

ESTUDO DA APLICAÇÃO DE MÉTODOS COMBINADOS EM REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE SORO DE LEITE E EXTRATO DE PRÓPOLIS VERMELHA NA CONSERVAÇÃO DE TOMATE CEREJA

STUDY OF THE APPLICATION OF COMBINED METHODS IN EDIBLE COATINGS BASED ON MILK SERUM AND RED PROPOLIS EXTRACT IN THE CONSERVATION OF CHERRY TOMATOES

Weslayna Firme Ferreira ¹

Amanda Araujo Rodrigues ²

Maria do Socorro Araujo Rodrigues ³

Glória Louine Vital da Costa ⁴

Francisco Bruno Ferreira de Freitas ⁵

Victoria Cristina Gomes Colman ⁶

Resumo: Os alimentos in natura são produtos altamente perecíveis, por isso procura-se desenvolver formas de conservação mais eficientes, econômicas e baratas. Entre as novas tecnologias de conservação, tem-se o uso de biofilmes e revestimentos biodegradáveis que devem atender alguns quesitos, atóxicos e seguros, aplicação simples, não poluente e de baixa obtenção das matérias primas e do processamento, além de apresenta efeitos benéficos, como boas propriedades mecânicas, estabilidade microbiana, e elevado poder de barreira. Diante disso, objetivou-se avaliar métodos combinados de conservação de alimentos com revestimentos comestíveis a base de extrato de própolis de vermelha e de soro de leite em tomate cereja armazenados sob refrigeração durante 30 dias.

Palavras-chave: Revestimentos biodegradáveis. Revestimentos Comestíveis. Própolis Vermelha. Tomate Cereja.

Abstract: Fresh foods are highly perishable products, so we seek to develop more ef-

1 Mestra em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG e atualmente cursa Doutorado em Engenharia agrícola na mesma instituição. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2390-1728>. E-mail: firmelayna@gmail.com.

2 Mestra em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG e atualmente cursa Doutorado em Engenharia agrícola na mesma instituição. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0450-4631>. E-mail: rodriguesaraujo10@gmail.com

3 Doutora em Engenharia de Processos na mesma instituição, Pós-doutorado em Sistemas Agroindustriais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1646-1624>. E-mail: fernandaa.rodrigues@hotmail.com.

4 Engenheira de Alimentos pela Universidade Federal de Campina Grande e atualmente cursa Pós-graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6890-3343>. E-mail: glorialouine@hotmail.com

5 Engenheiro de Alimentos pela Universidade Federal de Campina Grande e atualmente cursa Pós-graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2442-7730>. E-mail: brunoferreirafrfei@gmail.com.

6 Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Mestranda em Sistemas Agroindustriais pela UFCG. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3026-1980>. E-mail: vikcolman@gmail.com.

ficient, economical, and cheap forms of conservation. Among the new conservation technologies, the use of biofilms and biodegradable coatings stands out, which must meet some requirements, non-toxic and safe, simple to apply, non-polluting and easy to obtain raw material and processing, in addition to presenting beneficial effects, such as good mechanical properties, microbial stability and high barrier power. Therefore, the objective was to evaluate combined methods of food preservation with edible coatings based on red propolis extract and whey in cherry tomatoes stored under refrigeration for 30 days.

Keywords: Biodegradable Coatings. Edible Coatings. Red Propolis. Cherry Tomatoes.

Introdução

A pesquisa relacionada ao desenvolvimento de novas embalagens vem crescendo de forma significativa, isso devido ao aumento de doenças transmitidas provenientes de microrganismo patógenos, o que levou a incorporação de agentes antimicrobianos em revestimentos, ou seja, embalagens que tenham atividade antimicrobiana (FERREIRA, 2014).

O uso de biofilmes tem demonstrado grande potencial e baixo custo, além de características adequadas para a aplicação em alimentos, atraindo o interesse de muitos pesquisadores. Esses biofilmes são eficazes na conservação dos produtos alimentares, uma vez que podem criar uma barreira semipermeável que ajuda a proteger contra água, oxigênio, umidade e a movimentação de solutos, prolongando assim a vida útil dos alimentos (GARRIDO et al, 2021).

A utilização de recobrimentos comestíveis no Brasil deve obedecer ao Decreto 55.871, de 26 de março de 1965 (Brasil, 1965); à Portaria nº 540 – SVS/MS, de 27 de outubro de 1997 (Brasil, 1997) e à Resolução CNS/MS nº 04, de 24 novembro 1988 (Brasil, 1988), referentes ao regulamento sobre aditivos e coadjuvante de tecnologia e também às considerações do Codex Alimentarius, do Food and Drugs Administration (FDA).

Biofilmes ou películas comestíveis são revestimentos flexíveis compostos por uma variedade de macromoléculas biológicas. Essas substâncias formam matrizes contínuas e altamente coesas, sendo utilizadas principalmente para revestir alimentos, especialmente aqueles com alta perecibilidade, como frutas e hortaliças (ABREU, 2019).

A própolis vermelha recebe esse nome devido a sua coloração, encontrada especialmente em encostas de rios no nordeste brasileiro, são coletadas através da *Dalbergia ecastophyllum*, que é uma variedade popularmente conhecida na região como rabo-de-bugio ou marmelo-do-mangue, observou que as abelhas coletavam exsudato vermelho da superfície dessa espécie, sugerindo ser essa a origem botânica da própolis vermelha.

A espécie botânica *D. ecastophyllum* demonstra uma atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* superior à de outras misturas de plantas, sem negligenciar suas propriedades antioxidantes e antibactericidas. (MEDEIROS, 2020).

O consumo de frutas e hortaliças tem aumentado expressivamente nas últimas décadas em função da sociedade moderna buscar hábitos de vida mais saudáveis (VANDEKIDEREN et al., 2008; LÓPEZ-GÁLVEZ et al., 2009). No Brasil, o mercado desses produtos também cresceu em razão da consolidação da economia, da mudança dos hábitos alimentares dos consumidores e da evolução de sistemas de auto-serviço (SÃO JOSÉ, 2009).

