rural da cidade de Santa Maria da Boa Vista-PE (8° 48’ 32” S, 39° 49’ 30” W) e o tamarindo (*Tamarindus indica*) foi adquirido de um produtor rural da cidade de Abaré-BA (8° 43’ 15” S, 39° 6’ 54” W).

### 4.2 Obtenção da farinha da semente de tamarindo

A obtenção da farinha seguiu as etapas descritas na Figura 4.

Figura 4. Obtenção da farinha da semente de tamarindo

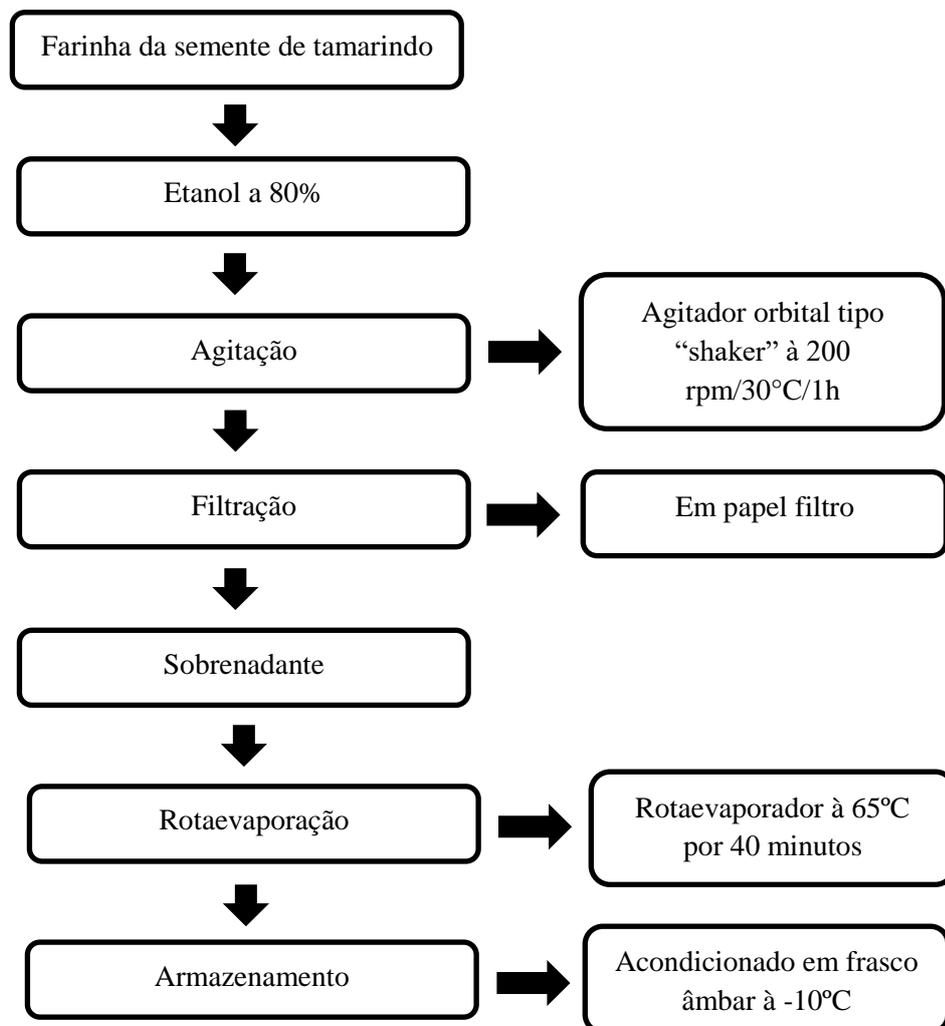


### 4.3 Obtenção do extrato da semente de tamarindo

Para a obtenção do extrato, a farinha da semente de tamarindo foi misturada com etanol 80% na proporção 2:10 (sólido:solvente). Esta solução foi agitada à 200 rpm, 30°C por 1 hora em agitador tipo “shaker”, posteriormente foi realizada uma filtração com papel de filtro para

obtenção do sobrenadante. O extrato filtrado obtido foi rotaevaporado por 40 minutos à 65°C até completa evaporação do etanol, o acondicionamento do extrato foi em frasco de vidro cor âmbar à 10°C em freezer (Patente BR 10 2017 001368 5), conforme demonstrado no fluxograma da Figura 5.

**Figura 5.** Etapas de obtenção do extrato



#### 4.4 Elaboração dos revestimentos comestíveis

Foram elaboradas seis formulações de revestimentos a base de quitosana e fécula de mandioca adaptado de Aquino et al. (2015), variando-se as concentrações de quitosana e extrato da semente de tamarindo (Tabela 2).

Tabela 2. Formulações dos revestimentos comestíveis

Formulação	Fécula de mandioca (%)	Quitosana (%)	Extrato semente de tamarindo (%)
F1	1	1	0
F2	1	1	1
F3	1	1	3
F4	1	2	0
F5	1	2	1
F6	1	2	3

Para cada formulação de revestimento de quitosana preparou-se 200 mL de solução de quitosana, fécula de mandioca e glicerol conforme segue o procedimento. Para uma melhor dispersão dos reagentes preparou-se separadamente 100 mL de uma solução de quitosana em solução aquosa de ácido acético a 1,5% (p/v) contendo 1,28 g de glicerol. Esta solução foi levemente agitada para evitar-se a formação de bolhas. Em seguida, preparou-se 100 mL de solução de fécula de mandioca em solução aquosa contendo glicerol a 0,64% (p/v). A solução de fécula foi aquecida em banho-maria sob agitação, não ultrapassando 70°C, até obter-se a completa gelatinização do amido. Após o resfriamento da solução de fécula, esta foi adicionada à solução de quitosana, procedendo-se a completa homogeneização das mesmas. Nas formulações contendo extrato da semente de tamarindo, o mesmo foi adicionado após o resfriamento total da mistura.

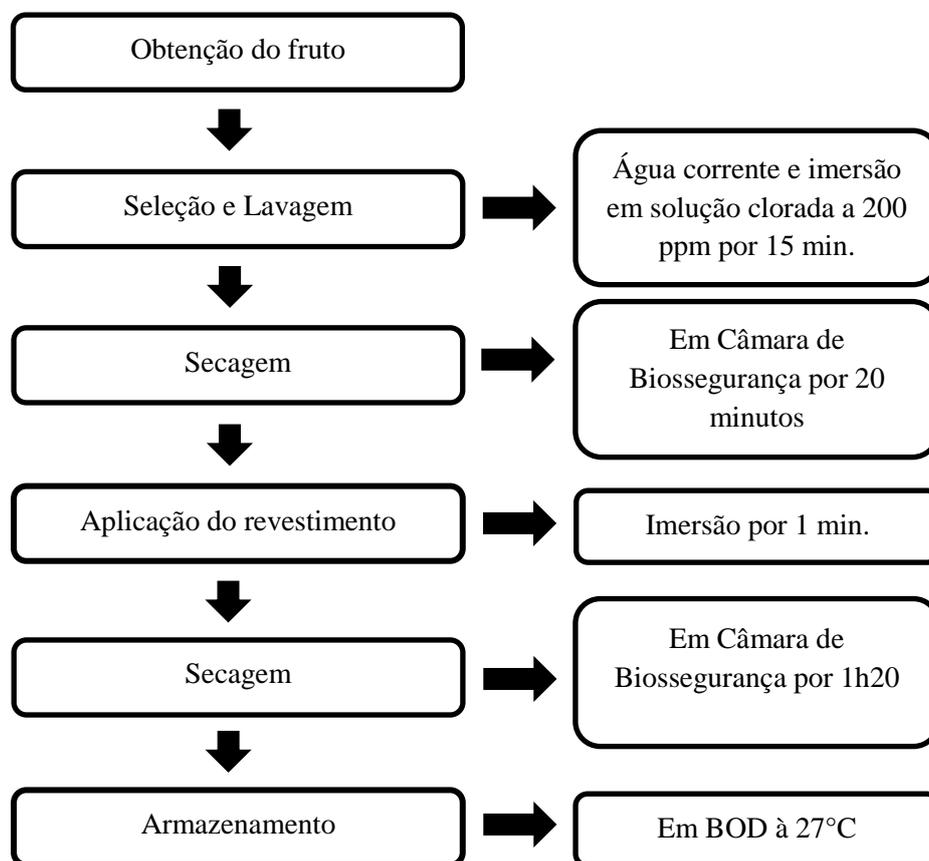
#### 4.5 Aplicação dos revestimentos comestíveis

Para o presente estudo foram utilizadas goiabas selecionadas sem injúrias físicas ou deterioração microbiana, com padronização do estágio de maturação, sendo goiabas com coloração verde na casca e alguns tons de amarelo. Abaixo segue a Figura 6 com as etapas utilizadas no processamento.

Para cada revestimento e grupo controle, foram separadas 120 goiabas padronizadas e sem injúrias físicas, higienizadas e secas. As goiabas selecionadas foram mergulhadas separadamente em cada revestimento, secas à temperatura ambiente em uma câmara biológica (modelo Bio SEG 12 Classe II, Tipo A1 do grupo Veco), pesadas e separadas em grupos de três goiabas por cada embalagem de isopor, sendo estocadas em incubadoras tipo BOD, Labor Modelo SP-600/300-220 e Incubadora Eletro Lab Modelo EL101/3, à temperatura de 27°C. Nos tempos 0, 3, 6 e 10 dias retirou-se grupos de goiabas para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas. Em cada ponto de análise foram retiradas uma amostragem de 30 goiabas, sendo uma duplicata de 10 goiabas destinadas para as análises físico-químicas de cor, firmeza, sólidos solúveis totais, perda de massa, pH e acidez titulável e uma duplicata de 5

goiabas para análises microbiológicas. Para a perda de massa utilizou uma duplicata de 15 goiabas. O controle (goiabas sem revestimento) também foi analisado nas mesmas condições.

**Figura 6.** Aplicação do revestimento comestível



#### 4.6 Análises físico-químicas das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C

##### 4.6.1 Análise colorimétrica

A cor foi determinada através de colorímetro digital, Spectrophotometer, modelo CM-700d, Konica Minolta-Japan, utilizando o sistema CIELAB (CIE, 1986). No espaço colorimétrico CIELAB, definido por L\*, a\*, b\*, têm-se a coordenada L\* correspondendo a luminosidade, com variação de 0 a 100 (preto/branco), a\* e b\* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde(-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente. As goiabas foram analisadas individualmente em três pontos, próximo ao pedúnculo, na parte central e próximo a ponta do fruto, sendo que em cada ponto foram realizadas duas medições.

#### 4.6.2 Firmeza

A firmeza das goiabas revestidas e do controle foi determinada através de texturômetro modelo Brookfield-USA (CT3 25K) utilizando uma probe de 3 mm com aplicação de força de 0,06 N com uma carga de célula de 25 kg com os resultados expressos em Newton (COSTA et al., 2012).

#### 4.6.3 Teor de sólidos solúveis totais (SST)

Foi realizado através da leitura direta em refratômetro digital, Kasvi modelo K52-032, com resultados expressos em g/100g de amostra (IAL, 2008).

