



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

PEDRO HENRIQUE DA SILVA E SILVA

**ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)**

**ARAGUATINS-TO
2024**

PEDRO HENRIQUE DA SILVA E SILVA

**ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado
em Engenharia Agrônômica da Unidade *Campus*
Araguatins do Instituto Federal do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof.^a Dra. Roberta de Freitas Souza
Lobo

ARAGUATINS-TO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S586a Silva, Pedro Henrique da Silva e
Atmosfera modificada na conservação pós-colheita do tomate
(*Solanum lycopersicum* L.) / Pedro Henrique da Silva e Silva. –
ARAGUATINS, TO, 2024.
45 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguatins, ARAGUATINS, TO, 2024.

Orientadora: Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo

1. Revestimentos. 2. Maturação. 3. Vida útil. I. Lobo, Roberta de
Freitas Souza. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO TOMATE**
(*Solanum lycopersicum* L.)

AUTOR: **Pedro Henrique da Silva e Silva**
ORIENTADORA: **Prof.^a Dr.^a Roberta de Freitas Souza Lobo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 09 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Roberta de Freitas Souza Lobo, Servidora**, em 09/08/2024, às 14:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Decio Dias dos Reis, Servidor**, em 09/08/2024, às 14:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Rogerio Pereira Leite, Servidor**, em 09/08/2024, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2460550** e o código CRC **A56FFFB5**.

Dedico este trabalho a Deus pai todo poderoso e fonte inesgotável de misericórdia e sabedoria. Dedico também a minha família, especialmente ao meu pai e minha mãe que não pouparam esforços e sempre motivaram a realização desse trabalho e a construção desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que sem ele nada disso seria possível, Deus foi quem me guiou nos momentos de dificuldade, iluminando meus passos e me mostrando o caminho certo, se hoje esse sonho se realiza foi por sua vontade.

A minha família que sempre esteve presente comigo, especialmente meu pai Valdivino Bernardo da Silva e minha mãe Terezinha Nogueira da Silva, que nunca pouparam esforços para me ajudar a realizar esse sonho, sempre me incentivaram nos momentos de crise e dificuldades, se hoje estou aqui é por vocês, são minha base e minha motivação para continuar sempre, amo vocês.

A minha irmã Ana Beatriz Silva e Silva, por todos os momentos de descontração entre irmãos, pelo apoio nos estudos, por sempre está comigo.

Aos meus companheiros e amigos ao longo desses anos de curso, que dividiram as dificuldades, as horas de estudo, os conhecimentos e experiências de vida. Mas que também proporcionaram momentos de descontração e alegria.

Em especial aos mestres professores que repassaram seus conhecimentos e que espero manter contato e uma boa amizade, Roberta de Freitas, Márcio Rogério, Miguel Camargo, Samuel de Deus e Décio Dias, agradeço por todos os ensinamentos, por compartilharem experiências vividas, e por serem fonte de inspiração profissional. Obrigado por tudo.

“Consagre ao Senhor tudo o que
você faz, e os seus planos serão bem-
sucedidos”. Provérbios 16:3

RESUMO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um fruto que pertence ao gênero *Solanum*, da família Solanaceae, que se destaca economicamente entre as olerícolas. No ano de 2016 a área de tomate cultivada no Brasil alcançou cerca de 64 mil hectares. Por se tratar de um fruto climatérico, a pesquisa pelo melhor revestimento para preservação se torna necessária. Desta forma, objetivou-se testar diferentes coberturas, com a finalidade de se obter o revestimento mais eficaz capaz de prolongar a vida útil de prateleira dos frutos. Foi utilizado para a condução do experimento o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 tratamentos (diferentes coberturas e a testemunha) e 4 épocas de avaliação com 4 repetições, totalizando 80 parcelas experimentais (cada parcela corresponderá a um fruto de tomate). Os tratamentos testados foram: T1 (Testemunha sem revestimento); T2 (Isopor + filme PVC); T3 (Fécula de mandioca na concentração de 8% + 1% Óleo de coco babaçu); T4 (Óleo de coco babaçu na concentração de 100%); T5 (Cera de abelha na concentração de 14%). O experimento durou 14 dias e as avaliações foram feitas em 4 épocas (4, 7, 10 e 14 dias após a aplicação das coberturas). Foram avaliadas as características físicas e químicas dos frutos: variáveis físicas (coloração do fruto e perda de massa fresca) e variáveis químicas (Sólidos Solúveis Totais, Acidez Titulável Total, pH e *Ratio*). Os dados coletados foram submetidos às análises de variância (ANOVA), com significância aferida por meio do teste F. Caso significativo, as médias foram sujeitas ao teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de significância ($p \leq 0,05$). De acordo com os resultados obtidos, os tratamentos T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) e T5 (cera de abelha 14%) demonstraram os melhores resultados para a maioria das variáveis, T5 (cera de abelha 14%) ainda se destaca como tratamento com menor perda de massa fresca. O tratamento T2 (isopor + filme PVC) obteve os piores resultados dentre os demais tratamentos, não sendo uma alternativa eficaz.

Palavras-chave: Revestimento. Maturação. Vida útil.

ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum*) is a fruit that belongs to the genus *Solanum*, of the Solanaceae family, which stands out economically among the vegetable crops. In 2016, the area of tomatoes cultivated in Brazil reached around 64 thousand hectares. As it is a climacteric fruit, research for the best coating for preservation becomes necessary. In this way, the objective was to test different coatings, with the aim of obtaining the most effective coating capable of extending the shelf life of the fruits. The Completely Randomized Design (DIC) was used to conduct the experiment, in a factorial scheme 5 treatments (different coverages and the control) and 4 evaluation times with 4 replications, totaling 80 experimental plots (each plot will correspond to a tomato fruit). The treatments tested were: T1 (Control uncoated); T2 (Styrofoam + PVC film); T3 (Cassava starch at a concentration of 8% + 1% Babassu coconut oil); T4 (Babaçu coconut oil at a concentration of 100%); T5 (Beeswax at a concentration of 14%). The experiment lasted 14 days and evaluations were carried out in 4 periods (4, 7, 10 and 14 days after applying the dressings). The physical and chemical characteristics of the fruits were evaluated: physical variables (fruit color and loss of fresh mass) and chemical variables (Total Soluble Solids, Total Titratable Acidity, pH and Ratio). The collected data were subjected to analysis of variance (ANOVA), with significance measured using the F test. If significant, the means were subjected to the Scott-Knott mean comparison test at 5% significance ($p \leq 0.05$). According to the results obtained, treatments T3 (starch 8% + babassu oil 1%) and T5 (beeswax 14%) demonstrated the best results for most variables, T5 (beeswax 14%) still stands out as a treatment with less loss of fresh mass. Treatment T2 (styrofoam + PVC film) obtained the worst results among the other treatments, not proving to be an effective alternative.

Keywords: Coatings. Maturation. Useful life.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Cultura do Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	12
2.2 Morfologia e características do tomateiro	13
2.3 Exigências edafoclimáticas	14
2.4 Coberturas para preservação pós-colheita	14
2.4.1 Fécula de mandioca.....	15
2.4.2 Óleo de coco babaçu	16
2.4.3 Cera de abelha	18
2.4.4 Filme de PVC.....	18
3 MATERIAL E METÓDOS	20
3.1 Local de execução do experimento	20
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	20
3.3 Condução do experimento.....	20
3.4 Preparo e aplicação das coberturas	22
3.4.1 Filme PVC.....	22
3.4.2 Fécula de mandioca (8%) + (1%) Óleo de coco babaçu.....	22
3.4.3 Óleo de coco babaçu (100%)	23
3.4.4 Cera de abelha (14%).....	24
3.5 Acondicionamento e disposição dos frutos.....	26
3.6 Variáveis analisadas	27
3.6.1 Análises Físicas	27
3.6.2 Análises químicas	28
3.7 Análise estatística.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31

4.1 Coloração da casca	31
4.2 Perda de massa fresca	32
4.3 Sólidos Solúveis Totais (SST).....	34
4.4 Acidez Titulável Total (ATT).....	36
4.5 Relação SST/ATT (<i>Ratio</i>)	37
4.6 pH	38
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um fruto que pertence ao gênero *Solanum*, da família Solanaceae. Ele se destaca economicamente entre as olerícolas e possui uma ampla distribuição geográfica, sendo encontrado em variados habitats e condições ambientais. Além disso, o tomate é altamente aceito em diversas dietas devido ao seu elevado valor nutricional (BARBOSA; DE BARROS; PINHEIRO, 2021).