Uma das variedades de tomate com grande popularidade em todo o mundo é o tomate do tipo

cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). O tomateiro é amplamente valorizado por sua versatilidade culinária e valor nutricional, oferecendo diversos compostos que promovem a saúde humana. Além disso, cativa os consumidores com suas propriedades organolépticas únicas e distintivas (SOLDATELI *et al*, 2020)

Metodologia

O experimento foi desenvolvido no Centro Vocacional Tecnológico (CVT), laboratório pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal - PB.

Os tomates cereja foram coletados na feira pública do município de Pombal - PB e encaminhados ao laboratório, aonde foram sanitizados, aplicados os revestimentos, armazenados sob refrigeração e posteriormente caracterizados físico quimicamente e micro biologicamente, durante 30 dias.

Preparação do extrato hidroalcolólico da própolis vermelha

A própolis em seu estado bruto foi triturada para obtenção de um pó. Amostras de 2 g foram pesadas em tubos centrífuga e em seguida adicionados 25 mL de Etanol 70%. Para a extração, os tubos foram incubados em banho-maria a 70°C por 30 minutos com agitação a cada 5 minutos. Em seguida, centrifugou-se as amostras a 1700 rpm por 10 minutos em centrífuga. Utilizou-se o sobrenadante como matéria prima para a produção dos revestimentos (OLIVEIRA, 2020).

Produção dos revestimentos a base de extrato de própolis vermelha de soro de leite

Os revestimentos foram elaborados segundo a técnica casting (ZAVAREZE *et al.*, 2012; YAN *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2012; TORRES *et al.*, 2011), que consiste no preparo de uma solução filmogênica, por dissolução em água destilada dos ingredientes da formulação utilizada.

Os revestimentos foram produzidos seguindo as formulações expressas na Tabela 1, Santos (2007). Aqueceu-se as soluções até atingir a temperatura de 70°C, posteriormente à solução ficou em repouso em temperatura ambiente até esfriar e foram aplicadas nos frutos.

Tabela 1. Formulações dos revestimentos de acordo com a aplicabilidade

Formulação 1	Formulação 2	Formulação
0,7g sacarose	0,7g sacarose	0,7g sacarose
1,7g açúcar invertido	1,7g açúcar invertido	1,7g açúcar invertido
4g amido de milho	4g amido de milho	4g amido de milho
100 ml de soro de leite	100 ml de água	100 ml de soro de leite
-	5 ml de extrato	5 ml de extrato

Fonte: autoria própria (2024)

Análises físico-químicas

As amostras foram submetidas a análises físico-químicas de pH, Acidez total titulável (ATT), Sólidos solúveis totais (SST), Umidade, Teor de cinzas, Lipídeos, Teor de flavonoides, açúcares redutores, não redutores e totais.

O pH foi determinado em pHmetro, previamente calibrado com as soluções tampões de 4,0 e 7,0.

A acidez total titulável (ATT) foi realizada por volumetria, através da titulação da amostra com

NaOH 0,1N, expressos em gramas de ácido cítrico por 100mL de amostra.

A determinação do teor de umidade foi realizada por secagem em estufa a 105°C por 24 horas até peso constante.

O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550°C por 4 horas até peso constante (IAL, 2008).

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado em refratômetro digital.

O extrato etéreo ou lipídeos totais foram determinados pelo método de extração Soxhlet (AOAC, 1997).

A determinação dos açúcares redutores (%AR), açúcares não redutores (%ANR) e açúcares totais (%ART) foi realizada de acordo com a metodologia descrita pelo método EYNON-LANE.

O teor de flavonoides presente nas amostras foi determinado segundo método desenvolvido por Francis (1982), em que se mediu aproximadamente 0,1 g da amostra e em seguida adicionou-se cerca de 10 mL de solução extratora de etanol 95%/HCl 1,5N na proporção de 85:15. A absorbância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

Análises Microbiológicas

Para cada amostra, realizou-se as análises de coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* sp./25g, contagem de fungos filamentosos e leveduriformes e *Staphylococcus*.

A diluição inicial (10⁻¹) da amostra foi realizada por meio da pesagem de 25g das amostras e adição dessa a 225 mL de solução salina peptonada 0,1%.

A partir da diluição 10⁻¹ foram efetuadas as diluições 10⁻² e 10⁻³ em 9 mL da solução salina peptonada 0,1%. Para as análises de coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos. Transferiu-se 1 mL das diluições 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³ da amostra para uma série de 3 tubos contendo, aproximadamente, 10 mL de caldo verde brilhante bile a 2% (CVBB) e tubos de Durham invertidos, os quais foram incubados a 35 ± 2°C entre 24-48 horas. Os tubos considerados positivos passaram para a análise de coliformes termotolerantes. Em seguida, foram repicados em caldo EC, com incubação a 44,5 ± 1°C, durante 24-48 horas (APHA, 1992).

Considerou-se positivos os tubos que apresentaram turvação e/ou produção de gás nos tubos de Durham. A determinação do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes foi realizada através da Tabela de Hoskins e os resultados expressos em NMP/g.

Para a análise de *Salmonella* sp. utilizou-se a metodologia de plaqueamento em superfície (Spread Plate) em placas de Petri estéreis contendo o ágar *Salmonella* Diferencial Ágar. Semeou-se 3 gotas da diluição 10⁻¹ nas placas que foram inoculadas com auxílio da alça de Drigalski, e posteriormente, incubadas a 35°C por 48 horas (APHA, 2001).

A contagem de fungos filamentosos e leveduriformes foi realizada pela técnica de Spread Plate. Semeou-se 3 gotas de cada diluição nas placas de Petri contendo o ágar Batata Dextrose (BDA), previamente acidificado com ácido tartárico 10%. As placas foram incubadas a temperatura ambiente por 5 dias (BRASIL, 2022).

