

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM OLERICULTURA – PPGOL

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS E REGULADOR
VEGETAL NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
TOMATE

Autor: Marcelo Jhonatan de Sousa e Sousa
Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer
Coorientadora: Dra. Giovana Lopes da Silva

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM OLERICULTURA – PPGOL

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS E REGULADOR
VEGETAL NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
TOMATE

Autor: Marcelo Jhonatan de Sousa e Sousa
Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer
Coorientadora: Dra. Giovana Lopes da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Área de Concentração: Sistemas de produção em olerícolas.

MORRINHOS – GO
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

S725r Sousa, Marcelo Jhonatan Sousa e.
Revestimentos comestíveis e regulador vegetal na conservação pós-
colheita de tomate. / Marcelo Jhonatan Sousa e Sousa. – Morrinhos, GO: IF
Goiano, 2026.
53 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer.
Coorientadora: Dra. Giovana Lopes da Silva.
Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos,
Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2026.

1. *Solanum lycopersicum* L. 2. Ácido giberélico. 3. Qualidade
Pós-colheita. I. Megguer, Clarice Aparecida. II. Silva, Giovana Lopes da.
III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 635.64



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2026 - GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº 138

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ao um dia do mês de abril do ano de dois mil e vinte e seis, às 08h30 (oito horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência (<https://meet.google.com/sfc-bnba-kyy>) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "**Revestimentos comestíveis e regulador vegetal na conservação pós colheita de tomate**" de autoria de **Marcelo Jhonatan de Sousa e Sousa** discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Profa. Dra. Clarice Aparecida Megguer, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Sistema de Produção em Olerícolas pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na Secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico ou publicação técnica oriundo dessa Dissertação em periódico após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

| Nome | Instituição | Situação no Programa |
|--|---|----------------------|
| Profª. Drª. Clarice Aparecida Megguer | Instituto Federal Goiano Campus - Morrinhos | Presidente |
| Profª. Drª. Teresa Drummond Correia | Instituto Federal do Sudeste de MG Campus - Barbacena | Membro externo |
| Profª. Drª. Marialva Alvarenga Moreira | Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais | Membro externo |

Documento assinado eletronicamente por:

- **Clarice Aparecida Megguer, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 01/04/2026 10:27:44.
- **Marialva Alvarenga Moreira, Marialva Alvarenga Moreira - Professor Avaliador de Banca - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig (17138140000123)**, em 01/04/2026 10:41:11.
- **Teresa Drummond Correia, Teresa Drummond Correia - Professor Avaliador de Banca - Campus Barbacena (1)** , em 01/04/2026 11:00:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 24/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 803524

Código de Autenticação: 4b83624cfb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus, por iluminar o meu caminho e nunca me abandonar. Pela sua infinita misericórdia, por sua graça incalculável e seu amor imensurável. Pelo alívio nos momentos de ansiedade e preocupação e pelo consolo nos momentos de tristeza.

Agradeço à minha mãe, Késsia Sousa, por todo seu cuidado, pela educação que me proporcionou, pela ajuda nos momentos de dificuldade, pelas orações que me sustentaram, pelos aconselhamentos e pelo seu amor. Sem seu apoio, nada disso teria se tornado realidade.

Agradeço ao meu pai, Hamilton Sousa, por todo o apoio que me deu. Por ter me permitido realizar esse sonho, pela sempre presença, pelo exemplo de dedicação, que me incentivou a concluir o curso.

Agradeço ao meu irmão, Raphael Sousa, pelo companheirismo, pelos momentos de distração e pela amizade.

Agradeço ao Isaías, pelo apoio técnico em toda a condução do trabalho, por disponibilizar seu tempo e conhecimento em favor da pesquisa e pela ajuda na execução dos métodos.

Agradeço à minha orientadora, Dra. Clarice Aparecida Megguer, pela orientação, por estar sempre disponível para esclarecimento de dúvidas e pelo conhecimento colocado à disposição.

Agradeço ao apoio da professora Dra. Giovana Lopes da Silva, pela coorientação do trabalho.

Agradeço ao IF Goiano, Campus Morrinhos, e pela FAPEG, por toda a assistência disponibilizada. Pelos programas de incentivo a pesquisa. Pelo corpo docente do instituto. Pela experiência adquirida ao longo do curso.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Marcelo Jhonatan de Sousa e Sousa nasceu no dia 07 de janeiro de 1997, em Codó, cidade localizada na região leste do Estado do Maranhão. Coursou o ensino básico na Escola Municipal de ensino fundamental Araújo Sousa e o ensino médio na escola estadual de ensino médio Centro de Ensino Luzenir Matta Roma, ambos no município de Codó, MA. Graduou-se em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, em março de 2021, e agora conclui o curso de mestrado em Olericultura pelo Instituto Federal Goiano, campus Morrinhos, GO.

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|---|
| LISTA DE FIGURAS | 3 |
| LISTA DE TABELAS | 4 |
| RESUMO | 5 |
| ABSTRACT | 7 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Tomate | 3 |
| 2.1.1 Origem, distribuição e aspectos botânicos..... | 3 |
| 2.2 Importância socioeconômica..... | 4 |
| 2.3 Perdas pós-colheita das hortaliças | 4 |
| 2.4 Fisiologia pós-colheita do tomate | 5 |
| 2.5 Métodos de conservação pós-colheita | 6 |
| 2.5.1 Óleo de babaçu..... | 6 |
| 2.5.2 Ácido giberélico..... | 8 |
| 2.5.3 Fécula de mandioca..... | 8 |
| 2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 9 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3. CAPÍTULO I..... | 14 |
| RESUMO | 14 |
| ABSTRACT | 16 |
| 3.1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 27 |
| 3.4 CONCLUSÃO | 36 |
| 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |
| 3.6 APÊNDICE | 40 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Palmeiras de coco-babaçu..... | 07 |
| Figura 2. Coco-babaçu | 07 |
| Figura 3. Tratamentos para conservação de tomates da variedade guará..... | 20 |
| Figura 4. Sanitização dos frutos de tomate, variedade guará | 21 |
| Figura 5. Preparo da fécula de mandioca utilizada nos tratamentos fécula de mandioca a 3%, fécula de mandioca a 3% + 100 mg L ⁻¹ GA ₃ , fécula de mandioca a 3% + óleo de babaçu a 6% | 22 |
| Figura 6. Disposição dos frutos, variedade guará sobre a bancada após aplicação dos revestimentos..... | 22 |
| Figura 7. Escala de cores para classificação dos tomates | 23 |
| Figura 8. Peagâmetro utilizado na determinação do pH nos frutos de tomate, variedade guará. | 24 |
| Figura 9. Determinação da acidez total titulável (% de ácido cítrico) em frutos de tomate, variedade guará..... | 25 |
| Figura 10. Refratômetro utilizado em frutos de tomate, variedade guará para determinação Sólidos solúveis totais | 25 |
| Figura 11. Penetrômetro utilizado para a firmeza dos frutos de tomate, variedade guará..... | 26 |
| Figura 12. Comparação da coloração da epiderme de frutos de tomate do tratamento controle e do tratamento com GA ₃ | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Firmeza de polpa em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias | 27 |
| Tabela 2. Valores de pH em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias | 28 |
| Tabela 3. Teores de sólidos solúveis em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias | 30 |
| Tabela 4. Perda de massa em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias | 31 |
| Tabela 5. Acidez titulável (% de ácido cítrico) em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias | 33 |
| Tabela 6. Coloração da epiderme de frutos de tomates sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias | 34 |
| Tabela 1A. Análise de variância das variáveis físico-químicas de tomates submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e períodos de armazenamento | 40 |

RESUMO

Sousa e Sousa, Marcelo Jhonatan. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, - abril de 2026. Revestimentos comestíveis e regulador vegetal na conservação pós-colheita de tomate. Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer. Coorientadora: Giovana Lopes da Silva.

O tomate é uma cultura amplamente cultivada e consumida globalmente, tanto *in natura* como em diversos produtos processados. No entanto, o tomate é altamente perecível após a colheita, devido à fragilidade de seus tecidos e à sua atividade metabólica. Portanto, é crucial empregar tecnologias de conservação pós-colheita para manter sua qualidade. Dentre essas tecnologias, destacam-se o uso de película de fécula de mandioca, reguladores de crescimento como o ácido giberélico (GA_3) e óleos vegetais como o óleo de coco babaçu. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dessas tecnologias na conservação pós-colheita do tomate. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), em fatorial 6×4 , com 6 tratamentos (T1 – Controle; T2 - 100 mg L⁻¹ de GA_3 ; T3 – óleo de babaçu a 6%; T4 - fécula de mandioca a 3%; T5 - 100 mg L⁻¹ de GA_3 + fécula de mandioca a 3%; T6 - óleo de babaçu a 6% + fécula de mandioca a 3%) e 4 períodos de armazenamento (0, 4, 8, 12 dias), cada tratamento contou com 3 repetições e 2 frutos por parcela. Foram avaliados o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT), a perda de massa (%), a coloração, a firmeza e o pH. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A associação entre fécula de mandioca a 3% e ácido giberélico a 100 mg L⁻¹ foi o método mais eficiente na conservação pós-colheita dos tomates, promovendo maior preservação da firmeza, manutenção da acidez titulável,

menor elevação do pH e retardamento da mudança de coloração.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L.; Qualidade pós-colheita; ácido giberélico; recobrimentos comestíveis.

