

Aplicação de revestimentos comestíveis à base de quitosana e fécula de mandioca incorporados com extrato da semente de tamarindo na conservação de goiabas

Application of edible coatings based on chitosan and cassava starch incorporated with tamarind seed extract in the preservation of guavas

Aplicación de recubrimientos comestibles a base de quitosano y almidón de yuca incorporados con extracto de semilla de tamarindo en la conservación de guayabas

Recebido: 15/04/2020 | Revisado: 16/04/2020 | Aceito: 18/04/2020 | Publicado: 20/04/2020

Helisvanhah Gretta Antunes Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0532-4285>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: mailis.garbo@gmail.com

Airla Carla Pires de Siqueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6567-2690>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: airlalila@ig.com.br

Luciana Cristina Lins de Aquino Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7231-2199>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Email: aquinoluciana@hotmail.com

Resumo

Revestimentos comestíveis incorporados com extratos bioativos têm demonstrado potencial para retardar o amadurecimento de frutas. O objetivo deste trabalho foi avaliação do efeito de revestimentos comestíveis incorporados com extrato da semente de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) nas características físico-químicas e microbiológicas de goiabas durante a estocagem à temperatura ambiente por 10 dias. Seis formulações de revestimentos foram elaboradas e aplicadas em goiabas. As goiabas revestidas demonstraram valores de pH e firmeza similares e menores valores de perda de massa que os obtidos com as goiabas não revestidas no décimo dia de estocagem. Em relação a cor observou-se valores similares de L* e menores de a* e b* em relação ao controle. Em relação à contaminação microbiana, tanto as goiabas revestidas como não revestidas demonstraram contagens de bactérias aeróbias

mesófilas e bolores e leveduras entre 10^2 e 10^3 UFC/mL no décimo dia de estocagem. Os revestimentos à base de fécula de mandioca, quitosana incorporados com extrato de semente de tamarindo demonstraram potencial para serem aplicados na conservação de goiabas estocadas à temperatura ambiente.

Palavras-chave: Cobertura comestível; Fruta; Controle de qualidade; Microbiologia.

Abstract

Edible coatings incorporated with bioactive extracts have shown the potential to delay fruit ripening. The aim of this work was to evaluate the effect of edible coatings incorporated with tamarind seed extract (*Tamarindus indica* L.) on the physicochemical and microbiological characteristics of guavas during storage at room temperature for 10 days. Six coatings formulations were prepared and applied to guavas. The coated guavas demonstrated similar pH and firmness values and lower values of mass loss than those obtained with uncoated guavas on the tenth day of storage. Regarding color, similar values of L^* and lower values of a^* and b^* were observed in relation to the control. In relation to microbial contamination, both coated and uncoated guavas showed aerobic mesophilic bacteria and mold and yeast counts between 10^2 and 10^3 CFU/mL on the tenth day of storage. The cassava starch and chitosan coatings incorporated with tamarind seed extract showed potential to be applied in the preservation of guavas stored at room temperature.

Keywords: Edible coating; Fruit; Quality control; Microbiology.

Resumen

Los recubrimientos comestibles incorporados con extractos bioactivos han demostrado el potencial de retrasar la maduración de la fruta. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los recubrimientos comestibles incorporados con extracto de semilla de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de las guayabas durante el almacenamiento a temperatura ambiente durante 10 días. Se prepararon seis formulaciones de recubrimientos y se aplicaron a las guayabas. Las guayabas recubiertas mostraron valores de pH y firmeza similares y valores de pérdida de masa más bajos que los obtenidos con guayabas no recubiertas en el décimo día de almacenamiento. Con respecto al color, se observaron valores similares de L^* y valores más bajos de a^* y b^* en relación con el control. Con respecto a la contaminación microbiana, las guayabas recubiertas y no recubiertas mostraron recuentos de bacterias mesófilas aerobias y mohos y levaduras entre 10^2 y 10^3 UFC / ml en el décimo día de almacenamiento. Los recubrimientos de almidón de yuca

y quitosano incorporados con extracto de semilla de tamarindo mostraron el potencial para ser aplicados en la conservación de guayabas almacenadas a temperatura ambiente.

Palabras clave: Cubierta comestible; Fruta; Control de calidad; Microbiología.

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 frutas e vegetais durante a respiração utilizam o oxigênio e produzem dióxido de carbono. Durante este processo, carboidratos e outros substratos como ácidos orgânicos, proteínas e gorduras são metabolizados e após a colheita não são reestabelecidos. Ao longo do tempo ocorre a perda de aroma, cor, peso destes alimentos levando a deterioração. A perda de água é um fator importante para a deterioração de frutas e hortaliças, uma vez que resulta na perda de textura e valor nutricional (Yousuf et al., 2018). 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).