Tendo disponibilidade o ano todo, variando em volume produzido de acordo com a região produtora e sazonalidade das safras, o tomateiro é cultivado em praticamente todo o território nacional, tendo nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste sua maior produção. Em 2016 a área de tomate cultivada no Brasil alcançou cerca de 64 mil hectares. Destes, cerca de 65% foram destinados para a produção e consumo em natura e 35% ao cultivo industrial (CONAB, 2019).

Se trata de uma cultura exigente em tratamentos culturais, dentre os quais, a irrigação interfere de maneira muito significativa no resultado da produção e qualidade dos frutos colhidos. Apesar de ser perene, seu ciclo de vida é anual, variando de 4 a 7 meses. A primeira colheita geralmente ocorre entre 45 e 55 dias após a floração, dependendo de fatores como cultivar, clima, água, solo e infestações (JUNIOR, 2012; RÁMIREZ *et al.*, 2022).

A excessiva perecibilidade do tomate é um fator preocupante em sua logística, que interfere diretamente na vida de prateleira desses frutos, diante disso, diversos cuidados devem ser tomados na sua conservação pós-colheita, para que seja possível aumentar sua durabilidade nas prateleiras. Essa realidade se dá pela fragilidade dos seus tecidos e manutenção de sua atividade metabólica, que em conjunto colaboram para que esse processo ocorra de forma natural e rápida (DAMASCENO *et al.*, 2003).

Na pós-colheita deve-se tomar alguns cuidados e utilizar tecnologias assim como na fase de produção, e a falta dessas tecnologias e cuidados podem ocasionar perdas quantitativas e qualitativas irreversíveis nessa etapa. O aumento do tempo de prateleira do tomate pode ser prolongado através da colheita dos frutos firmes, entretanto, é necessário que o ponto de maturação atenda às exigências do consumidor quanto aos seus atributos sensoriais. Diante desse fato, os revestimentos comestíveis contribuem para a melhoria da aparência dos frutos aumentando significativamente sua aceitação pelos consumidores (OLIVEIRA, 2010).

Dentre as técnicas de coberturas mais utilizadas para preservação pós-colheita, tem-se as comestíveis, filmes plásticos, e as de ceras naturais. As coberturas comestíveis são feitas de materiais naturais, como proteínas, lipídeos, polissacarídeos e suas combinações. Trabalharão formando uma barreira semipermeável ao redor do tomate, reduzindo a perda de água e a absorção de oxigênio, o que ajuda a retardar a maturação e a degradação dos frutos (ASSIS; BRITTO, 2014).

Diante da necessidade de se obter um maior tempo de vida útil possível dos frutos e hortaliças que são produzidos no campo até a chegada nas prateleiras, a pesquisa pelo melhor revestimento para preservação se torna necessária. Desta forma, objetivou-se testar diferentes coberturas nos frutos de tomate, com a finalidade de se obter o revestimento mais eficaz capaz de prolongar a vida útil de prateleira do produto, mantendo a qualidade dos frutos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do Tomate (*Solanum lycopersicum*)

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma planta originária da região andina da América do Sul, sendo domesticada no México. No século XVI, foi introduzida na Europa e posteriormente disseminada pelo mundo, embora seu consumo generalizado tenha ocorrido apenas no século XIX. Pertencente à família Solanaceae, que é economicamente importante devido ao amplo comércio de suas variedades vegetais, como berinjela, pimentão, batata e tabaco, o tomateiro é uma planta herbácea de caule flexível (RÁMIREZ *et al.*, 2022).

Os tomates apresentam grande variedade quando a coloração da casca, sendo de vermelha à verdes e roxa, e formas redondas, oblongas, achatadas e mini tomates. Atualmente, os tomates com destinação ao consumo in natura são divididos em quatro grupos, classificados como de mesa: a) Cereja: frutos pequenos, em pencas, formato periforme e cor avermelhada a amarela; b) Santa Cruz: mais conhecidos, de menor preço e maior teor de acidez; c) Italiano: frutos compridos, polpa espessa e coloração intensa; e d) Salada: de formato globular achatado, chegando a até 500 gramas, pouco ácido (CONAB, 2019).

No Brasil, a tomaticultura tem dois segmentos, tomate para processamento industrial e tomate para mesa. Aqueles destinados à industrialização possuem um hábito de crescimento rasteiro, sem tutoramento e crescimento determinado. Já os de mesa, são usualmente tutorados e de crescimento indeterminado ou semideterminado (EMBRAPA, 2019).

Quanto ao crescimento, o indeterminado é encontrado na maioria das variedades de mesa, que requerem poda e tutoramento devido ao seu crescimento vertical de até 2,5 metros; e determinado, predominante em culturas rasteiras para uso agroindustrial, com hastes mais curtas e crescimento vegetativo menos vigoroso (DE LIMA *et al.*, 2020).

2.2 Morfologia e características do tomateiro

As folhas, helicoidalmente dispostas, são ovaladas a oblongas e cobertas de pelos glandulares. As flores, agrupadas em cachos, são bissexuais e produzem frutos do tipo baga carnosa, variando em tamanho de 2 a 15 cm de diâmetro. Quando maduros, esses frutos podem ser amarelos, alaranjados ou vermelhos, dependendo da cultivar. As sementes, de cor castanho-clara e formato variável entre rim e pêra, são pilosas e medem entre 3 a 5 mm de comprimento e 2 a 4 mm de largura. O sistema radicular é vigoroso e pode atingir mais de 50 cm de profundidade, com numerosas raízes laterais e adventícias (DA SILVA *et al.*, 2024).

Segundo Filgueira (2008), as cultivares de tomate são classificadas comercialmente com base nas características dos frutos e das plantas, dividindo-se em cinco grupos distintos, sendo os primeiros quatro destinados ao consumo direto e o último para uso agroindustrial. O grupo Santa Cruz é reconhecido por seus frutos alongados, com 2 a 3 compartimentos, pesando entre 160 e 200 g. As plantas deste grupo tendem a ser altas, com crescimento indeterminado, alcançando mais de 2 m de altura.

Se trata de uma cultura com elevada exigência em tratamentos culturais, dentre os quais, a irrigação interfere de maneira muito significativa no resultado da produção e qualidade dos frutos colhidos (JUNIOR, 2012). Apesar de ser perene, seu ciclo de vida é anual, variando de 4 a 7 meses. A primeira colheita geralmente ocorre entre 45 e 55 dias após a floração, dependendo de fatores como cultivar, clima, água, solo e infestações (RÁMIREZ *et al.*, 2022).

O alto teor de água presente no tomate o torna altamente suscetível a perdas pós-colheita. Frutos excessivamente maduros são facilmente danificados e começam o processo de deterioração rapidamente. Assim, a primeira medida para prevenir e reduzir danos pós-colheita é colher no momento apropriado. O tomate pode ser colhido no estágio conhecido como "verde maduro", quando a casca muda de verde escuro para verde claro, e no estágio "breaker", onde 20% do fruto mostra coloração avermelhada. A atenção ao ponto de colheita em ambos os casos é crucial para alcançar a coloração vermelha ideal (RODRIGUES, 2015).

Durante uma fase específica de seu ciclo de vida, o tomate, classificado como um fruto climatérico, experimenta um aumento acentuado na atividade respiratória, seguido por um rápido processo de amadurecimento que ocorre tanto na planta quanto fora dela, se colhido completamente maduro fisiologicamente. Esse estágio,

conhecido como climatério, marca o período em que a produção autocatalítica de etileno desencadeia uma série de transformações, incluindo um aumento na atividade respiratória que marca o fim do desenvolvimento e o início da fase de senescência, durante a qual o fruto começa a amolecer e adquirir a cor vermelha característica (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.3 Exigências edafoclimáticas

Originário de regiões de clima ameno e seco, mas com ampla faixa de adaptação climática, com preferência para aqueles predominantemente subtropical ou temperado. Variações de 6 a 8°C entre dia e noite são desejáveis para o bom desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. De modo que a faixa ótima situa-se entre 21 e 28°C durante o dia, e 15 a 20°C durante a noite (EMBRAPA, 2019).