ABSTRACT

Sousa e Sousa, Marcelo Jhonatan. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, April 2026. Edible coatings and plant growth regulator in the postharvest conservation of tomatoes. Advisor: Dr. Clarice Aparecida Megguer. Co-advisor: Giovana Lopes da Silva.

Tomato is a crop that is widely cultivated and consumed worldwide, as fresh and in various processed products. However, it is highly perishable after harvest due to the fragility of its tissues and its intense metabolic activity. Therefore, the use of postharvest conservation technologies is essential to maintain fruit quality. Among these technologies, edible coatings based on cassava starch, plant growth regulators such as gibberellic acid (GA_3), and vegetable oils such as babassu oil have shown promising potential. The objective of this study was to evaluate the effect of these technologies on the postharvest conservation of tomato fruit. The experiment was carried out in a completely randomized design (CRD), in a 6×4 factorial scheme, with six treatments (T1 – Control; T2 – $100 \text{ mg L}^{-1} GA_3$; T3 – 6% babassu oil; T4 – 3% cassava starch; T5 – $100 \text{ mg L}^{-1} GA_3$ + 3% cassava starch; T6 – 6% babassu oil + 3% cassava starch) and four storage periods (0, 4, 8 and 12 days), with three replications and two fruits per plot. Total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), weight loss, color, firmness and pH were evaluated. Data were subjected to analysis of variance and means were compared using Tukey's test at the 5% probability level. The treatment with 3% cassava starch and 100 mg L^{-1} gibberellic acid was the most effective method for postharvest

conservation of tomatoes, promoting greater firmness retention, maintenance of titratable acidity, lower pH increase and delayed color change.

KEY-WORDS: *Solanum lycopersicum* L.; Tomato; Postharvest quality; Gibberellic acid; Edible coatings.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma olerícola pertencente à família das solanáceas, tem como centro de origem a região andina da América do Sul e a domesticação ocorreu no México (ZAYAT, 2022).

A olerícola figura entre as mais cultivadas e apreciadas globalmente. Sua versatilidade reflete não apenas em seu consumo fresco em saladas, mas também na ampla variedade de produtos processados pela indústria (ARAÚJO *et al.*, 2023). As características do fruto incluem baixo teor calórico, abundância de vitaminas A e C, além de conter sódio, potássio, cálcio, fósforo e ferro (DA SILVA, 2022).

Ao longo do período da pós-colheita do tomate, ocorrem alterações na parede celular que causam amolecimento excessivo, diminuindo a firmeza e afetando a aceitação comercial (DA GRAÇA *et al.*, 2021). Para reduzir as perdas na pós-colheita e manter a qualidade e aceitação comercial do tomate por um período mais prolongado, tem sido utilizado tecnologias que proporcionam a manutenção da qualidade pós- colheita.

O uso de revestimentos à base de amido, como fécula de mandioca, forma uma película resistente e transparente, de fácil obtenção e de baixo custo (ROCHA *et al.*, 2020). A fécula de mandioca age reduzindo as trocas gasosas e a perda de água entre alimento e ambiente, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, melhorando o aspecto comercial (CARVALHO, 2022). Já os reguladores vegetais, como o ácido giberélico, apresentam em seu mecanismo de ação propriedades que retardam a senescência, apresentando também função antagonista ao etileno, atrasando os processos de amadurecimento e transformação da cor de frutas climatéricas (LEOPOLDINO, 2021).

Os óleos vegetais, como o óleo de babaçu, podem ser adicionados em filmes e revestimentos biodegradáveis para melhorar as propriedades mecânicas e de barreira, além de adicionar propriedades antioxidantes ou antimicrobianas. A inclusão de componentes lipídicos, como óleo de babaçu, pode promover melhoria significativa na barreira de impedimento para a perda de água e consequentemente prevenir a perda de massa (SILVA, 2021).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes revestimentos comestíveis e regulador vegetal na conservação pós-colheita de tomate.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomate

2.1.1 Origem, distribuição e aspectos botânicos

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma olerícola pertencente à família das solanáceas, tem como centro de origem a região andina da América do Sul e a domesticação ocorreu no México (ZAYAT, 2022). A família Solanáceas compreende mais de três mil espécies, incluindo plantas herbáceas e outras lenhosas (STREDA, 2021).

O tomateiro apresenta um caule principal com ramificação que inicia na base da planta de maneira monopodial tornando-se posteriormente em simpodial. Os frutos do tomateiro são bagas carnudas de coloração verde quando imaturos e quando maduros, geralmente tornam-se vermelhos por causa da formação e a acumulação do carotenoide licopeno (LEITE, 2023). Em termos de floração, as inflorescências são bíparas ou do tipo dicásio. As flores são hermafroditas, actinomórficas e com corola amarela (GONÇALVES, 2022).

Morfologicamente, o tomateiro é uma planta herbácea perene, no entanto é normalmente cultivada como anual. É uma espécie que pode apresentar dois hábitos de crescimento distintos, crescimento determinado ou crescimento indeterminado (GONÇALVES, 2022). Nos cultivares de crescimento determinado, a primeira parte da estação de crescimento é caracterizada pela fase vegetativa e a última é impulsionada pela fase reprodutiva. Já nos cultivares indeterminados, existe um equilíbrio relativamente igual entre a atividade vegetativa e reprodutiva durante o segundo período

da estação de crescimento (GONG et al., 2022).

2.2 Importância socioeconômica

O tomateiro é uma das principais plantas olerícolas no mundo, podendo ser cultivado em regiões tropicais e subtropicais, tanto para consumo *in natura*, como para a indústria de processamento, com grande relevância socioeconômica no cenário global, contribuindo para o desenvolvimento da agricultura (CORRÊA, 2020).

Dentre as olerícolas, a cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.; *Solanaceae*) é a segunda mais produzida e comercializada no mundo, perdendo apenas para a batata (*Solanum tuberosum* L.) (DE OLIVEIRA, ROSA e FERREIRA, 2021). Sua aceitação deve-se principalmente pelas qualidades organoléptica e o seu valor como alimento funcional devido às propriedades antioxidantes do licopeno (REIS *et al.*, 2023). O licopeno é responsável pela prevenção de diversas doenças, como doenças vasculares, câncer, síndromes metabólicas, diabetes e doenças hepáticas (RIBEIRO, 2021). As características nutricionais do fruto incluem ainda baixo teor calórico, uma abundância de vitaminas A e C, além de conter sódio, potássio, cálcio, fósforo e ferro (DA SILVA, 2022).

O tomateiro é uma das culturas agrícolas mais rentáveis que existe, e exige durante todo o processo produtivo, uma elevada quantidade de mão de obra, garantido empregabilidade nas comunidades rurais (DE OLIVEIRA, *et al.*, 2020). No Brasil, a cultura tem grande relevância dentre as hortaliças, tanto no âmbito econômico, quanto no social, pelo grande volume de produção e geração de empregos (DE LIMA *et al.*, 2020). Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a produção brasileira de tomates em 2020, atingiu 3,7 milhões de toneladas. O tomate de mesa é muito importante no país, presente em 48,7 mil estabelecimentos rurais, distribuídos em 4000 municípios, com gestão familiar ou empresarial (TEIXEIRA *et al.*, 2023). O estado de Goiás é o maior produtor nacional, seguido de Minas Gerais e São Paulo (PETRUCCELLI, ALVES e GIANOTTI, 2022).

2.3 Perdas pós-colheita das hortaliças

A perda pós-colheita pode ser descrita como a diminuição não planejada da disponibilidade de alimentos destinados ao consumo humano, resultante de ineficiências na cadeia de produção (DE SANTANA *et al.*, 2023). As perdas quantitativas são aquelas

que ocorrem antes do consumo, enquanto as perdas qualitativas são relacionadas a redução do teor de nutrientes, alteração prejudicial da qualidade sensorial ou redução do valor comercial (LANA *et al.*, 2021).

As hortaliças contêm elevado teor de umidade e as atividades metabólicas não cessam após a colheita, tornando-as assim altamente perecíveis. Além disso, as condições climáticas em regiões tropicais favorecem a rápida deterioração após a colheita (TRENTO *et al.*, 2021). A perda de massa das hortaliças ocorre principalmente devido às altas taxas transpiratórias e ao processo de respiração desses produtos durante o armazenamento (DE MOURA GUERRA *et al.*, 2020). Outro fator é a liberação de etileno. Os frutos produzem grandes quantidades de etileno após a colheita, promovendo o amadurecimento, seguido de deterioração (FU *et al.*, 2023).

O aumento no índice de perdas pós-colheita e desperdícios tem se comportado como fatores limitantes na expansão do setor de hortifrúti (FIGUEIRINHA *et al.*, 2021). A nível global, uma proporção significativa de frutas e legumes, aproximadamente 25-50%, é perdida durante a fase pós-colheita, abrangendo todo o processo, desde o campo até à mesa (HABIBI, *et al.*, 2023). O Brasil está entre os países com maior desperdício. Com perdas na produção e consumo alcançando 40% (CAETANO MENDITI *et al.*, 2021).

2.4 Fisiologia pós-colheita do tomate

Os frutos passam por importantes alterações metabólicas durante o amadurecimento, incluindo degradação da clorofila, acúmulo de antocianinas ou pigmentos carotenoides, degradação da parede celular e síntese de metabólitos de baixo peso (POTT, VALLARINO e OSÓRIO, 2020).