#### 4.6.4 Perda de massa

A perda de massa das goiabas durante a estocagem foi obtida através da diferença entre a massa inicial e a pesagem subsequente (ALI et al. 2010). Foi utilizada balança analítica para a realização das pesagens; a perda de massa é calculada a partir da Equação 1, onde:  $m_0$  é a massa inicial (g), e  $m$  é a massa a cada intervalo de tempo (g). Com resultados expressos em g/100 g de amostra.

$$\text{Perda de massa} = 100 [(m_0 - m) / m_0] \quad (\text{Eq. 1}).$$

#### 4.6.5 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) das goiabas revestidas e do controle foi determinado pesando-se 10g da amostra em um béquer e adicionando-se 100 mL de água destilada. A amostra foi homogeneizada e analisada em pHmetro digital, Del Lab modelo DLA-PH (IAL, 2008).

#### 4.6.6 Determinação da acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada pesando-se de 1 a 5 g da amostra em Erlenmeyer adicionando-se 50 mL de água destilada. Em seguida foi adicionado 2 a 4 gotas do indicador fenolftaleína utilizando como titulante à solução de hidróxido de sódio 0,1M, até o aparecimento de coloração rósea (IAL, 2008). A acidez foi calculada de acordo com a Equação 2, onde:  $V$  é o volume em mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação;  $F$  é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio;  $M$  é a molaridade da solução de hidróxido de sódio;  $PM$  é o peso molecular do ácido correspondente em g;  $P$  é a massa em g da amostra utilizada na titulação; e  $n$  é o número de hidrogênios ionizáveis. Com resultados expressos em g de ácido cítrico/ 100g de amostra.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n} \text{ (Eq. 2)}$$

#### **4.7 Análises microbiológicas das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C**

As goiabas revestidas e não revestidas (total de 5 goiabas em duplicata) foram analisadas quanto à contagem de bactérias totais aeróbias mesófilas, e contagem de bolores e leveduras. As goiabas foram inicialmente colocadas em sacos plásticos tipo zip estéreis contendo solução salina a 0,85%, na proporção 1:1 (volume de diluente:peso de fruta). O líquido foi utilizado para as posteriores diluições, retirando-se 25 mL para a diluição  $10^{-1}$ , em sequência foram realizadas as análises como descritas abaixo (SILVA et al. 2010).

##### **4.7.1 Contagem de bactérias totais aeróbias mesófilas**

Para a determinação de bactérias mesófilas foi utilizado o meio de cultura ágar PCA para contagem através da técnica de semeadura em profundidade (APHA, 2001). Foram realizadas as diluições seriadas  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  em solução salina a 0,85%. Alíquotas de 1 mL de cada diluição foram colocadas em placas de Petri previamente esterilizadas, sendo adicionado cerca de 15 a 20 mL de ágar fundido e resfriado a 44 - 46°C. Posteriormente as amostras foram homogeneizadas com movimentos circulares, esperando-se a solidificação do ágar, em seguida as placas foram invertidas e incubadas em estufas a 35-37°C por 48 horas. Os resultados das contagens das colônias foram expressos em UFC/mL.

##### **4.7.2 Contagem de bolores e leveduras**

Para a contagem de bolores e leveduras foi utilizado o meio Sabouraud e as diluições seriadas,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ . As amostras diluídas (0,1 mL) foram espalhadas com alça de drigalski na superfície do meio de cultivo solidificado em placas de Petri. Posteriormente as placas foram incubadas por 3 a 5 dias a 30°C. Os resultados das contagens das colônias foram expressos em UFC/mL (APHA, 2001).

#### **4.8 Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o programa SISVAR, versão 5.6, 2018.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação físico-química das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C

Diferentes formulações de revestimentos comestíveis de quitosana e fécula de mandioca incorporados com extrato de semente de tamarindo foram elaborados e aplicados em goiabas. Os parâmetros pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, perda de massa, firmeza e cor, foram analisados durante 0, 3, 6 e 10 dias de estocagem à temperatura de 27°C, e os resultados estão demonstrados nas tabelas 3, 4, e 5. No apêndice A deste trabalho, estão as imagens do dia 0 e do 10º dia de armazenamento das goiabas revestidas e não revestidas.

Analisando os valores de pH (Tabela 3), verificou-se que as goiabas revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) não demonstraram diferença significativa ( $p>0,05$ ) de pH até o 6º dia de armazenamento, apresentando alteração apenas no último dia de armazenamento. As goiabas revestidas com F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) apresentaram aumento de pH no 3º dia, mantendo-se constante até o último de armazenamento. As goiabas revestidas com F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), não apresentaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) de pH nos dias 0, 3 e 10, sendo que o pH do dia 6 apenas diferiu estatisticamente ( $p<0,05$ ) do dia 0 de estocagem. As goiabas revestidas com os revestimentos F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana), F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e as goiabas controle (não revestidas) não apresentaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) ao longo dos 10 dias de armazenamento. Enquanto que as goiabas revestidas com F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) demonstrou um aumento de pH a partir do 3º dia de armazenamento diferindo estatisticamente ( $p<0,05$ ) do dia 0, mantendo-se constante até o 10º dia.

Comparando o efeito do pH nas goiabas de diferentes formulações em cada dia de estocagem, observou-se que no dia 0, as goiabas revestidas com F1 e F6 foram as únicas que diferiram estatisticamente ( $p<0,05$ ) das demais goiabas. No terceiro dia de armazenamento, as goiabas revestidas com F5 apresentaram maior valor de pH (4,23) diferindo estatisticamente ( $p<0,05$ ) das demais goiabas. Já as revestidas com F2, F3, F6 e o controle não diferiram estatisticamente ( $p>0,05$ ) entre si nos valores de pH no dia 3 de armazenamento. No sexto dia de armazenamento, as goiabas revestidas com F3, F5 e F6 não diferiram entre si estatisticamente ( $p>0,05$ ) nos valores de pH e as revestidas com F2, F3 e F4 não diferiram ( $p>0,05$ ) das amostras controle. No último dia de armazenamento as goiabas com os

revestimentos F5 e F6 diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais. As goiabas do grupo controle e as revestidas com F3, F4, F6 não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si nos valores de pH quando comparado os valores do dia 0 e 10 de estocagem. Provavelmente este resultado ocorreu devido a ação tamponante do suco celular que não possibilita elevadas alterações de pH (REIS et al., 2006 *apud* CASTRICINI, 2009<sup>1</sup>). Os ácidos orgânicos que fazem parte dos tecidos vegetais podem apresentar-se na forma livre ou esterificada e os ácidos fracos livres, podem demonstrar uma pequena alteração de pH em relação ao equilíbrio no sistema, quando seus sais de potássio estão presentes. Esses ácidos quando juntos aos sais de potássio, estabelecem os sistemas tampões nas células, que são importantes no ajustamento da atividade enzimática. Desta forma, a característica tampão de alguns sucos pode ocasionar elevadas alterações na acidez titulável, mas não acarreta alterações significativas no pH. No entanto, quando o teor de ácidos se encontra entre 2,5 e 0,5%, ocorre o aumento do pH e diminuição da acidez, sendo empregado como indicação dessa alteração. Qualquer alteração no pH é perceptível em testes sensoriais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Já as goiabas revestidas com F1, F2 e F5 demonstraram um leve aumento do pH no 10º dia de estocagem ( $p < 0,05$ ) em relação ao dia zero, indicando provável maior amadurecimento dos frutos em relação aos demais.

Aquino, Blank e Santana (2015) obtiveram também valores de pH entre 3,85 e 4,10 para goiabas revestidas com quitosana, fécula de mandioca e mistura de genótipos do óleo essencial *Lippia gracilis* Schauer, conservadas à 25°C por 10 dias. Dantas et al. (2017) aplicaram revestimento a base de amido de milho e com extrato de pimenta biquinho em goiabas ‘Pedro Sato’ durante 18 dias de armazenamento e mantiveram valores estáveis de pH em relação ao grupo controle sem o revestimento.

Em relação a acidez titulável determinada em ácido cítrico (Tabela 3), as goiabas revestidas com F1, F2, F3 e F6 não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nos valores até o dia 6 de estocagem. As goiabas revestidas com F4 mantiveram constantes os valores de acidez até o 10º dia de estocagem, sem diferença significativa entre eles ( $p > 0,05$ ). As goiabas revestidas com F5 apresentaram uma redução de acidez a partir do 3º dia de armazenamento, apresentando diferença estatística até o último dia de armazenamento, e as goiabas não revestidas (controle) apresentaram diminuição nos valores de acidez a partir do 3º dia também.

Nos dias 0, 3 e 6 as goiabas revestidas com F1 e F5 apresentaram maiores valores de acidez diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais goiabas. No 3º dia, não diferiram

---

<sup>1</sup> Reis, K. C. dos; Elias, H. H. de S.; Lima, L. C. de O; Silva, J. D.; Pereira, J. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciência e Agroecologia**, vol. 30, n. 3, p. 487-493, 2006.

( $p > 0,05$ ) do controle as goiabas revestidas com F2, F3 e F4. No 6º dia as goiabas revestidas com F2, F3, F4 e F6, não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ), mas diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) do grupo controle. No 10º dia de armazenamento, os valores de acidez variaram entre 0,36 e 0,48, F1 apresentou o maior valor de acidez diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais goiabas. As goiabas revestidas com F2, F3, F4, F5 e F6 não diferiram nos valores de acidez no 10º dia ( $p > 0,05$ ), sendo os menores valores obtidos nas revestidas com F2, F3 e o controle, as quais também não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Isto significou que as goiabas revestidas com 1% de quitosana e 1% ou 3% de extrato e as não revestidas foram as que resultaram em goiabas com menores alterações dos teores de ácidos orgânicos no 10º dia em relação às demais. Com o avanço da maturação dos frutos, ocorre uma rápida perda de acidez, e em alguns casos, pode ocorrer um aumento durante esse período, essa redução está relacionada a utilização dos ácidos orgânicos como substrato na respiração e na conversão de açúcares. A utilização da acidez juntamente com a doçura do fruto pode ser utilizada como referencial para determinação do nível de maturação. Além disso, os ácidos orgânicos podem influenciar também o aroma do fruto, pois alguns componentes possuem a característica volátil (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Hong et al. (2012) estudaram a aplicação de revestimentos a base de quitosana nas concentrações de 0,5; 1,0; e 2,0%, em goiabas da variedade ‘Pearl’ armazenadas a 11°C por 12 dias e verificaram que o revestimento com 2% de quitosana demonstrou os melhores resultados de acidez, sem diferir estatisticamente durante todo o armazenamento, com valores constantes (0,39 a 0,42) e semelhantes as formulações F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% fécula de mandioca, 2% de quitosana) e F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% extrato da semente de tamarindo) no 10º dia de estocagem. Segundo esses autores, o ácido cítrico é o ácido orgânico encontrado em maior concentração nas goiabas e quanto maior a concentração de quitosana nos revestimentos, menor a alteração da acidez nos frutos. Dessa forma, a formulação com 2% de quitosana manteve as características internas do fruto prevenindo a diminuição da acidez do fruto, sendo que a rápida redução desse ácido nas goiabas indica uma aceleração da senescência no fruto. Silva et al. (2018) também obtiveram o mesmo comportamento em goiabas ‘Paluma’ revestidas com 2% de quitosana estocadas à 25°C por um período de 96h, onde a acidez foi mantida constante. Lo’ay e Taher (2018) aplicaram revestimentos de quitosana com PVP (polivinilpirrolidona) e ácido salicílico em goiabas da variedade ‘Banati’ estocadas a 6°C por 15 dias, e foi notado que as goiabas revestidas apresentaram valores de acidez mais constantes que as goiabas controle,

