



APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS PARA CONSERVAÇÃO DE GOIABAS À TEMPERATURA AMBIENTE

Application of polymeric coatings for preserving guavas at room temperature

Igor Henrique de Lima COSTA¹, Germano de Albuquerque Andrade NETO², Ana Flávia Santos COELHO³ e Cláudia Menegaz Zaccaron CRISTIANO^{4,}*

RESUMO: Neste trabalho foi avaliada a eficiência de revestimentos formados por carboximetilcelulose (CMC), alginato (AS) e pela blenda CMC/AS em goiabas, durante 11 dias, à temperatura de $28,15 \pm 0,69$ °C. Goiabas não revestidas também foram avaliadas (controle). As amostras foram caracterizadas em relação à perda de massa, sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável, firmeza e análises visual, colorimétrica e microbiológica. As goiabas revestidas com CMC apresentaram menor perda de massa e, conseqüentemente, menor teor de sólidos solúveis totais. Este revestimento foi o mais eficiente em manter o pH da fruta durante os dias de análise. Goiabas revestidas com filmes contendo CMC apresentaram diminuição do teor de ácido cítrico em função do tempo de armazenamento. A firmeza das amostras (revestidas e controle) oscilou com o passar dos dias. Análise visual e de cromaticidade indicaram que as goiabas revestidas com CMC e AS apresentaram manutenção da coloração verde. No geral, a luminosidade das amostras (revestidas e controle) diminuiu com o armazenamento. As amostras revestidas apresentaram uma sutil inibição do crescimento de bolores e leveduras em relação às goiabas controle. Os ensaios realizados sugeriram que o revestimento formado por CMC foi o mais eficaz para retardar a senescência da goiaba e preservar suas características físico-químicas.

Palavras-chave: Tempo de prateleira. carboximetilcelulose. alginato.

ABSTRACT: In this work, the efficiency of coatings formed by carboxymethylcellulose (CMC), alginate (AS) and by the CMC/AS blend in guavas was evaluated for 11 days, at a temperature of 28.15 ± 0.69 °C. Uncoated guavas were also evaluated (control). The samples were characterized in relation to mass loss, total soluble solids, pH, total titratable acidity, firmness and visual, colorimetric and microbiological analysis. Guavas coated with CMC showed less loss of mass and, consequently, less content of total soluble solids. This coating was the most efficient in maintaining the fruit's pH during the analysis days. Guavas coated with films containing CMC showed a decrease in citric acid content as a function of storage time. The firmness of the samples (coated and control) fluctuated over the days. Visual and chromaticity analysis indicated that guavas coated with CMC and AS maintained their green color. In general, the luminosity of the samples (coated and control) decreased with storage. The coated samples showed a subtle inhibition of the growth of molds and yeasts in relation to the control guavas. The tests carried out suggested that the coating formed by CMC was the most effective to delay the senescence of the guava and preserve its physicochemical characteristics.

Key words: Shelf life. carboxymethylcellulose. alginate.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

¹Acadêmico do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa/PB, igorhenr.98@gmail.com

²Acadêmico do curso de Engenharia Química, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa/PB, germanoalbuquerque7@hotmail.com

³Doutora na área de Tecnologia Pós-colheita, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa/PB, anaflaviascoelho@gmail.com

⁴Doutora na área de Físico Química, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, João Pessoa/PB, (83) 3216-7433, claudiamzc@quimica.ufpb.br

INTRODUÇÃO

Atualmente um dos grandes desafios da fruticultura é a preservação da qualidade da fruta após a colheita. Este fato implica na necessidade de investimento em tecnologias na cadeia produtiva para minimizar as perdas. Existem diferentes técnicas para a manutenção da qualidade de frutas e hortaliças, dentre as quais destacam-se a aplicação de revestimentos poliméricos, a refrigeração e a atmosfera modificada e controlada (ONIAS et al., 2018). Neste contexto, os recobrimentos poliméricos são normalmente aplicados a frutos de fácil acesso no mercado e que apresentam pouca durabilidade, como a goiaba. Estes revestimentos devem ser seguros para o uso em alimentos, pois são aplicados diretamente na superfície da fruta e podem ser consumidos (NEŠIĆ et al., 2020).

A *Psidium guajava L.*, goiaba nativa da América tropical e pertencente à família das mirtáceas, é uma planta que apresenta frutos do tipo baga, ovoides e de casca fina e verde que se torna amarela quando bem madura (NGBOLUA et al., 2018). Embalagens sintéticas, irradiação e tratamento fitossanitário também podem ser utilizados para aumentar o tempo útil das goiabas, porém estas técnicas possuem alto custo de implantação e podem gerar elevado impacto ambiental (LOPES et al., 2018).

Filmes formados por polímeros biodegradáveis podem aumentar o tempo de prateleira dos alimentos devido à sua atuação como barreira à migração de umidade, oxigênio, CO₂, lipídeos, aromas, entre outros (BESSA et al., 2015). Estes revestimentos apresentam, em geral, características como abundância no mercado, baixo custo, atoxicidade e estabilidade, além de poder apresentar atividades antimicrobiana e antioxidante (HAMED I et al., 2017). Entre os polímeros biodegradáveis estão os polissacarídeos, que formam filmes com excelentes propriedades mecânicas e óticas, apresentam alto coeficiente de permeabilidade aos vapores de água e são sensíveis à umidade (AMARIZ et al., 2010). Alguns exemplos de polissacarídeos utilizados no revestimento de goiabas são: amido e pectina (QUIRINO et al., 2018), goma arábica e caseinato de sódio (MURMU e MISHRA, 2018), quitosana (KRISHNA e RAO, 2017), hidroxipropilmetilcelulose (FORMIGA et al., 2019) e alginato (NAIR et al., 2018).