Tradicionalmente, o amadurecimento dos frutos tem sido classificado em dois tipos, como o tipo climatérico e o tipo não climatérico. Os tomates pertencem a frutas climatéricas típicas (ZHU *et al.*, 2021). Os frutos climatéricos caracterizam-se por apresentarem aumento da produção de etileno e da taxa respiratória junto à maturação, o que conduz a rápida perda de firmeza dos frutos e, por conseguinte, alta vulnerabilidade ao manuseamento, com aumento das perdas pós-colheita (SIMÕES *et al.*, 2022). Enquanto os tomates de alta qualidade são firmes, túrgidos, de cor uniforme e brilhante e não apresentam sinais de decomposição (danos mecânicos, murchamento ou podridão)

(THOLE, VAIN e MARTIN, 2021).

O fruto maduro do tomate tem vida útil média de uma semana, com perdas que variam de 25,0% a 50,0%. Já o fruto parcialmente maduro, apresenta vida útil de até duas semanas, com perdas pós-colheita de 20,0% a 40,0% (COSTA *et al.*, 2022). Os frutos vermelhos maduros apresentam maiores perdas pós-colheita devido ao rápido amolecimento, alteração no teor de acidez e suscetibilidade a doenças e distúrbios (BAHAR *et al.*, 2022). O estresse térmico também pode afetar a qualidade dos frutos do tomate, alterando propriedades físicas como tamanho e cor, composição nutricional e atributos sensoriais. A alta temperatura acelera o amadurecimento e pode levar ao rápido aumento da taxa de transpiração, respiração e produção de etileno (THOLE, VÃO e MARTIN, 2021).

Entre todas as moléculas presentes no processo de amadurecimento do tomate, o etileno e o licopeno são as que têm o papel mais relevante (LUCAS, 2022). Entre as reações ativadas pelo etileno estão as mudanças na coloração da fruta, promovidas por enzimas que degradam a clorofila e promovem a síntese de outros pigmentos como os carotenoides (SARRA *et al.*, 2021).

2.5 Métodos de conservação pós-colheita

Dentre as tecnologias de conservação e armazenamento, os revestimentos biodegradáveis têm despertado cada vez mais interesse (DIAS *et al.*, 2023).

Os revestimentos biodegradáveis são obtidos por meio de matérias-primas renováveis que reduzem o impacto ambiental ocasionado pelo descarte inadequado de plásticos não biodegradáveis na natureza (DE ARAÚJO FAUSTINO *et al.*, 2023). Os revestimentos atuam como barreira física, evitando as trocas gasosas, aumentando a vida útil do fruto, além de auxiliar na manutenção da qualidade nutricional e ser biodegradável (DE AMORIM TOMAZ *et al.*, 2021).

2.5.1 Óleo de babaçu

O babaçu (*Attalea ssp.*) é uma palmeira bastante difundida na Amazônia, na Mata Atlântica, no Cerrado e na Caatinga, sendo sua ocorrência espontânea (Figura 1) em

diversos estados, como Maranhão, Tocantins e Piauí (Rocha, 2020).

Figura 1. Palmeiras de coco-babaçu.



Fonte: Google, 2025.

Os frutos são elipsoides, com peso variando de 90 a 280g. O fruto possui um formato peculiar que o diferencia do coco comum. Externamente, ele possui uma casca que envolve uma camada secundária rica em amido (Figura 2). No centro do coco, há um endocarpo duro de madeira, que contém 3 a 4 caroços a partir dos quais é extraído o óleo de babaçu (DE ABREU et al., 2023).

Figura 2. Coco-babaçu.



Fonte: Google, 2025.

O óleo de babaçu possui um odor agradável e é resistente à degradação por hidrólise ou oxidação, por ser constituído por cerca de 80% de ácidos graxos saturados, tendo como componente majoritário o ácido láurico ($C_{12}H_{24}O_2$). O óleo de babaçu

normalmente é usado na produção de sabão, glicerina, óleo comestível e cosméticos (DE ABREU *et al.*, 2023).

Compostos à base de lipídios, como o óleo de babaçu, também podem ser utilizados como película/revestimento protetores. Devido a baixa polaridade são considerados extremamente eficazes no bloqueio da liberação de umidade (RIBEIRO e DE SOUZA, 2024).

2.5.2 Ácido giberélico

Outro método que vem sendo avaliado na conservação pós-colheita de frutos é o ácido giberélico. O ácido giberélico é um regulador de crescimento encontrado no mercado com o nome comercial ProGibb400® e registro no MAPA sob o número 11912.

O uso do GA₃ retarda o amolecimento da polpa e o acúmulo de carotenoides, o que evita perdas excessivas na comercialização (AQUINO e AZEVEDO, 2016). Para limão ‘Tahiti’, por exemplo, recomenda-se 10 g.100L⁻¹ de ProGibb 400® visando retardar a maturação dos frutos em pós-colheita, prolongando o período de armazenamento, transporte e comercialização, enquanto que, para banana, recomenda-se a imersão, após a colheita, em solução 375 g.100L⁻¹ de ProGibb 400®, a fim de prolongar a vida útil em pós-colheita.

Ainda não há consenso sobre a dose ideal de ácido giberélico para prolongar a vida útil do tomate. No entanto, alguns trabalhos vêm apresentando bons resultados. Flores *et al.* (2023), ao avaliar o efeito de revestimentos comestíveis à base de pectina contendo ácido giberélico na conservação pós-colheita de tomates frescos, concluiu que as coberturas com GA₃ mantiveram a firmeza, retardaram a perda de massa e diminuíram a acidez. Há necessidade de mais estudos avaliando a combinação do ácido giberélico com revestimentos comestíveis, como a fécula de mandioca.

2.5.3 Fécula de mandioca

O amido é um polissacarídeo natural, composto por amilose e amilopectina, apresenta boa biodegradabilidade e baixo custo, especialmente boa propriedade de formação de embalagens (COSTA *et al.*, 2022).

O amido de mandioca é uma das fontes utilizadas como matéria-prima para a elaboração de filmes biodegradáveis (DA ROCHA *et al.*, 2020). Além do baixo custo, ele apresenta vantagens como ser isotrópico, incolor, não tóxico, resistente ao calor e

umidade (NASCIMENTO *et al.*, 2023). Dentre os revestimentos comestíveis e biodegradáveis, a fécula de mandioca tem despertado interesse em razão da possibilidade do aumento da vida útil de frutas e por ter menor impacto ambiental, além de conferir propriedades funcionais aos alimentos, agregando valor aos produtos (BRILHANTE *et al.*, 2023).

A película é geralmente obtida por meio da suspensão de fécula de mandioca em água, para posterior recobrimento da superfície dos frutos na pós-colheita. Carvalho *et al.* (2022), ao avaliar o efeito da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate, concluiu que o revestimento com fécula de mandioca na concentração de 5% isolado ou associado com glicerol a 1%, proporcionou ao fruto de tomate menor perda de massa, conferindo maior firmeza, além de preservar os teores de ácidos orgânicos na polpa do fruto, retardando o amadurecimento e aumentando a luminosidade do mesmo.

2.6 Referências bibliográficas

AQUINO, César Fernandes; SALOMÃO, Luiz Carlos Chamhum; AZEVEDO, Alcinei Místico. Qualidade pós-colheita de banana'Maçã'tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 824-833, 2016.

ARAÚJO, Wésley Gean Kalcovik de. **Efeito de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita do tomate**. Orientador: Nélio Ranieli Ferreira de Paula. 2023. 29 f. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Colorado do Oeste, 2023.

BAHAR et al. The effect of diferentes doses of 1-methylcyclopene on postharvest physiology and predicting ethylene production through multivariate adaptive regression splines in cocktail tomato. **Horticulturae**, Mersin, v. 8, n. 7. jun. 2022.

BRILHANTE, Francisco Davi Fernandes et al. REVESTIMENTOS ALTERNATIVOS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGA: UM ESTUDO DE REVISÃO. **CIÊNCIA DAS PLANTAS: DESAFIOS E POTENCIALIDADES EM PESQUISA**, v. 2, n. 1, p. 133-156, 2023.

CAETANO MENDITI, A. C.; CAETANO MENDITI, L.; FLORES DUTRA, H. P.; CARVALHO BOTELHO RIBEIRO, M. Perdas pós colheita de frutas e hortaliças em mercados da região de Bom Jesus do Itabapoana – RJ: Post harvest losses of fruits and vegetables in markets in the region of Bom Jesus do Itabapoana - RJ. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, seq. I Congresso Brasileiro Online em

Ciência dos Alimentos, p. 536–540, 22 maio 2021.
<https://doi.org/10.18378/REBAGRO.V12I2.8988>.

CARVALHO, Samira Abreu et al. Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e59011931677-e59011931677, 2022.

CORRÊA, Daiane. Produção de mudas de tomate com bioestimulante. **Rev. Agronomia Brasileira. Universidade do Estado de Mato Grosso–UNEMAT**, 2020.

COSTA, Fábila et al. Revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca (manihot esculenta) em produtos vegetais: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e54511427428-e54511427428, 2022.

COSTA, Mérida Layara Xavier et al. Conservação pós-colheita de tomate-cereja orgânico embalados com filme ativo biodegradável à base de amido e óleo essencial de cravo-da-Índia. **Concilium**, v. 22, n. 2, p. 387-400, 2022.