Para a contagem *Staphylococcus*, inocularam-se alíquotas de 0,1 mL das diluições em placas estéreis, contendo Ágar Vogel Johnson adicionado de telúrito de potássio 1% e com auxílio de alça de Drigalsky espalharam-se os inóculos na superfície do meio. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas. Considerando-se como típicas as colônias negras brilhantes com anel opaco, rodeadas por um halo claro ou transparente (BRASIL, 2022).

As contagens das colônias foram realizadas em contador de colônias, segundo técnica padrão A

média do número de colônias contadas nas placas em duplicata multiplicada pelo fator de diluição das amostras correspondentes forneceu o número de microrganismos presentes, sendo expressos em UFC/g.

Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 6 repetições e distribuição fatorial: quatro revestimentos, uma temperatura. Todas as análises foram realizadas em triplicata, em três repetições. Os dados foram analisados usando o software Assistat. Os resultados foram avaliados por ANOVA seguido por teste de Tukey. Os resultados foram apresentados como média \pm desvio padrão, e uma probabilidade $p \leq 0,05$ foi considerada significativa.

Desenvolvimento, resultados e discussão

Condições Físico-químicas por tempo de armazenamento

A Tabela 2, apresenta os valores médios de pH dos frutos com e sem aplicação dos revestimentos armazenados durante 30 dias sob refrigeração.

Tabela 2. Resultados obtidos para o parâmetro de pH:

Tratamento	C	F1	F2	F3
T0	3,70 ^a A	4,01 ^c B	3,85 ^b AB	4,07 ^c AB
T1	3,86 ^a B	3,85 ^a A	3,92 ^{ab} ABC	4,02 ^c A
T2	3,91 ^{ab} BC	3,85 ^a A	3,85 ^a A	3,98 ^b A
T3	4,15 ^a D	4,21 ^{ab} C	4,28 ^b D	4,19 ^{ab} BC
T4	4,13 ^a D	4,04 ^a B	4,01 ^a BC	4,01 ^a A
T5	3,97 ^a BC	4,03 ^a B	4,29 ^b D	4,05 ^a AB
T6	4,02 ^a CD	3,97 ^a AB	4,05 ^a C	4,27 ^b C

Fonte: autoria própria (2024)

A formulação 3 foi a que apresentou menor variação de pH entre as amostras e o controle apresentou a maior variação nos resultados. O pH tende a aumentar ao longo do armazenamento devido à degradação de ácidos orgânicos e à ação de enzimas (SILVEIRA et al., 2015). Além disso, é um parâmetro útil para determinação do grau de maturação e de deterioração de frutas, tendo em vista que na transição de maturação para senescência, ocorrem várias reações de decomposição que alteram a concentração de íons hidrogênio (MACIEL et al., 2010; OLIVEIRA, 2010). Desta forma, um menor aumento do pH indica que o revestimento pode preservar as características nutricionais dos frutos por mais tempo, além de estender a vida útil pós-colheita.

Estatisticamente, as amostras diferiram tanto entre as formulações quanto entre os tempos avaliados. Na literatura, Menezes et al. (2017) conseguiram resultados superiores avaliando revestimentos comestíveis a base de fécula de mandioca e extrato de própolis em tomate de mesa, seus valores médios de pH variaram de 4,5 a 4,7. Geralmente resultados encontrados na diferença de pH, estão relacionados ao processo respiratório do fruto e a redução da acidez.

Na Tabela 3, encontram-se os valores médios para o parâmetro de acidez dos frutos.

Tabela 3. Resultados obtidos para o parâmetro de Acidez.

Tratamento	C	F1	F2	F3
T0	0,24 ^{ab} CD	0,27 ^c D	0,25 ^b C	0,22 ^A d
T1	0,15 ^a A	0,20 ^b B	0,27 ^c D	0,21 ^{bc} D
T2	0,30 ^b E	0,27 ^a D	0,30 ^b E	0,31 ^b E
T3	0,15 ^b A	0,23 ^c C	0,13 ^a A	0,13 ^a A
T4	0,18 ^b B	0,21 ^c B	0,16 ^a A	0,20 ^{bc} C
T5	0,25 ^d D	0,16 ^b A	0,21 ^c B	0,14 ^a A
T6	0,22 ^b C	0,25 ^b C	0,17 ^a C	0,18 ^a B

Fonte: autoria própria (2024)

A partir dos valores apresentados na tabela, pode-se notar que os tomates revestidos obtiveram no geral valores superiores aos tomates sem revestimento. No tempo 0, as quatro amostras apresentaram resultados semelhantes e somente a formulação 1 diferiu do controle. No decorrer do tempo de armazenamento, as formulações mantiveram-se mais constantes e próximas ao valor inicial do que a amostra sem revestimento. Na maioria dos tempos, estatisticamente, as formulações diferiram do controle, mas não diferiram tanto entre si.

Chitarra e Chitarra (2005), explicam que a quantidade de ácidos orgânicos tende a reduzir em função do seu uso como substrato no processo respiratório ou da conversão dos ácidos orgânicos em açúcares durante a maturação dos frutos. Com base nisso, a aplicação dos filmes foi eficiente para controlar a atividade respiratória dos frutos.

Tabela 4. Resultados obtidos para o parâmetro de °Brix.