que apresentaram redução de acidez a partir do terceiro dia de armazenamento, assim como o grupo controle do presente estudo.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais (Tabela 4), as goiabas revestidas com F1 e as goiabas controle não diferiram estatisticamente ( $p>0,05$ ) nos dias 0 e 10 de estocagem. O teor de sólidos solúveis já estava elevado no dia zero e foi mantido até o último dia de estocagem. Já as goiabas revestidas com F2, F3, F4, F5 e F6 demonstraram redução no teor de sólidos solúveis no 10º dia de estocagem diferindo estatisticamente entre si dos valores obtidos no dia zero ( $p<0,05$ ). Durante o amadurecimento acontecem alterações bioquímicas significativas na goiaba, resultando em uma alta produção de sólidos solúveis e açúcares totais. No entanto, foi observado neste trabalho que para a maioria das goiabas revestidas houve diminuição do teor de sólidos solúveis. Segundo a literatura quando acontece a redução da taxa respiratória do fruto, ocorre a diminuição da síntese e utilização dos metabólitos, decorrendo em uma menor concentração de sólidos solúveis originados de uma lenta hidrólise de carboidratos a açúcares (SINGH, 2011; ROHANI et al., 1997 *apud* AQUINO; BLANK; SANTANA, 2015<sup>2</sup>). Portanto, provavelmente os revestimentos atuaram na redução da taxa respiratória do fruto diminuindo a concentração dos sólidos solúveis. No 10º dia de armazenamento, o grupo controle e as goiabas revestidas com F1 apresentaram a maior concentração de sólidos solúveis e não diferiram estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ), F5 e F6 não diferiram estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ), F3 e F4 não diferiram estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ), e F2 apresentou o menor teor de sólidos solúveis, provavelmente isso ocorreu porque essas goiabas já apresentaram menor teor de sólidos solúveis em relação as demais no dia zero. Com isso, o grupo controle, F1, F3 e F6 foram os que apresentaram menor variação de sólidos solúveis durante o período de armazenamento, indicando que houve um retardo no amadurecimento dos frutos.

Aquino, Blank e Santana (2015) obtiveram uma redução gradativa no teor dos sólidos solúveis em todos os revestimentos (compostos por fécula de mandioca, quitosana e óleo essencial da mistura do genótipo de *Lippia gracilis* Schauer) aplicados nas goiabas armazenadas a 25°C por 10 dias. Já Hong et al. (2012) obtiveram aumento nas goiabas revestidas com diferentes teores de quitosana armazenadas a 11°C por 12 dias. Santos et al. (2018) aplicaram revestimentos contendo zeína (principal proteína do milho), e contendo a zeína tratada com o ácido tânico, em goiabas armazenadas por 12 dias a 23°C, e notaram que os teores de sólidos solúveis nos dois revestimentos apresentaram aumento no 6º dia de armazenamento seguido de

---

<sup>2</sup> Rohani, M. Y., Zaipun, M. Z., Norhayati, M. Effect of modified atmosphere on the storage life and quality of Eksotika papaya. **Journal of Tropical Agriculture and Food Science**, vol. 25, 103-113, 1997.

declínio no 12º dia de armazenamento. Essa variação também foi observada na formulação F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo).

Para o parâmetro perda de massa (Tabela 4), todas as goiabas revestidas e não revestidas demonstraram perda de massa, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) os valores ao longo dos dias de armazenamento. Para todas as amostras, as maiores perdas de massa foram observadas no 10º dia de estocagem, onde as goiabas não revestidas e as revestidas com F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana) não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) e demonstraram maiores perdas de massa comparada as demais. Com isso, em ordem gradativa de perda de massa, no 10º dia de armazenamento, as goiabas revestidas com F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) e as revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) e F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) não diferiam estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Já as goiabas revestidas com F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) foram as que apresentaram menor perda de massa durante o período de armazenamento, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais.

A perda de massa, que está diretamente relacionada a perda de água, é uma reação metabólica respiratória que ocorre na goiaba após a colheita e afeta diretamente a sua qualidade. Normalmente, o armazenamento em temperatura ambiente ocasiona uma maior e mais rápida perda de massa em comparação ao armazenamento sob refrigeração, pois, quanto maior a transpiração do fruto (influenciada pelas altas temperaturas) maior será a perda de massa, resultando em acelerada senescência. Nesse sentido, é comum ocorrer uma redução de 10 a 20% da massa do fruto no período entre 6 a 8 dias após a colheita, desencadeando o murchamento do fruto e alterando sua textura, tornando-o inapto para o consumo. A aplicação de revestimentos comestíveis pode minimizar essa perda durante o armazenamento contribuindo, portanto, para a vida de prateleira do fruto (SINGH, 2011; AWAD, 1993). Os frutos revestidos com F1, F2 e F6, foram os que apresentaram menor perda de massa durante o período de armazenamento, quando comparados ao controle.

Silva et al. (2018) verificaram que goiabas revestidas com as concentrações de 2 e 3% de quitosana perderam menos massa durante 96h de armazenamento a 25°C, indicando que a quitosana funcionou como uma barreira na perda de água através da transpiração do fruto. Soares et al. (2011) também revestiram goiabas ‘Pedro Sato’ com fécula de mandioca e quitosana em diferentes concentrações, armazenadas a 22°C com umidade relativa de 62%

durante 12 dias, e o revestimento que obteve o melhor resultado foi com 1,5% de quitosana (maior concentração) enquanto que para os frutos controle foi detectado uma perda maior que 20% da massa do fruto.

Para o parâmetro firmeza (Tabela 4), observou-se que as goiabas revestidas com F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana) e as amostras controle demonstraram redução da firmeza a partir do 3º dia de estocagem, mantendo-se constante até o 10º dia de estocagem, não diferindo os valores estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si. As goiabas revestidas F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si ao longo do tempo de armazenamento, enquanto com F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) apenas no dia 10 de armazenamento.

No dia zero de armazenamento, as goiabas revestidas com F1 apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação as demais, as revestidas com F3, F5, F6 e grupo controle não demonstraram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre si e as revestidas com F2 e F4 apresentaram menor firmeza no tempo zero. A diferença observada da firmeza entre os revestimentos e grupo controle no dia zero, é um indicativo de que mesmo fazendo a padronização dos frutos, por terem sido de lotes diferentes, houveram variações de maturação apresentando algumas goiabas bem mais verdes, que outras, o que influenciou nos resultados iniciais. Ao longo dos dias de estocagem, observou-se que as goiabas revestidas com F6 foram as que demonstraram maior firmeza, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais frutas. Além disto, no 10º dia de estocagem as goiabas revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) e as não revestidas foram as que apresentaram maior perda da firmeza, sendo de 4,0 e 5,5 vezes respectivamente, em relação aos valores no dia 0. Enquanto que para as demais goiabas revestidas contendo concentrações variadas do extrato, a redução da firmeza foi de cerca de 2 vezes em relação ao valor inicial no 10º dia de estocagem. Esse resultado demonstrou que a incorporação do extrato da semente de tamarindo em 80% de etanol nos revestimentos contribuiu para impedir a redução significativa da firmeza das frutas durante o armazenamento. Um dos maiores atrativos perceptíveis que influenciam a vida pós-colheita dos frutos é a firmeza, que denota a qualidade visível, sendo uma das primeiras características julgada pelo consumidor na aceitação global de um fruto (SILVA et al. 2018), por isso é de suma importância a aplicação de tecnologias que contribuam para manter inalteradas a qualidade do fruto desde a colheita até a mesa do consumidor. A aplicação de revestimentos,

que é uma tecnologia econômica, tem apresentado eficiência ao manter os atributos dos frutos por um longo período de armazenamento em diversas temperaturas diferentes.

Soares et al. (2011) verificaram que dentre as goiabas 'Pedro Sato' sob armazenamento de 22°C por 12 dias, o grupo controle apresentou amaciamento no fruto durante todo o armazenamento com uma constante queda de firmeza, característica semelhante ao grupo controle do presente estudo. Aquino, Blank e Santana (2015) também obtiveram para goiabas revestidas com 2% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de óleo essencial de uma mistura do genótipo *Lippia gracilis* Schauer, uma redução de 1,04 vezes no 10º dia de armazenamento à 25°C, em relação ao valor inicial. Botelho et al. (2016) obtiveram para goiabas 'Pedro Sato' revestidas com 2% de fécula de mandioca e 0,01% de óleo essencial de canela redução da firmeza de 1,7 vezes no 8º dia de estocagem à 25°C em comparação ao valor inicial. Este resultado foi próximo aos obtidos no presente trabalho com as goiabas revestidas contendo o extrato da semente de tamarindo. A modificação na textura do fruto é resultante da degradação enzimática na parede celular causada pela ação de enzimas como a poligalacturonase, pectinametilesterase, que resultam no amolecimento dos tecidos do fruto. Logo, a resistência (firmeza) demonstrada nos frutos com revestimento é uma garantia de melhoria contra lesões mecânicas que podem acometer o fruto em processos pós-colheita, e conseqüentemente a aplicação desses revestimentos prolongam a durabilidade dos frutos (GERMANO et al., 2019; FONSECA et al., 2016; SOARES et al., 2011; SINGH, 2011).

Em relação a cor (Tabela 5), os parâmetros não foram determinados para as goiabas revestidas com a formulação F5 no 10 dia de estocagem devido a deterioração das mesmas com presença de larvas. Todas as goiabas revestidas e as amostras controle demonstraram aumento de luminosidade ( $L^*$ ) durante todo o armazenamento apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores obtidos.

No período zero de armazenamento, as goiabas revestidas com F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana), F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e grupo controle e as revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) e F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si. No terceiro dia de armazenamento, o grupo controle apresentou maior valor de luminosidade diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais goiabas, enquanto que as revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de

extrato da semente de tamarindo), F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana) e F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) apresentaram valores intermediários e não diferiram ( $p>0,05$ ) entre si, e as revestidas com F5 demonstrou o menor valor de ( $L^*$ ). No sexto dia, as goiabas revestidas com F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana) demonstraram maiores valores de ( $L^*$ ) diferindo estatisticamente ( $p<0,05$ ) das demais. As goiabas revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), e do grupo controle não diferiram estatisticamente ( $p>0,05$ ) entre si nos valores de ( $L^*$ ). No décimo dia, as goiabas revestidas com F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) demonstraram o menor valor de ( $L^*$ ), diferindo estatisticamente ( $p<0,05$ ) das demais frutas.

Vishwasrao e Ananthanarayan (2016) aplicaram em goiabas 'Lalit' revestimento a base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e armazenaram a 24°C por 12 dias. Os frutos revestidos também apresentaram aumento do parâmetro ( $L^*$ ), o que indica que não houve o aparecimento da cor marrom na casca do fruto, pois a redução do valor ( $L^*$ ) é um indicativo do escurecimento dos tecidos vegetais (NAIR; SAXENA; KAUR, 2018). Germano et al. (2019) revestiram goiabas 'Paluma' com galactomanano e cera de carnaúba, e armazenaram à 11°C, durante 15 dias. As goiabas revestidas demonstraram diminuição de ( $L^*$ ) enquanto os grupos controle apresentaram aumento de luminosidade. Aquino, Blank e Santana (2015) e Nair, Saxena e Kaur (2018) também obtiveram redução de valores de ( $L^*$ ) durante a estocagem de goiabas revestidas com quitosana, fécula de mandioca e óleo essencial da mistura do genótipo de *Lippia gracilis* Schauer, durante 10 dias a 25°C e goiabas 'Allahabad safeda' revestidas com quitosana e extrato da casca de romã armazenadas a 10°C por 20 dias de armazenamento, respectivamente.