DA GRAÇA, Genilza Almeida *et al.* Cloreto de cálcio e radiação ultravioleta na conservação pós-colheita do tomate. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e218101421887-e218101421887, 2021.

DA ROCHA, Amanda Martins et al. Aplicação do biopolímero de amido de cassava e amido de milho na conservação pós-colheita de guava. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6658-6680, 2020.

DA SILVA, Luís Guilherme Malaquias; SARTO, Luís Eduardo; ROCHA, Marcela Costa. Influência do revestimento comestível à base de amido e cera de abelha na preservação da qualidade pós-colheita de tomates italianos. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 7, pág. e54111728387-e54111728387, 2022.

DE AMORIM TOMAZ, Pedro Henrique et al. Conservação de frutos de mamão na pós-colheita com uso de biofilme à base de fécula de mandioca Conservation of papaya fruits in the post-harvest with the use of biofilme cassava starch based coating. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 88564-88574, 2021.

DE ARAÚJO FAUSTINO, Camila Fernanda et al. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DO UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* L.) SUBMETIDOS AO REVESTIMENTO COM CERA DE ABELHA E FÉCULA DE MANDIOCA. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 2, p. e422778-e422778, 2023.

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.

DE MOURA GUERRA, Antonia Mirian Nogueira et al. Hidroresfriamento e embalagens na conservação pós-colheita de cebolinha (*Allium schoenoprasum*). **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 567-576, 2020.

- DE OLIVEIRA, Samoel Monteiro; ROSA, Ricardo Oliveira; FERREIRA, Flávia Monteiro Coelho. Bioinseticidas e diversidade de abelhas nativas no cultivo do tomateiro. **Revista Ponto de Vista**, v. 10, n. 3, p. 01-13, 2021.
- DE OLIVEIRA, Thainá Araújo et al. Caracterização química, fisiológica e pós-colheita de plantas de tomateiro adubadas com silício via solo e foliar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 95097-95105, 2020.
- DE SANTANA, Marcos Vinícius Paulino et al. PÓS-COLHEITA DO COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) SOB DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO: POSTHARVEST OF CORIANDER (*Coriandrum sativum* L.) IN DIFFERENT STORAGE PERIODS. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, v. 21, n. Esp2, p. 486-504, 2023.
- DIAS, Wlly Polliana Antunes et al. Conservação pós-colheita de manga ‘Palmer’ com uso de permanganato de potássio. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 16, n. 12, p. 30019-30032, 2023.
- FIGUEIRINHA, Késsia Tenório et al. Logística, indicadores socioeconômicos e perdas pós-colheita de hortifrúteis em cinco cidades Maranhenses. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 5, p. 698-709, 2021.
- FLORES, Karina Sayuri Ueda et al. Uso de revestimento comestível à base de pectina contendo ácido giberélico na conservação pós-colheita de tomates frescos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, p. e009223, 2023.
- GONÇALVES, Vítor Hugo Ferreira. Disponibilização da adoção de diferentes métodos de irrigação na cultura do “Tomate Redondo” (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *vinicius*) de forma protegida, com vista à otimização da irrigação e redução de custos de gestão da água. 2022. 82 p. **Dissertação** (Mestrado em engenharia agronômica) – Universidade de Trás – os – Montes e Alto Douro, Vila Real, 2022.
- LANA, M. M. et al. Boas práticas na colheita e pós-colheita: hortaliças folhosas. Brasília: Embrapa, 2021. *E.book*. 52 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnpti.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1133593>.
- LEITE, Stéfani dos Santos. **Oídio do tomateiro no Brasil: agentes causais, distribuição geográfica e fontes de resistência em *Solanum (Lycopersicon)***. 2023. 141 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- LEOPOLDINO, Luan Salgado. Uso de fitorreguladores na pós-colheita de mangas ‘Carabao’. 2021.
- LUCAS, Diogo Dias. Moscas-brancas em tomate para indústria–susceptibilidade cultivar, estimativa do risco e relação com outras pragas-chave. 2022. **Tese de Doutorado**. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.
- NASCIMENTO et al. Effect of edible coatings of cassava starch incorporated with

clove and cinnamon essential oils on the shelf life of papaya. **Membranes**, Vitória, v. 13, n. 9. Agos. 2023.

PETRUCELLI, Adriano; ALVES, Marcos Rafael; GIANOTTI, Fernanda. ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA AGROINDÚSTRIA DE TOMATES E POLPAS NA CIDADE DE TAQUARITINGA-SP. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 797-809, 2022.

REIS, José Newton Pires et al. ANÁLISE DA COMERCIALIZAÇÃO DO TOMATE NO ESTADO DO CEARÁ NOS ANOS DE 2014-2018. **Natural Resources**, v. 13, n. 4, 2023.

RIBEIRO, Márcio Bezerra; DE SOUZA, Pahlevi Augusto. Uso de revestimentos biodegradáveis em pós colheita de fruta: uma revisão. **Ciência dos Alimentos Pesquisa e Aplicações Volume 1**, Belo Horizonte: Editora Polisson, 2024. p. 84.

RIBEIRO, Mariana Clementoni Costa Borges. Efeito da suplementação de tomate (*Lycopersicon esculentum*) em marcadores de estresse oxidativo e função cardiovascular de pacientes com doença renal crônica tratados por hemodiálise. 2021. 62 f. **Tese** (Doutorado em Fisiopatologia em Clínica Médica) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2021.

ROCHA, Natália Ellen Pereira et al. Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita do tomate (*Solanum lycopersicum* L.). 2020. 41 p. **Dissertação** (Mestrado em olericultura) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos.

SARRA, Sheila Regina et al. Iluminação com LEDS para amadurecimento de peras após a colheita. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 40482-40500, 2021.

SILVA, Ana Caroline Pereira da et al. Revestimento e filme biodegradável de gelatina de peixe e óleo de açaí: efeito da aplicação na qualidade pós colheita de tomate. 2021.

SIMÕES, M. P. et al. PrunusPÓS: inovação no pós-colheita de pêssego e cereja. **PrunusPÓS: inovação no pós-colheita de pêssego e cereja**, v. 3, 2022.

STREDA, Maiara Andressa. Modelagem matemática e computacional 3D do crescimento do fruto de tomate. 2021. **EducaAmazônia**. Vol 17, Núm1, jan-jun, 2024, pág. 728-736.

TEIXEIRA, Vandrea Ricobom et al. Características químicas em frutos de tomateiro enxertado sob sistema de cultivo aquapônico. **Revista Ambientale**, v. 15, n. 3, p. 43-54, 2023.

THOLE, VAIN E MARTIN. Effect of elevated temperature on tomato post-harvest Properties. **Journal information**, Norwich, v. 10, n. 11. nov. 2021.

TRENTO, Daiane Andréia et al. Desempenho de cultivares de tomate italiano de crescimento determinado em cultivo protegido sob altas temperaturas. **Nativa**, v. 9, n. 4, p. 359-356, 2021.

ZAYAT, Jamille Zahia Mohana et al. Viabilidade econômica da produção de tomate do

tipo saladete no sul do estado de Goiás. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 6, p. 1455-1486, 2022.

ZHU et al. Rosmarinic acid delays tomato fruit ripening by regulating ripening – associated traits. **Antioxidantes**, Zhejiang, v. 10, n. 11. nov. 2021.

3. CAPÍTULO I

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS E REGULADOR VEGETAL NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE TOMATE

RESUMO

Sousa e Sousa, Marcelo Jhonatan. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, abril de 2026. Revestimento comestíveis e regulador vegetal na conservação pós-colheita de tomate. Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer. Coorientadora: Giovana Lopes da Silva.

O tomate é uma cultura amplamente cultivada e consumida globalmente, tanto *in natura* como em diversos produtos processados. No entanto, o tomate é altamente perecível após a colheita, devido à fragilidade de seus tecidos e à atividade metabólica. Portanto, é crucial empregar tecnologias de conservação pós-colheita para manter a qualidade. Dentre essas tecnologias, destacam-se o uso de película de fécula de mandioca,

reguladores de crescimento como o ácido giberélico (GA₃) e óleos vegetais como o óleo de coco-babaçu. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dessas tecnologias na conservação pós-colheita do tomate. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), em fatorial 6x4, com 6 tratamentos (T1 – Controle; T2 - 100 mg L⁻¹ de GA₃; T3 – óleo de babaçu a 6%; T4 - fécula de mandioca a 3%; T5 - 100 mg L⁻¹ de GA₃ + fécula de mandioca a 3%; T6 - óleo de babaçu a 6% + fécula de mandioca a 3%) e 4 períodos de armazenamento (0, 4, 8, 12), cada tratamento contou com 3 repetições e 2 frutos por parcela. Foram avaliados o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT), a perda de massa, a coloração, a firmeza e o pH. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A associação entre fécula de mandioca a 3% e ácido giberélico a 100 mg L⁻¹ foi o método mais eficiente na conservação pós-colheita dos tomates, promovendo maior preservação da firmeza, manutenção da acidez titulável, menor elevação do pH e retardamento da mudança de coloração.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L.; Qualidade pós-colheita; ácido giberélico; recobrimentos comestíveis.

ABSTRACT

Sousa e Sousa, Marcelo Jhonatan. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, April 2026. Edible coatings and plant growth regulator in the postharvest conservation of tomatoes. Advisor: Dr. Clarice Aparecida Megguer. Co-advisor: Giovana Lopes da Silva.