Tratamento	C	F1	F2	F3
T0	5,64 ^a A	6,70 ^b B	8,93 ^d E	8,56 ^e E
T1	5,93 ^c B	9,23 ^d E	5,06 ^a A	5,50 ^b B
T2	7,90 ^d C	4,80 ^a A	6,46 ^c B	6,00 ^b C
T3	5,53 ^a A	8,33 ^b D	8,33 ^b D	9,83 ^f F
T4	8,10 ^d D	8,40 ^b D	9,63 ^f F	9,96 ^f F
T5	10,90 ^f F	7,23 ^b C	5,10 ^a A	5,20 ^a A
T6	10,37 ^e E	10,80 ^d F	7,33 ^c C	8,13 ^b D

Fonte: Autoria Própria (2024)

O teor de Sólidos solúveis totais (°Brix) das amostras estão expressos na Tabela 4. No geral, os valores médios de SST aumentaram durante o período de armazenamento. A amostra controle aumentou consideravelmente o °Brix do T0 ao T6 e houve diferenças estatísticas entre todos os tempos, com exceção do T3. A formulação 1 apresentou um comportamento semelhante ao controle. No entanto, as formulações F2 e F3, mantiveram resultados mais próximos entre os tempos e entre si, além disso, os valores iniciais foram mais próximos aos valores finais, mantendo a estabilidade dos frutos.

Os valores médios para o parâmetro de umidade estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados obtidos para o parâmetro de Umidade.

Tratamento	C	F1	F2	F3
To	94,03 ^{ab} A	94,76 ^b C	93,15 ^a ABC	93,80 ^{ab} B
T1	93,77 ^a A	94,09 ^a BC	93,45 ^a BC	93,60 ^a B
T2	94,40 ^b A	92,54 ^a A	93,68 ^{ab} C	93,21 ^{ab} AB
T3	94,12 ^b A	91,85 ^a A	91,85 ^a A	93,97 ^b B
T4	93,99 ^b A	92,74 ^{ab} AB	92,38 ^a ABC	93,56 ^{ab} B
T5	93,09 ^{ab} A	93,36 ^b ABC	92,03 ^a AB	93,61 ^b B
T6	93,29 ^b A	92,90 ^{ab} AB	92,38 ^{ab} ABC	91,75 ^a A

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Durante o tempo de armazenamento, as quatro amostras apresentaram decréscimo no teor de umidade. No entanto, a formulação 3 obteve um comportamento semelhante ao controle, ambas perderam umidade, mas foram mais constantes do que as formulações F1 e F2. A combinação do soro de leite com o extrato de própolis mostrou-se com a melhor alternativa para o controle da umidade do alimento. No tempo 1, nenhuma das amostras diferiu estatisticamente. A formulação 3 manteve-se semelhante ao controle em todos os tempos avaliados. Entre os tempos, somente o controle não apresentou diferenças estatísticas, no entanto, a F3 só diferiu no T6 com 30 dias de armazenamento.

Segundo a EMBRAPA (2012), o tomate contém de 93 a 95% de água sendo o restante formado por ácidos orgânicos, compostos inorgânicos, açúcares, vitaminas, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos. Por outro lado, Chitarra e Chitarra (2005) apontam que o tomate sofre danos quando exposto a variações de temperatura prejudicando sua aparência devido à perda de água e com isso, o teor médio de umidade de tomates é de 94,45%. Rodrigues (2015), encontrou resultados semelhantes em sua avaliação de biofilmes a base de própolis vermelha em tomate tipo italiano.

A Tabela 6 apresenta os valores médios de cinzas para as amostras com e sem revestimento durante o tempo de armazenamento.

Tabela 6. Valores obtidos para o parâmetro de cinzas

Tratamento	C	F1	F2	F3
To	1,40 ^a B	1,29 ^a B	1,69 ^{ab} B	1,94 ^b B
T1	0,87 ^a AB	0,60 ^a A	0,86 ^a A	0,74 ^a A
T2	0,65 ^a A	0,95 ^a AB	0,67 ^a A	0,65 ^a A
T3	0,76 ^a A	0,83 ^a AB	0,83 ^a A	0,68 ^a A
T4	0,65 ^a A	0,83 ^a AB	0,70 ^a A	0,85 ^a A
T5	0,49 ^a A	0,54 ^a A	0,66 ^a A	0,57 ^a A
T6	0,70 ^a A	0,77 ^a AB	0,78 ^a A	0,89 ^a A

Fonte: Aatoria Própria (2024)

O teor de cinzas das amostras diminuiu significativamente após o To e em seguida, foram constantes até o final de período de armazenamento. As amostras não diferiram estatisticamente entre si ou entre os tempos, com exceção do tempo 0. As cinzas de um alimento representam o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica. De acordo com o Instituto Adolf Lutz (IAL), a faixa de valores percentuais de minerais em frutas fresca é de 0,3 a 2,1%. Os frutos de tomates avaliados encontram-se dentro da faixa estipulada pelo IAL.

Os valores médios de lipídeos das amostras estão expressos na Tabela 7. Segundo Singh e Heldman (2009), o teor de lipídios em tomates é aproximadamente 0,2 g/100 g de amostra, equivalentes a 2%. As amostras de tomate cereja avaliadas apresentaram-se semelhantes a essa porcentagem. Estatisticamente, só houve diferenças significativas entre o controle e a F3; e entre os tempos, a formulação 3 diferiu mais do que as outras amostras. Os valores encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os descritos por TACO (2016), para tomates crus com sementes

Tabela 7. Resultados obtidos para o parâmetro de lipídeos

Tratamento	C	F1	F2	F3
T0	2,50 ^{ab} B	2,64 ^{ab} B	1,63 ^a A	3,02 ^b BC
T1	1,04 ^a A	1,55 ^a AB	1,87 ^a A	1,00 ^a A
T2	1,86 ^{ab} AB	1,11 ^a A	2,35 ^b AB	3,73 ^c C
T3	2,56 ^{ab} B	1,66 ^a AB	3,25 ^{bc} B	3,91 ^c C
T4	1,51 ^{ab} AB	1,83 ^a A	1,82 ^{ab} A	2,46 ^b B
T5	1,89 ^{ab} AB	1,49 ^a AB	2,40 ^{ab} AB	2,52 ^b B
T6	2,17 ^a AB	1,37 ^a A	2,12 ^a AB	3,30 ^b BC

Fonte: Autoria Própria (2024)

Na tabela 8, encontram-se os valores de açúcares redutores em glicose dos tomates avaliados durante os 30 dias de armazenamento.