O déficit hídrico prolongado acarreta na queda de botões florais e racha dos frutos. De maneira contrária, em situações de fortes chuvas e alta humidade, a proliferação de fungos e apodrecimento de frutos tende a crescer fortemente. Altas temperaturas podem acarretar em anomalias fisiológicas e características ruins no pós-colheita e nutricionais, com coloração menos intensa e baixos teores de sólidos solúveis (EMBRAPA, 2019; NAIKA *et al.*, 2006).

A cultura do tomate exige solos com elevados níveis nutricionais, respondendo com alta conversão, podendo alcançar 190 a 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 30 a 70 kg ha⁻¹ de fósforo e 200 a 350 kg ha⁻¹ de potássio. Acumulando também grandes quantidades de cálcio, magnésio e enxofre (EMBRAPA, 2019).

2.4 Coberturas para preservação pós-colheita

Dentre as técnicas de coberturas mais utilizadas para preservação pós-colheita, tem-se as comestíveis, filmes plásticos, e as de ceras naturais. As coberturas comestíveis são feitas de materiais naturais, como proteínas, lipídeos, polissacarídeos e suas combinações. Esses materiais formam uma barreira semipermeável ao redor do tomate, reduzindo a perda de água e a absorção de oxigênio, o que ajuda a retardar a maturação e a degradação dos frutos (ASSIS; BRITTO, 2014).

Exemplos de coberturas comestíveis incluem aquelas à base de quitosana, amido e alginato. Além de serem biodegradáveis, essas coberturas podem ser enriquecidas com compostos antimicrobianos e antioxidantes para aumentar ainda mais a vida útil dos tomates (ASSIS; BRITTO, 2014).

Os filmes plásticos, como o polietileno de baixa densidade (PEBD) e o polipropileno (PP), são amplamente utilizados devido à sua capacidade de criar uma atmosfera modificada ao redor dos tomates, reduzindo a taxa de respiração e a perda de umidade. Esses filmes são eficazes para prolongar a vida de prateleira dos tomates, mas apresentam desafios ambientais devido ao seu impacto negativo se não forem adequadamente descartados ou reciclados (OLIVEIRA, 2022).

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no interesse por materiais biodegradáveis como resposta para mitigar o impacto ambiental, especialmente considerando a crescente demanda por alimentos seguros. Polissacarídeos, proteínas, lipídeos e seus derivados têm surgido como alternativas promissoras aos tradicionais filmes sintéticos e ceras (CARNEIRO 2019).

As ceras naturais (como a cera de carnaúba e a cera de abelha) e as sintéticas são aplicadas nos tomates para criar uma camada protetora que reduz a transpiração e melhora a aparência dos frutos. As ceras ajudam a manter a firmeza e a cor dos tomates, sendo amplamente usadas em escala comercial. No entanto, a escolha da cera e sua aplicação precisam ser cuidadosamente controladas para evitar a obstrução dos estômatos, o que poderia prejudicar a respiração dos frutos (CHIUMARELLI; FERREIRA, 2004).

Segundo Santos *et al.* (2018), os revestimentos comestíveis são definidos como películas aplicadas sobre a superfície de alimentos, geralmente com a finalidade de protegê-los contra influências ambientais, prolongando sua vida útil e preservando sua qualidade.

2.4.1 Fécula de mandioca

De acordo com informações da Embrapa, a fécula, conhecida também como goma, amido ou polvilho doce, é um pó de coloração branca, sem aroma ou sabor distintos, altamente versátil, com mais de 800 aplicações diferentes. Sua principal uti-

lização está na indústria, com destaque para setores como têxtil, papel, adesivos, tintas, produtos cárneos processados, fabricação de cerveja e na produção de alimentos. Além disso, essa substância é amplamente empregada na indústria petrolífera, onde é utilizada em brocas de perfuração de poços, e desempenha um papel importante na produção de embalagens biodegradáveis, substituindo materiais derivados do petróleo (FERREIRA, 2023).

O amido ou fécula de mandioca é um polímero natural proveniente de fontes renováveis, comum, e de baixo custo, apresentando comportamento termoplástico e alto peso molecular. Sua composição é principalmente constituída por cadeias de amilose lineares e amilopectina ramificada, com proporções variáveis dependendo da fonte vegetal. As propriedades relacionadas à formação de filmes, barreira e resistência mecânica estão intimamente ligadas à proporção de amilose e amilopectina, sendo que, geralmente, um aumento na quantidade de amilose resulta em melhorias nessas características (MENDES *et al.*, 2016).

A mandioca é uma importante fonte de amido, especialmente no Brasil, o segundo maior produtor mundial. A fécula de mandioca é valorizada por sua transparência, baixa temperatura de gelatinização e notável estabilidade ao gel. No entanto, os filmes produzidos a partir da fécula enfrentam desafios tecnológicos devido à sua natureza hidrofílica e fragilidade, o que resulta em materiais com baixa resistência à umidade e alta sensibilidade à água, limitando sua aplicação como embalagem alternativa (FAKHOURI *et al.*, 2015).

Para superar ou minimizar essas desvantagens, o amido pode ser combinado com outros polímeros, tanto sintéticos quanto naturais. Além disso, o amido pode ser modificado amplamente por métodos físicos, químicos ou enzimáticos, incluindo tratamento ácido, reação de reticulação, oxidação e esterificação, a fim de melhorar suas propriedades e ampliar suas aplicações industriais (FAKHOURI *et al.*, 2015).

2.4.2 Óleo de coco babaçu

A *Attalea speciosa*, popularmente conhecida como palmeira de babaçu, desempenha um papel crucial como fonte de renda, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, com destaque para os estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. Os babaçuais ocupam uma área de aproximadamente 196 mil km² do território brasileiro

(CARRAZZA; CRUZ; SILVA, 2012), devido à abundância dessas palmeiras e dos produtos derivados delas.

O babaçu (*Attalea* ssp.) é uma palmeira amplamente distribuída pela Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, ocorrendo naturalmente em vários estados. Entre suas diversas espécies, destacam-se a *Attalea phalerata* e a *Attalea speciosa*. Concentrado principalmente nos estados do Maranhão, Tocantins e Piauí, na região conhecida como Mata dos Cocais (uma transição entre Caatinga, Cerrado e Amazônia), o babaçu é predominantemente encontrado em formações chamadas de babaçuais, que abrangem aproximadamente 196 mil km² do território brasileiro (CARRAZZA; ÁVILA; SILVA, 2012).

O coco possui uma composição diversificada, o que possibilita a extração de vários subprodutos, incluindo amêndoa (7,2%), endocarpo (72,9%), epicarpo (10,9%) e mesocarpo (8,9%). Apesar de a amêndoa representar uma parte menor do coco, ela é o principal componente explorado (GUEDES *et al.*, 2015).

A composição química do óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) é caracterizada por uma variedade de ácidos graxos, incluindo caprílico (6,8%), cáprico (6,3%), láurico (41%), mirístico (16,2%), palmítico (9,4%), esteárico (3,4%), oleico (14,2%) e linoleico (2,5%). Esse óleo, representando cerca de 65% do peso da amêndoa, é reconhecido como um dos maiores recursos oleíferos naturais do mundo, tendo diversas aplicações, como na fabricação de sabão, glicerina, óleo comestível, cosméticos, torta para ração animal, entre outros. Além disso, sua composição química, especialmente com seu alto teor de ácido láurico (41%), é conhecida por seus benefícios para a saúde humana (BARBOSA, 2012; CARVALHO, 2007).

O óleo de coco tem demonstrado ser um aliado eficaz na conservação de frutas, retardando sua maturação e mantendo a coloração da casca por um período prolongado. Estudos realizados por Abreu (2017) e Lucena *et al.*, (2014) destacam que a aplicação de óleo de coco pode prolongar a durabilidade dos frutos, especialmente aqueles com casca verde, por até 14 a 15 dias, sem afetar significativamente sua massa fresca. Essa capacidade de retardar a maturação é particularmente valiosa para frutas que são colhidas antes de atingirem seu pleno amadurecimento, permitindo assim uma extensão do tempo de armazenamento e comercialização.

Além de sua influência na conservação pós-colheita, o óleo de coco também pode desempenhar um papel importante na proteção das frutas contra danos físicos e microbiológicos. Estudos indicam que a aplicação de óleo de coco na superfície dos

frutos pode criar uma barreira protetora, reduzindo a incidência de patógenos e minimizando a perda de água, o que contribui para a manutenção da qualidade e frescor durante o armazenamento e transporte (SILVA *et al.*, 2019; OLIVEIRA, 2016).