Neste trabalho foram utilizados, como revestimento de goiabas, os polímeros carboximetilcelulose (CMC) e alginato de sódio (AS). Devido à insolubilidade em água e na maioria de solventes orgânicos, é comum transformar a celulose em derivados, como o CMC, para a elaboração de filmes comestíveis. Diversos estudos utilizando derivados de celulose e/ou AS como embalagem de alimentos foram realizados (NEŠIĆ et al., 2020). De acordo com a literatura, Kumar e colaboradores (2017) analisaram goiabas envolvidas em revestimentos formados por diferentes concentrações de cloreto de cálcio, quitosana, alginato ou aloe vera, à temperatura ambiente. Os frutos mantiveram qualidade pós-colheita durante 12 dias quando revestidos por quitosana ou aloe vera. Fonseca e colaboradores (2016) revestiram goiabas com amido de mandioca (contendo permanganato de potássio, propionato de cálcio e glicerol), AS (contendo sorbato de sódio, glicerol e solução de cloreto de cálcio) e CMC (contendo ácido cítrico, ácido esteárico e ácido ascórbico), armazenadas

a 10 °C durante 22 dias. Os resultados sugeriram que o amido de mandioca e o AS foram mais eficientes em retardar o amadurecimento das goiabas. Rezaei e Shahbazi (2018) avaliaram a adição direta de *Ziziphora clinopodioides*, extrato de casca de maçã e nanopartículas de óxido de zinco e a incorporação destes compostos à filmes formados por CMC/AS aplicados à filés de carpas prateadas. As análises, realizadas à 4 °C durante 14 dias, apresentaram bons resultados, principalmente quanto ao controle microbiano.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é verificar a influência de revestimentos comestíveis formados por CMC, AS e pela blenda CMC/AS no tempo de prateleira de goiabas da variedade Paluma armazenadas à temperatura ambiente. Também foram avaliadas goiabas não revestidas (controle). As análises realizadas foram: perda de massa, sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável, firmeza, verificação visual, colorimetria e análise microbiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

As goiabas da variedade Paluma foram adquiridas no comércio local de João Pessoa (Paraíba). As frutas selecionadas eram de boa qualidade, isentas de defeitos sérios em sua fisiologia e de tamanho e cor uniformes.

Outros materiais utilizados foram carboximetilcelulose de sódio ($M_w \sim 90000 \text{ g mol}^{-1}$; grau de substituição: 0,7 grupos carboximetila por unidade de anidroglicose, Sigma Aldrich), alginato de sódio (Sigma-Aldrich), bicarbonato de sódio (Sigma-Aldrich), hidróxido de sódio (Sigma-Aldrich), peptona A (Acumedia), ágar DRBC (Acumedia) e água destilada.

Higienização e revestimento das frutas

Para a higienização, as goiabas foram lavadas como auxílio de esponja e detergente neutro e imersas durante 20 min em solução de bicarbonato de sódio (1 % m/v). Na sequência, as amostras foram lavadas em água corrente e imersas por 3 min em uma das seguintes soluções aquosas 1 % (m/v): CMC, AS ou blenda formada por CMC/AS contendo 50 % de cada polímero. Estas soluções foram preparadas através da dissolução dos polímeros em água destilada sob agitação magnética à temperatura ambiente.

Os revestimentos foram formados após evaporação do solvente (*casting*) na superfície da fruta. As goiabas controle foram apenas higienizadas.

Análises

As análises de perda de massa, sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável, firmeza, visual, colorimétrica e microbiológica foram realizadas na temperatura de $28,15 \pm 0,69 \text{ °C}$ e umidade relativa de $50,51 \pm 4,14\%$. As análises foram realizadas no 1º, 6º e 11º dia após as frutas terem sido revestidas por CMC, AS ou pela blenda CMC/AS e comparadas às amostras controle (não revestidas). As análises foram realizadas em triplicata, exceto quando indicado.

Para avaliação da perda de massa, as goiabas foram pesadas (m_i) logo após a formação dos revestimentos em sua superfície (dia 0). Estes valores foram relacionados às massas

das frutas revestidas (m_f) obtidas nos dias previamente definidos (1, 6 e 11). As goiabas controle também foram analisadas nestes dias. O resultado foi expresso em porcentagem de perda massa (%PM) de acordo com a Eq. 1.

$$\%PM = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Os sólidos solúveis totais (SST) das amostras de goiabas (controle e revestidas) foram determinados, em duplicata, com o auxílio de um refratômetro digital de bancada (Nova Instruments, modelo Abbe Refractometer). Gotas da polpa de goiaba, previamente trituradas com o auxílio de um mixer, foram depositadas sob o compartimento do prisma do refratômetro. A leitura foi realizada diretamente na escala °Brix (CECCHI, 1999).

O pH da polpa das goiabas revestidas ou controle (previamente trituradas em um mixer) foi determinado com o auxílio de um pHmetro (Del Lab) através da introdução do eletrodo em três regiões diferentes da polpa (CECCHI, 1999).

Para a análise da acidez total titulável (ATT) das goiabas, foram utilizadas 10 g de amostras (revestidas e controle) diluídas em 100 mL de água destilada. Três gotas de fenolftaleína foram adicionadas à esta solução, que foi titulada com NaOH 0,1 N sob agitação constante. O resultado foi expresso como porcentagem de ácido cítrico, de acordo com a Eq. 2:

$$\% \text{Ácido cítrico} = \frac{V_1 \times N}{V_2} \times K \times 100 \quad (2)$$

onde V_1 é o volume (mL) de NaOH consumido, V_2 é o volume da amostra (mL), K é o equivalente-grama do ácido cítrico e N é a normalidade do NaOH. Esta análise foi realizada em duplicata (MARTÍNEZ et al., 2018).

A firmeza das amostras de goiaba (revestidas e controle) foi avaliada através do teste de punção. Para isso foi utilizado um Texturômetro Universal (Stable Microsystems, modelo Godalmin Surrey). A sonda cilíndrica de aço inoxidável de 2 mm (sonda P/3) foi acoplada ao braço mecânico do equipamento e a calibração foi realizada mediante comando no painel de controle. Foram realizadas três medições na região equatorial de cada amostra, a uma velocidade de 1 mm s⁻¹ e com penetração de 10 mm. Os dados foram coletados através do software Texture Expert for Windows (versão 1.20) e a força de compressão foi tomada como a firmeza da superfície da fruta.

Fotografias das goiabas controle e revestidas (CMC, AS e CMC/AS) foram realizadas, nos mesmos dias das análises, com o auxílio de uma câmera semiprofissional (Nikon, modelo Coolpix 26x Optical Zoom Wide).