Para o parâmetro  $a^*$  (Tabela 5), que varia da cor verde (-) a vermelho (+), observou aumento dos valores para todas as goiabas revestidas e não revestidas diferindo estatisticamente ( $p<0,05$ ) entre si entre os dias 0 e 10 de estocagem. As goiabas revestidas com F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) mantiveram valores negativos de  $a^*$  até 6° dia com um leve aumento no 10° dia de armazenamento. Enquanto que goiabas revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) e F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) aumentaram os valores de  $a^*$  a partir do 6° dia de armazenamento e as goiabas revestidas com F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de

mandioca e 2% de quitosana) e grupo controle apresentaram aumento de valores de  $a^*$  a partir do 3º dia de armazenamento.

Os maiores valores de  $a^*$  foram obtidos para as goiabas não revestidas e para as revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) no final do armazenamento, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos valores obtidos para as demais goiabas. O que indica houve uma maior redução da cor verde característica da presença de clorofila, com o surgimento da cor vermelha, indicando amadurecimento dos frutos. O menor valor de  $a^*$  foi obtido para as goiabas revestidas com F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), o qual diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais. Os revestimentos F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) e F6, permaneceram com os frutos por maior tempo com valores negativos, indicando que esses revestimentos, com maior teor de quitosana e a presença do extrato da semente de tamarindo, apresentando um retardo significativo no amadurecimento das frutas em comparação com as demais.

Murmu e Mishra (2018) também obtiveram aumento no parâmetro  $a^*$  durante armazenamento de goiabas 'Baruipur' revestidas com goma arábica, caseína de sódio e óleo de canela (em diferentes concentrações) e revestidas com goma arábica, caseína de sódio e óleo de erva cidreira (em diferentes concentrações) à 4-7°C por 35 dias com mais 5 dias a 25°C. No entanto, as frutas revestidas com maiores concentrações de óleos essenciais mantiveram valores negativos de  $a^*$  durante todo o armazenamento, demonstrando que não houve o amadurecimento dos frutos. Vishwasrao e Ananthanarayan (2016) revestiram goiabas da variedade 'Lalit' com hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e armazenaram durante 12 dias a 24°C, e também verificaram o aumento do parâmetro  $a^*$  de negativo a positivo a partir do 6º dia para os frutos sem revestimento e no 9º dia de armazenamento para os frutos revestidos. Nair, Saxena e Kaur (2018) verificaram para goiabas 'Allahabad safeda' revestidas com quitosana e extrato de casca de romã que o parâmetro  $a^*$  permaneceu negativo durante 20 dias a 10°C.

Analisando o parâmetro  $b^*$  (Tabela 5), que varia de azul (-) a amarelo (+), as goiabas revestidas com F1 apresentaram aumento com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) durante todo o armazenamento. F2 e F5 apresentaram aumento com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) do dia zero ao terceiro dia. O revestimento F3 apresentou aumento do valor com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) no dia zero, terceiro e décimo dia. F4 apresentou aumento com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre o dia zero e o sexto dia de armazenamento. F6 apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) até o sexto dia, no entanto, seguido por um aumento no décimo dia de armazenamento.

O grupo controle apresentou aumento estatístico ( $p < 0,05$ ) entre o dia zero, o terceiro e o décimo dia de armazenamento.

No dia zero de armazenamento, as goiabas revestidas com F4, F2, F6 e grupo controle, apresentaram os maiores valores para o parâmetro. No terceiro dia de armazenamento, o grupo controle apresentou maior valor com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para os demais revestimentos, as goiabas revestidas com F4 apresentaram um valor menor, e as revestidas com F1, F2, F3, e F6 não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). No sexto dia de armazenamento, F1, F4 e grupo controle não apresentaram diferença estatística entre si ( $p > 0,05$ ), mas diferiram dos demais revestimentos e foram os valores maiores em relação aos demais, os revestimentos F2 e F3 apresentaram valores sem diferença estatística entre si ( $p > 0,05$ ), enquanto F6 e F5 diferiram estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) e apresentaram os menores valores em relação aos demais. No décimo dia de armazenamento, as goiabas revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e grupo controle apresentaram os maiores valores para o parâmetro  $b^*$  em relação ao valor inicial, indicando que foi maior a alteração da coloração da casca para a cor amarela quando comparado as demais goiabas. As goiabas que apresentaram menor variação de  $b^*$  durante os 10 dias de armazenamento foram as revestidas com F2 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana) e F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana).

Vishwasrao e Ananthanarayan (2016) revestiram goiabas 'Lalit' com hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), armazenaram durante 12 dias a 24°C e obtiveram aumento de  $b^*$  (de 32,47 para 43,20), a partir do terceiro dia de armazenamento. Aquino, Blank e Santana (2015) obtiveram redução do parâmetro  $b^*$  a partir do 4º dia de armazenamento para as goiabas revestidas com quitosana, fécula de mandioca e óleo essencial da mistura do genótipo de *Lippia gracilis* Schauer, armazenadas durante 10 dias a 25°C, resultado esse semelhante ao revestimento com F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) do presente estudo, e as amostras controle dos autores demonstraram aumento de  $b^*$  a partir do 4º dia de armazenamento, assim como o grupo controle do presente estudo.

Tabela 3. pH e Acidez Titulável para goiabas revestidas e não revestidas (controle) durante 10 dias de armazenamento a 27°C

Parâmetros	Formulações	Tempo de armazenamento (dias)			
		0	3	6	10
pH	F1	3,72 ± 0,01 dB	3,75 ± 0,05 cB	3,74 ± 0,00 cB	3,84 ± 0,02 dA
	F2	3,80 ± 0,02 cdB	3,97 ± 0,01 bA	3,90 ± 0,06 bcA	3,95 ± 0,02 cdA
	F3	3,87 ± 0,08 cB	3,94 ± 0,16 bAB	4,03 ± 0,08 abA	3,93 ± 0,04 cdAB
	F4	3,87 ± 0,05 cA	3,79 ± 0,04 cA	3,88 ± 0,10 bcA	3,86 ± 0,04 cdA
	F5	3,78 ± 0,00 cdB	4,23 ± 0,02 aA	4,16 ± 0,01 aA	4,16 ± 0,04 aA
	F6	4,14 ± 0,10 aA	4,04 ± 0,02 bA	4,17 ± 0,08 aA	4,09 ± 0,11 abA
	Controle	4,02 ± 0,02 bA	3,96 ± 0,06 bA	3,97 ± 0,07 bA	3,98 ± 0,01 bcA
Acidez Titulável (g ácido cítrico/100g)	F1	0,58 ± 0,07 aA	0,59 ± 0,05 aA	0,55 ± 0,02 aAB	0,48 ± 0,04 aB
	F2	0,40 ± 0,00 bAB	0,41 ± 0,01 cA	0,40 ± 0,00 bcAB	0,38 ± 0,00 cdB
	F3	0,44 ± 0,01 bA	0,40 ± 0,00 cAB	0,42 ± 0,01 bAB	0,39 ± 0,01 cdB
	F4	0,44 ± 0,01 bA	0,44 ± 0,01 bcA	0,45 ± 0,01 bA	0,43 ± 0,02 bcA
	F5	0,56 ± 0,01 aAB	0,57 ± 0,01 aA	0,54 ± 0,02 aB	0,44 ± 0,02 abC
	F6	0,46 ± 0,01 bA	0,46 ± 0,01 bA	0,46 ± 0,03 bA	0,41 ± 0,00 bcB
	Controle	0,46 ± 0,06 bA	0,40 ± 0,03 cAB	0,36 ± 0,09 cB	0,36 ± 0,02 dB

Para cada parâmetro, as médias seguidas de uma letra minúscula diferente, na mesma coluna, e letra maiúscula diferente, na mesma linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana); F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana); F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); Controle (goiabas sem revestimento).

Tabela 4. Sólidos Solúveis Totais, Perda de Massa e Firmeza para goiabas revestidas e não revestidas (controle) durante 10 dias de armazenamento à 27°C

Parâmetros	Formulações	Tempo de armazenamento (dias)			
		0	3	6	10
Sólidos Solúveis Totais (g/100g)	F1	11,67 ± 0,57 aB	12,53 ± 0,00 aA	12,53 ± 0,19 aA	11,73 ± 0,00 aB
	F2	9,00 ± 0,00 dA	9,00 ± 0,00 fA	7,0 ± 0,61 eB	7,07 ± 0,19 eB
	F3	10,30 ± 0,42 cA	9,67 ± 0,47 eAB	10 ± 0,38 dA	9,13 ± 0,85 cdB
	F4	11,80 ± 0,00 aA	10,87 ± 0,47 cB	10,47 ± 0,38 cdB	8,5 ± 0,33 dC
	F5	10,90 ± 0,05 bA	10,97 ± 0,42 bcA	10,7 ± 0,33 cA	9,87 ± 0,66 bcB
	F6	10,83 ± 0,14 bA	10,27 ± 0,38 dAB	10,73 ± 0,38 cAB	10,33 ± 0,66 bB
	Controle	11,90 ± 0,05 aA	11,47 ± 0,09 bB	11,47 ± 0,19 bB	11,77 ± 0,24 aAB
Perda de massa (g/100g)	F1	0,00 ± 0,00	0,50 ± 0,04 dC	1,27 ± 0,34 cB	1,85 ± 0,11 cdA
	F2	0,00 ± 0,00	0,90 ± 0,06 abC	2,07 ± 0,54 aB	2,52 ± 0,14 cdA
	F3	0,00 ± 0,00	0,80 ± 0,30 abC	1,61 ± 0,36 bcB	2,12 ± 0,38 bcdA
	F4	0,00 ± 0,00	1,01 ± 0,14 acC	1,90 ± 0,38 abB	2,89 ± 0,28 abA
	F5	0,00 ± 0,00	0,73 ± 0,17 bC	1,38 ± 0,38 cB	2,09 ± 0,58 bcdA
	F6	0,00 ± 0,00	0,53 ± 0,10 cdB	1,21 ± 0,51 cA	1,49 ± 0,27 dA
	Controle	0,00 ± 0,00	0,54 ± 0,06 cdC	1,42 ± 0,10 cB	3,35 ± 1,35 aA
Firmeza (N)	F1	12,55 ± 0,60 aA	8,47 ± 2,03 abB	3,10 ± 0,28 bC	2,29 ± 0,19 bC
	F2	3,63 ± 1,00 cA	3,25 ± 1,10 cAB	1,90 ± 0,03 bB	2,96 ± 0,79 abAB
	F3	6,27 ± 1,20 bcA	2,69 ± 0,47 cB	2,37 ± 0,25 bB	2,95 ± 0,37 abB
	F4	3,90 ± 1,61 cA	2,23 ± 0,37 cB	2,42 ± 0,14 bB	2,14 ± 0,37 bB
	F5	8,83 ± 0,57 bA	9,42 ± 0,12 aA	7,93 ± 0,25 aA	4,41 ± 0,76 aB
	F6	6,90 ± 0,36 bA	6,13 ± 0,89 bA	6,72 ± 1,95 aA	4,33 ± 0,15 aA
	Controle	8,98 ± 0,48 bA	1,87 ± 0,23 cB	2,61 ± 0,30 bB	2,20 ± 0,24 bB

Para cada parâmetro, as médias seguidas de uma letra minúscula diferente, na mesma coluna, e letra maiúscula diferente, na mesma linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana); F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana); F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); Controle (goiabas sem revestimento).