2.4.3 Cera de abelha

A cera de abelha, devido à sua natureza rígida e quebradiça, requer a combinação com outros compostos para ser aplicada em frutas, visando maior eficácia do revestimento comestível e a adição de características específicas às substâncias (GALLUS; KADZINSKA, 2015).

Sinha *et al.*, (2022) investigaram o revestimento exclusivo com cera de abelha. As substâncias frequentemente utilizadas para compor o revestimento junto à cera de abelha incluem ácido esteárico, hidroxipropilmetilcelulose, glicerol ou glicerina, ácido oleico, trietanolamina e ácido salicílico.

O ácido esteárico, por exemplo, atua como emulsificante, proporcionando menor permeabilidade ao vapor d'água e formando filmes mais homogêneos, melhorando as propriedades de barreira do revestimento. Já a hidroxipropilmetilcelulose é um éter de celulose hidrofílico, sem sabor ou odor, transparente e estável, que desempenha funções de formação de filme, estabilização e espessamento (SINHA *et al.*, 2022).

Os revestimentos comestíveis que têm como base os lipídios, como a cera de abelha, demonstram uma afinidade reduzida com a água. Isso justifica a baixa permeabilidade ao vapor de água observada nas ceras (VARGAS *et al.*, 2008).

2.4.4 Filme de PVC

O uso de embalagens de caráter plástico diminui as taxas respiratórias, de transpiração, o crescimento microbiano e outras reações metabólicas que estão associadas ao amadurecimento e degradação dos frutos. Tal fato ocorre devido a criação eficaz de uma micro atmosfera modificada ao redor do produto (YAMASHITA *et al.*, 2001 apud BATISTA *et al.*, 2007).

Utiliza-se o cloreto de polivinil (PVC) como ferramenta de maior permeabilidade ao vapor de água e aos gases CO₂ e O₂, quando comparado a outros tipos de plásticos filmes. Este, por ser de relativo baixo custo e alta eficiência, é utilizado frequentemente em associação ao armazenamento refrigerado (BATISTA *et al.*, 2007).

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 Local de execução do experimento

O experimento foi conduzido no laboratório de microscopia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, sala 20 no bloco D, sendo monitorado o controle de temperatura e umidade, na cidade de Araguatins – TO, região de transição Cerrado-Amazônia, com coordenadas geográficas de latitude 05° 38' 32" S e longitude 48° 04' 13" W. e altitude de 122 metros com relação ao nível do mar.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado para a condução do experimento o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 tratamentos (diferentes coberturas e a testemunha) e 4 épocas de avaliação com 4 repetições, totalizando 80 parcelas experimentais (cada parcela corresponderá a um fruto de tomate). Os tratamentos testados foram:

T1: Testemunha (sem revestimento);

T2: Isopor + filme PVC;

T3: Fécula de mandioca (8%) + (1%) Óleo de coco babaçu;

T4: Óleo de coco babaçu (100%);

T5: Cera de abelha (14%).

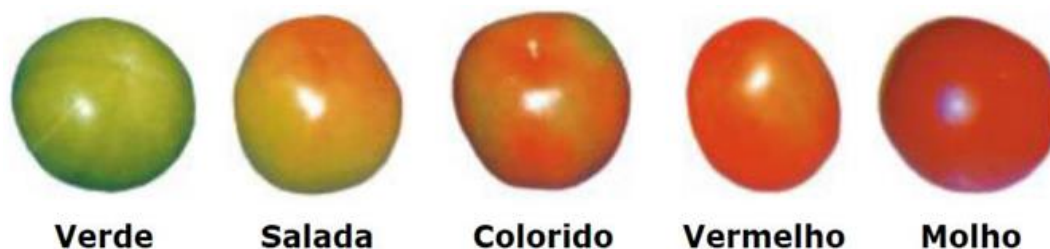
O experimento durou 14 dias e as avaliações foram feitas em 4 épocas (4, 7, 10 e 14 dias após a aplicação das coberturas).

3.3 Condução do experimento

Os frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) da variedade Gyottone híbrido longa vida do grupo saladete ("Italiano"), foram adquiridos em um hortifruti da cidade de Araguatins-TO no dia 23 de maio de 2024, os frutos selecionados se encontravam em estágio de maturação verde, conforme escala de classificação da FAEP (s.d)

(Figura 1). Logo após os frutos foram levados para sala de realização do experimento localizada no IFTO- *Campus Araguatins*.

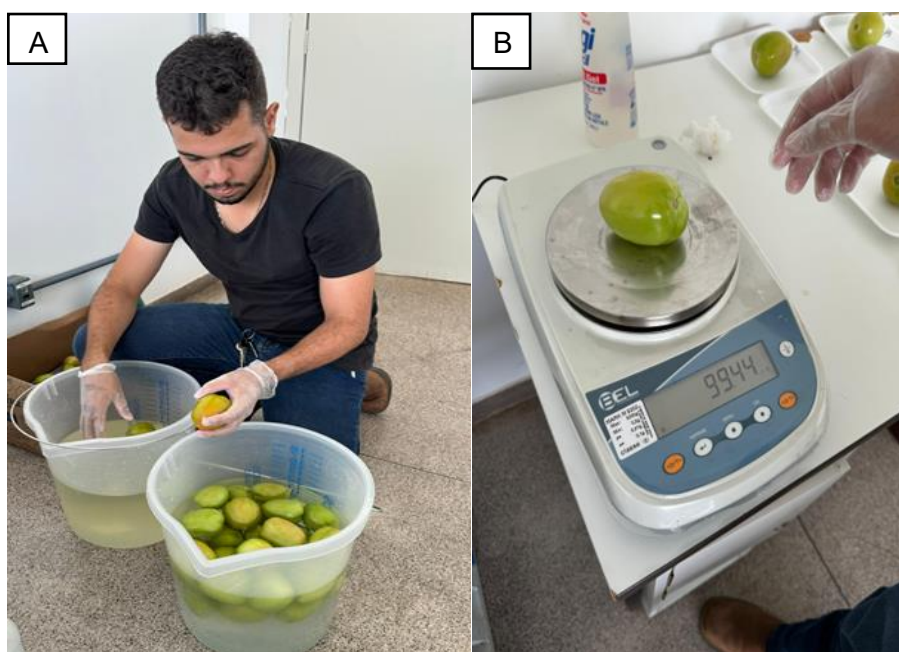
Figura 1. Classificação de acordo com a coloração do tomate.



Fonte: FAEP (s.d).

Os tomates foram imersos em água com hipoclorito de sódio por 3 minutos, em solução com concentração de 0,5% de hipoclorito de sódio e lavados com água destilada antes da aplicação dos revestimentos (Figura 2), os frutos com lesões aparentes foram descartados. Após lavados, foi feito o sorteio das parcelas experimentais e os frutos selecionados foram secos com papel toalha e pesados para obtenção da massa fresca inicial.

Figura 2. Sanitização e lavagem dos tomates (A), pesagem dos frutos para obtenção de massa fresca inicial (B).



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

3.4 Preparo e aplicação das coberturas

As coberturas foram preparadas no laboratório de microbiologia do IFTO – *Campus Araguatins*, com o auxílio da técnica responsável, após o preparo os revestimentos foram levados para a sala de condução do experimento para que pudesse ser feito o revestimento dos frutos. Os tomates de todos os tratamentos foram colocados em bandejas de isopor para melhor acomodação dos frutos durante o experimento.

3.4.1 Filme PVC

Para o tratamento com filme PVC foi utilizado um fruto por bandeja de isopor, foram dadas duas voltas ao redor da bandeja para que o tomate não tivesse interação com o ambiente externo (Figura 3).

Figura 3. Revestimento com Filme PVC.



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

3.4.2 Fécula de mandioca (8%) + (1%) Óleo de coco babaçu

Para o preparo da película de fécula de mandioca foi diluído 80 gramas (8%) de fécula da marca Amafil® em um Becker com 1 litro de água destilada, logo após a diluição o Becker foi levado para aquecimento na chapa até 60°C, até apresentar características de geleificação. Em seguida, foram adicionadas 10 ml (1%) de óleo de coco babaçu da marca Leve®, misturado bem e levado de volta para a chapa aquecedora, até atingir 70°C e completa homogeneização, restando apenas micro gotículas de óleo dispersos no amido (ROCHA, 2020).