Os parâmetros superficiais de cor das amostras de goiaba (revestidas e controle) foram avaliados com o auxílio de um colorímetro (Osaka, modelo CR-400). Foram realizadas três leituras por amostra, em pontos equidistantes da região equatorial da goiaba, direto no epicarpo. Foram analisadas 3 amostras para cada composição de revestimento ou controle. Os parâmetros analisados foram L^* (que indica o grau de luminosidade da amostra, variando de preto puro a branco puro, ou seja, de 0 a 100), a^* (varia de $+a^*$, indicando o grau de proximidade das amostras para a cor vermelha, até $-a^*$, indicando o grau de proximidade das amostras para a cor verde) e b^* (varia de $+b^*$, indicando o grau de proximidade das amostras para a cor amarela, até $-b^*$, indicando o grau de proximidade das amostras para a cor azul). A partir destes parâmetros foi calculado C^* (cromatividade, Eq. 3) e h_{ab}

(ângulo de tonalidade entre a^* e b^* , Eq. 4) através das seguintes equações (FERREIRA, 2017):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3)$$

$$h_{ab} = \arctan(b^*/a^*) \quad (4)$$

A análise de bolores e leveduras foi desenvolvida com base no método da contagem padrão em placas (CPP) (JAY, 2005). Para isso, uma solução aquosa de água peptonada/peptona A (H₂O_p) foi preparada a 0,1% (m/v), onde 225 mL foi previamente esterilizado em autoclave vertical (Phoenix Luferco, modelo AV – 50) para ser utilizado como meio diluente de uma unidade analítica (25 g coletado das amostras de goiaba, revestidas e controle, trituradas e homogêneas). Na sequência, diluições seriadas foram realizadas (ou seja, três diluições até ser alcançado a proporção 1:1000 ou 1×10^{-3}) por meio de alíquotas de 1 mL da solução inicial (diluente com unidade analítica) que foram transferidas para tubos de ensaio (portando 9 mL da solução diluente). A técnica usada para inoculação foi a *spread plate*. Para isso, alíquotas de 0,1 mL foram espalhadas uniformemente, com uma alça de Drigalski, em placas de Petri descartáveis (poliestireno, 90 x 15 mm) contendo o meio de cultura gelificado ágar DRBC. Posteriormente as placas foram acondicionadas em uma incubadora (Solab, modelo Shaker SL – 223) sob temperatura controlada de 25 °C (APHA, 2015). Para a quantificação dos microorganismos, as colônias de bolores e leveduras formadas foram contadas e o resultado foi dividido pelo fator da diluição e multiplicado por 10, expressando o valor da unidade formadora de colônia por grama de amostra (UFC/g), segundo a Eq. 5:

$$UFC/g = \frac{n}{\text{diluição}} \times 10 \quad (5)$$

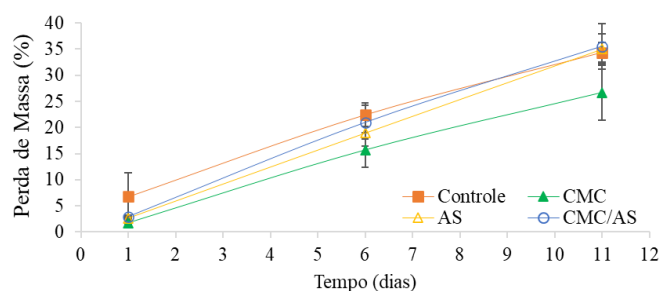
Os resultados microbiológicos foram submetidos ao teste estatístico Análise de Variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de massa

A perda de massa das amostras de goiaba revestidas com CMC, CMC/AS e AS foi avaliada em função do tempo de armazenamento e comparada às amostras não revestidas (controle). Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 1, e pode ser observado que houve um aumento gradual da perda de massa de todas as amostras de goiaba ao longo dos 11 dias de armazenamento. Isso acontece pois, após a colheita, o fruto utiliza suas próprias reservas para manter o metabolismo através dos processos de respiração e de transpiração, gerando perda de massa na forma de água (líquida ou vapor). A perda de firmeza dos tecidos vegetais, ocasionada por estes processos, torna os frutos mais susceptíveis às deteriorações (por microrganismos e pragas) e à alterações sensoriais (coloração e sabor) (COELHO et al., 2017).

Figura 1 - Perda de massa referente às goiabas controle e revestidas por CMC, CMC/AS e AS.



No 6º dia de análise, as goiabas revestidas por CMC apresentaram 15,71% de perda de massa, enquanto as demais amostras apresentaram perda de massa de 18,96 (AS), 20,97 (CMC/AS) e 22,44% (controle). As goiabas revestidas com CMC apresentaram menor perda de massa (26,70%) no 11º dia de análise, enquanto as demais amostras (controle, AS e CMC/AS) apresentaram perda de massa de $\approx 35\%$ neste dia. Este resultado concorda com o trabalho desenvolvido por Tumbarski e colaboradores (2019), que avaliou morangos revestidos com CMC (contendo ou não o aditivo *Bacillus methylotrophicus* BM47) armazenados à 4°C. Os resultados indicaram que ambos os revestimentos reduziram a perda de massa das amostras em relação aos morangos controle durante os 16 dias de análises.

O comportamento apresentado pelas amostras revestidas com CMC sugeriu melhor eficácia deste revestimento como barreira à transpiração das goiabas. Este comportamento também pode estar associado à maior viscosidade da solução filmogênica formada pelo CMC que, quando aplicada à fruta, resulta em um revestimento mais resistente (ROCHA et al., 2020). No trabalho desenvolvido por Arroyo e colaboradores (2020), goiabas revestidas por alginato (contendo 1% de nanopartículas de ZnO) apresentaram maior perda de massa após 20 dias armazenados a 21 °C em relação à amostras revestidas por quitosana (contendo 1% de nanopartículas de ZnO). De acordo com os autores, a baixa fluidez da solução de alginato pode ter dificultado a boa fixação deste revestimento nas goiabas, além de não ter favorecido a formação de uma rede entre este polímero e as nanopartículas de ZnO.

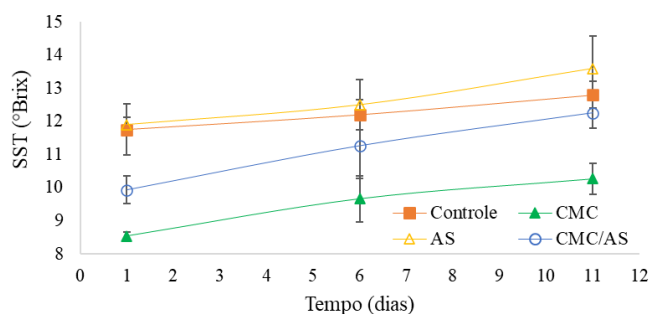
Sólidos solúveis totais

A Figura 2 apresenta os valores de sólidos solúveis totais (SST) obtidos para as goiabas (revestidas e controle) em função do tempo de armazenamento. Todas as amostras apresentaram aumento gradual de SST durante o período de análise. Goiabas controle apresentaram SST de 11,75, 12,20 e 12,80 °Brix para as análises realizadas nos dias 1, 6 e 11, respectivamente, enquanto amostras revestidas por CMC apresentaram valores de 8,53, 9,66 e 10,26 °Brix nestes mesmos dias. Goiabas revestidas por AS apresentaram valores de SST de 11,90, 12,50 e 13,60 e as amostras revestidas por CMC/AS apresentaram valores de 9,93, 11,26 e 12,25 °Brix nos dias 1, 6 e 11, respectivamente. Apesar da goiaba ser uma espécie que praticamente não armazena amido, tem-se observado aumento no teor de sólidos solúveis durante o amadurecimento (CERQUEIRA et al., 2011). A atividade respiratória e a transpiração também podem estar associadas ao aumento dos SST, sugerindo que as goiabas que tiveram maior perda de água apresentaram, por consequência, acúmulo de

açúcares (BESSA et al., 2015). Este resultado concorda com a menor perda de massa obtida para as goiabas revestidas por CMC (Figura 1).