Tabela 8. Resultados obtidos para o parâmetro de açúcares redutores em glicose

Tratamento	C	F1	F2	F3
T0	10,20 ^b C	7,92 ^a AB	7,72 ^b A	8,22 ^b A
T1	10,65 ^b C	9,77 ^a C	9,57 ^a CD	11,01 ^b C
T2	5,29 ^a A	8,63 ^b B	9,87 ^c D	9,75 ^c B
T3	12,2 ^a D	14,00 ^c D	14,00 ^c F	13,18 ^b D
T4	14,26 ^e E	14,61 ^c D	11,15 ^a E	12,49 ^b D
T5	10,34 ^c C	9,75 ^{bc} C	8,82 ^a BC	9,36 ^{ab} B
T6	7,19 ^a B	7,47 ^a A	7,96 ^a AB	7,87 ^a A

Fonte: Autoria Própria (2024)

Os açúcares representam um importante fator na qualidade do tomate. Correspondem a aproximadamente 55% a 65% da fração de sólidos solúveis do tomate, contribuindo ainda para o aroma e sabor gerais do fruto. Os tomates cereja revestidos apresentaram menor teor de açúcares redutores no primeiro tempo, no entanto, com o passar dos dias, as amostras obtiveram um aumento neste valor e mantiveram-se semelhantes ao controle. Os maiores valores foram obtidos no T3 (15 dias) e T4 (20 dias). A medida que as frutas amadurecem ocorre hidrólise do amido e a inversão da sacarose (açúcar não redutor) em glicose e frutose, resultando em um paladar mais doce e no incremento dos valores de açúcares redutores (FREITAS et al., 2015). Estatisticamente, as formulações dos revestimentos apresentaram-se semelhantes; e quase todos os tempos diferiram entre si.

Tabela 9. Resultados obtidos para o parâmetro de açúcares não redutores em sacarose

Tratamento	C	F1	F2	F3
To	4,05 ^B	7,22 ^{bD}	7,78 ^{bD}	9,47 ^{cF}
T1	1,63 ^{aA}	4,61 ^{bB}	5,43 ^{bcC}	5,58 ^{cD}
T2	1,99 ^{aA}	1,94 ^{aA}	2,30 ^{aA}	2,49 ^{aA}
T3	7,04 ^{cD}	5,83 ^{bcC}	5,83 ^{bcC}	3,27 ^{aAB}
T4	5,23 ^{bcC}	5,53 ^{bcBC}	4,13 ^{aB}	4,07 ^{aBC}
T5	10,09 ^{cE}	8,72 ^{bE}	9,67 ^{cE}	7,21 ^{aE}
T6	5,87 ^{bcC}	7,61 ^{bD}	5,63 ^{bcC}	5,01 ^{aCD}

Fonte: Autoria Própria (2024)

Na Tabela 9 estão expressos os valores de açúcares não redutores (g/100g) das amostras de tomate cereja com e sem revestimento. Assim como os açúcares redutores, este parâmetro também apresentou uma queda nos valores do T2. Os açúcares não redutores são referentes aos teores de sacarose presentes no fruto. Tomates cereja possuem maior presença de frutose e glicose, caracterizadas como açúcares redutores, do que de sacarose. Fato que poder ser observado nesse estudo. As formulações 2 e 3, mostraram-se semelhantes durante os 30 dias analisados, não apresentando diferenças significativas em quase todos os tempos.

Na Tabela 10 estão expressos os resultados para o parâmetro de açúcares totais (g/100g) em glicose. Para os valores de açúcares totais, há uma tendência de aumento a medida que ocorre a evolução da maturação. Os tomates avaliados, aumentaram o teor de açúcares a partir do 15º dia de armazenamento. Estatisticamente, a amostra controle diferiu de todas as formulações e todos os tempos diferiram entre si. A aplicação dos filmes como revestimento controlou os valores de açúcares e garantiu que não houvesse grandes perdas ou aumento destenutriente.

Tabela 10. Resultados obtidos para o parâmetro de açúcares totais em glicose.

Tratamento	C	F1	F2	F3
To	14,47 ^{aD}	15,53 ^{bcC}	15,92 ^{bD}	18,19 ^{cD}
T1	12,36 ^{aB}	14,63 ^{bB}	15,29 ^{cC}	16,88 ^{cC}
T2	7,89 ^{aA}	10,67 ^{bA}	12,29 ^{cA}	12,37 ^{cA}
T3	19,62 ^{bE}	20,14 ^{cE}	20,14 ^{cF}	16,36 ^{cC}
T4	19,76 ^{cE}	20,43 ^{dE}	15,50 ^{aCD}	16,77 ^{bC}
T5	20,96 ^{cF}	20,14 ^{bD}	19,00 ^{bE}	16,95 ^{cC}
T6	13,36 ^{bcC}	15,48 ^{cC}	13,89 ^{bB}	13,15 ^{aB}

Fonte: Autoria Própria (2024)

A Tabela 11 apresenta os valores médios de flavonoides (mg/100g) dos frutos com e sem aplicação dos revestimentos armazenados durante 30 dias sob refrigeração.

Tabela 11. Resultados obtidos para o parâmetro de Flavonoides (mg/100g).