Como consequência, é cada vez mais crescente o estudo de novas tecnologias pós colheita como as embalagens comestíveis. As embalagens comestíveis, inseridas em embalagens ativas, devem ser formuladas a partir de compostos que possam ser ingeridos pelo ser humano e podem ser aplicadas na forma de 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 (Durmar & Sarkar, 2018; Yousuf et al., 2018).

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 (Durmar & Sarkar, 2018).

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 (Dehghani et al., 2018; Yousuf et al., 2018). Os compostos bioativos podem ser oriundos de extratos de plantas, como romã, casca de jaboticaba, citrus, ginseng; ou também de óleos essenciais, como de *Myrcia ovata* Cambessedes, alho, limão (Perdones et al., 2016; Liu et al., 2016; Frazão et al., 2017; Dong & Wang, 2017; Nair et al., 2018; Dong & Wang, 2018; Sandre et al., 2020).

Em trabalho prévio realizado pelo nosso grupo de pesquisa (BR1020170013685) foi avaliado o potencial antimicrobiano dos extratos de vários resíduos de frutas exóticas, incluindo o tamarindo, frente à bactérias patogênicas. Particularmente, o extrato da semente de tamarindo em etanol 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 para a conservação de goiabas, revestimentos comestíveis 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 et al., 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 e 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 et al., 2018) e cera de carnaúba e galactomanano (Germano et al., 2019), quitosana/PVP misturado com ácido salicílico (Lo`ay & Mohamed, 2018), mucilagem de cactos (Zambrano et al., 2018), hidroxipropil metil celulose e beeswax (Formiga et al., 2019), alginato e quitosana adicionada de nanopartículas de óxido de zinco (Arroyo et al., 2020). 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. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa explicativa quantitativa (Pereira et al., 2018) desenvolvida na dissertação de mestrado do primeiro autor sob a orientação do terceiro autor. Na literatura científica vários autores empregaram revestimentos comestíveis de materiais diversos para a conservação de goiabas. No entanto no presente trabalho foram elaboradas formulações de revestimentos comestíveis contendo de forma inédita extrato de semente de tamarindo. O efeito destas formulações nas características físico-químicas e microbiológicas das goiabas durante a conservação à temperatura ambiente foi avaliado através dos métodos científicos que serão descritos a seguir.

2.1 Obtenção das goiabas e tamarindo

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).

2.2 Obtenção da farinha da semente de tamarindo

Os frutos do tamarindo foram lavados em água corrente e imersos em uma solução clorada a 200 ppm por 15 min. Em seguida, separou-se manualmente polpa, casca e semente. As sementes foram secas à 50°C por 24 h e em seguida trituradas em liquidificador para obtenção da farinha.

2.3 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 1:5 (sólido:solvente). Esta solução foi agitada à 200 rpm, 30°C por 1 h em agitador tipo “shaker”, posteriormente foi realizada uma filtração com papel de filtro para obtenção do sobrenadante. O extrato foi rotaevaporado por 40 min à 65°C até completa evaporação do etanol e acondicionado em frasco de vidro cor âmbar à 10°C em freezer (BR1020170013685).

2.4 Elaboração dos revestimentos comestíveis

Foram elaboradas seis formulações de revestimentos contendo 1% de fécula de mandioca e concentrações de quitosana de 1 ou 2% e de extrato da semente de tamarindo 0, 1 ou 3% (Aquino et al., 2015 com modificações). Para cada formulação de revestimento de quitosana preparou-se 200 mL de solução de quitosana, fécula de mandioca e glicerol. 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.

2.5 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. As goiabas foram lavadas em água corrente e imersas em solução clorada a 200 ppm por 15 min.

Para cada revestimento e grupo controle, foram separadas 120 goiabas padronizadas e sem injúrias físicas, higienizadas e secas. As goiabas foram mergulhadas separadamente em cada revestimento por 1 min, secas à temperatura ambiente por 1h e 20 min em uma câmara biológica (modelo Bio SEG 12 Classe II, Tipo A1 do grupo Veco). A seguir, pesou-se as goiabas revestidas e separou-se em grupos de três goiabas e colocou-se em bandejas de polipropileno. As frutas foram estocadas em incubadora tipo BOD (Labor Modelo SP-600/300-220) à temperatura de 27°C. Nos tempos 0, 3, 6 e 10 dias retirou-se as bandejas de goiabas para a realização das análises físico-químicas (grupo de 10 goiabas em duplicata) e microbiológicas (grupo de 5 goiabas em duplicata). Goiabas sem revestimento foram também analisadas nas mesmas condições.