Tabela 5. Luminosidade ( $L^*$ ),  $a^*$  e  $b^*$  para goiabas revestidas e não revestidas (controle) durante 10 dias de armazenamento à 27°C

	Formulações	Tempo de armazenamento (dias)			
		0	3	6	10
Luminosidade ( $L^*$ )	F1	63,10 ± 0,01 bcD	66,03 ± 1,47 bcC	69,07 ± 0,07 bcB	71,38 ± 0,90 aA
	F2	64,75 ± 0,31 aC	66,45 ± 0,59 bB	69,40 ± 0,82 bA	70,35 ± 0,96 abcA
	F3	62,18 ± 0,52 cD	66,29 ± 0,54 bC	67,88 ± 0,24 cB	69,74 ± 0,07 bcA
	F4	64,98 ± 2,28 aC	66,90 ± 1,77 bB	70,84 ± 0,29 aA	69,57 ± 1,06 cA
	F5	64,55 ± 0,10 abA	64,48 ± 0,72 cA	65,59 ± 0,30 eA	NA
	F6	65,08 ± 0,62 aB	66,45 ± 0,59 bAB	65,64 ± 3,25 dB	67,16 ± 0,87 dA
	Controle	65,02 ± 0,70 aC	70,84 ± 0,29 aA	68,27 ± 1,48 bcB	71,05 ± 1,34 abA
$a^*$	F1	-5,73 ± 0,11 dD	-2,67 ± 2,16 cdC	3,56 ± 1,59 abB	6,52 ± 0,02 bA
	F2	-3,13 ± 0,42 bC	-1,71 ± 0,89 cB	1,34 ± 0,44 cA	1,47 ± 0,28 eA
	F3	-2,82 ± 1,40 bD	0,33 ± 1,27 bC	2,50 ± 0,08 bcB	4,82 ± 0,61 cA
	F4	-1,78 ± 1,68 aC	0,68 ± 0,14 bB	4,42 ± 1,29 aA	3,64 ± 1,12 dA
	F5	-5,38 ± 0,14 cdB	-3,37 ± 0,42 dA	-4,07 ± 0,28 eA	NA
	F6	-4,61 ± 1,21 cC	-1,71 ± 0,89 cB	-1,19 ± 1,39 dB	0,25 ± 0,54 fA
	Controle	-4,61 ± 1,21 cD	4,42 ± 1,29 aB	3,25 ± 3,77 abC	7,62 ± 0,95 aA
$b^*$	F1	27,35 ± 0,24 cdD	28,96 ± 1,60 cC	32,90 ± 0,19 aB	35,76 ± 1,19 aA
	F2	28,75 ± 0,10 abB	29,68 ± 1,53 cA	30,57 ± 0,66 bA	30,11 ± 0,44 cA
	F3	25,85 ± 0,71 dC	28,89 ± 0,36 cB	29,90 ± 0,31 bAB	30,26 ± 1,32 cA
	F4	29,01 ± 0,96 aC	31,17 ± 2,17 bBC	33,03 ± 0,63 aA	31,93 ± 0,05 bAB
	F5	27,37 ± 0,60 bcA	26,85 ± 0,88 dB	26,04 ± 0,34 dB	NA
	F6	27,74 ± 0,37 abcB	29,68 ± 1,53 cA	27,41 ± 1,98 cC	28,53 ± 0,27 dB
	Controle	28,53 ± 0,74 abcC	33,03 ± 0,63 aB	33,38 ± 1,04 aB	36,34 ± 1,88 aA

Para cada parâmetro, as médias seguidas de uma letra minúscula diferente, na mesma coluna, e letra maiúscula diferente, na mesma linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). NA= não foi possível analisar as goiabas. F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana); F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana); F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); Controle (goiabas sem revestimento).

## 5.2 Avaliação microbiológica das goiabas revestidas e não revestidas durante estocagem à temperatura de 27°C

A qualidade microbiológica das goiabas revestidas e não revestidas foram analisadas durante 10 dias de armazenamento a 27°C (Tabela 6). Para o parâmetro bolor e levedura, as goiabas revestidas com F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F3 (15 de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) não apresentaram contaminação por bolores e leveduras no dia 0 (<10 UFC/mL), entretanto a partir do 3º dia observou-se um aumento da ordem de  $10^2$ , e  $10^3$  UFC/mL para as goiabas com F1 e F3, respectivamente, sendo mantidos em torno de  $10^2$  UFC/mL até o final da estocagem. Já no dia 0, para as goiabas revestidas com F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana) e as amostras controle demonstraram valores da ordem de  $10^4$  UFC/mL,  $10^2$  UFC/mL e  $10^3$  UFC/mL, respectivamente. Para as goiabas revestidas com F2 houve aumento da ordem de  $10^3$  UFC/mL no 3º dia, reduzindo em seguida para  $10^2$  UFC/mL até o final do armazenamento. As revestidas com F4 diminuíram as contagens para <10 UFC/mL com aumento no 10º dia para valores da ordem de  $10^2$  UFC/mL. As goiabas não revestidas mantiveram a contaminação na ordem de  $10^3$  UFC/mL durante todo o armazenamento. No entanto, as goiabas revestidas com F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) no 6º dia de armazenamento demonstraram aumento de fungos da ordem de  $10^2$  UFC/mL, e no 10º dia apresentou contagens  $> 2,5 \times 10^5$  UFC/mL.

A ANVISA não determina um valor para a contagem de bolores e leveduras em produtos derivados de frutas, mas de acordo com o *Institute of Food Science and Technology* (IFST, Londres, Inglaterra) o limite de contagem aceitável de bolores e leveduras é  $1,0 \times 10^6$  UFC/g (BIERHALS; CHIUMARELLI; HUBINGER, 2011). Todas as goiabas revestidas e o grupo controle encontraram-se com contagens de bolores e leveduras dentro do limite aceitável. Aquino, Blank e Santana (2015) obtiveram valores máximos de bolores e leveduras de  $8,5 \times 10^2$  UFC/g para as goiabas revestidas com fécula de mandioca, quitosana e óleo essencial da mistura do genótipo de *Lippia gracilis* Schauer, armazenadas a 25°C por 10 dias. Dantas et al. (2017) não obtiveram contaminação de bolores e leveduras em goiabas revestidas com amido de milho e extrato de pimenta ‘Biquinho’ na maior concentração estudada, armazenadas por 18 dias. Azevedo et al. (2014) encontraram valores de bolor e levedura na ordem de  $10^1$  UFC/g no dia 0 de armazenamento, seguido de uma redução para (<10 UFC/mL) até o 7º dia de armazenamento de morangos revestidos com 1,6% de fécula de mandioca, 0,6% de quitosana

e 2,4% de óleo de um genótipo de *Lippia gracilis* Schauer, armazenados a 7°C. Já os morangos não revestidos apresentaram contaminação por bolores e levedura da ordem de  $10^3$  UFC/mL durante os 7 dias de armazenamento. Em outro estudo com aplicação de revestimentos em tomates 'Italiano' a base de fécula de mandioca, quitosana, óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham., e extrato da casca de romã, as contagens da maioria dos tomates revestidos foi  $<10$  UFC/mL durante o armazenamento à 25°C por 12 dias (ARAÚJO et al., 2018).

Já para o parâmetro bactérias totais aeróbias mesófilas, a formulação F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana), F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) e grupo controle, no dia 0, não apresentaram contaminação por bactérias ( $<10$  UFC/mL), no entanto a partir do 3º dia observou-se um aumento da ordem de  $10^3$  UFC/mL, para F1 e grupo controle e  $10^2$  UFC/mL, para F6, enquanto F4 e F5 mantiveram-se sem contaminação ( $<10$  UFC/mL). No 6º dia de armazenamento, F4 permaneceu sem apresentar contaminação ( $<10$  UFC/mL), enquanto F1 permaneceu com  $10^3$  UFC/mL, F5 apresentou um aumento na ordem de  $10^2$  UFC/mL mantendo-se com esse aumento até o 10º dia de armazenamento, e o grupo controle apresentou um aumento para  $10^4$  UFC/mL. No 10º dia de armazenamento, a cobertura F6 não apresentou contaminação ( $<10$  UFC/mL), enquanto F1 e grupo controle apresentaram uma redução na ordem de  $10^2$  UFC/mL e F4 apresentou um aumento de  $10^2$  UFC/mL. Já para as goiabas revestidas com F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) e F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), no dia 0 já apresentaram contaminação por bactérias na ordem de  $10^2$  UFC/mL, apresentando um aumento no 3º dia de armazenamento para uma ordem de  $10^3$  UFC/mL, no entanto, no 6º dia de armazenamento F2 apresentou uma redução para  $10^2$  UFC/mL, permanecendo até o último dia de armazenamento, e F3 permaneceu com contaminação na ordem de  $10^3$  UFC/mL no 6º dia de armazenamento, seguido de uma redução para  $10^2$  UFC/mL no 10º dia de armazenamento.

Segundo IFST, o limite aceitável de contagem de bactérias totais em produtos à base de frutas é de  $1,0 \times 10^6$  UFC/g (BIERHALS; CHIUMARELLI; HUBINGER, 2011), todas as goiabas revestidas e não revestidas demonstraram valores dentro do padrão estabelecido. Aquino, Blank e Santana (2015) obtiveram máximo de  $5,0 \times 10^4$  UFC/g de bactérias totais em goiabas revestidas com fécula de mandioca, quitosana e óleo essencial da mistura do genótipo de *Lippia gracilis* Schauer armazenadas a 25°C por 10 dias. Revestimentos a base de quitosana tem demonstrado ação antimicrobiana em diversos estudos, Azevedo et al. (2014) estudaram a

aplicação de revestimento a base de fécula de mandioca, quitosana e óleo essencial de um genótipo de *Lippia gracilis* Schauer, em morangos armazenados a 4°C por 7 dias, e o revestimento inibiu o desenvolvimento de bactérias psicotróficas, enquanto nos morangos sem revestimentos foi detectado um crescimento na ordem de  $10^2$  UFC/g.

Tabela 6. Contagem de microrganismos em goiabas revestidas e não revestidas com diferentes coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca, quitosana e extrato da semente de tamarindo armazenadas a 27°C por 10 dias.