Tratamento	C	F1	F2	F3
To	17,99 ^{aC}	23,39 ^{bD}	64,86 ^{cF}	23,09 ^{bC}
T1	40,75 ^{cD}	37,63 ^{bF}	40,59 ^{cC}	29,23 ^{aD}
T2	44,41 ^{cE}	15,96 ^{aC}	52,53 ^{dE}	29,42 ^{bD}
T3	19,24 ^{aC}	32,30 ^{bE}	64,10 ^{cF}	32,95 ^{bE}
T4	12,04 ^{aB}	24,25 ^{cD}	42,10 ^{dD}	20,13 ^{bB}

T5	11,05 ^b B	13,61 ^c B	9,83 ^b B	10,80 ^{ab} A
T6	5,78 ^a A	12,21 ^d A	7,02 ^b A	10,62 ^c A

Fonte: Autoria Própria (2024)

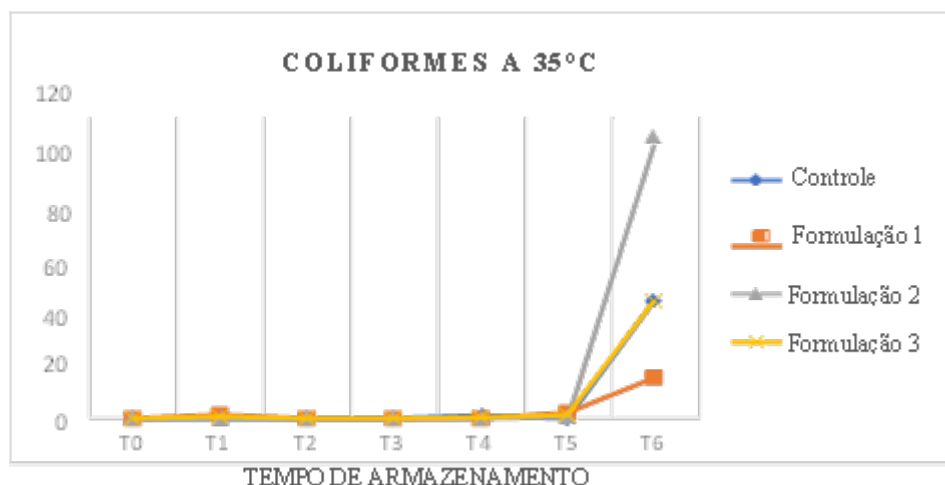
Tomates são considerados importantes fontes de flavonoides em vista da ampla difusão do seu consumo e a própolis também possui os flavonoides como um dos seus principais constituintes biologicamente ativos. Os valores para o parâmetro analisado diferiram estatisticamente entre as amostras e entre os tempos. A formulação 2, apresentou valores superiores deste composto em relação as outras formulações e o controle.

Condições microbiológicas por tempo de armazenamento

A legislação brasileira não dispõe de padrões microbiológicos para frutas e hortaliças processados, no entanto, a RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) regulamenta os padrões microbiológicos sanitários para frutas frescas, “in natura”, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, de ausência de *Salmonella* sp. em 25g, e máximo de 5×10^2 para coliformes a 45°C/g.

Na Figura 11, estão expressos os resultados para a análise de coliformes a 35°C durante período de 30 dias de armazenamento refrigerado.

Figura 2. Número mais provável de coliformes a 45°C em função do tempo de armazenamento



Fonte: Autoria Própria (2024)

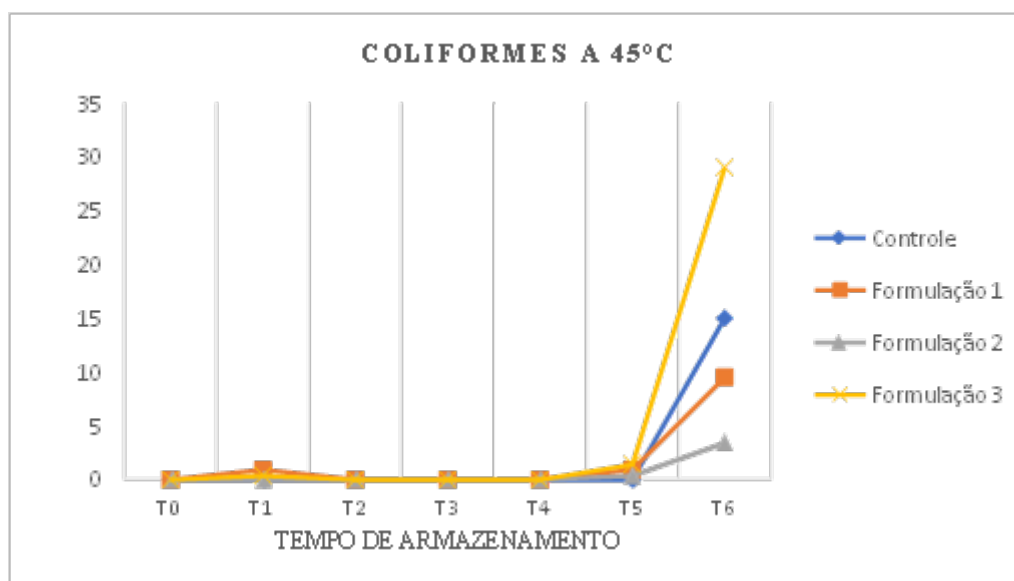
Para a análise de coliformes totais, durante os 20 primeiros dias obteve-se ausência destes microrganismos, no entanto, a partir do 25º dia os resultados obtidos relatam a presença de coliformes a 35°C. No T6, 30 dias de armazenamento, o número mais provável de coliformes totais aumentou significativamente no controle e na formulação 2, com valor de $1,1 \times 10^3$ NMP/g. Por se tratar de um longo período de armazenamento, esperava-se que o número mais provável de coliformes totais aumentasse devido as condições de senescência do fruto.

Sakamoto (2015), avaliou a aplicação de revestimentos comestíveis a base de carboximetilcelulose e quitosana em melões ‘Amarelos’ minimamente processados obtiveram resultados para a análise de coliformes totais de $2,4 \times 10^2$ na formulação que combinava carboximetilcelulose com a quitosana

no 8º dia de armazenamento. Estes resultados são superiores aos encontrados no 30º dia de armazenamento para os revestimentos a base de sorode leite e própolis, comprovando a eficiência do processo de sanitização e aplicação dos filmes.