Figura 2 - Sólidos solúveis totais obtidos para as goiabas controle e revestidas por CMC, CMC/AS e AS.

Aparentemente os revestimentos formados por CMC, CMC/AS e AS não foram suficientes para manter constantes os valores de SST das goiabas durante os 11 dias de análise. As maiores variações de SST obtidas para as amostras revestidas em relação às goiabas controle, em função do tempo de armazenamento, sugerem que os filmes poliméricos

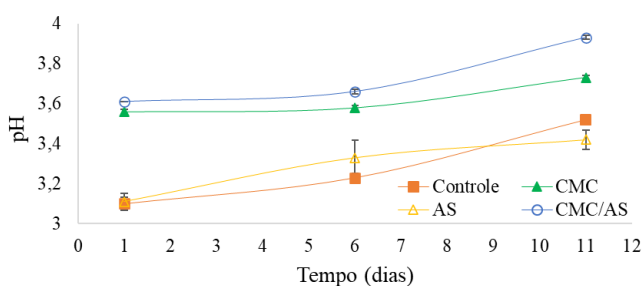


dificultaram as trocas gasosas entre as goiabas e o ambiente externo, gerando redução da taxa respiratória das frutas.

pH

O pH das goiabas revestidas (CMC, CMC/AS e AS) e das amostras controle foi avaliado em função do tempo de armazenamento (1, 6 e 11 dias) e os resultados estão apresentados na Figura 3. As amostras controle apresentaram valores de pH iguais a 3,10 e 3,52 nos dias 1 e 11, respectivamente, o que representa um aumento de 13,54%. Os valores de pH obtidos para as amostras revestidas por CMC foram 3,56 no dia 1 e 3,73 no dia 11 (aumento de 4,78%). Em relação às goiabas revestidas por CMC/AS, os valores de pH obtidos foram 3,61 no dia 1 e 3,93 no dia 11 (aumento de 8,86%), enquanto as amostras revestidas por AS apresentaram valores de pH iguais a 3,11 no dia 1 e 3,42 no dia 11 (aumento de 9,96%).

Figura 3 - Valores de pH obtidos para as goiabas controle e revestidas por CMC, CMC/AS e AS.



O aumento do pH observado em todas as goiabas ocorreu provavelmente devido a processos metabólicos durante o armazenamento pós-colheita, que continua convertendo açúcares e ácidos em açúcares menores (MANNOZZI et al., 2017), contribuindo também para o aumento do conteúdo de SST. Os menores valores de pH obtidos para as amostras

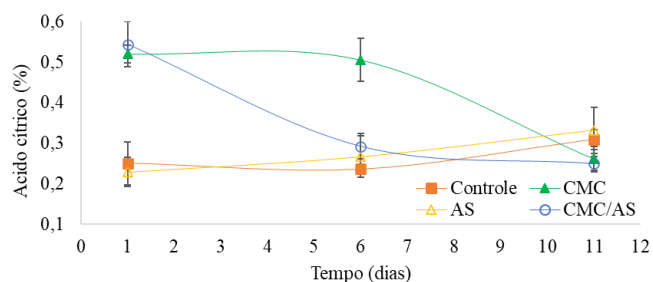
controle e revestidas por AS no dia 1 podem estar associados a um nível menos avançado de maturação das frutas. Diante do exposto, as goiabas revestidas por CMC apresentaram menor variação de pH em função do tempo de armazenamento (4,78%), sugerindo ser o revestimento mais eficiente em manter o pH da fruta.

Fonseca e colaboradores (2016) também obtiveram resultados em ordem crescente de pH ao revestir goiabas (armazenadas sob refrigeração) com filme formado por CMC (contendo ácido cítrico/ácido ascórbico/ácido esteárico) durante as primeiras 2 semanas de análise.

Acidez total titulável

A acidez total titulável (ATT) das amostras de goiaba (revestidas e controle) foram avaliadas em função do tempo de armazenamento à temperatura ambiente e os resultados estão apresentados na Figura 4. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o ácido que apresenta teor mais elevado na goiaba é o cítrico, por isso esta análise está expressa em % deste ácido.

Figura 4 - Porcentagem de ácido cítrico obtido para as goiabas controle e revestidas por CMC, CMC/AS e AS.



O tempo de estocagem alterou a acidez total titulável das goiabas dentro de cada tratamento. A redução da acidez observada para as amostras revestidas por CMC e CMC/AS (considerando os dias 1, 6 e 11) e controle (dias 1 e 6) pode estar associada à reações bioquímicas que são associadas ao processo respiratório, onde ácidos orgânicos são consumidos e convertidos em açúcares. Por outro lado, goiabas revestidas por AS apresentaram aumento de acidez durante o armazenamento. De acordo com Trigo e colaboradores (2012), os frutos climatéricos tendem a liberar ácidos orgânicos que aumentam a acidez do meio, em função de reações que ocorrem nos processos de amadurecimento e senescência. Estes mesmos autores obtiveram resultados semelhantes para amostras de mamão Formosa controle e revestidas com AS.