Parâmetros	Formulações	Tempo de armazenamento (dias)			
		0	3	6	10
Bolor e Levedura (UFC/mL)	F1	<10	$2,6 \times 10^2$	$9,7 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$
	F2	$5,3 \times 10^4$	$4,8 \times 10^3$	$2,2 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$
	F3	<10	$3,2 \times 10^3$	$9,8 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$
	F4	$1,6 \times 10^2$	<10	<10	$2,0 \times 10^2$
	F5	<10	<10	$2,0 \times 10^2$	$>2,5 \times 10^5$
	F6	<10	NA	$2,8 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$
	Controle	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$6,1 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$
Bactérias Totais Aeróbias Mesófilas (UFC/mL)	F1	<10	$1,4 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$	$2 \times 10^2$
	F2	$2,2 \times 10^2$	$4,6 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2$
	F3	$4,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$
	F4	<10	<10	<10	$4,0 \times 10^2$
	F5	<10	<10	$2,8 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
	F6	<10	$2,9 \times 10^2$	NA	<10
	Controle	<10	$3,8 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	$4,0 \times 10^2$

NA= as goiabas não foram analisadas por impossibilidade de entrada no campus. F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana); F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana); F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo); F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo); Controle (goiabas sem revestimento).

## 6 CONCLUSÕES

No presente estudo foram elaborados revestimentos comestíveis a base de fécula de mandioca e quitosana, com a incorporação de extrato da farinha de semente de tamarindo para aplicação na conservação de goiabas à temperatura de 27°C. Analisando no 10º dia de estocagem, verificou-se que todas as goiabas revestidas demonstraram valores de pH similares ao controle, porém as revestidas com F2, F3, F4 e F6 (ou seja 1% ou 2% de quitosana e 0%, 1% ou 3% de extrato) demonstraram maior acidez e menores teores de sólidos solúveis do que as goiabas não revestidas. Já em relação a perda de massa todas as goiabas revestidas também obtiveram menores valores, porém firmeza similar ao controle, com exceção nesse último parâmetro para as goiabas revestidas com F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) as quais demonstraram maior firmeza dentre as demais. Nos parâmetros de cor, observou-se que todas as goiabas revestidas demonstraram valores similares de L, exceto as revestidas com F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana) e F6 que obtiveram os menores valores, também os parâmetros a\* e b\* de todas as goiabas revestidas foram menores que o controle, exceto as revestidas com F1 que demonstrou valor de b\* similar ao controle. No entanto, em relação ao controle microbiológico não foi possível avaliar o efeito dos revestimentos, visto que todas as goiabas demonstraram valores de bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas abaixo do limite máximo aceitável para frutas *in natura* (exceção para a formulação F5 a qual demonstrou deterioração com presença de larvas). Contudo, os revestimentos incorporados com extrato de semente de tamarindo demonstraram potencial para retardar o amadurecimento de goiabas durante 10 dias à 27°C. Estudos futuros ainda são necessários para avaliar as características mecânicas, térmicas e morfológicas dos revestimentos, bem como a aceitação sensorial das goiabas revestidas por parte dos consumidores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, M.; BENJAKUL, S.; SUMPAPAPOL, P.; NIRMAL, N. P. Quality changes of sea bass slices wrapped with gelatin film incorporated with lemongrass essential oil. **International Journal of Food Microbiology**, vol. 155, p. 171-178, 2012.
- ALI, A.; MAQBOOL, M.; RAMACHANDRAM, S.; ALDERSON, P. G. Gum Arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanun lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 58 (1), p. 42-47, 2010.
- AMADO, J. R. R.; PRADA, A. L.; ARRANZ, J. C. E. Formulación de comprimidos de tamarindo por el método de granulación húmeda. **Revista Cubana de Farmacia**, vol. 45, p. 414-422, 2011.
- APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC. 676p, 2001.
- AQUINO, A. B.; BLANK, A. F.; SANTANA, L. C. L. A. Impact of edible chitosan-cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis* Schauer genotype mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature. **Food Chemistry**, v.171, p. 108-116, 2015.
- ARAÚJO, J. M. S.; SIQUEIRA, A. C. P.; BLANK, A. F.; NARAIN, N.; SANTANA, L. C. L. A. A cassava starch-chitosan edible coating enriched with *Lippia sidoides* Cham. Essential oil and pomegranate peel extract fo preservation of italian tomatoes (*Lycopersicon esculentun* Mill.) Stored at room temperature. **Food and Bioprocess Technology**, vol. 11, p. 1750-1760, 2018.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, 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**, N. 29, São Carlos – SP: Embrapa, 2009.
- ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Filmes Comestíveis de Quitosana. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, ed. 30, p. 23-38, 2003.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel. 114p., 1993.
- AZEVEDO, A. N.; BUARQUE, P. R.; CRUZ, E. M. O.; BLANK, A. F.; ALVES, P. B.; NUNES, M. L.; SANTANA, L. C. L. A. Response surface methodology for optmisation of edible chitosan coating formulations incorporating essential oil against several foodborne pathogenic bacteria. **Food Control**, vol. 43, p. 1-9, 2014.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; Kluge, R. A. e Schiavinato, M. A. Ripening of “Pedro Sato” guava: study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, vol. 17, p. 299-306, 2005.

BELARMINO, L. C. Panorama da economia da goiaba no Brasil: locais de produção e comercialização, preços de mercado, custos e viabilidade dos negócios. In: NACHTIGAL, J. C.; MARTINS, C. R.; NACHTIGAL, G. F. (ed.) **Sistema de produção de goiabas para pequenos produtores no Rio Grande do Sul**, N. 22, Pelotas – RS: Embrapa, 2015.

BERMÚDEZ-ORIA, A.; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, G.; VIOQUE.; RUBIO-SENENT, F.; FERNANDÉZ-BOLAÑOS, J. Physical and functional properties of pectin-fish gelatina films containing the olive phenols hydroxytyrosol and 3,4-dihydroxyphenylglycol. **Carbohydrate Polymers**, vol. 178, p. 368-377, 2017.

BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas Comosus* L. Merril cv “Perola”). **Journal of Food Science**, vol. 76, p. 62-72, 2011.

BLICK, A. P.; ROBERTO, S. R.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Efficacy of some biodegradable films as pre-harvest covering material for guava. **Scientia Horticulturae**, vol. 130, p. 341-343, 2011.

BOTELHO, L. N. S.; ROCHA, D. A.; BRAGA, M. A.; SILVA, A.; ABREU, A. M. P. Quality of guava cv. ‘Pedro Sato’ teated with cassava starch and cinnamon essential oil. **Scientia Horticulturae**, vol. 209, p. 214-220, 2016.

BOTREL, D. A.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M.; PEREIRA, R. M.; FONTES, E. A. F. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 27, p. 32-38, 2007.

BOURTOOM, T. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. **International Food Research Journal**, vol. 15, p. 237-248, 2008.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 32, p. 1196-1205, 2010.

CASTRICINI, A. **Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de mamões (*Carica papaya* L.) ‘Golden’**. 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

CIE. **Colorimetrie**, 2nd ed. Comission Internationale de L’Eclairage, Viena, Publication CIE 15.2, 1986.

CHITARRA, M. I. P.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005.

COMAPOSADA, J.; GOU, P.; MARCOS, B.; ARNAU, J. Physical properties of sodium alginate solutions and edible wet calcium alginate coatings. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 64, p. 212-219, 2015.

CORRALES, M.; FERNÁNDEZ, A.; HAN, J. H. Antimicrobial Packaging Systems. In: Han, J. H. (ed.) **Innovations in Food Packaging**. Academic Press: Elsevier, 2014.

COSTA, C.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M. A. Effective preservation techniques to prolong the shelf life of ready-to-eat oysters. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol. 94, p. 2661-2667, 2014.

COSTA, T. L. E.; OLIVEIRA, T. A.; SANTOS, F. K. G.; AROUCHA, 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 de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** (Mossoró-RN), v.7, n.5, pp.12-19, 2012.

DANTAS, E. R.; ARAÚJO, A. S.; SILVA, E. V.; PAIVA, Y. F.; CALADO, J. A.; LIMA, R. R. Extrato da Pimenta ‘Biquinho’ como revestimento comestível na conservação de goiabas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, vol. 12, p. 695-700, 2017.

DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, vol. 240, p. 505-513, 2018.

DING, P. Tropical fruits. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences: Elsevier**, vol. 3, p. 431-434, 2017.

DONG, F.; WANG, X. Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries. **International Journal of Biological Macromolecules**, vol. 104, p. 821-826, 2017.

DONG, F.; WANG, X. Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. **LWT – Food Science and technology**, vol. 89, p. 117-122, 2018.

DURAN, M.; ADAY, M. S.; ZORBA, N. N. D.; TEMIZKAN, R.; BÜYÜKCAN, M. B.; CANER, C. Potencial of antimicrobial active packaging ‘containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating’ to extend shelf life of fresh strawberry. **Food and Bioproducts Processing**, vol. 98, p. 354-363, 2016.

FANG, Z.; ZHAO, Y.; WARNER, R. D.; JOHNSON, S. K. Active and intelligent packaging in meat industry. **Trends in Food Science & Technology**, vol. 61, p. 60-71, 2017.

FARAJZADEH, F.; MOTAMEDZADEGAN, A.; SHAHIDI, S. A.; HAMZEH, S. The effect of chitosan-gelatin coating on the quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under refrigerated condition. **Food Control**, vol. 67, p. 163-170, 2016.

FAROATO, L. A.; BRITTO, D.; RIZZO, J. S.; GASTALDI, T. A.; ASSIS, O. B. G. Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. **Food Packaging and Shelf Life**, vol. 5, p. 68-74, 2015.

FELLOWS, P. J. Packaing. In: FELLOWS, P. J. (consultant) **Food Processing Technology: Principles and Practice** (Fourth Edition), p. 949-1044, Woodhead Publishing – Elsevier, 2017.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos, princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, R. M. A.; AROUCHA, E. M. M.; GÓIS, V. A.; SILVA, D. K.; SOUSA, C. M. G. Qualidade sensorial de geléia mista de melancia e tamarindo. **Revista Caatinga**, vol. 24, p. 202-206, 2011.

FILHO, C. D. C.; HONÓRIO, S. L.; GIL, J. M. Qualidade Pós-colheita de Cerejas cv. Ambrunés Utilizando Coberturas Comestíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 28, p. 180-184, 2006.

FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T. G.; CARVALHO, M. A. G.; JÚNIO, A. G. V. N. Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba ‘Pedro Sato’. **Engenharia na agricultura**, vol. 24, p. 101-110, 2016.

FRAZÃO, G. G. S.; BLANK, A. F.; SANTANA, L. C. L. A. Optimisation of edible chitosan coatings formulations incorporating Myrcia ovata Cambessedes essential oil with

antimicrobial potential against foodborne bacteria and natural microflora of mangaba fruits. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 79, p. 1-10, 2017.

GERMANO, T. A.; AGUIAR, R. P.; BASTOS, M. S. R.; MOREIRA, R. A.; AYALAZALA, J. F.; MIRANDA, M. R. A. Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of ‘Paluma’ guava. **Postharvest Biology and Technology**, vol. 149, p. 9-17, 2019.

GILL, K. S. Guavas. In: CABALLERO, B., FINGLAS, P. M. e TOLDRÁ, F. (ed.). **Encyclopedia of Food and Health**, vol. 3, p. 270-277, Academic Press – Elsevier, 2016.

GÓES, G. B.; MELO, G. C.; MENDONÇA, V.; DANTAS, D. J.; LEITE, G. A. Métodos de enxertia na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Ceres**, vol. 63, p. 853-859, 2016.

GORRASI, G.; BUGATTI, V. Edible bio-nano-hybrid coatings for food protection based on pectins and LDH-salicylate: Preparation and analysis of physical properties. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 69, p. 139-145, 2016.