Tomato is a crop that is widely cultivated and consumed worldwide, as fresh and in various processed products. However, it is highly perishable after harvest due to the fragility of its tissues and its intense metabolic activity. Therefore, the use of postharvest conservation technologies is essential to maintain fruit quality. Among these technologies, edible coatings based on cassava starch, plant growth regulators such as gibberellic acid (GA_3), and vegetable oils such as babassu oil have shown promising potential. The objective of this study was to evaluate the effect of these technologies on the postharvest conservation of tomato fruit. The experiment was carried out in a completely randomized design (CRD), in a 6×4 factorial scheme, with six treatments (T1 – Control; T2 – $100 \text{ mg L}^{-1} GA_3$; T3 – 6% babassu oil; T4 – 3% cassava starch; T5 – $100 \text{ mg L}^{-1} GA_3$ + 3% cassava starch; T6 – 6% babassu oil + 3% cassava starch) and four storage periods (0, 4, 8 and 12 days), with three replications and two fruits per plot. Total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), weight loss, color, firmness and pH were evaluated. Data were subjected to analysis of variance and means were compared using Tukey's test at the 5% probability level. The treatment with 3% cassava starch and 100 mg L^{-1} gibberellic acid was the most effective method for postharvest conservation

of tomatoes, promoting greater firmness retention, maintenance of titratable acidity, lower pH increase and delayed color change.

KEY-WORDS: *Solanum lycopersicum* L.; Tomato; Postharvest quality; Gibberellic acid; Edible coatings.

3.1 INTRODUÇÃO

Um aspecto que deve ser levado em conta na comercialização de hortaliças refere-se às perdas pós-colheita, uma vez que esses produtos são perecíveis e constituídos majoritariamente por água. Por essa razão, estão sujeitos a danos sobretudo após a colheita, ocasionados por fatores como transporte inadequado, condições ambientais desfavoráveis, falhas na classificação, excesso de oferta, entre outros (LOPES; FERREIRA; FERREIRA, 2024).

Nos países em desenvolvimento, a cerca de 30 a 40% da produção é perdida nas etapas de pós-colheita, processamento e distribuição. Sendo que 86% das perdas de frutas e hortaliças ocorrem durante a exposição do produto para a venda, outros 9% acontecem no transporte e 5%, na armazenagem (SPAGNOL, 2018). O tomate, por se tratar de um fruto de amadurecimento climatérico, apresenta vida útil pós-colheita reduzida, o que o torna suscetível a distúrbios fisiológicos e danos mecânicos. Quando maduro, torna-se altamente perecível devido à fragilidade dos tecidos e elevada atividade metabólica, podendo apresentar perdas de até 21% após a colheita. Esse comportamento está associado ao alto teor de água do fruto (90–95%), característica que aumenta a sensibilidade e exige maiores cuidados durante a conservação (TEIXEIRA *et al.*, 2022).

Visando o desenvolvimento sustentável e a redução de perdas pós-colheita, a demanda por novos materiais e tecnologias que minimizem os danos ao ambiente aumentou consideravelmente. Qualquer tipo de camada fina de material usado para revestir vários alimentos a fim de prolongar o prazo de validade do produto e que possa ser consumido juntamente com esse alimento é considerado um revestimento comestível ou filme comestível (BARBOZA *et al.*, 2022). De acordo com a constituição, os filmes e revestimentos comestíveis podem ser agrupados em três classes principais: hidrocoloidais, formados por polissacarídeos ou proteínas; lipídicos, constituídos por lipídios; e compósitos, resultantes da associação entre proteínas e lipídios ou entre polissacarídeos e lipídios. Atualmente, a maior parte das pesquisas tem se concentrado nos sistemas compósitos, uma vez que esses materiais reúnem as propriedades funcionais de cada componente, minimizando as limitações individuais (FRATARI *et al.*, 2021).

Dentre os diversos materiais empregados na formulação de revestimentos comestíveis, destacam-se os polímeros naturais, por apresentarem elevada biodegradabilidade, atoxicidade e boa interação com superfícies vegetais. O amido de mandioca é um polissacarídeo natural, composto por amilose e amilopectina, apresenta

boa biodegradabilidade e baixo custo, além de excelentes propriedades de formação de filmes e embalagens (COSTA *et al.*, 2022). Além disso, a fécula de mandioca é um revestimento que confere aos frutos brilho e preserva a coloração, atributos de qualidade importantes para o consumidor. É inodoro, nutritivo, atóxico e possui baixa permeabilidade, funcionando como uma barreira para a troca de gases (FRANÇA *et al.*, 2025).

Uma abordagem para aprimorar a eficácia de um revestimento é a combinação de materiais lipídicos com polissacarídeos, resultando na formação de revestimentos compostos. Um exemplo de revestimento comestível compósito pode incluir amido com óleos obtidos de diferentes fontes, como o babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), uma palmeira nativa da Amazônia. Nessa espécie, mais de 60% das amêndoas presentes no endocarpo são constituídas por óleo rico em ácido láurico (PINTO *et al.*, 2024). O óleo de babaçu tem se destacado como matéria-prima para indústrias de higiene, cosmética e farmacêutica. É também chamado de óleo láurico junto com óleo de palma e de óleo de coco, apresenta alto teor de ácido graxo saturado com destaque para o ácido láurico (DE FREITAS *et al.*, 2025).

É crucial considerar que concentrações reduzidas de oxigênio podem induzir a respiração anaeróbica, potencialmente resultando na produção de sabores e odores indesejáveis. Portanto, ao desenvolver esses revestimentos comestíveis, é importante ponderar cuidadosamente sobre a concentração a ser empregada na produção (MENDONÇA, 2023).

Reguladores de crescimento tem sido utilizado isoladamente ou em combinação com o objetivo de retardar ou antecipar o amadurecimento e preservar a qualidade dos frutos após a colheita (SANCHES; FEITOSA, 2026). Dentre os reguladores, o GA₃ é um importante fitormônio que apresenta múltiplas atividades fisiológicas nas plantas, como a quebra de dormência de sementes, a promoção da diferenciação de gemas florais e o alongamento do caule, além de retardar a senescência dos órgãos vegetais. Além disso, quando aplicado de forma exógena, o GA₃ também pode retardar o amadurecimento e manter a qualidade de culturas antes e após a colheita (SOUZA *et al.*, 2019).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

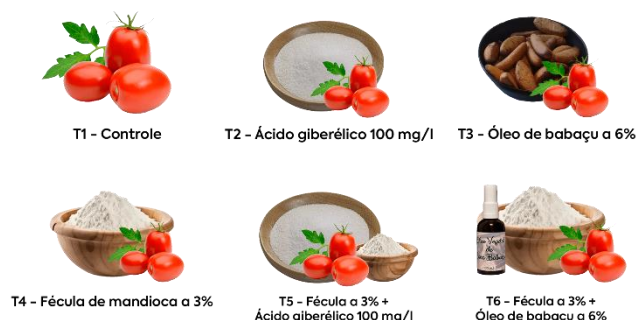
Os frutos de tomate da variedade guará, no estágio verde maduro (início de mudança de cor), foram obtidos no mês de setembro de 2025, no período da manhã. Os frutos foram armazenados em uma sala com temperatura média de 30,95°C e umidade relativa de 59,25%. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen.

As avaliações foram realizadas um dia após a implantação e nos dias 4, 8 e 12 após a instalação do experimento. Foram avaliados: o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT), a perda de massa, a firmeza, a coloração e o pH.

Delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), em fatorial 6x4, com 6 tratamentos (Controle, 100 mg L⁻¹ de GA₃, óleo de babaçu a 6%, fécula de mandioca a 3%, fécula de mandioca a 3% + 100 mg L⁻¹ GA₃, fécula de mandioca a 3% + óleo de babaçu a 6%,) e 4 períodos de armazenamento (1, 4, 8 e 12 dias) em condições ambientais. Cada tratamento teve três repetições e 2 frutos por parcela (Figura 3).

Figura 3. Tratamentos para a conservação de tomates da variedade guará.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Seleção e sanitização das amostras

Após a obtenção dos frutos, os mesmos foram transportados em caixas térmicas até o laboratório, e foram lavados com água corrente para retirada de impurezas e redução do calor proveniente do campo e do transporte.

Procedeu-se então a seleção para o estabelecimento de lotes uniformes. Aqueles que apresentavam danos ou coloração fora do padrão estabelecido foram descartados. Em seguida, os frutos selecionados foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 0,25%

por 15 minutos, enxaguadas com água destilada para retirada do excesso e secas em papel toalha (Figura 4).

Figura 4. Sanitização dos frutos de tomate, variedade Guará.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Tratamentos

Os frutos do tratamento controle foram dispostos em bandejas de isopor, sem receberem nenhum tipo de solução, além da utilizada para a sanitização, e sem nenhum recobrimento.