Depois do preparo e resfriamento, os tomates receberam o revestimento da película até ficarem uniformemente cobertos (Figura 4).

Figura 4. Preparo e aplicação do revestimento de fécula de mandioca (8%) + (1%) Óleo de coco babaçu.



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

3.4.3 Óleo de coco babaçu (100%)

Para esse tratamento foi aplicado o óleo de coco babaçu refinado puro, da marca Leve®, produzido em Caxias (MA). Foram adicionados cerca de 100 ml do produto dentro de um Becker, com o auxílio de luvas os tomates foram mergulhados

no óleo até que toda sua superfície tivesse recoberta uniformemente (Figura 5), foi possível observar a eficácia da aplicação através do brilho nos frutos.

Figura 5. Aplicação do revestimento de óleo de coco babaçu (100%).



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

3.4.4 Cera de abelha (14%)

Para o preparo da cera de abelha na concentração de 14% foi usado como base o trabalho de Weber *et al.* (2011), com alterações nas quantidades, para se adequar a proporção utilizada. Para o preparo da cera em uma balança semi-analítica foram pesadas 140 gramas de cera de abelha, que posteriormente foram colocadas em um Becker de 1000 ml e levada para Banho-Maria à 80°C até o seu total derretimento (Figura 6). Após liquidação da cera foi adicionado o óleo de coco saponificado.

Para saponificação do óleo de coco: na chapa aquecedora em um Becker, mistura-se 60 ml de óleo de coco extra virgem e 60 ml de álcool 50%, levando para aquecimento até chegar à 50°C. Depois de aquecido, fora da chapa aquecedora foi adicionado 10 g de hidróxido de sódio (PA - microperolas) e levado novamente na

chapa aquecedora à 50°C por 20 minutos (Figura 6), ou até que houvesse a saponificação total da substância.

Figura 6. Derretimento da cera de abelha em banho-maria (A), saponificação do óleo de coco (B).



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

Dessa forma, para o preparo da emulsão de cera de abelha, adicionou-se na cera derretida água destilada até completar 1 litro, deixou solubilizar, logo após incorporou-se o saponificante elevando a temperatura do banho-maria para 100°C, até que o líquido solubilizasse totalmente e se tornasse homogêneo. Em seguida, o revestimento foi aplicado nos tomates, os frutos foram imersos no revestimento até que estivessem com sua superfície completamente coberta (Figura 7).

Figura 7. Aplicação do revestimento de cera de abelha.



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

3.5 Acondicionamento e disposição dos frutos

Após todos os frutos receberem suas devidas coberturas, foram colocados em bandejas de isopor e distribuídos em cima de duas mesas conforme o sorteio realizado, todas as unidades experimentais foram identificadas de acordo com o tratamento, época de análise e repetição (Figura 8). Os frutos ficaram acondicionados em sala climatizada e fechada, com uma temperatura média de 23°C.

Figura 8. Disposição dos tomates após recebem suas devidas coberturas.



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

3.6 Variáveis analisadas

Foram analisadas as características físicas e químicas dos frutos, variáveis físicas (coloração do fruto e perda de massa fresca) e variáveis químicas (Sólidos Solúveis Totais, Acidez Titulável Total, pH e *Ratio*).

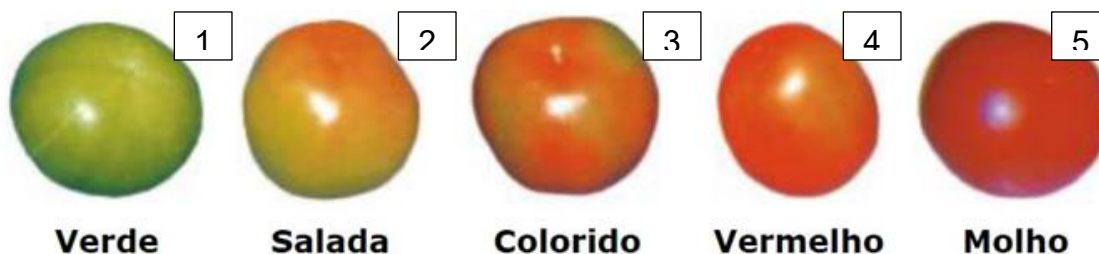
3.6.1 Análises Físicas

a) Coloração do fruto

Para a variável coloração do fruto, a epiderme foi avaliada visualmente de acordo com os Padrões de Classificação do Tomate da Federação da Agricultura do

Estado do Paraná (FAEP, s.d), em que as cores variam em uma escala de 1 a 5, sendo respectivamente verde, salada, colorido, vermelho e molho, conforme a (Figura 9).

Figura 9. Classificação de acordo com a coloração da epiderme do tomate.



Fonte: Adaptado de FAEP (s.d).

b) Perda de massa fresca

Para a variável perda de massa fresca utilizou-se uma balança semi-analítica para a pesagem dos frutos ao longo do experimento, é possível conseguir a perda de massa fresca a partir da diferença do peso inicial, no tempo zero, e o peso final durante a época de avaliação em análise. Para a expressão em porcentagem utilizou-se a seguinte fórmula (SOUZA et al., 2024):

$$PM = \{(MI - MF) \div MI\} * 100$$

Em que:

PM = Perda de massa fresca (%)

MI = Massa fresca inicial (g)

MF = Massa fresca final (g)

3.6.2 Análises químicas

a) pH

Para a análise de pH triturou-se o tomate em um liquidificador até se obter um extrato homogêneo do fruto, em seguida, o líquido foi colocado em copo descartável no qual foi inserido diretamente o eletrodo do pHmetro (potenciômetro) digital

previamente calibrado com soluções padrões de pH 7,0 e 4,0 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

b) Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para a obtenção dos teores de SST, foi utilizado um refratômetro digital que possui faixa de marcação de 0 a 32 °Brix, a 20 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Com o auxílio de uma pipeta plástica, foram utilizadas cerca de 3 gotas do suco extraído da trituração dos frutos para a leitura do Brix.

c) Acidez Titulável Total (ATT)

A determinação da acidez titulável em ácido orgânico, expressa em gramas de ácido orgânico por cento, é realizada considerando o ácido predominante na amostra analisada. Para isso, foram retiradas duas amostras do suco de cada tomate de 10 ml cada, que foram transferidas para dois frascos Erlenmeyer de 250 ml. Em seguida, adicionou-se 90 ml de água destilada a cada frasco, que foram devidamente identificados com a numeração da amostra seguida das letras 'a' e 'b'.

Para cada fruto, foram feitas duas titulações para posteriormente calcular a média. Utilizou-se uma bureta de 50 ml completada, contendo solução de hidróxido de sódio 0,1 M, e como indicador, foi utilizada 3 gotas de solução de fenolftaleína. A titulação foi realizada com agitação até que a solução atingisse uma leve mudança na coloração, constante por 30 segundos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Calculou-se a acidez titulável em gramas de ácido cítrico por cento, através da seguinte fórmula (SPOTO, 2023):

$$ATT = (V \cdot F_s \cdot F_a \cdot 100) \div P \cdot C$$

Em que:

ATT = acidez titulável em ácido cítrico por cento m/m ou m/v

V = volume da solução de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação em ml

F_s = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

F_a = fator de correção do ácido cítrico

P = massa da amostra em g ou volume em ml

C = fator de correção da soda em normalidade

d) Relação SST/ATT – Ratio

A relação entre os valores de sólidos solúveis totais e acidez titulável total, expressa em ácido cítrico, é utilizada como um indicador do grau de maturação das frutas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008):

$$\text{Ratio} = \text{°Brix} \div \text{Acidez titulável total em ácido cítrico}$$

3.7 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos às análises de variância (ANOVA), com significância aferida por meio do teste F. Caso significativo, as médias foram sujeitas ao teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de significância ($p \leq 0,05$).

A realização das análises foi através do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014). Exceto a variável coloração de casca, que foi analisada utilizando-se o critério de notas para a coloração da casca. Foram calculadas as médias aritméticas das notas de cada tratamento e transcritas em gráfico no programa Microsoft Excel.