2.6 Análises físico-químicas das goiabas revestidas e não revestidas

Análise de cor foi realizada em colorímetro digital (Spectrophotometer, modelo CM-700d, Konica Minolta-Japan) utilizando o sistema CIELAB (CIE, 1986). A coordenada L*

correspondeu a luminosidade, com variação de 0 a 100 (preto/branco), a* e b* coordenadas de cromaticidade verde(-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente. As goiabas foram analisadas individualmente próximo ao pedúnculo, na parte central e próximo a ponta do fruto, sendo que em cada ponto foram realizadas duas medições. A firmeza foi determinada através de texturômetro (modelo Brookfield-USA (CT3 25K)) utilizando uma sonda de 3 mm e força de 0,06 N e os resultados foram expressos em Newton (N) (Costa et al., 2012). O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital (Kasvi modelo K52-032) e os resultados foram expressos em g/100g de amostra (IAL, 2008). 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 foi calculada pela diferença entre a massa inicial (g) e a massa de cada goiaba em cada intervalo de tempo (g) dividido pela massa inicial multiplicado por 100. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra. O potencial hidrogeniônico (pH) das goiabas 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). 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). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/ 100g de amostra.

2.7 Análises microbiológicas das goiabas revestidas e não revestidas

As goiabas revestidas e não revestidas 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). Em seguida, 25 mL do líquido foi transferido para 225 mL de solução salina, obtendo-se a diluição 10^{-1} , a partir desta prosseguiu-se as diluições 10^{-2} e 10^{-3} .

Para a determinação de bactérias mesófilas foi utilizado o meio de cultura ágar padrão para contagem através da técnica de semeadura em profundidade (APHA, 2001). 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 h. Os resultados das contagens das colônias foram expressos em UFC/mL.

Para a contagem de bolores e leveduras as amostras diluídas (0,1 mL) foram espalhadas com alça de drigalski na superfície do meio sabouraud 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).

2.8 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.

Todas as metodologias citadas acima são as recomendadas e utilizadas amplamente pelos pares para a realização das análises propostas neste artigo.

3. Resultados e Discussão

3.1 Avaliação físico-química das goiabas durante a estocagem

Diferentes formulações de revestimentos comestíveis de quitosana e fécula de mandioca incorporados com extrato de semente de tamarindo foram elaborados e aplicados em goiabas. Analisando os valores de pH (Tabela 1), verificou-se que 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) foram as que não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo dos 10 dias de armazenamento. 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 possibilitou elevadas alterações de pH (Reis et al., 2006). 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.

Em relação a acidez titulável (Tabela 2), as goiabas revestidas com F4 mantiveram valores constantes 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. 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). Estes resultados foram semelhantes às 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 2), as goiabas revestidas com F1 e as goiabas não revestidas 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). 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.

Para o parâmetro perda de massa (Tabela 2), 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, com destaque para as goiabas não revestidas e as revestidas com F4 (1% de fécula de mandioca e 2% de quitosana), as quais não diferiram 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). 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.

Para o parâmetro firmeza (Tabela 2), 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.

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.

Em relação a cor (Tabela 3), 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 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. A redução do valor (L^*) é um indicativo do escurecimento dos tecidos vegetais (Nair et al., 2018).

Para o parâmetro a^* (Tabela 3), que varia da cor verde (-) a vermelho (+), observou-se 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. 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 indicou que 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.

Analisando o parâmetro b^* (Tabela 3), que varia de azul (-) a amarelo (+). No dia zero de armazenamento, as goiabas revestidas com F4, F2, F6 e grupo controle, apresentaram os

maiores valores para o parâmetro. 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).