GUERREIRO, A. C.; GAGO, C. M. L.; FALEIRO, M. L.; MIGUEL, M. G. C.; ANTUNES, M. D. C. Raspberry fresh fruit quality as affected by pectin- and alginate-based edible coatings enriched with essential oils. **Scientia Horticulturae**, vol. 194, p. 138-146, 2015.

HAMED, H.; KARRGOZARI, M.; SHOTORBANI, P. M.; MOGADAM, N. B.; FAHIMDANESH, M. A novel bioactive edible coating based on odium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food model. **Food Hydrocolloids**, vol. 72, p. 35-46, 2017.

HAN, J. H. A Review of Food Packing Technologies and Innovations. In: HAN, J. H. (ed.). **Innovations in Food Packing**, p. 3-12, Academic Press – Elsevier, 2014.

HONG, K.; XIE, J.; ZHANG, L.; SUN, D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, vol. 144, p. 172-178, 2012.

HUA, X.; WANG, K.; YANG, R.; KANG, J.; YANG, H. Edible coatings from sunflower head pectin to reduce lipid uptake in fried potato chips. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 62, p. 1220-1225, 2015.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**/coordenadores Odair Zenebon, NeusSadoccoPascuet e Paulo Tiglea – São Paulo, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017) **Área plantada ou destinada a colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado> > Acesso em: 07 mar. 2019.

INPI – submissão de patente-número BR 10 2017 001368 5- Potencial antimicrobiano de extratos de resíduos de frutas exóticas (tamarindo (*Tamarindus indica*), granadilla (*Passiflora ligularis*), noni (*Morinda citrifolia*), dekopon (*Citrus reticulata* 'Shiranui'), sapoti (*Manilkara zapota*), tamarillo (*Solanum betaceum*) e mirtilo (*Vaccinium myrtillus*)), 23/01/2017.

JIANG, M.; LIU, S.; WANG, Y. Effects of Antimicrobial Coating from Catfish Skin Gelatin on Quality and Shelf Life of Fresh White Shrimp (*Penaeus vannamei*). **Journal of Food Science**, vol.76, p. 204-209, 2011.

KASHIRI, M.; CERISUELO, J. P.; DOMÍNGUEZ, I.; LÓPEZ-CARBALLO, G.; MURIEL-GALLET, V.; GAVARA, R.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P. Zein films and coatings as carriers and release systems of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil for antimicrobial food packaging. **Food Hydrocolloids**, vol. 70, p. 260-268, 2017.

KHORRAM, F.; RAMEZANIAN, A.; HOSSEINI, S. M. H. Shellac, gelatin, and Persian gum as alternative coating for Orange fruit. **Scientia Horticulturae**, vo. 225, p. 22-28, 2017.

KUMAR, P.; SETHI, S.; SHARMA, R. R.; SRIVASTAV, M.; VARGHESE, E. Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of plum during storage at low temperature. **Scientia Horticulturae**, vol. 226, p. 104-109, 2017.

LACROIX, M.; VU, K. D. Edible Coating and Film Materials: Proteins. In: HAN, J. H. (ed.) **Innovations in Food Packaging**, Academic Press: Elsevier, 2014.

LEE, S. J.; RAHMAN, A. T. M. M. Intelligent Packing for Food Products. In: Han, J. H. (ed.). **Innovations in Food Packing**. Academic Press – Elsevier, p. 172-203, 2014.

LEMES, G. F.; MARCHIORI, N. G.; MOREIRA, T. F. M.; SILVA, T. B. V.; SAYER, C.; SHIRAI, M. A.; GONÇALVES, O. H.; GOZZO, A. M.; LEIMANN, F. V. Enzymatically crosslinked gelatin coating added of bioactive nanoparticles and antifungal agent: Effect on the quality of Benitaka grapes. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 84, p. 175-182, 2017.

LIANO, A.; PANAGO, E. Z.; NYCHAS, G. J. E. Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. In: SUBRAMANIAM, P. (ed.) **The Stability and Shelf Life of Food**. Woodhead Publishing: Elsevier, 2016.

LI, S.; ZHANG, L.; LIU, M.; WANG, X.; ZHAO, G.; ZONG, W. Effect of poly- $\epsilon$ -lysine incorporated into alginate-based edible coatings on microbial and physicochemical properties of fresh-cut kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, vol. 134, p. 114-121, 2017.

LI, T.; LI, J.; HU, W.; LI, X. Quality enhancement in refrigerated red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets using chitosan coatings containing natural preservatives. **Food Chemistry**, vol. 138, p. 821-826, 2013.

LIN, L. S.; WANG, B. J.; WENG, Y. M. Quality preservation of commercial fish balls with antimicrobial zein coatings. **Journal of Food Quality**, vol. 34, p. 81-87, 2011.

LIU, X.; JIA, Y.; HU, Y.; XIA, X.; LI, Y.; ZHOU, J. Effect of Citrus wilsonii Tanaka extract combined with alginate-calcium coating on quality maintenance of White shrimps (*Litopenaeus vannamei* Boone). **Food Control**, vol. 68, p. 83-91, 2016.

LO'AY, A. A.; TAHER, M. A. Effectiveness salicylic acid bleding in chitosan/PVP biopolymer coating on antioxidante enzyme activities under low stoage temperature stress of 'Banati' guava fruit. **Scientia Horticulturae**, vol. 238, p. 343-349, 2018.

LO'AY, A. A.; TAHER, M. A. Influence of edible coatings chitosan/PVP bleding with salicylic acid on biochemical fruit skin Browning incidence and shelf life of guava fruits cv. 'Banati'. **Scientia Horticulturae**, vol. 235, p. 424-436, 2018.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. Filmes comestíveis: Aspectos Gerais, Propriedades de Barreira a umidade e oxigênio. **Boletim Ceppa**, vol. 18, p. 105-128, 2000.

MARTÍNEZ, O.; SALMERÓN, J.; EPELDE, L.; VICENTE, M. S.; VEJA, C. Quality echancemente of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets by adding resveratrol and coating with chitosan and alginate edible films. **Food Control**, vol. 85, p. 168-176, 2018.

MANNOZZI, C.; CECCHINI, J. P.; TYLEWICZ, U.; SIROLI, L.; PATRIGNANI, F.; LANCIOTTI, R.; ROCCULI, P.; DALLA ROSA, M.; ROMANI, S. Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 85, p. 440-444, 2017.

MANNOZZI, C.; TYLEWICZ, U.; CHINNICI, F.; SIROLI, L.; ROCCULI, P.; DALLA ROSA, M.; ROMANI, S. Effects of chitosan based coatings enriched with procyanidin by-product on quality of fresh blueberries during storage. **Food Chemistry**, vol. 251, p. 18-24, 2018.

MANNUCCI, A.; SERRA, A.; REMORINI, D.; CASTAGNA, A.; MELE, M.; SCARTAZZA, A.; RANIERI, A. Aroma profile of Fuji apples treated with gelatina edible coating during their storage. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 85, p. 28-36, 2017.

MARQUEZ, G. R.; PIERRO, P. D.; MARINIELLO, L.; ESPOSITO, M.; GIOSAFATTO, C. V. L.; PORTA, R. Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. **LWT – Food Science Technology**, vol. 75, p. 124-130, 2017.

MESQUITA, R. V. S. C.; NETO, A. F.; TEIXEIRA, F.; SILVA, V. O. Elaboração, análise físico-química e aceitação do iogurte com adição do tamarindo “doce” (*Tamarindus indica* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, vol. 14, p. 381-387, 2012.

MEXIS, S. F.; KONTOMINAS, M. G. Packaging: Active Food Packaging. In: BATT, C. A. (ed.). **Encyclopedia of Food Microbiology**, p. 999-1005. Academic Press: Elsevier, 2014.

MIRANDA-CASTRO, S. P. Application of Chitosan in Fresh and Minimally Pcessed Fruits and Vegetables. In: BAUTISTA-BAÑOS, S.; ROMANAZZI, G.; JIMÉNEZ-APARICIO, A. (ed.). **Chitosan in the Preservation of Agricultural Commodities**, p. 67-113. Academic Press: Elsevier, 2016.

MORAES, K. S.; 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**, vol. 32, p. 679-684, 2012.

MURMU, S. B.; MISHRA, H. N. Optimization of the gum based edible coating formulations with sodium caseinate and *tulsi* extract for guava. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 80, p. 271-279, 2017.

MURMU, S. B.; MISHRA, H. N. The effect of edible coating based on Arabic gum, sodium caseinate and essential oil of cinnamon and lemon grass on guava. **Food Chemistry**, vol. 245, p. 820-828, 2018.

NAIR, M. S.; SAXENA, A.; KAUR, C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry**, vol. 240, p. 245-252, 2018.

NUNES, J. C.; LAGO, M. G.; CASTELO-BRANCO, V. N.; OLIVEIRA, F. R.; TORRES, A. G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. **Food Chemistry**, vol. 197, p. 881-890, 2016.

O'SULLIVAN, M. G. The Stability and Shelf Life of Meat and Poultry. In: SUBRAMANIAM, P. (ed.) **The Stability and Shelf Life of Food**. Woodhead Publishing: Elsevier, 2016.

OLIVEIRA, P. D. L.; OLIVEIRA, K. A. R.; VIEIRA, W. A. S.; CÂMARA, M. P. S.; SOUZA, E. L. Control of anthracnose caused by *Colletotrichum* species in guava, mango and papaya using synergistic combinations of chitosan and *Cymbopogon citratus* (D.C. ex Nees) Stapf. Essential oil. **International Journal of Food Microbiology**, vol. 266, p. 87-94, 2018.

OLIVEIRA, V. R. I.; SANTOS, F. K. G.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; SILVA, K. N. O. Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest conservation of guavas. **Food Chemistry**, vol. 259, p. 55-64, 2018.

OTLES, S.; SAHYAR, B. Y. Intelligent Food Packaging. In: Scognamiglio, V.; Rea, G.; Arduini, F.; Palleschi, G. (ed.) **Comprehensive Analytical Chemistry: Biosensors for Sustainable Food – New Opportunities and Technical Challenges**, vol. 74, p. 377-387, Elsevier, 2016.

OROZCO-SANTOS, M.; GARCÍA-MARISCAL, K.; ROBLES-GONZÁLES, M.; VELÁZQUEZ-MONREAL, J. J.; MANZANILLA-RAMÍREZ, M. Á.; FUENTES, L. M. H.; MANZO-SÁNCHEZ, G.; NIETO-ÁNGEL, D. El Barrenador de la Semilla *Caryedon serratus* Oliver (Coleoptera: Bruchidae) en Tamarindo en el Trópico Seco de México – Una Revisión. **Southwestern Entomologist**, vol. 37, p. 403-410, 2012.

PARKER, H. J.; BYUN, Y. J.; KIM, Y. T.; WHITESIDE, W. S.; BAE, H. J. Processes and Applications for Edible Coating and Film Materials from Agropolymers. In: HAN, J. H. (ed.) **Innovations in Food Packaging**, Academic Press: Elsevier, 2014.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, vol. 172, p. 462-468, 2015.

PÁJARO-ESCOBAR, H. A.; BENEDETTI, J.; GARCÍA-ZAPATEIRO, L. A. Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de un Vino de Frutas a base de Tamarindo

(*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Información Tecnológica**, vol. 29, p. 123-130, 2018.