Na contagem de coliformes pode se diferenciar dois grupos: o de coliformes a 35°C e ode coliformes a 45°C. O índice de coliformes a 35°C (anteriormente denominado coliformes totais) é utilizado para avaliar condições higiênicas, sendo que altas contagens significam contaminação durante ou pós-processamento e limpeza/sanificação deficientes, não indicando necessariamente contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos. O índice de coliformesa 45°C (anteriormente denominado coliformes fecais) é empregado como indicador de contaminação fecal, haja vista que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *Escherichia coli*, que tem como habitat exclusivamente o trato intestinal (SIQUEIRA, 1995; FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Figura 2. Número mais provável de coliformes a 45°C em função do tempo de armazenamento



Fonte: Autoria Própria (2024)

Na Figura 2, estão apresentados os resultados obtidos durante o período de armazenamento para coliformes a 45°C. Nota-se a presença mínima de coliformes termotolerantes entre o T0 até o T4, correspondente a 20 dias de armazenamento. A partir do 25º dia, a presença desses microrganismos elevou-se, chegando no 30º dia com valores variando de 3,4 NMP/g para a formulação 2 até 2,9x10¹ NMP/g para a formulação 3.

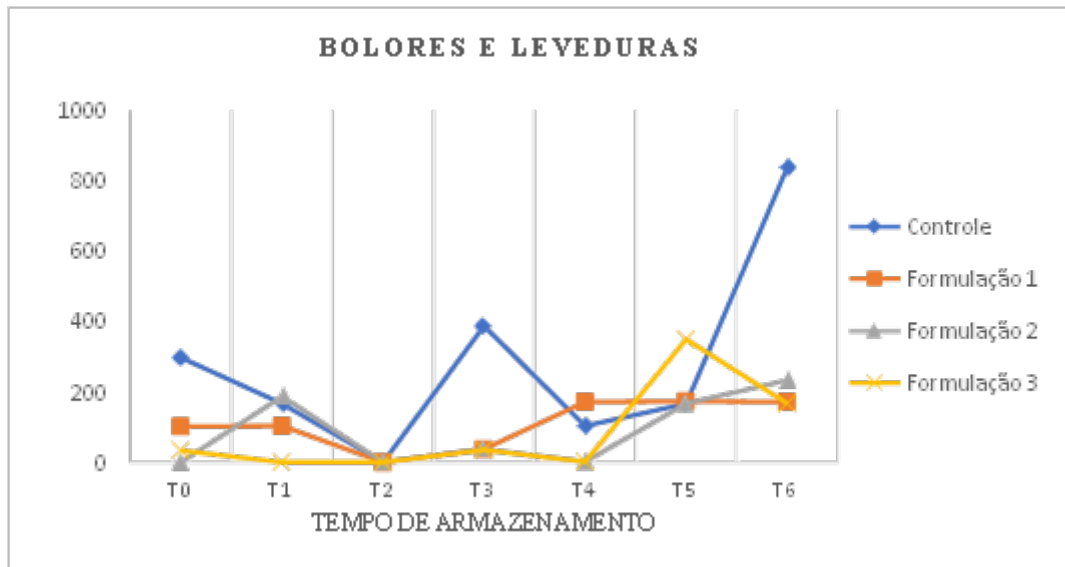
Os valores obtidos, encontram-se de acordo com a RDC nº 12 (BRASIL, 2001), que determina o valor máximo de 5x10² NMP/g para coliformes termotolerantes. Os veículos e meios propícios à contaminação de tomates cereja por coliformes podem ser a água de irrigação, o solo e a manipulação dos frutos durante e após a colheita. Diante disso, os baixos valores obtidos evidenciam a eficácia da aplicação de métodos combinados para o aumento da vida útil dos tomates.

Os tomates cereja se mostraram com ausência de *Staphylococcus spp* e *Salmonella sp.*/25g em todos os tratamentos avaliados tanto com a aplicação dos revestimentos e sem (controle) durante os 30 dias de armazenamento, a partir disso é possível observar a eficiência do controle de higienização, manipulação e dos revestimentos no combate ao crescimento microbiano. Tais resultados determinam que as amostras analisadas estão dentro dos padrões, conforme o limite estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 2001), que preconiza ausência de *Salmonella sp* em 25 g de amostra.

Rodrigues (2015), avaliou biofilmes a base de própolis vermelha em tomate tipo italiano e também verificou a ausência de *Salmonella sp.*/25g em todas as amostras analisadas. Lins (2018), desenvolveu

revestimento a base de amido de inhame, batata doce roxa e mandioca na conservação de tomates e obteve como resultado a ausência de *Staphylococcus* spp. durante todo o período de armazenamento. *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* são frequentemente encontradas em humanos e estão entre os microrganismos mais envolvidos em surtos alimentares no Brasil.

Figura 3. Contagem de bolores e leveduras em função do tempo de armazenamento



Fonte: Autoria Própria (2024)

Na Figura 3, estão expressos os valores obtidos na contagem de colônias de fungos filamentosos e leveduriformes. Os valores variaram durante os 30 dias de armazenamento, tendo o pico de $8,40 \times 10^2$ UFC/g para a amostra controle no T6. A aplicação dos filmes, mostrou-se eficiente na diminuição do desenvolvimento de bolores e leveduras nos frutos, de modo que, ao final do período de análise todas as formulações apresentaram valores menores do que a amostra sem a aplicação de biofilme (controle).

Lins (2018), encontrou valores superiores para a contagem de bolores e leveduras na conservação de tomates com a aplicação revestimentos a base de amido de inhame, batata doceroxa e mandioca. No seu 12º, os valores encontravam-se entre $2,5 \times 10^2$, para a amostra R3 e $1,4 \times 10^4$ para a amostra controle.

Os revestimentos com extrato de própolis apresentaram propriedades antimicrobianas contra microrganismos deteriorantes e patogênicos que permitiu a redução, e impediu a contaminação microbiológica no período dos 30 dias de armazenamento. Não foi encontrada contaminação dos microrganismos, ou seja, demonstraram-se ausentes de *Salmonella* sp./25g e *Staphylococcus* spp (UFC/g), além de baixas concentrações de coliformes a 35°C (NMP/g), coliformes a 45°C (NMP/g), Fungos filamentosos e Leveduras (UFC/g). Todas as amostras mantiveram-se dentro dos padrões microbiológicos que regem a legislação brasileira.