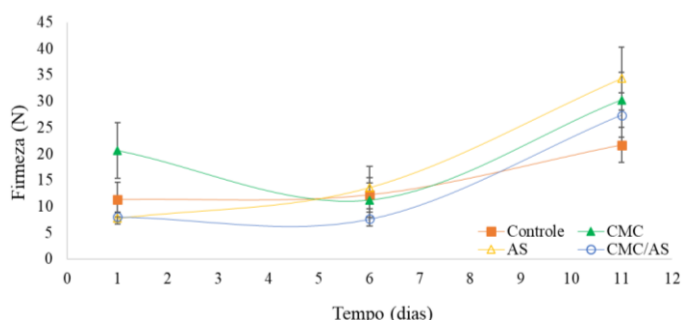
Firmeza

A firmeza dos frutos é um importante parâmetro físico usado para avaliar o estágio de maturação e as condições de armazenamento e de manipulação, sendo afetado pelo estresse mecânico (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A Figura 5 mostra que, no geral, houve aumento da firmeza dos frutos durante o processo de amadurecimento. Este resultado pode estar associado à presença de um processo de lignificação (conferindo aos tecidos uma estrutura rígida) que ocorre frequentemente como resposta metabólica ao estresse imposto aos tecidos vegetais devido à colheita e manuseio pós-colheita, etileno, mudanças de temperatura, perda de massa, composição, trocas gasosas, estresses mecânicos e senescência

(CHITARRA e CHITARRA, 2005). Francisco e colaboradores (2020) também obtiveram valores crescentes de firmeza para goiabas revestidas por amido acetilado e algumas blends formadas por amido acetilado e hidroxietilcelulose.

Figura 5 - Valores de firmeza obtidas para as goiabas controle e revestidas por CMC, CMC/AS e AS.

Goiabas controle apresentaram aumento de 91,78% na firmeza quando comparados o dia 1 (11,31 N) e o dia 11 (21,69 N). Amostras revestidas por AS apresentaram firmeza de 7,75 N no dia 1 e 34,32 N no dia 11 (aumento de 342,84%), enquanto goiabas revestidas por CMC/AS apresentaram firmeza de 8,01 N no dia 1 e 27,37 N no dia 11 (aumento de

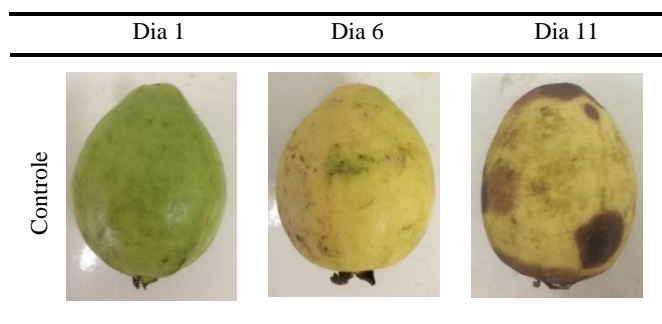


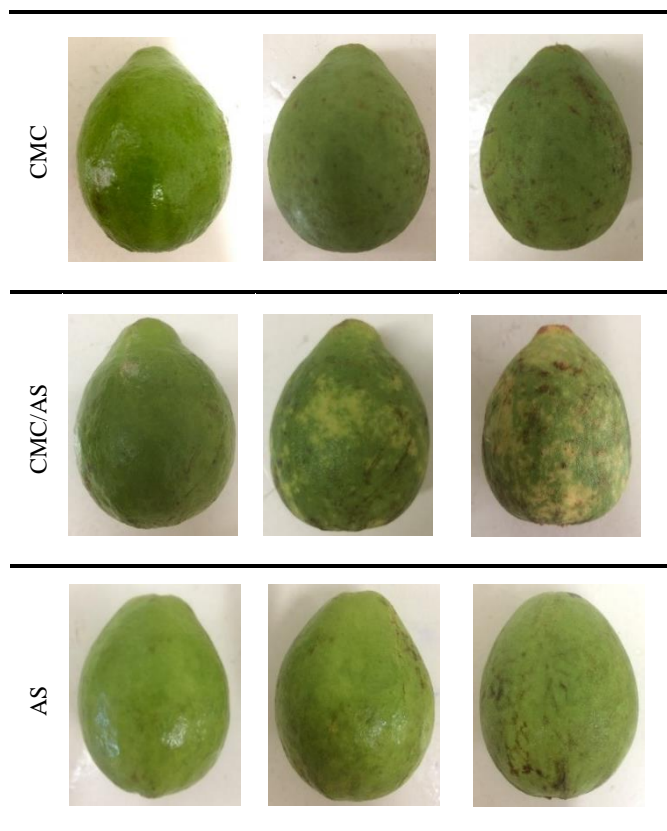
241, 70%). As goiabas revestidas por CMC apresentaram firmeza de 20,60 N no 1º dia de análise e 30,27 N no 11º dia. Estas amostras apresentaram menor variação de firmeza (46,94%) quando comparada às demais goiabas (controle e revestidas por AS e CMC/AS), sugerindo que a menor perda de massa (Figura 1) está relacionada à menor variação da firmeza. As demais amostras (controle e revestidas por CMC/AS e AS) apresentaram maior dureza na epiderme dos frutos, provavelmente devido à maior perda de água (Figura 1). Esta água pode ficar retida nos filmes que revestem os frutos, gerando um falso efeito de enrijecimento. Isso dificulta a entrada da ponteira do equipamento usando na determinação da dureza no tecido da goiaba (BESSA et al., 2015).

Análise visual

O aspecto visual das amostras foi analisado em função do tempo de armazenamento e os resultados estão apresentados na Figura 6.

Figura 6 - Aspecto visual das goiabas controle e revestidas (CMC, CMC/AS e AS) em função do tempo de armazenamento.





Ao analisar a Figura 6 é possível observar que as amostras controle apresentaram um comportamento de maturação comum em goiabas à temperatura ambiente. Sem revestimento, estas goiabas apresentaram características de fruto verde no dia 1, fruto maduro no dia 6 e fruto em fase de deterioração (amarelado com manchas marrons e surgimento de defeitos fisiológicos na casca, como manchas e fissuras/marcas fisiológicas) no dia 11.

As amostras revestidas com CMC, CMC/AS e AS apresentaram, no geral, aspectos visuais mais agradáveis em comparação à amostra controle, evidenciando a eficácia destes revestimentos. Contudo, as amostras revestidas com CMC/AS apresentaram, a partir do dia 6, manchas amareladas e algumas marcas fisiológicas. Por outro lado, as amostras revestidas com CMC e AS apresentaram apenas algumas marcas fisiológicas.

Colorimetria

A coloração da casca da fruta é um dos principais aspectos de qualidade avaliado pelo consumidor. Desta forma, as goiabas revestidas (CMC, CMC/AS e AS) e controle foram analisadas em relação aos parâmetros L^* (luminosidade), a^* e b^* (denominados cromaticidade), C^* (cromatividade) e h_{ab}

(ângulo entre a^* e b^*), em função do tempo de armazenamento, e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Os resultados indicam que houve variação da luminosidade ou brilho (L^*) em todas as amostras analisadas (controle e revestidas) durante o período de armazenamento (11 dias). Goiabas revestidas com AS apresentaram menor variação de luminosidade (1,81%) quando comparado o 1º e o 11º dia de análise, sugerindo que este revestimento foi mais eficaz na manutenção do brilho das amostras. A redução dos valores de L^* pode estar associada à diminuição da cor verde das goiabas durante o período de armazenamento, devido à respiração e à perda de água e de clorofila (ROCHA et al., 2020). Comportamento semelhante foi obtido por Rocha e colaboradores (2020) em amostras de goiaba revestidas com amido de mandioca e amido de milho.