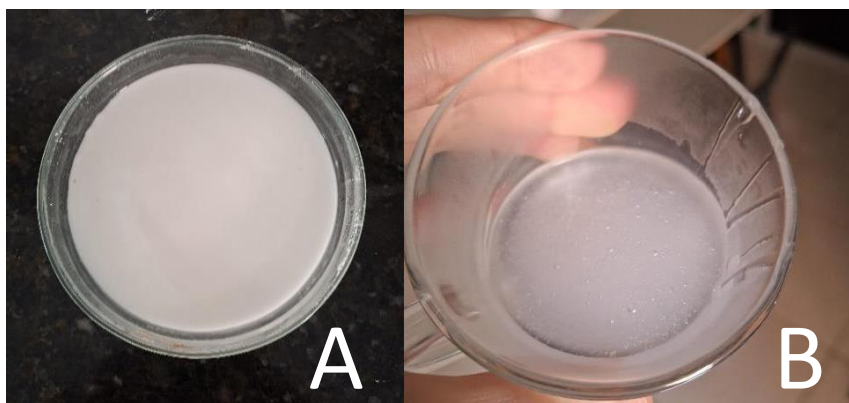
O ácido giberélico (GA_3) foi aplicado nos frutos de tomate na concentração de 100 mg L^{-1} . Para o preparo da solução, a quantidade correspondente de GA_3 em pó foi pesada em balança analítica e dissolvida em água destilada, sob agitação manual até completa homogeneização. A aplicação do regulador vegetal foi realizada por imersão dos tomates na solução de GA_3 por 15 minutos, garantindo contato uniforme com toda a superfície dos frutos. Após esse período, os tomates foram retirados da solução e mantidos à temperatura ambiente até a secagem completa da superfície.

A solução com o óleo de babaçu da marca Leve foi preparada por meio da diluição de 60 mL do mesmo em 1 litro de água destilada, para obter a concentração de 6%. Em seguida a solução foi agitada com um bastão até a completa homogeneização. Após o preparo do revestimento, os frutos foram imersos na solução por 1 minuto, até que toda a superfície dos frutos ficasse coberta.

A película comestível foi obtida através da fécula de mandioca, 100% natural,

produzida pela Fecularia Pantanal. Para preparar a solução, a fécula de mandioca, na concentração de 3%, foi diluída em água e aquecida em fogão a gás até o líquido ficar transparente (Figura 5). Após a solução atingir temperatura ambiente, os frutos foram imersos por 1 minuto. Com a imersão dos frutos na solução e posterior secagem, obtém-se uma película transparente sobre a superfície dos frutos (Figura 6).

Figura 5. Preparo da fécula de mandioca utilizada nos tratamentos de fécula de mandioca a 3%. A. Fécula de mandioca diluída. B. Fécula de mandioca em preparo.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

No tratamento 5, os frutos foram inicialmente imersos na solução contendo ácido giberélico e, em seguida, submetidos à imersão na solução de fécula de mandioca. No tratamento 6, foi realizada a combinação da fécula de mandioca com o óleo de babaçu. Nesse caso, os frutos foram imersos no óleo de babaçu e, posteriormente, na solução de fécula de mandioca.

Figura 6. Disposição dos frutos, variedade guará sobre a bancada após a aplicação dos revestimentos.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

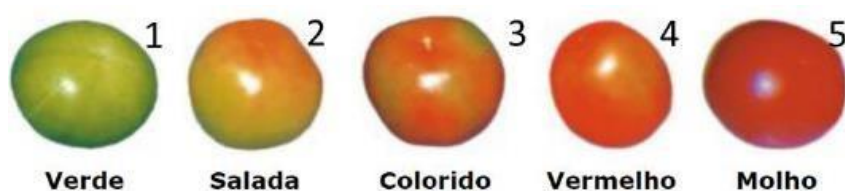
Análises Físico-Químicas

As determinações foram realizadas segundo os métodos físico-químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz. 4ª ed. São Paulo, 2008.

Coloração

A coloração da epiderme foi avaliada por meio de inspeção visual, conforme os Padrões de Classificação do Tomate da Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP, s.d.), utilizando-se uma escala de 1 a 5, na qual os escores correspondem, respectivamente, aos estádios verde, salada, colorido, vermelho e molho, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7. Escala de cores para classificação dos tomates.



Fonte: FAEP.

Perda de massa

Para a perda de massa as amostras foram pesadas no primeiro dia de avaliação e a cada quatro dias, os resultados foram obtidos por meio de balança eletrônica digital de precisão, pela diferença entre a massa inicial e final dos frutos, com os resultados expressos em porcentagem.

$$\text{Perdademassa} = \left(\frac{\text{Massainicial} - \text{Massafinal}}{\text{Massainicial}} \right) * 100$$

pH

A determinação do pH foi realizada por meio de processo eletrométrico empregando-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e que permitem a determinação direta, simples e precisa do pH.

Após maceração e pesagem de 5 g da amostra, diluiu-se o conteúdo com auxílio de 50 mL de água em um béquer. O conteúdo foi agitado até as partículas ficarem uniformemente suspensas. O pH foi determinado com aparelho previamente calibrado, da marca Instrutherm e modelo PH-5000, operando de acordo com o manual do fabricante

(Figura 8).

Figura 8. pHmetro utilizado na determinação do pH em frutos de tomate, variedade Guará.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Acidez total titulável (ATT)

A acidez titulável foi definida por volumetria com indicador. Este método é aplicável em solução claras ou levemente coloridas nos diversos tipos de frutas.

O método é baseado na titulação com hidróxido de sódio até atingir o ponto de viragem. Como indicador foi utilizado fenolftaleína. O procedimento consistiu na pesagem de 5 g da amostra, após maceração, e posterior diluição do conteúdo em 100 mL de água. Foi adicionado 2 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante, até que a solução apresentasse coloração rósea persistente por no mínimo 30 segundos (Figura 9). A acidez foi expressa em porcentagem de ácido cítrico e o cálculo foi conforme Equação:

$$AT = ((V) * (N) * (0,064)/5) * 100$$

Em que:

AT = acidez titulável (% de ácido cítrico);

V = volume gasto de NaOH (mL);

N = normalidade do NaOH.

Figura 9. Determinação da acidez titulável (% ácido cítrico) em frutos de tomate, variedade Guará.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos sólidos solúveis foi estimada por meio de índice de refração. A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada com um refratômetro portátil digital de marca HANNA Instruments modelo HI 96800, com divisão decimal, colocando uma pequena amostra de polpa no prisma e fazendo a leitura direta em °Brix. A cada leitura, o aparelho foi zerado com água destilada (Figura 10).

Figura 10. Refratômetro utilizado em frutos de tomate, variedade Guará para determinação de sólidos solúveis totais.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Inicialmente, ajustou-se o refratômetro com água destilada a temperatura

ambiente. Para evitar que as partículas sólidas prejudicassem a nitidez da leitura, após a homogeneização com o auxílio de um liquidificador, essas partículas foram removidas. Como a determinação foi realizada a temperatura ambiente, diferente de 20 °C, a leitura foi corrigida automaticamente segundo valores recomendados pelo Instituto Adolfo Lutz.

Firmeza

A firmeza dos frutos foi determinada por meio de um penetrômetro digital modelo GY-M30, utilizando ponteira de 8 mm, padrão para análises em tomate (Figura 11). Para cada unidade amostral, o fruto foi inicialmente higienizado e seco, sendo em seguida removida uma pequena porção da epiderme na região equatorial para garantir contato direto da ponteira com a polpa. O equipamento foi calibrado antes de cada sequência de medições, posicionando-o perpendicularmente à superfície do fruto. A sonda foi aplicada de forma contínua até atingir a profundidade indicada pelo fabricante, registrando-se automaticamente o valor de resistência à penetração, expresso em kgf/cm². Cada fruto foi medido em dois pontos opostos da região equatorial, adotando-se a média dos valores como resultado final. A firmeza média por tratamento e período de armazenamento foi obtida posteriormente a partir dos valores individuais.

Figura 11. Penetrômetro utilizado para a firmeza dos frutos de tomate, variedade guará.



Fonte: Google (2025).

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas, aplicando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises foram efetuadas através do programa SISVAR (SILVA, 2016).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) indicou a existência de interação significativa entre os tratamentos e os períodos de armazenamento para os parâmetros avaliados. Dessa forma, os efeitos dos tratamentos dependeram do tempo de armazenamento, impossibilitando a interpretação isolada dos fatores. Assim, procedeu-se ao desdobramento da interação, sendo as médias dos tratamentos comparadas em cada período de armazenamento por meio do teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade de erro.

Os valores de firmeza diminuíram à medida que os dias de armazenamento avançaram, exceto no T6 (Tabela 1). A perda de firmeza durante o amadurecimento é ocasionada pela degradação da parede celular e pela perda de umidade (SAMENTO et al. 2015).

De acordo com Vianna (2020), a manutenção da firmeza do fruto confere resistência a danos durante o transporte, todavia, durante o processo de amadurecimento, há a síntese de enzimas que modificam a parede celular, amaciando os frutos e, portanto, os predispondo a danos durante a comercialização.

Tabela 1 – Firmeza de polpa em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias.

| Tratamentos | Firmeza de polpa- (kgf/cm ²) | | | |
|--------------------------------------|--|---------------|----------------|---------------|
| | Dias de armazenamento | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 12 |
| Controle | 4,00±0,28 cAB | 4,49±0,34 bA | 3,75±0,24 cAB | 3,38±0,18 bB |
| GA ₃ | 6,17±0,59 aA | 5,62±0,31 aAB | 5,38±0,31 aB | 3,99±0,34 abC |
| Óleo de babaçu | 5,40±0,57 abA | 4,11±0,36 bB | 5,26±0,27 abA | 3,57±0,32 abB |
| Fécula de mandioca | 5,69±0,66 aA | 4,86±0,20 abB | 4,49±0,06 bcBC | 4,04±0,05 abC |
| Fécula de mandioca + GA ₃ | 5,84±0,35 aA | 5,63±0,19 aA | 4,58±0,39 abB | 4,21±0,09 aB |
| Fécula de mandioca + Óleo de babaçu | 4,59±0,42 bcA | 4,31±0,26 bA | 4,59±0,19 abA | 4,16±0,20 abA |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância. Fonte: O autor (2025).