Conclusão

Todos os resultados para as análises microbiológicas realizadas nos frutos revestidos encontraram-se dentro dos valores estabelecidos pela legislação vigente, portanto, os frutos não oferecem danos à saúde humana, estando aptos ao consumo. A formulação 2 apresentou maiores valores de flavonoides, evidenciando a ação do extrato etanoico da própolis vermelha. Os extratos também apresentaram ação antifúngica, visto que as formulações 2 e 3 obtiveram resultados inferiores ao controle na análise de fungos filamentosos e leveduriformes. O uso dos revestimentos comestíveis adicionados de extrato de

própolis vermelha e/ou soro de leite em conjunto com o armazenamento refrigerado, constitui-se uma alternativa promissora e economicamente viável para prolongar a vida útil de tomates cereja, visto que manteve as características do fruto durante o período de 30 dias consecutivos.

Referências

ABREU, C.T.A. Desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha aplicado no revestimento de acerola (*Malpighia emarginata*). 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Programa de Pós Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

APHA. American Public Health Association. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 1. ed. Washington: APHA, p. 369,1992

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº. 62 de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Publicado no Diário Oficial da União de 18 de setembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Instrução. Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA, 2022.

CABRAL, I.S.R.; OLDONI, T.L.C.; PRADO, A.; BEZERRA, R. M. N.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. *Quim. Nova*. XY,1-5. 2009

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev.e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

EMBRAPA. Cultivo do tomate para industrialização. (2012).

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. *Revista Iberoamericana de Polímeros, País Vasco*, v. 9, n. 5, p. 435-451, 2008.

FERREIRA, A. H. Efeito da adição de surfactantes e do ajuste de pH sobre filmes a base de gelatina, triacetina, ácidos graxos e cera de carnaúba e de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo, Ed. Atheneu, 2005.p27-171.

FREITAS, E. C.; BARRETO, E. S.; BARROS, H. E. A.; SILVA, A. C. M.; SILVA, M. V.; processamento e caracterização físico-química de farinhas de resíduos de polpas de frutas congeladas da *Theobroma grandiflorum* e *Fragaria vesca*. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.17, n.4, p.425-432, 2015.

GARRIDO, M.A., LEITE, R.H.L., AROUCHA, E.M.M., SANTOS, F.K.G. Filmes biodegradáveis de gelatina incorporados com argila bentonita ionicamente modificada. *Revista Verde*, v. 16, n.2, abr.-jun, p.182-188, 2021.

LINS, M. S. G. Revestimento a base de amido de inhame, batata doce roxa e mandioca na conservação de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill). Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 56 f. Pombal, PB. 2018.

MACIEL, M. I. S., et al. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). *Revista ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 4, p. 865- 869, 2010.

MEDEIROS, W.P. Levantamento dos estudos com a própolis vermelha produzidas no litoral paraibano. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2020.

MENEZES, K. R. P.; SANTOS, G. C. S.; OLIVEIRA, O. M.; SANCHES, A. G.; CORDEIRO, C. A. M.; OLIVEIRA, A. R. G. Influência dos revestimentos comestíveis na preservação da qualidade pós-colheita de tomate de mesa. *Colloquium Agrariae*, v. 13, n.3, Set-Dez. 2017, p.14-28. 2017.

OLIVEIRA, J. V. S. Estudo dos efeitos neuroprotetores do extrato hidroalcoólico de própolis vermelha em modelos de convulsão induzidos quimicamente em camundongos. 2020. 95 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

OLIVEIRA, J.V.S. estudo dos efeitos neuroprotetores do extrato Hidroalcoólico de própolis vermelha em modelos de Convulsão induzidos quimicamente em camundongos. 2020. 95 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

OLIVEIRA, L. A. Vitamina C, In: *Manual de Laboratório: Análises Físico- químicas de Frutas e Mandioca*. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. p. 219- 235.

RODRIGUES, M. S. A. Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais com ênfase em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Programa de PósGraduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2015. 82 f.

SAKAMOTO, C. A. C. Conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado com o uso de revestimentos comestíveis. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba- MG. 56 f. 2015.

SÃO JOSÉ, J.F.B. Sanitização por ultrassom e agentes químicos no processamento mínimo de hortaliças. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

SILVEIRA, P. T. S. et al. Qualidade pós-colheita do maxixe (*Cucumis anguria* L.) revestido com amido de milho adicionado de extrato de própolis. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 9, n. 2, p. 1888-1899, 2015.

SINGH, R.P.; HELDMAN, D.R. *Introduction to Food Engineering*. Fourth Edition. California. Elsevier, 2009.p.785.

SOLDATELI, F.J., BATISTA, C.B., GODOY, F., MELLO, A.C., SOARES, F.S., BERGMANN, M.D., ETHUR, L.Z. Crescimento e produtividade de cultivares de tomate cereja, cultivadas em substratos orgânicos. (2020). *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215, 16(1), 1-10.

[TACO] - Tabela Brasileira De Composição De Alimentos /NEPA – Unicamp. Campinas: Nepa-Unicamp, 2016.

VANDEKIDEREN, I.; CAMP, J.V.; DEVLIEGHERE, F.; VERAME, K.; DENON, Q.; RAGAERT, P.; DE MEULENAER, B. Effect of decontamination agents on the microbial population, sensorial quality, and nutrient content of grated carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.56, n.14, p. 5723-5731, 2008.

ZHAO, Y.; TU, K.; TU S.; LIU, M.; SU, J.; HOU Y.P. A combination of heat treatment and *Pichia guilliermondii* prevents cherry tomato spoilage by fungi. *International Journal of Food Microbiology*, v.137, n.1, p.106-110, 2010

Recebido em: 03 de agosto de 2024

Aceito em: 06 de abril de 2026