As variações de cromaticidade (a^* e b^*) são importantes para avaliação do índice de maturação, uma vez que os valores negativos de a^* indicam a cor verde e sua elevação indica perda de clorofila, ou seja, modificação da cor verde para vermelho. Os valores positivos de b^* indicam a cor amarela e o aumento deste parâmetro está ligado ao amadurecimento das amostras de goiaba (FERREIRA, 2017).

Comparando os resultados de a^* no 1º e no 11º dia de armazenamento, pode-se perceber que as amostras controle apresentaram maior perda da cor verde em relação as goiabas revestidas. As goiabas revestidas com CMC e AS apresentaram manutenção da coloração verde, pois os valores de a^* obtidos nos dias 1 e 11 foram similares ($\approx -16,32$ para CMC e $\approx -14,43$ para o AS). Estes resultados concordam com a análise visual apresentada na Figura 6. Lopes e colaboradores (2018) observaram comportamento similar para suas amostras de goiaba revestidas com amido e caseína com extrato de barbatimão.

O amarelamento das goiabas ocorre devido à quebra da clorofila em função das variações de pH, pela presença de sistemas oxidantes, pela atividade das clorofilases e pela liberação de etileno ou por radicais livres oriundos da peroxidação lipídica (LOPES et al., 2018). O amarelamento foi evidente nas amostras controle, conforme apresentado na Figura 6. Por outro lado, amostras tratadas com CMC e AS não ficaram amarelas (como mostra a Figura 6), possivelmente devido a ao acúmulo de alta concentração de CO_2 no tecido da goiaba que retardou o desenvolvimento do pigmento carotenoide (KRISHNA e RAO, 2014). Comportamento similar em relação ao decréscimo de b^* foi observado no trabalho desenvolvido por Tovar e colaboradores (2019), onde foi avaliada a influência do revestimento de quitosana incorporado com óleo essencial de *Ruta graveolens* em amostras de goiaba. De acordo com Holsbach e colaboradores (2019), a redução dos valores de b^* pode indicar escurecimento oxidativo.

Tabela 1 - Parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^* , C^* e h_{ab}) de goiabas controle e revestidas (CMC, CMC/AS e AS) em função do tempo de armazenamento.

Tratamento	Parâmetro	Tempo (dias)		
		1	6	11
Controle		58,44 ± 3,89	65,60 ± 6,48	56,25 ± 3,96
CMC	L^*	59,42 ± 0,75	53,28 ± 1,14	51,46 ± 1,29
CMC/AS		64,04 ± 0,96	61,20 ± 0,88	59,63 ± 0,40

AS		61,08 ± 4,34	72,64 ± 1,20	59,97 ± 0,87
Controle	a^*	-17,09 ± 1,41	-13,78 ± 2,52	-10,91 ± 0,11
CMC		-16,49 ± 2,83	-18,59 ± 0,58	-16,16 ± 1,94
CMC/AS		-11,77 ± 0,88	-16,14 ± 1,57	-16,97 ± 1,05
AS		-14,10 ± 1,90	-7,75 ± 1,34	-14,76 ± 0,23
Controle	b^*	44,20 ± 3,23	48,01 ± 1,98	40,15 ± 1,82
CMC		42,69 ± 1,69	38,30 ± 0,65	35,18 ± 3,37
CMC/AS		52,43 ± 0,99	42,05 ± 0,38	40,58 ± 2,59
AS		46,10 ± 3,49	49,78 ± 0,62	41,85 ± 3,13
Controle	C^*	47,43 ± 2,58	51,14 ± 2,48	43,55 ± 4,85
CMC		45,80 ± 2,50	42,58 ± 0,43	38,73 ± 3,61
CMC/AS		53,74 ± 1,01	45,06 ± 0,72	44,00 ± 2,54
AS		48,22 ± 3,91	50,39 ± 0,62	40,53 ± 4,06
Controle	h_{ab}	-76,84 ± 4,16	-87,48 ± 2,17	-89,34 ± 3,97
CMC		-76,62 ± 2,96	-71,23 ± 1,14	-72,58 ± 2,29
CMC/AS		-85,94 ± 1,02	-76,69 ± 2,04	-74,76 ± 1,69
AS		-81,16 ± 1,33	-90,17 ± 1,69	-80,92 ± 4,42

Luminosidade (L^*): $CV_{\text{méd}} = 3,61\%$. Cromaticidade (a^*): $CV_{\text{méd}} = 9,63\%$. Cromaticidade (b^*): $CV_{\text{méd}} = 4,72\%$. Cromaticidade (C^*): $CV_{\text{méd}} = 5,48\%$. Ângulo de cor (h_{ab}): $CV_{\text{méd}} = 2,90\%$.

A cromaticidade (C^*) é uma medida de saturação, da pureza e intensidade que uma determinada cor pode apresentar. Desta forma, modificações nos valores de C^* estão relacionadas ao amadurecimento do fruto e aos processos envolvidos. De acordo com a Tabela 1, as goiabas controle apresentaram menor variação de C^* entre o 1º e 11º dia de armazenamento (redução de 8,18%). Neste mesmo período, as amostras revestidas por CMC e AS apresentaram redução de C^* em $\approx 15,68\%$, enquanto goiabas revestidas por CMC/AS apresentaram redução de 18,12%. Este resultado pode indicar que, embora estes revestimentos tenham conservado a coloração verde (em relação a amostra controle), houve perda de brilho, que pode estar relacionado à perda de água e escurecimento oxidativo e, portanto, concordando com os valores de L^* e perda de massa (Figura 1). Resultados semelhantes quanto a conservação de coloração foi observada por Etemadipoor e colaboradores (2019) ao revestir goiabas com goma arábica e óleo essencial de canela, sob refrigeração, durante 28 dias de armazenamento.