Tabela 1. 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

As médias seguidas de letra minúscula na mesma coluna ou letra maiúscula 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 2. 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

As médias seguidas de letra minúscula na mesma coluna ou letra maiúscula 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 3. 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

As médias seguidas de letra minúscula na mesma coluna ou letra maiúscula na mesma linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). NA= não analisado. 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)

3.2 Avaliação microbiológica das goiabas revestidas e não revestidas durante o armazenamento

A qualidade microbiológica das goiabas revestidas e não revestidas foram analisadas durante 10 dias de armazenamento a 27°C (Tabela 4). 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 F6 (1% de fécula de mandioca, 2% de quitosana e 3% de extrato da semente de tamarindo) não demonstraram contaminação por bolores e leveduras no dia 0 (<10 UFC/mL), entretanto a partir do 3º dia observou-se um aumento da ordem de 10² e 10³ UFC/mL para as goiabas com F1 e F3, respectivamente, sendo mantidos em torno de 10² 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 10⁴ UFC/mL, 10² UFC/mL e 10³ UFC/mL, respectivamente. Para as goiabas revestidas com F2 houve aumento da ordem de 10³ UFC/mL no 3º dia, reduzindo em seguida para 10² 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 10² UFC/mL. As goiabas não revestidas mantiveram a contaminação na ordem de 10³ 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 10² UFC/mL, e no 10º dia apresentou contagens > 2,5 x 10⁵ UFC/mL. Segundo o *Institute of Food Science and Technology* (IFST, Londres, Inglaterra) o limite de contagem aceitável de bolores e leveduras é 1,0 x 10⁶ UFC/g (Bierhals et al., 2011). Portanto, todas as goiabas revestidas e não revestidas demonstraram contagens de bolores e leveduras dentro do limite aceitável.

Já para a contagem de 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 (<10 UFC/mL). No 10º dia de armazenamento, a cobertura F6 não apresentou contaminação (<10 UFC/mL), enquanto que as demais goiabas demonstraram valores da ordem de 10² UFC/mL. Segundo o IFST, o limite aceitável de contagem de bactérias totais em produtos à base de frutas é de 1,0 x 10⁶ UFC/g

(Bierhals et al., 2011), todas as goiabas revestidas e não revestidas demonstraram valores dentro do padrão estabelecido.

Todos os resultados obtidos foram satisfatórios visto que as formulações de revestimentos comestíveis incorporadas com o extrato etanólico de semente de tamarindo contribuíram para retardar o amadurecimento das goiabas durante 10 dias de estocagem à temperatura ambiente (27°C).

Tabela 4. 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.

Microrganismos	Formulações	Tempo de armazenamento (dias)			
		0	3	6	10
Bolores e Leveduras (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		$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$6,1 \times 10^3$
Bactérias Totais Aeróbias Mesófilas (UFC/mL)	F1	<10	$1,4 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$	2×10^2
	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	$3,8 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$

NA= não analisado. 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).

4. 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. As goiabas revestidas demonstraram valores de pH e firmeza similares e menores valores de perda de massa que aos obtidos com as goiabas não revestidas no décimo dia de estocagem. Também as revestidas demonstrou valores similares de L e menores de a^* e b^* em relação ao controle. Em relação à contaminação microbiana, todas as goiabas demonstraram contagens aceitáveis de bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras. Os revestimentos incorporados com extrato de semente de tamarindo demonstraram potencial para retardar o amadurecimento de goiabas durante 10 dias à 27°C.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor.

Referências

Ali, A., Maqbool, M., Ramachandram, S., & Alderson, P. G. (2010) Gum Arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 58, 42-47.

Arroyo, B.J., Bezerra, A.C., Oliveira, L.L., Arroyo, S.J., Melo, E.A.A., & Santo, A.M.P. (2020) Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 309, 1-7.

Aquino, A. B., Blank, A. F., & Santana, L.C.L.A. (2015) 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*, 171, 108-116.

APHA American Public Health Association (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, DC.

Bierhals, V. S., Chiumarelli, M., & Hubinger, M. D. (2011) Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas Comosus* L. Merrill cv “Perola”). *Journal of Food Science*, 76, 62-72.

Botelho, L. N. S., Rocha, D. A., Braga, M. A., Silva, A., & Abreu, A. M. P. (2016) Quality of guava cv. ‘Pedro Sato’ teated with cassava starch and cinnamon essential oil. *Scientia Horticulturae*, 209, 214-220.

BR1020170013685- 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*)), patente depositada no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual em 23/01/2017.

CIE, Comission Internationale de L'Eclairage (1986). Colorimetrie, 2nd ed., Viena: Publication CIE 15.2.

Chitarra, M.I.P., & Chitarra, A.B. (2005) Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA.

Costa, T.L.E., Oliveira, T. A., Santos, F.K.G., Aroucha, M.M., & Leite, R.H.L. (2012) 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*, 7(5), 12-19.

Dantas, E. R., Araújo, A. S., Silva, E. V., Paiva, Y. F., Calado, J. A., & Lima, R. R. (2017) Extrato da Pimenta ‘Biquinho’ como revestimento comestível na conservação de goiabas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12, 695-700.