O T5 (fécula + GA₃) foi o mais eficiente na manutenção da firmeza, seguido por T4 (fécula) e T2 (GA₃). A combinação de ácido giberélico com fécula de mandioca (T5), apresentou aos 12 dias de armazenamento média de firmeza de 4,21 kgf cm⁻², significativamente superior ao tratamento controle (T1) 3,38 kgf cm⁻².

Verificou-se ainda que o T5 diferiu estatisticamente do controle ao longo de todo período de armazenamento, confirmando a eficácia da associação entre o GA₃ e o

revestimento à base de fécula de mandioca na manutenção da textura dos frutos ao longo do tempo. Esse comportamento indica possível efeito combinado entre o regulador de crescimento e o revestimento, resultando em retardo na degradação das pectinas e maior preservação da integridade da parede celular, contribuindo para a conservação da firmeza durante o armazenamento. O aumento da firmeza também observado na fécula isolada reforça o papel físico do revestimento na redução da perda de umidade e na modulação das trocas gasosas.

Flores et al. (2023) obtiveram resultados semelhantes ao utilizar revestimentos comestíveis à base de pectina contendo ácido giberélico na conservação de tomates frescos. Os revestimentos à base de pectina associados ao ácido giberélico, nas concentrações de 75 e 100 mg L⁻¹, foram os melhores tratamentos, reduzindo a taxa de respiração, retardando o amadurecimento e mantendo a firmeza e a estabilidade dos frutos durante o armazenamento. O revestimento ajudou a manter a firmeza dos tomates ao diminuir a síntese de etileno e a atividade enzimática.

Dos Santos Oliveira (2017) ao avaliar a conservação pós-colheita de tomate italiano utilizando polímero de recobrimento bioativo à base de fécula de mandioca na concentração de 3% obteve maior firmeza nos frutos com recobrimento. Segundo a autora, o uso dos recobrimentos provocou a formação de atmosfera modificada ao redor dos tomates, minimizando a atividade respiratória e conseqüentemente retardando o processo de amadurecimento através da inibição enzimática.

A comparação de médias mostrou que apenas o tratamento T2 (ácido giberélico) e o T5 (ácido giberélico + fécula de mandioca) apresentou valor de pH significativamente menor que o controle. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente.

Tabela 2 – Valores de pH em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias.

| Tratamentos | pH | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Dias de armazenamento | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 12 |
| Controle | 4,13±0,09 aC | 4,55±0,14 aAB | 4,48±0,12 aB | 4,87±0,40 aA |
| GA ₃ | 4,19±0,24 aA | 4,41±0,04 aA | 4,26±0,09 aA | 4,48±0,02 bA |
| Óleo de babaçu | 4,05±0,02 aB | 4,59±0,09 aA | 4,46±0,28 aA | 4,73±0,04 abA |
| Fécula de mandioca | 3,91±0,04 aB | 4,47±0,10 aA | 4,62±0,28 aA | 4,67±0,10 abA |
| Fécula de mandioca + GA ₃ | 4,02±0,05 aB | 4,32±0,12 aAB | 4,36±0,11 aA | 4,41±0,08 bA |
| Fécula de mandioca + Óleo de babaçu | 3,89±0,12 aC | 4,59±0,02 aB | 4,45±0,06 aAB | 4,87±0,15 aA |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância. Fonte: O autor (2025).

Os valores de pH dos frutos aumentaram gradualmente ao longo do armazenamento (Tabela 2), comportamento típico do avanço do amadurecimento em tomates.

De acordo com Mouhamed e Kasnazany (2024), os processos metabólicos intensificam-se à medida que o fruto entra em estado de senescência e, como consequência, ocorre o consumo de ácidos orgânicos durante a respiração, promovendo o aumento do pH.

No entanto, a comparação de médias revelou que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e o controle (T1) nos períodos iniciais e intermediários (P1, P4 e P8), indicando que as aplicações ainda não haviam exercido efeito marcante sobre esse parâmetro nesses estágios.

Somente no período final (P12) foi observada diferença significativa, quando o tratamento T2 (ácido giberélico) e o T5 (ácido giberélico + fécula de mandioca) apresentaram pH significativamente menor que o controle. Esse resultado demonstra que o ácido giberélico isoladamente e a associação com o revestimento à base de fécula de mandioca foi eficaz em retardar a elevação do pH e, conseqüentemente, conter a degradação dos ácidos orgânicos nos estágios mais avançados de armazenamento, caracterizando um retardo no processo de amadurecimento dos frutos.

Flores *et al.* (2023) obtiveram resultados semelhantes ao associarem revestimentos comestíveis à base de pectina contendo ácido giberélico, observando, assim como no presente estudo, diferença significativa apenas no último dia de armazenamento.

Barros *et al.* (2019) não observaram diferença significativa no pH do mamão “Sunrise Solo” com a aplicação de diferentes recobrimentos, como óleo de babaçu purificado a 3% e fécula de mandioca a 5%, durante a conservação pós-colheita. Observou-se no trabalho citado que, em todos os tratamentos, ocorreu aumento do valor do pH ao longo dos dias de avaliação, exceto no T2 (óleo de babaçu 3%), no qual houve a diminuição na última avaliação, aos 12 dias após a aplicação do tratamento, embora esse tratamento tenha apresentado a maior média de pH.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) variaram ao longo do armazenamento, apresentando aumento progressivo com o avanço do amadurecimento dos frutos (Tabela 3).

Tabela 3 – Teores de sólidos solúveis em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias.

| Tratamentos | Sólidos solúveis totais (°Brix) | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| | Dias de armazenamento | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 12 |
| Controle | 3,13±0,06 aC | 3,93±0,06 bB | 4,07±0,06 abB | 4,57±0,23 aA |
| GA ₃ | 2,90±0,10 aC | 4,07±0,12 abA | 3,50±0,17 cB | 4,20±0,10 abA |
| Óleo de babaçu | 2,90±0,00 aC | 4,10±0,30 abB | 4,23±0,06 aAB | 4,50±0,10 abA |
| Fécula de mandioca | 2,90±0,10 aC | 3,93±0,06 bB | 3,73±0,15 bcB | 4,30±0,10 abA |
| Fécula de mandioca + GA ₃ | 2,83±0,12 aC | 4,33±0,46 aA | 3,70±0,00 bcB | 4,17±0,23 bA |
| Fécula de mandioca + Óleo de babaçu | 2,77±0,06 aC | 3,97±0,06 abAB | 3,80±0,00 bcB | 4,30±0,10 abA |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância. Fonte: O autor (2025).

No período inicial (P1), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Aos 4 dias de armazenamento, o tratamento T5 (fécula de mandioca + ácido giberélico) apresentou valor de SST significativamente superior ao controle, enquanto os demais tratamentos não diferiram da testemunha. No P8, observou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo que apenas o T2 (ácido giberélico) apresentou SST significativamente inferior ao controle, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si. Ao final do armazenamento (P12), os valores de SST aumentaram em todos os tratamentos, com exceção do T3 (óleo de babaçu), com o controle (T1) apresentando a maior média, diferindo apenas do T5, enquanto os demais tratamentos mantiveram valores intermediários, estatisticamente semelhantes entre si (Tabela 3).

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) é considerado um valioso atributo para avaliar a qualidade dos frutos durante o processo de amadurecimento, uma vez que indica o total dos sólidos dissolvidos na água (açúcares glicose, sacarose e frutose, ácidos orgânicos e, em quantidades menores, proteínas, óleos essenciais, amido e sais) (SILVA, 2023).

De acordo com Da Graça *et al.* (2021), no caso de frutos, os sólidos solúveis totais têm tendência a exibir maior concentração com a evolução da maturação, devido aos processos de biossíntese. Os teores de SST encontrados nos tomates podem estar relacionados ao grau de amadurecimento, pois amostras constituídas de frutos mais maduros apresentam maior teor de SST.

A redução dos valores de SST observada nos tratamentos contendo ácido giberélico e/ou fécula sugere retardo no processo de amadurecimento, possivelmente pela menor atividade respiratória e menor conversão de amido em açúcares solúveis, o que é coerente com o efeito fisiológico inibidor do GA₃ sobre enzimas hidrolíticas envolvidas

na maturação. Ozkan *et al.* (2016) verificaram que as cerejas doces tratadas com 60 ppm de GA₃ apresentaram menores teores de sólidos solúveis em comparação ao controle, o que foi atribuído à ação do GA₃ em reduzir a taxa de metabolismo respiratório dos frutos.

A perda de massa aumentou gradualmente ao longo do armazenamento, atingindo a média geral de 12,17% ao final dos 12 dias (Tabela 4).