O ângulo entre a^* e b^* (h_{ab}) foi avaliado. Gráficamente, 0° representa a cor vermelha (variando de 0 a +100 em a positivo), 90° a cor amarela (variando de 0 a +100 em b positivo), 180° a cor verde (variando de 0 a -100 em a negativo) e 270° a cor azul (variando de 0 a -100 em b negativo) (FERREIRA, 2017). Todos as amostras revestidas apresentaram valores negativos de h_{ab} , situando-se entre as regiões de cor compreendidas por $-a^*$ e b^* , ou seja, maior intensidade da coloração verde e amarela. As amostras controle apresentaram diminuição de h_{ab} durante os 11 dias de armazenamento e, de acordo com Robles-Sánchez e colaboradores (2013), este resultado indica que houve escurecimento dos tecidos vegetais. Uma redução de h_{ab} também foi observada para as amostras revestidas com AS entre os dias 1 e 6.

Os resultados também indicaram que houve leve escurecimento das amostras revestidas com CMC entre o 6º e 11º dia de armazenamento. Estas observações concordam com os valores de L^* , que diminuíram com o tempo. A diminuição de h_{ab} também indica modificações da cor verde para amarela na casca das frutas.

Valores de h_{ab} obtidos para as amostras revestidas com CMC indicaram que este filme polimérico foi o mais eficiente em manter a cor verde. De acordo com Formiga e colaboradores (2019), este resultado está associado ao fato deste revestimento ter retardado o processo de maturação devido à menor taxa de respiração e, conseqüentemente, menor produção de etileno, que é responsável por diminuir os valores de h_{ab} .

Microbiologia

Os bolores e leveduras compreendem um grupo microbiano de alta resistência em virtude de suas características de crescimento. Como alguns gêneros de bolores produzem micotoxinas e infecções em seres imunodeprimidos, e algumas leveduras podem causar reações alérgicas, é de suma importância suas análises para se evitar a veiculação de alimentos com dose suficiente de micro-organismos que desencadeiem tais doenças e seus respectivos sintomas (JAY, 2005). Além disso, o crescimento excessivo de bolores e leveduras compromete as características sensoriais (aparência, sabor e aroma) do produto, provocando reduzida aceitação sensorial. Desta forma, é interessante a utilização de uma tecnologia pós-colheita que impacte de forma positiva na redução e manutenção adequada destas características.

A contagem microbiológica (bolores e leveduras) das amostras (revestidas e controle) foi realizada em função do tempo de armazenamento e os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da análise microbiológica das goiabas controle e revestidas (CMC, AS e CMC/AS) em função do tempo médio de armazenamento.

Revestimento	Contagem ^a (UFC/g)	Tempo ^b (dias)
Controle	4,88 ± 0,71 a	4,88 ± 0,71 a
CMC	4,14 ± 0,90 ab	4,14 ± 0,90 a
CMC/AS	4,51 ± 1,09 ab	4,51 ± 1,09 a
AS	4,26 ± 0,73 ab	4,26 ± 0,73 a

^aA contagem microbiológica foi expressa em UFC/g segundo a Eq. 5, entretanto para realização da ANOVA e Teste de Tukey o valor obtido foi transformado em base logarítmica.

^bMédias das contagens microbiológicas em 11 dias de análise, indicando, através da ANOVA e Teste de Tukey, se houve alguma diferença significativa durante todo o período do estudo.

De acordo com os resultados estatísticos não houve diferença significativa entre as goiabas revestidas e a amostra controle. Pode-se constatar que o revestimento que possibilitou um suave controle do crescimento microbiano foi o CMC, pois apresentou menor contagem média de 4,14 UFC/g, possivelmente pelo desenvolvimento de uma zona maior de anaerobiose, concordando com o aspecto visual (Figura 6). Não foi observada diferença estatística significativa entre os dias de análise. As contagens obtidas para as amostras revestidas foram inferiores às amostras controle, pois os revestimentos podem atuar como uma barreira contra gases, água ou outros nutrientes necessários para o crescimento microbiano (RUELAS-CHACON et al., 2017). Além disso o revestimento também confere uma proteção adicional durante o período de armazenamento, sugerindo que a contaminação observada ao fim do mesmo foi proveniente de contaminações anteriores à aplicação dos revestimentos.

CONCLUSÕES

Em geral pode ser observado que goiabas revestidas com CMC apresentaram melhores resultados em relação à durabilidade da fruta armazenada durante 11 dias à temperatura de 28°C. Estas goiabas apresentaram menor perda de massa e menor variação de pH e de firmeza durante o período de armazenamento, além de leve redução na contagem de bolores e leveduras em relação às demais amostras. Revestimentos formados por AS e CMC/AS pouco contribuíram para manter a qualidade da fruta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as bolsas de iniciação científica PROCAD/CAPES e PIBIC/CNPq disponibilizada aos graduandos. Agradecem também a professora Marta Madruga e a técnica Mércia Galvão, do Laboratório de Análises Químicas de Alimentos (Depto de Engenharia de Alimentos/UFPB), pela disponibilização dos equipamentos e auxílio durante as análises de textura e colorimétricas.

REFERÊNCIAS

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’

armazenada sob refrigeração. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2199-2205, 2010.

APHA - American public health association compendium of methods for the microbiological examination of foods. 5 ed. Washington: American public health association; 2015. 995 p.

ARROYO, B. J.; BEZERRA, A. C.; OLIVEIRA, L. L.; ARROYO, S. J.; MELO, E. A.; SANTOS, A. M. P. Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (*Psidium guajava L.*). *Food Chemistry*, v. 309, artigo nº 125566, 2020.

BESSA, R. A.; OLIVEIRA, L. H.; ARRAES, D. A.; BATISTA, E. S.; NOGUEIRA, D. H.; SILVA, M. S.; RAMOS, P. H.; LOIOLA, A. R. Filmes de amido e de amido/zeólita aplicados no recobrimento e conservação de goiaba (*Psidium guajava*). *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 7, n. 6, p. 2190-2201, 2015.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP. 2003.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: Editora da UFLA, 2005. 783 p.

COELHO, C. C. S.; FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; CAMPOS, R. S.; SILVA, O. F. Aplicação de revestimento filmogênico à base de amido de mandioca e de óleo de cravo-da-índia na conservação pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 479-490, 2017.

ETEMADIPOOR, R.; RAMEZANIAN, A.; DASTJERDI, A. M.; SHAMILI, M. The potential of gum arabic enriched with cinnamon essential oil for improving the qualitative characteristics and storability of guava (*Psidium guajava L.*) fruit. *Scientia Horticulturae*, v. 251, p. 101-107, 2019.

FERREIRA, M. D. Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 209-220, 2017.284 p.

FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T. G.; CARVALHO, M. A. G.; NEVES JÚNIOR, A. C. V. Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba ‘Pedro Sato’. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 101-110, 2016.