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

Dhumal, C.V., & Sarkar, P. (2018) Composite edible films and coatings from food-grade biopolymers. *Journal of Food Science and Technology*, 55(11), 4369–4383.

Dong, F., & Wang, X. (2017) Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with galic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries. *International Journal of Biological Macromolecules*, 104, 821-826.

Dong, F., & Wang, X. (2018) Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. *LWT – Food Science and Technology*, 89, 117-122.

Fonseca, M.J.O., Soares, A.G., Barboza, H.T.G., Carvalho, M.A.G., & Júnior, A.G.V.N. (2016) Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba ‘Pedro Sato’. *Engenharia na agricultura*, 24, 101-110.

Formiga, A.S., Pinsetta, J.S., Pereira, E.M., Cordeiro, I.N.F., & Mattiuz, B.-H. (2019) Use of edible coatings based on hydroxypropyl methylcellulose and beeswax in the conservation of red guava ‘Pedro Sato’. *Food Chemistry*, 290, 144-151.

Frazão, G.G.S., Blank, A.F., & Santana, L.C.L.A. (2017) 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*, 79, 1-10.

Germano, T. A., Aguiar, R. P., Bastos, M. S. R., Moreira, R. A., Ayala-Zala, J. F., & Miranda, M. R. A. (2019) Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of ‘Paluma’ guava. *Postharvest Biology and Technology*, 149, 9-17.

Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., & Gong, D. (2012) Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 144, 172-178.

IAL - Instituto Adolfo Lutz (2008) Métodos físico-químicos para análise de alimentos– São Paulo, 2008.

Liu, X., Jia, Y., Hu, Y., Xia, X., Li, Y., & Zhou, J. (2016) Effect of *Citrus wilsonii* Tanaka extract combined with alginate-calcium coating on quality maintenance of White shrimps (*Litopenaeus vannamei* Boone). *Food Control*, 68, 83-91.

Lo'ay, A.A., & Taher, M. A. (2018) Influence of edible coatings chitosan/PVP blending with salicylic acid on biochemical fruit skin Browning incidence and shelf life of guava fruits cv. 'Banati'. *Scientia Horticulturae*, 235, 424-436.

Murmu, S. B., & Mishra, H. N. (2017) Optimization of the gum based edible coating formulations with sodium caseinate and *tulsi* extract for guava. *LWT - Food Science and Technology*, 80, 271-279.

Murmu, S. B., & Mishra, H. N. (2018) The effect of edible coating based on Arabic gum, sodium caseinate and essential oil of cinnamon and lemon grass on guava. *Food Chemistry*, 245, 820-828.

Nair, M. S., Saxena, A., & Kaur, C. (2018) Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 240, 245-252.

Perdones, A., Escriche, I., Chiralt, A., & Vargas, M. (2016) Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on volatile profile of strawberries during storage. *Food Chemistry*, 197, 979-986.

Pereira, A.S., Shitsuka, D.M., Parreira, F.J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 16 Abril 2020.

Reis, K. C., Elias, H. H.S., Lima, L.C.O., Silva, J. D., & Pereira, J. (2006) Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. *Ciência e Agroecologia*, 30(3), 487-493.

Sandre, M.F.B, Silva, N.M., Ferreira, S.V., Martins, Y.A.A., Medeiros, J.S., Egea, M.B., Silva, M.A.P., & Nicolau, E.S. (2020) Uso de cobertura comestível inteligente a base de

soro de leite e extrato de casca de jaboticaba em queijo prato. *Research, Society and Development*, 9(5), 1-22.

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. (2018) Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. *Food Chemistry*, 257, 252-258.

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. (2018) Chitosan delays ripening and ROS production in guava (*Psidium guajava* L.) fruit. *Food Chemistry*, 242, 232-238.

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

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

Soares, N. F. F., Silva, D. F. P., Camilloto, G. P., Oliveira, C. P., Pinheiro, N. M., & Medeiros, E. A. A. (2011) Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 281-289.

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

Zambrano, J., Valera, A.M., Materano, W., Maffei, M., Quintero, I., Ruiz, Y., & Marcano-Belmonte, D. (2018) Effect of edible coatings based on cactus mucilage (*Opuntia elatior* Mill.) in the physicochemical and sensory properties of guava (*Psidium guajava* L.) under controlled storage. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 35(4), 476-495.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Helisvanhah Gretta Antunes Rodrigues – 33%

Airla Carla Pires de Siqueira – 33%

Luciana Cristina Lins de Aquino Santana – 34%