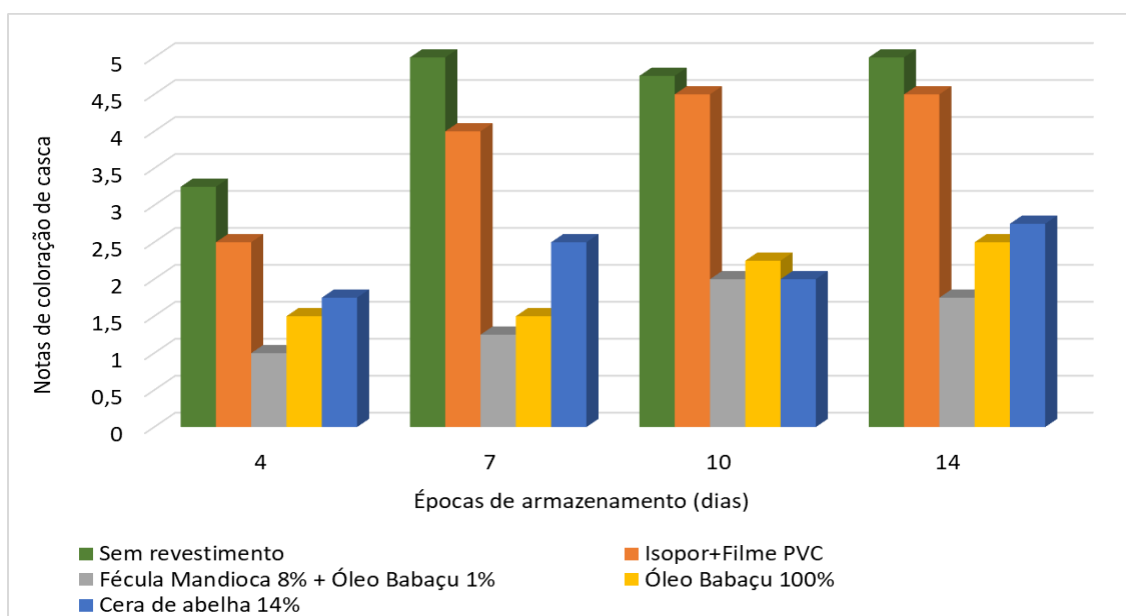
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável Sólidos Solúveis Totais (SST), só houve variação a 5% de probabilidade para a fonte de variação épocas, já para as variáveis Acidez Titulável Total (ATT) e *ratio* a variação foi somente para a fonte de variação tratamentos de forma isolada. Para o pH só houve significância a 5% para as fontes de variação isoladas, tratamentos e épocas. Dessa forma, não teve diferença significativa para interação entre tratamentos e épocas. Somente a variável perda de massa fresca foi significativa para todas as fontes de variação, inclusive para interação.

4.1 Coloração da casca

Em relação a coloração da epiderme dos tomates (gráfico 1), o tratamento T2 (isopor + filme PVC) foi o pior quando comparado com T1 (testemunha).

Gráfico 1. Distribuição de notas para coloração da epiderme de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L), de acordo com os Padrões de Classificação do Tomate da Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP, s.d), em que as cores variam em uma escala de 1 a 5, dentro dos tratamentos para todas as quatro épocas, armazenados em sala fechada com temperatura de 23 °C. Considerando: 1) Verde; 2) salada; 3) colorido; 4) vermelho; 5) molho.



Fonte: Pedro Henrique da Silva e Silva, 2024.

Os tratamentos T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%), T4 (óleo de coco babaçu 100%) e T5 (cera de abelha 14%) foram os que mais se destacaram respectivamente em relação a coloração da casca quando comparados com a testemunha, retardando o amadurecimento dos frutos e prolongando sua vida útil de prateleira. O tratamento T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) foi quem mais se destacou em todas as épocas de avaliação.

Ao comparar o início das avaliações 4 DAT (dias após tratamento) com o final do experimento 14 DAT, fica evidente a ineficácia do tratamento T2 (isopor + filme PVC) em segurar o amadurecimento dos frutos, comportando-se como T1 (testemunha) com médias de nota na coloração entre 4 (vermelho) e 5 (molho) ao fim do experimento. Já os tratamentos T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%), T4 (óleo de coco babaçu 100%) e T5 (cera de abelha 14%) aos 14 DAT evidenciaram uma boa eficiência em retardar o amadurecimento dos tomates, mantendo as médias de coloração entre 2 (salada) e 3 (colorido).

Trabalhos como de Rocha (2020), traz resultados significativamente diferente entre o tratamento controle e o tratamento em que se utilizou 6% de fécula de mandioca + 1% de óleo de coco babaçu, evidenciando os resultados positivos de se utilizar as coberturas biodegradáveis.

Abreu (2017), em sua avaliação sobre os efeitos de revestimentos alternativos para a conservação pós-colheita de banana 'Mysore', concluiu que coberturas à base de óleo de coco babaçu nas concentrações 4% e 8% são capazes de atrasar a maturação dos frutos por até 15 dias, mantendo a coloração da casca dos frutos verdes por mais tempo.

4.2 Perda de massa fresca

A variável perda de massa fresca (PMF) de acordo com a Tabela 1, teve interação entre tratamentos e épocas a 5% de probabilidade, assim como para as variáveis tratamentos e épocas isoladamente.

A perda de massa fresca dos frutos está diretamente relacionada ao seu processo respiratório. Portanto, controlar a respiração é fundamental para prolongar a vida útil dos frutos. A perda de carbono e água resultante da respiração natural do fruto afeta diretamente na sua perda de massa fresca, o que diminui seu valor

comercial, visto que o preço pago pelo fruto é proporcional ao seu peso (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tabela 1. Valores para perda de massa fresca (%) em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L), armazenados durante 14 dias com temperatura média de 23 °C.

Tratamentos	Dias após aplicação dos tratamentos				
	4	7	10	14	Média
T1- Testemunha	2,23 bA	2,33 aA	4,61 bB	5,96 cC	3,78 b
T2- Isopor + Filme PVC	1,83 bA	3,09 aB	4,27 bC	4,95 bC	3,53b
T3- Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (1%)	0,49 aA	2,55 aB	3,39 aB	5,92 cC	3,09 a
T4- Óleo de coco babaçu (100%)	3,56 cA	4,54 bA	6,55 cB	7,13 dB	5,44 c
T5- Cera de abelha (14%)	1,93 bA	2,83 aA	3,42 aB	3,81 aB	3,00 a
Média	2,00 A	3,07 B	4,47C	5,55 D	
Coeficiente de Variação (%)	18,31				

Médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), para interação entre revestimentos e épocas. Médias sem letras não diferem entre si significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para a PMF aos 4 DAT (dias após o tratamento), o tratamento T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) se destacou em relação aos demais com a menor perda de massa entre todos (0,49%), já o tratamento T4 (óleo de coco babaçu 100%) obteve a maior perda de massa (3,56%) e se manteve assim até o termino do experimento.

A PMF no tratamento T5 (cera de abelha 14%) se manteve constante até 7 DAT, diferente do T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) que demonstrou uma perda de massa considerável em relação a primeira avaliação. Aos 10 DAT e 14 DAT o tratamento T5 (cera de abelha 14%) se manteve com uma PMF constante, o mesmo não ocorreu com o T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) que se igualou a T1 (testemunha) aos 14 DAT.

Os tratamentos T5 (cera de abelha 14%) e T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) foram os que mais se destacaram em relação a variável perda de massa fresca, obtendo as menores porcentagens de PMF na média entre todos os tratamentos

(3,00%) e (3,09%) respectivamente, porém o T5 (cera de abelha 14%) ainda ganha destaque por manter a PMF constante até os 7 DAT. O tratamento que menos se destacou foi o T4 (óleo de coco babaçu 100%) obtendo as piores porcentagens em relação a perda de massa (5,44%), sendo pior até que T1 (testemunha) que teve PMF de (3,78%).

O trabalho de Weber et al. (2011), indica que os revestimentos que recebem a cera trabalham na redução de perda de água, reduzindo perdas por murchamento dos frutos e aumentando a vida de prateleira.

Levando em consideração os resultados do experimento, nota-se que o óleo de coco babaçu na concentração 100% não demonstrou ser eficaz para a variável PMF quando comparado com resultados obtidos por Rocha (2020), o tratamento com concentração de 6 % de óleo de coco babaçu teve menor PMF para tomates na primeira avaliação do que os demais tratamentos.