PERDONE, A.; ESCRICHE, I.; CHIRALT, A.; VARGAS, M. Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on volatile profile of strawberries during storage. **Food Chemistry**, vol. 197, p. 979-986, 2016.

PETRICCIONE, M.; PASQUARIELLO, M. S.; MASTROBUONI, F.; ZAMPELLA, L.; PATRE, D.; SCORTICHINI, M. Influence of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of loquat fruit during postharvest life. **Scientia Horticulturae**, vol. 197, p. 287-296, 2015.

POMMER, C V.; MURAKAMI, K. R. N.; WATLINGTON, F. Goiaba no mundo. **O Agrônômico**, vol. 58, p. 22-26, 2006.

RANJITHA, K.; SUDHAKAR RAO, D. V.; SHIVASHANKARA, K. S.; OBEROI, H. S.; ROY, T. K.; BHARATHAMMA, H. Shelf-life extension and quality retention in fresh-cut carrots coated with pectin. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, vol. 42, p. 91-100, 2017.

ROBERTSON, G. L. Food Packing. In: ALFEN, N. K. V. (ed.). **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**, vol. 3, p. 232-249, Academic Press: Elsevier, 2014.

SANTOS, T. M.; FILHO, M. S. M. S.; SILVA, E. O.; SILVEIRA, M. R. S.; MIRANDA, M. R. A.; LOPES, M. M. A.; AZEREDO, H. M. C. Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. **Food Chemistry**, vol. 257, p. 252-258, 2018.

SANTOS, T. R. J. **Avaliação da atividade antimicrobiana “in vitro” de resíduos de frutas exóticas frente a algumas bactérias contaminantes de alimentos**. 2017. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SHIEKH, R. A.; MALIK, M. A.; AL-THABAITI, S. A.; SHIEKH, M. A. Chitosan as a Novel Edible Coating for Fresh Fruits. **Food Science Technology Res.**, vol. 19, p. 139-155, 2013.

SILVA, R. A. L.; SOARES, J. D. R.; DIAS, G. M. G.; PASQUAL, M.; CHAGAS, E. A.; GAVILANES, M. L. Cultivo de tamarindo sob malhas coloridas: plasticidade anatômica foliar. **Ciência Rural**, vol. 45, p. 238-244, 2015.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SILVA, W. B.; SILVA, G. M. C.; SANTANA, D. B.; SALVADOR, A. R.; MEDEIROS, D. B.; BELGHITH, I.; SILVA, N. M.; CORDEIROS, M. H. M.; MISOBUTSI, G. P. Chitosan delays ripening and ROS production in guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Food Chemistry**, vol. 242, p. 232-238, 2018.

SINGH, S. P. Prospective and Retrospective Approaches to Postharvest Quality Management of Fresh Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit in the Supply Chain. **Fresh Produce: Global Science Books**, vol. 4, p. 36-48, 2010.

SINGH, S. P. Guava (*Psidium guajava* L.). In: YAHIA, E. M. (ed.). **Post-harvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**, vol. 3, p. 213-245. Cambridge UK: Woodhead Publishing Limited, 2011.

SOARES, N. F. F.; CRUZ, R. S.; VILLADIEGO, A. M. D.; MELO, N. R.; SILVEIRA, M. S. A.; BASTOS, M. S. R.; GERALDINE, R. M.; WURLITZER, N. J.; SILVA, W. A.; RODRIGUES, P. P. C. F. Embalagem Ativa na Conservação de Alimentos. In: AZEREDO, H. M. C. (ed.) **Fundamentos de Estabilidade de Alimentos**, Brasília – DF: Embrapa, 2012.

SOARES, N. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; PINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. Especial, p. 281-289, 2011.

SOARES, N. M.; MENDES, T. S.; VICENTE, A. A. Effect of chitosan-based solutions applied as edible coatings and water glazing on frozen salmon preservation – A pilot-scale study. **Journal of Food Engineering**, vol. 119, p. 316-323, 2013.

SORADECH, S.; NUNTHANID, J.; LIMMATVAPIRAT, S.; LUANGTANA-ANA, M. Utilization of shellac and gelatin composite film for coating to extend the shelf life of banana. **Food Control**, vol. 73, p. 1310-1317, 2017.

SOUSA, D. M. M.; BRUNO, R. L. A.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P.; NASCIMENTO, L. C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L. – Leguminosae: Caesalpinioideae. **Revista Árvore**, vol. 34, p. 1009-1015, 2010.

SYNOWIEC, A.; GNIEWOSZ, M.; KRÁSNIIEWSKA, K.; PRZYBYŁ, J. L.; BĄCZEK, K.; WEGLARZ, Z. Antimicrobial and antioxidant properties of pollulan film containing sweet

basil extract and evaluation of coating effectiveness in the prolongation of the shelf life of apples stored in refrigeration conditions. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, vol. 23, p. 171-181, 2014.

TACO, **Tabela Brasileira de Composição Centesimal de Alimentos**. (2011) Campinas: UNICAMP. Disponível em: [http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf) Acesso em: 07 jan. 2019.

TESFAY, S. Z.; MAGWAZA, L. S.; MBILI, N.; MDITSHWA, A. Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. **Scientia Horticulturae**, vol. 226, p. 201-207, 2017.

VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e Revestimentos Comestíveis na Conservação de Produtos Alimentícios. **Revista Ceres**, vol. 52, p. 221-244, 2005.

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

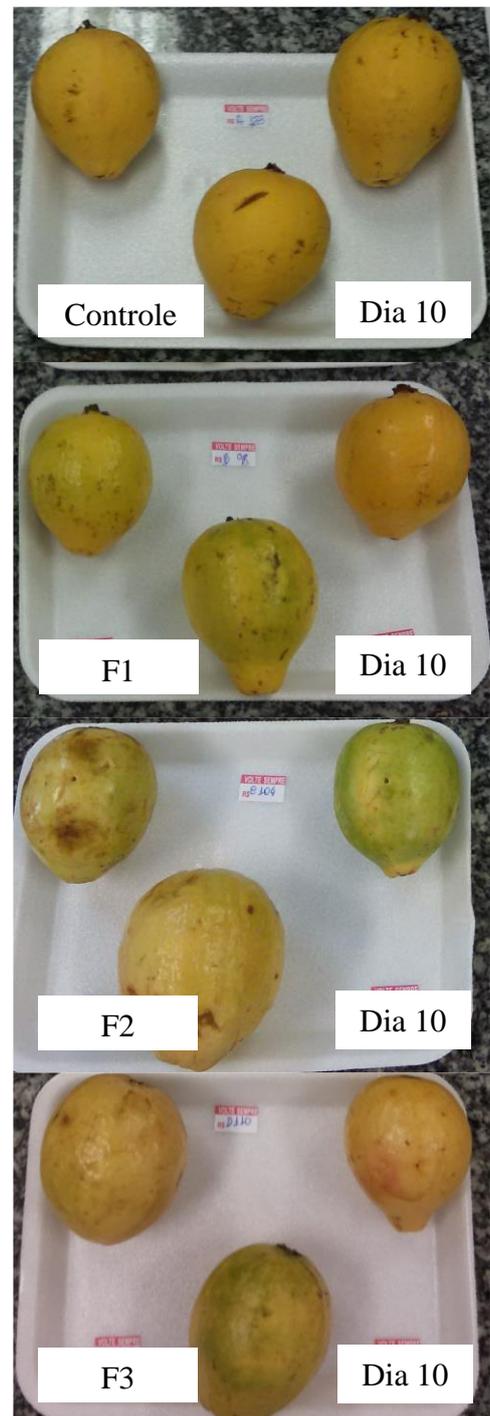
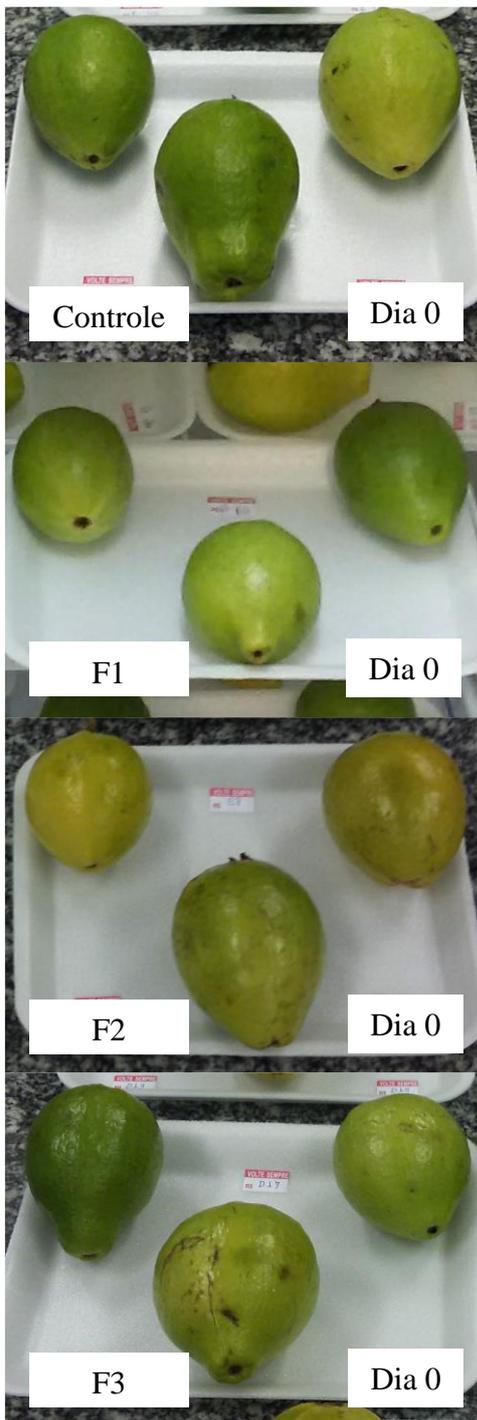
VISHWASRAO, C.; ANANTHANARAYAN, L. Postharvest shelf-life extension of pink guavas (*Psidium guajava* L.) using HPMC-based edible surface coatings. **J Food Science Technology**, vol. 53, p. 1966-1974, 2016.

XIN, Y.; CHEN, F.; LAI, S.; YANG, H. Influence of chitosan-based coatings on the physicochemical properties and pectin nanostructure of Chinese cherry. **Postharvest Biology and Technology**, vol. 133, p. 64-71, 2017.

ZAMBRANO-ZARAGOZA, M. L.; MERCADO-SILVA, E.; RAMIREZ-ZAMORANO, P.; CORNEJO-VILLEGAS, M. A.; GUTIÉRREZ-CORTEZ, E.; QUINTANAR-GUERERO, D. Use of solid lipid nanoparticles (SLNs) in edible coatings to increase guava (*Psidium guajava* L.) shelf-life. **Food Research International**, vol. 51, p. 946-953, 2013.

## APÊNDICE A – IMAGENS DE GOIABAS REVESTIDAS E NÃO REVESTIDAS

Imagens das goiabas revestidas F1 (1% de fécula de mandioca e 1% de quitosana), F2 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo), F3 (1% de fécula de mandioca, 1% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana), F5 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 1% de extrato da semente de tamarindo) e F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo), e não revestidas (Controle), armazenadas a 27°C por 10 dias. Dia 0 (à esquerda) e dia 10 (à direita).



continuação