FORMIGA, A. S.; PINSETTA JUNIOR, J. S.; PEREIRA, E. M.; CORDEIRO, I. N. F.; MATTIUZ, B-H. Use of edible coatings based on hydroxypropyl methylcellulose and beeswax in the conservation of red guava ‘Pedro Sato’. *Food Chemistry*, v. 290, p. 144-151, 2019.

FRANCISCO, C. B.; PELLÁ, M. G.; SILVA, O. A.; RAIMUNDO, K. F.; CAETANO, J.; LINDE, G. A.;

- COLAUTO, N. B.; DRAGUNSKI, D. C. Shelf-life of guavas coated with biodegradable starch and cellulose based films. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 152, p. 272-279, 2020.
- HAMEDI, H.; KARGOZARI, M.; SHOTORBANI, P. M.; MOGADAM, N. B.; FAHIMDANESH, M. A novel bioactive edible coating based on sodium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food model. *Food Hydrocolloids*, v. 72, p. 35-46, 2017.
- HOLSBACH, F. M. S.; PIZATO, S.; FONTELES, N. T.; SOUZA, P. D.; PINEDO, R. A.; CORTEZ-VEGA, W. R. Avaliação da vida útil de mamão formosa (*Carica papaya L.*) minimamente processado utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo. *Journal of Bioenergy and Food Science*, v. 6, n. 4, p. 78-96, 2019.
- JAY, J. M. *Microbiologia de alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p
- KRISHNA, K. R.; RAO, D. V. S. Effect of chitosan coating on the physicochemical characteristics of guava (*Psidium guajava L.*) fruits during storage at room temperature. *Indian Journal of Science and Technology*, v. 7, n. 5, p. 554-558, 2014.
- KRISHNA, K. R.; RAO, D. V. S. Influence of chitosan coating and storage temperatures on postharvest quality of guava. *Indian Journal of Horticulture*, v. 74, n. 3, p. 466-470, 2017.
- KUMAR, A.; SINGH, O.; KOHLI, K. Post-harvest changes in functional and sensory properties of guava (*Psidium guajava L.* cv. Pant Prabhat) fruits as influenced by different edible coating treatments. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 6, n. 6, p. 1109-1116, 2017.
- LOPES, A. R.; DRAGUNSKI, D. C.; CAETANO, J.; FRANCISCO, C. B.; BONFIM JÚNIOR, L. F. Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão. *Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa*, v. 26, n. 4, p. 295-305, 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*, v. 85, p. 440-444, 2017.
- MARTÍNEZ, K.; ORTIZ, M.; ALBIS, A.; CASTAÑEDA, C. G. G.; VALENCIA, M. E.; TOVAR, C. D. G. The effect of edible chitosan coatings incorporated with *thymus capitatus* essential oil on the shelf-life of strawberry (*fragaria x ananassa*) during cold storage. *Biomolecules*, v. 8, p. 155, 2018.
- 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*, v. 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*, v. 240, p. 245-252, 2018.
- NEŠIĆ, A.; CABRERA-BARJAS, G.; DIMITRIJEVIĆ-BRANKOVIĆ, S.; DAVIDOVIĆ, S.; RADOVANOVIĆ, N.; DELATTRE, C. Prospect of polysaccharide-based materials as advanced food packaging. *Molecules*, 25, artigo nº 135, 2020.
- NGBOLUA, K. N.; LUFULUABO, L. G.; MOKE, L. E.; BONGO, G. N.; LIYONGO, C. I.; ASHANDE, C. M.; SAPO, B. S.; ZOAWE, B. G.; MPIANA, P. T. A review on the phytochemistry and pharmacology of *Psidium guajava L.* (myrtaceae) and future direction. *Discovery Phytomedicine*, v. 5, n. 2, p. 7-13, 2018.
- ONIAS, E. A.; TEODOSIO, A. E. M. M.; BOMFIM, M. P.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; MEDEIROS, M. L. S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. *Revista de Ciências Agrárias, Lisboa*, v. 41, n. 3, p. 849-860, 2018.
- QUIRINO, A. K. R.; COSTA, J. D. S.; NETO, A. F.; COSTA, M. S.; SÁNCHEZ-SAEZ, C. M. Conservation of "Paluma" guavas coated with cassava starch and pectin. *Dyna*, v. 85, n. 204, p. 344-351, 2018.
- REZAEI, F.; SHAHBAZI, Y. Shelf-life extension and quality attributes of sauced silver carpfillet: A comparison among direct addition, edible coating and biodegradable film. *LWT - Food Science and Technology*, v. 87, p. 122-133, 2018.
- ROBLES-SÁNCHEZ, R. M.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; ODRIOZOLA-SERRANO, I.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.; MARTIN-BELLOSO, O. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *Food Science and Technology*, v. 50, p. 240-246, 2013.
- ROCHA, A. M.; COSTA, S. C.; LIMA, T. S.; SILVA, A. F.; BARÃO, C. E.; PIMENTEL, T. C.; ANTONELLI-USHIROBIRA, T. M.; MARCOLINO, V. A. Aplicação do biopolímero de amido de cassava e amido de milho na conservação pós-colheita de guava. *Brazilian Journal of Development, Curitiba*, v.6, n. 2, p. 6658-6680, 2020.
- RUELAS-CHACON, X.; CONTRERAS-ESQUIVEL, J. C.; MONTAÑEZ, J.; AGUILERA-CARBO, A. F.; REYES-VEGA, M. L.; PERALTA-RODRIGUEZ, R. D.; SANCHÉZ-BRAMBILA. Guar gum as an edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of roma tomato (*Solanum lycopersicum L.*). *Journal of Food Quality*, p. 1-9, 2017.
- TOVAR, C. D. G.; DELGADO-OSPINA, J.; PORRAS, D. P. N.; PERALTA-RUIZ, Y.; CORDERO, A. P.; CASTRO, J. I.; VALENCIA, M. N. C.; MINA, J. H.; LÓPEZ, C. C. Colletotrichum gloeosporioides inhibition in situ by chitosan-ruta graveolens essential oil coatings: effect on microbiological, physicochemical, and organoleptic properties of guava (*Psidium guajava L.*) during room temperature storage. *Biomolecules*, v. 9, n. 399, p. 1-26, 2019.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; LAI REYES, A. E.; SARRIÉS, G. A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012.

TUMBARSKI, Y.; NIKOLOVA, R.; PETKOVA, N.; IVANOV, I.; LANTE, A. Biopreservation of fresh strawberries by carboxymethyl cellulose edible coatings enriched with a bacteriocin from *Bacillus methylotrophicus* *BM47*. *Food Technology and Biotechnology*, v. 57, n. 2, p. 230-237, 2019.