4.3 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Como expresso na Tabela 2 para a variável Sólidos Solúveis Totais (SST) só houve variação a 5% de probabilidade para a fonte de variação épocas.

Mesmo não diferindo estatisticamente entre si é possível observar na tabela 2 que os teores médios de SST nos tratamentos T1 (testemunha) e T2 (isopor + filme PVC) obtiveram as maiores médias para a variável, sendo (4,28) e (4,26) respectivamente. Também é possível observar que os maiores teores de SST foram encontrados entre 7 e 10 DAT, tendendo a diminuir ao término do experimento 14 DAT, exceto para o tratamento T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) que demonstrou um aumento no teor de STT ao final do experimento se comportando de forma contrária aos demais tratamentos.

À medida que o teor de açúcares aumenta devido ao seu acúmulo na fruta, o teor de STT também se eleva, tornando-se uma medida indireta do conteúdo de açúcares, expresso em °Brix. Embora não represente exatamente o teor de açúcares devido à presença de outras substâncias dissolvidas na seiva vacuolar, os açúcares podem corresponder até 90% dos sólidos solúveis totais. Durante a maturação dos frutos de tomate, o acúmulo de açúcares aumenta, atingindo seu pico no final do processo. Nesse período, os sólidos solúveis aumentam lentamente por um curto

intervalo de tempo e diminuem com a continuidade do armazenamento. Em média, os tomates contêm 2,5% de açúcares solúveis, dos quais a maior parte é composta por açúcares redutores (glicose + frutose), com apenas 0,1% de sacarose (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tabela 2. Valores para Sólidos Solúveis Totais (SST), expressos em °Brix, em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), armazenados durante 14 dias com temperatura média de 23 °C.

Tratamentos	Dias após aplicação dos tratamentos				
	4	7	10	14	Média
T1- Testemunha	3,87	4,85	4,30	4,10	4,28
T2- Isopor + Filme PVC	3,87	4,60	4,60	3,95	4,26
T3- Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (1%)	4,12	4,07	4,15	4,30	4,16
T4- Óleo de coco babaçu (100%)	4,10	4,17	4,22	4,12	4,16
T5- Cera de abelha (14%)	4,25	4,25	4,17	4,05	4,18
Média	4,05 A	4,39 B	4,29 B	4,11 A	
Coeficiente de Variação (%)	8,28				

Médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), para interação entre revestimentos e épocas. Médias sem letras não diferem entre si significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Os tratamentos T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%), T4 (óleo de coco babaçu 100%) e T5 (cera de abelha 14%) demonstraram os menores valores médios de SST quando comparados com T1 (testemunha) e T2 (isopor + filme PVC).

Veras et al. (2020) avaliaram o efeito da aplicação de concentrações de óleo de coco babaçu como revestimento da banana 'Pioneira' e observaram que todos os tratamentos com concentrações de óleo de babaçu demonstram eficiência ao induzir o retardamento da maturação, sobretudo adiando a elevação do teor de °Brix nos frutos.

4.4 Acidez Titulável Total (ATT)

No que se refere a Acidez Titulável Total (ATT) não houve diferença significativa para interação entre tratamentos e épocas de armazenamento e nem para a fonte de variação épocas isoladamente. Já para a fonte de variação tratamento houve significância a 5% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3. Valores para Acidez Titulável Total (ATT), expressos em Ácido Cítrico, em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), armazenados durante 14 dias com temperatura média de 23 °C.

Tratamentos	Dias após aplicação dos tratamentos				
	4	7	10	14	Média
T1- Testemunha	0,47	0,51	0,46	0,49	0,49 a
T2- Isopor + Filme PVC	0,47	0,51	0,44	0,47	0,47 a
T3- Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (1%)	0,52	0,51	0,57	0,51	0,53 b
T4- Óleo de coco babaçu (100%)	0,48	0,55	0,55	0,57	0,54 b
T5- Cera de abelha (14%)	0,51	0,48	0,57	0,49	0,51 b
Média	0,49	0,51	0,52	0,50	
Coeficiente de Variação (%)	13,19				

Médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), para interação entre revestimentos e épocas. Médias sem letras não diferem entre si significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O tratamento T1 (testemunha) e T2 (isopor + filme PVC) foram iguais estatisticamente, suas médias de ATT foram (0,49) e (0,47) respectivamente evidenciando um amadurecimento maior em relação aos demais tratamentos. Já era esperada uma queda na acidez ao final da época de armazenamento, de modo que ao decorrer da maturação, ocorre o consumo de ácidos orgânicos como substrato durante o processo respiratório ou são convertidos em açúcares (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Frutos tratados com as películas biodegradáveis apresentaram médias de ATT maior, evidenciando um retardamento no processo de amadurecimento dos frutos. Carvalho *et al.* (2022) também encontrou maiores médias de ATT em tomates que receberam a película de fécula de mandioca, corroborando com os resultados encontrados ao longo desse experimento.

4.5 Relação SST/ATT (*Ratio*)

Para a variável *ratio* não houve diferença significativa para interação entre tratamentos e épocas e nem para a fonte de variação épocas isoladamente. Já para a fonte de variação tratamento houve significância a 5% de probabilidade (Tabela 4).

O balanço entre acidez e açúcar, do ponto de vista sensorial, é responsável pelo sabor característico do tomate (PEDRO; FERREIRA, 2005). Com os resultados do teor de sólidos solúveis totais e de acidez titulável total pode-se estabelecer para as frutas a relação SST/ATT, que é o *ratio*.

Elevado valor na relação indica uma ótima combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave para o tomate, enquanto valores baixos, com sabor ácido. Os frutos de alta qualidade contêm mais de 0,32% de acidez titulável, 3% de SST e relação SST/ATT maior que 10 (LISIEWSKA, S.; KMIECIK, 2000).

E sabe-se que o tomate é um fruto climatérico que suas características químicas sofrem severas alterações com o passar do amadurecimento. Ao longo do processo de amadurecimento desta fruta quaisquer mudanças na acidez titulável e sólidos solúveis totais serão refletidos nos valores do *ratio*.

Observa-se na tabela 4 que os tratamentos de revestimentos que mantiveram *ratio* menores foram a T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%), T4 (Óleo de coco Babaçu 100%) e T5 (Cera de abelha 14%). Isso evidencia a capacidade dos revestimentos em retardar o amadurecimento e possivelmente aumentando a vida útil dos frutos. Esses valores estão coerentes com valores encontrados para acidez titulável na tabela 3, em que os mesmos revestimentos apresentaram acidez mais elevada quando comparada com frutos não revestidos e com frutos revestidos com filme PVC + isopor (T2).

Tabela 4. Valores para *Ratio*, calculado a partir da relação SST/ATT, em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), armazenados durante 14 dias com temperatura média de 23 °C.

Tratamentos	Dias após aplicação dos tratamentos				
	4	7	10	14	Média
T1- Testemunha	8,24	9,50	9,33	8,63	8,92 b
T2- Isopor + Filme PVC	8,27	9,05	10,51	8,58	9,10 b
T3- Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (1%)	7,95	8,11	7,32	8,48	7,97 a
T4- Óleo de coco babaçu (100%)	8,52	7,63	7,74	7,39	7,82 a
T5- Cera de abelha (14%)	8,30	9,15	7,31	8,39	8,29 a
Média	8,26	8,69	8,44	8,30	
Coeficiente de Variação (%)	15,37				

Médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), para interação entre revestimentos e épocas. Médias sem letras não diferem entre si significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

4.6 pH

Para a variável pH só houve significância a 5% para as fontes de variação isoladas, tratamentos e épocas. Dessa forma, não teve diferença significativa para interação entre tratamentos e épocas de armazenamento (Tabela 5).

Segundo Pimentel et al., (2010) no processo de produção de ATP para manutenção da respiração, os ácidos orgânicos são utilizados, resultando na diminuição da acidez dos frutos. Isso foi observado ao longo do experimento pois nas épocas 10 DAT e 14 DAT o pH se tornou menos ácido nos frutos com médias de (4,25) e (4,23) respectivamente.

Tabela 5. Valores para pH, em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), armazenados durante 14 dias com temperatura média de 23 °C.

Tratamentos	Dias após aplicação dos tratamentos				
	4	7	10	14	Média
T1- Testemunha	4,16	4,14	4,25	4,20	4,19 b
T2- Isopor + Filme PVC	4,11	4,16	4,27	4,21	4,19 b
T3- Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (1%)	4,24	4,28	4,22	4,29	4,26 a
T4- Óleo de coco babaçu (100%)	4,19	4,18	4,23	4,19	4,20 b
T5- Cera de abelha (14%)	4,18	4,14	4,26	4,24	4,21 b
Média	4,18 B	4,18 B	4,25 A	4,23 A	
Coeficiente de Variação (%)	1,45				

Médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), para interação entre revestimentos e épocas. Médias sem letras não diferem entre si significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Em relação aos tratamentos somente T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) se diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos com pH médio de (4,26) ou seja, um pH mais básico em relação aos demais. Na variável épocas, o pH se manteve constante até os 7 DAT com média de (4,18).

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, os tratamentos T3 (fécula 8% + óleo babaçu 1%) e T5 (cera de abelha 14%) demonstraram os melhores resultados para a maioria das variáveis, T5 (cera de abelha 14%) ainda se destaca como tratamento com menor perda de massa fresca, evidenciando que podem ser alternativas viáveis para o controle da maturação, perda de massa fresca e prolongação da vida de prateleira na conservação pós-colheita de frutos de tomate *Solanum lycopersicum* L.

O tratamento T2 (isopor + filme PVC) obteve os piores resultados dentre os demais tratamentos, não sendo uma alternativa eficaz.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. C. **Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita de banana “Mysore”**. 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins, Araguatins, 2017.
- ASSIS, Odílio Benedito Garrido; BRITTO, Douglas de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 87-97, 2014.
- BARBOSA, Maria Lúcia; DE BARROS, Rubens Pessoa; PINHEIRO, Rodrigo Almeida. Aspectos biológicos e produtivos do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) sob adubação húmica: Biological and productive aspects of tomato (*Solanum lycopersicum*) under humic fertilization. **Revista Ambientale**, v. 13, n. 1, p. 71-78, 2021.
- BATISTA, Patrício. *et al.* Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 572-576, 2007.
- CARNEIRO, Lucia Cesar. **Revestimentos a base de amido na conservação póscolheita de pedúnculos de caju anão precoce CCP-76 e goiabas Paluma**. 2019. 142f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2019.
- CARVALHO, Samira & Neto, Acácio & Costa, Marylia De & Costa, Josenara & Filho, Antonio & Aragão, Carlos. **Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate**. Research, Society and Development, 2022.
- CARRAZZA, L. R.; SILVA, M. L. da; ÁVILA, J. C. C. e. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Babaçu**. Brasília, 2012.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CHIUMARELLI, Marcela; FERREIRA, Marcos David. Qualidade pós-colheita de tomate de mesa utilizando ceras comestíveis a temperatura ambiente. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, São Pedro–SP. 2004.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Tomate: Análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense**. Compêndio de Estudos CONAB, Brasília, v. 21, 2019.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento. v. 21. Brasília: Conab, 2019.
- DA SILVA, Linda Inês Oliveira et al. ANÁLISE COMPARATIVA DO TOMATE (*Solanum lycopersicum*) CULTIVADOS EM SISTEMA ORGÂNICO E CONVENCIONAL. **Revista GeTeC**, v. 17, 2024.
- DA SILVA, Luíz Guilherme Malaquias; SARTO, Luis Eduardo; ROCHA, Marcela Costa. Influência do revestimento comestível a base de amido e cera de abelha na

preservação da qualidade pós-colheita de tomates italianos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e54111728387-e54111728387, 2022.

DAMASCENO S; OLIVEIRA P. V. S; MORO E; MACEDO JUNIOR E. K; LOPES M. C; VICENTINI N. M. 2003. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 377 – 380, set. – dez. 2003.

DE LIMA, Leandro Dias. *et al.* Avaliação bioquímica e fisiológica em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) submetida ao indutor de resistência acibenzolar-s-metil. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2374-2393, 2020.

EMBRAPA. **Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)**. Circular Técnica 168, Brasília, 2019.

FAKHOURI, Farayde Matta et al. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 109, p. 57-64, 2015.

FERREIRA, Cleiton. **Formulação e caracterização de filmes de quitosana-fécula de mandioca para recobrimento de frutas**. 63 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2023.

FERREIRA, D. F. - Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. Lavras, **Ciência Agrotecnológica**, v.38, n. 2, 2014.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Ed. UFV, 2008.

FORMIGA, Anderson S. et al. Effects of edible coatings on the quality and storage of early harvested guava. **Food Chemistry Advances**, v. 1, p. 100124, 2022.

GALUS, Sabina; KADZIŃSKA, Justyna. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273-283, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos de análise de alimentos. 4ª ed., São Paulo, 2008.

JUNIOR, F. P. de B. **Produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) reutilizando substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba-AM**. 2012. 60 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

LUCENA, C. C. de et al. Avaliação de tratamentos alternativos na pós-colheita de banana cv. “nanicão”. **Rev. Univ. Rural, Rio de Janeiro**, v. 24, n. 1, jan.- jun., p. 93-98. 2004.

MENDES, J. F. et al. Biodegradable polymer blends based on corn starch and thermoplastic chitosan processed by extrusion. **Carbohydrate polymers**, v. 137, p. 452-458, 2016.

NAIKA, Shankara. *et al.* **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Agrodok 17, Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 2006.

OLIVEIRA, Larissa Vaz de. **Manejo de Podridões em Pós-Colheita de Atemoia**. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza, Buri, 2022.

OLIVEIRA, P. A. A. C. de. **Conservação pós-colheita de banana 'Prata' com revestimentos de origem vegetal**. 2010, 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, 2010.

OSHIRO, Ayd Mary; DRESCH, Daiane Mugnol; SCALON, Silvana de Paula Quintão. Preservação de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas sob atmosfera modificada em refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 213-221, 2012.

PEDRO, A. M. K.; FERREIRA, M. M. C. **Non-Destructive determination of solids and carotenoids in tomato products by near infrared spectroscopy and multivariate calibration**. Anal. Chem., v.77, p. 2505-2511, 2005.

PIMENTEL, R.M.A.; GUIMARÃES, F.N.; SANTOS, V.M.; RESENDE, J.C.F. **Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA 42-44 e Prata-anã cultivados no norte de minas gerais**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 2, p.407-413, 2010.

RAMÍREZ-CRUZ, Miguel Ángel et al. La aplicación foliar de ácido glutámico mejora el rendimiento y algunos parámetros físicos y químicos de la calidad del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Interciencia**, v. 47, n. 1/2, p. 31-38, 2022.

ROCHA, N. **Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita do tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**. Dissertação (Mestre em Olericultura) – Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Morrinhos, 2020.

RODRIGUES, M. do S. A. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. Dissertação (Mestrado em Sistemas 12 Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2015.

SANTOS, T.M; SILVA, E. O.; AZEREDO, H.M.C; FILHO, M.S.M.S. **Revestimento de goiabas com zeína**. Concordia: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018, 7 p. (Embrapa Agroindústria Tropical). Comunicado técnico, 237.

SINHA, Aeshna et al. Salicylic acid enriched beeswax coatings suppress fruit softening in pears by modulation of cell wall degrading enzymes under different storage conditions. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 32, p. 100821, 2022.

SOUZA, V.N. et al. **Aplicação de coberturas comestíveis contendo óleos essenciais em laranjas "Pêra" (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. Food Science Today, v.3, n.1, p. 11 19, 2024.

SPOTO, M. **Análises Físico-Químicas de Frutas e Hortaliças**. Moodle USP: e disciplinas, 2023.

VERAS, F. H. C.; CARVALHO, F. L. C.; BARBOSA JR, L. B.; 3, RAYANE REIS SOUSA, R. R.; AROUCHE, R. R.1, ABREU, E. C.; LOBO, R. F. S. **Post-harvest conservation of “Pioneira” banana (*Musa spp.*) using babaçu coconut oil.** Ciência Agrícola, Rio Largo, v. 18, n. 1, p. 1-9, 2020.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MCCLEMENTS, D.J.; GONZÁLEZMARTÍNEZ, C. **Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v, 48, n. 6, p. 496-511, 2008.

WEBER, D. et al. **Revestimento alternativo com cera de abelha na frigoconservação pós-colheita do maracujá-amarelo.** XV Encontro de Pós Graduação UFPEL, Pelotas, 2011.