Tabela 4 – Perda de massa em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias.

| Tratamentos | Perda de massa (%) | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|
| | Dias de armazenamento | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 12 |
| Controle | 1,17±0,26 cD | 4,69±0,67 bcC | 8,96±1,09 cB | 11,05±1,23 cA |
| GA ₃ | 1,20±0,10 cD | 3,75±0,20 cC | 6,80±0,29 dB | 8,40±0,40 dA |
| Óleo de babaçu | 3,78±0,37 abD | 8,10±0,37 aC | 11,55±0,51 bB | 13,47±0,60 bA |
| Fécula de mandioca | 2,21±0,08 bcD | 5,33±0,12 bcC | 9,18±0,17cB | 11,45±0,34 cA |
| Fécula de mandioca + GA ₃ | 2,43±0,24 bcD | 5,82±0,70 bC | 9,80±1,29 cB | 12,26±1,43 bcA |
| Fécula de mandioca + Óleo de babaçu | 4,80±0,78 aD | 9,60±0,60 aC | 14,94±0,94 aB | 16,40±0,10 aA |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância. Fonte: O autor (2025).

Segundo Siqueira (2012), a perda de massa corresponde à redução do conteúdo de água do fruto, resultante principalmente do processo de transpiração, que ocorre em função do gradiente de umidade existente entre o fruto e o ambiente externo.

Em todos os períodos avaliados, os tratamentos T3 (óleo de babaçu) e T6 (fécula de mandioca + óleo de babaçu) apresentaram as maiores perdas de massa, com valores de 13,47% e 16,40%, respectivamente, ao final do experimento. O T2 (ácido giberélico) destacou-se por apresentar as menores perdas de massa nos períodos finais, com valores de 6,80% aos 8 dias e 8,40% aos 12 dias de armazenamento. O tratamento controle (T1) apresentou perda de 11,05% aos 12 dias, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T4 (fécula de mandioca) e T5 (fécula + ácido giberélico) em nenhum dos períodos avaliados.

Resultados distintos foram observados por Rocha (2020), que verificou maior perda de massa em frutos de tomate revestidos com 6% de fécula de mandioca, enquanto as menores perdas ocorreram naqueles tratados com óleo de coco-babaçu aplicado isoladamente.

Por outro lado, resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram relatados por Barros *et al.* (2019), em estudo com frutos de mamão ‘Sunrise Solo’, no qual se observou maior intensidade de perda de massa no tratamento com óleo de babaçu a 3%,

apresentando as maiores médias ao longo das avaliações, com perda média de 18,41% de massa fresca. Já os tratamentos controle e fécula de mandioca não diferiram estatisticamente entre si. Esses resultados corroboram a tendência observada no presente estudo, em que os tratamentos à base de óleo de babaçu, isolado ou combinado à fécula, apresentaram as maiores perdas de massa ao longo do armazenamento.

Veras *et al.* (2020), avaliando o uso de óleo de babaçu na conservação pós-colheita de banana 'Pioneira', não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre a perda de massa fresca, havendo aumento progressivo apenas em função do tempo de armazenamento. Esse comportamento pode estar associado às condições de armazenamento, especialmente às temperaturas mais elevadas (28–30 °C), comuns tanto no presente estudo quanto em trabalhos da literatura, como o de Veras *et al.* (2020) e Barros *et al.* (2019). Nessas condições, há intensificação da transpiração e do déficit de pressão de vapor, favorecendo a perda de água pelos frutos e pode reduzir a eficiência de revestimentos na contenção da perda de massa.

Ghimire *et al.* (2021), ao investigar o efeito de diferentes níveis de ácido giberélico e cinetina na qualidade de frutos de banana, verificaram que, com o prolongamento do período de armazenamento, a perda de massa aumentou gradualmente, sendo o valor máximo observado no tratamento controle e o mínimo nas frutas tratadas com 200 ppm de ácido giberélico (GA₃). Segundo os autores, esse resultado está associado à ação do GA₃ na maior retenção de água nos tecidos do fruto, reduzindo as perdas por transpiração e as taxas de respiração, contribuindo para retardar a senescência e prolongar a conservação pós-colheita.

A acidez titulável apresentou redução gradual ao longo do armazenamento, comportamento característico do amadurecimento dos frutos (Tabela 5). Carvalho *et al.* (2022) verificaram um comportamento semelhante, em que a acidez dos frutos de tomate apresentou diminuição gradual ao longo do período de armazenamento. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), quando o tomate inicia o processo de amadurecimento, ocorre o consumo dos ácidos no processo respiratório do fruto, reduzindo o teor de acidez e elevando o pH.

Tabela 5 – Acidez titulável (% de ácido cítrico) em frutos de tomate sob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias.

| Tratamentos | Acidez titulável (% de ácido cítrico) | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Dias de armazenamento | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 12 |
| Controle | 0,36±0,00 abA | 0,32±0,02 aB | 0,23±0,01 bC | 0,19±0,01 bD |
| GA ₃ | 0,39±0,01 aA | 0,26±0,01 bB | 0,22±0,03 bC | 0,20±0,01 bC |
| Óleo de babaçu | 0,38±0,02 aA | 0,20±0,02 cB | 0,22±0,04 bB | 0,20±0,01 bB |
| Fécula de mandioca | 0,37±0,00 aA | 0,26±0,00 bB | 0,26±0,00 bB | 0,19±0,00 bC |
| Fécula de mandioca + GA ₃ | 0,37±0,00 aA | 0,31±0,00 aB | 0,30±0,02 aB | 0,26±0,00 aC |
| Fécula de mandioca + Óleo de babaçu | 0,32±0,00 bA | 0,15±0,00 dC | 0,24±0,02 bB | 0,25±0,01 aB |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância. Fonte: O autor (2025).

No período inicial (P1), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e o controle, com valores médios próximos entre si. Aos quatro dias (P4), os tratamentos T1 (controle) e T5 (fécula + ácido giberélico) apresentaram as maiores médias de acidez, sem diferirem estatisticamente entre si, enquanto os tratamentos T3 (óleo de babaçu) e T6 (óleo + fécula de mandioca) exibiram as menores médias. A partir do oitavo dia (P8), o T5 passou a apresentar a maior acidez entre os tratamentos, comportamento que se manteve até o final do armazenamento. No P12, os tratamentos T5 e T6 continuaram apresentando as maiores médias de acidez, enquanto os demais mantiveram valores mais baixos.

Oliveira (2024), obteve maiores valores de acidez titulável nos frutos de caju tratados com ácido giberélico. Bagnazari *et al.* (2018) observaram que a aplicação de GA₃ na concentração de 50 ppm em pimentões verdes resultou em menores valores para SS e maior AT. Resultados semelhantes foram relatados por Amarante (2005), que observou que a aplicação pré-colheita de GA₃ e AVG em pessegueiros promoveu atraso significativo na maturação dos frutos, preservou níveis mais elevados de acidez titulável e postergou a data de colheita.

Oliveira, Cristiana e Coneglian (2015), constataram que os frutos de tomate cereja revestidos com película de fécula de mandioca nas concentrações utilizadas (1, 3 e 5%) não foram eficientes no controle do processo de amadurecimento, já que mostraram valores de acidez próximos ou menores que os do tratamento controle.

A coloração da epiderme variou entre os escores 1 a 4 ao longo do período de armazenamento, apresentando aumento gradual conforme avançaram os dias, comportamento característico do processo de amadurecimento (Tabela 6).

Tabela 6 – Coloração da epiderme de frutos de tomatesob diferentes métodos de conservação pós-colheita e armazenados durante 12 dias.

| Tratamentos | Coloração da epiderme (1 a 5) | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| | Dias de armazenamento | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 12 |
| Controle | 2,67±0,58 aB | 2,83±0,29 aB | 3,83±0,29 aA | 4,00±0,00 aA |
| GA ₃ | 1,00±0,00 bB | 1,50±0,00 bAB | 1,67±0,29 bA | 2,00±0,00 bA |
| Óleo de babaçu | 1,00±0,00 bC | 1,50±0,00 bBC | 1,83±0,29 bAB | 2,33±0,29 bA |
| Fécula de mandioca | 1,00±0,00 bC | 1,83±0,58 bB | 2,00±0,50 bAB | 2,50±0,00 bA |
| Fécula de mandioca + GA ₃ | 1,00±0,00 bB | 1,17±0,29 bB | 1,33±0,29 bB | 2,00±0,00 bA |
| Fécula de mandioca + Óleo de babaçu | 1,00±0,00 bB | 1,50±0,50 bB | 1,50±0,50 bB | 2,50±0,00 bA |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância. Fonte: O autor (2025)

Observou-se diferença significativa entre o tratamento controle e todos os demais tratamentos em todas as épocas de avaliação. Considerando cada período separadamente, constatou-se que todos os tratamentos revestidos (T2, T3, T4, T5 e T6) apresentaram notas de coloração significativamente menores que o controle ao longo de todo o armazenamento, não diferindo entre si em nenhuma das avaliações (Figura 12).

Figura 12. Comparação da coloração da epiderme de frutos de tomate do tratamento controle e do tratamento com GA₃.



Aos 12 dias, a nota máxima observada na escala de cor foi 4,0, representa vermelho no tratamento controle, enquanto os frutos tratados mantiveram valores entre 2,0 e 2,5, salada e colorido, evidenciando a eficiência dos revestimentos e do GA₃ na manutenção da coloração verde e no retardamento da mudança para tons vermelhos. No tratamento controle, observou-se evolução acelerada da coloração: nota média 2,67 no primeiro dia, 2,83 aos 4 dias, 3,83 aos 8 dias e 4,0 aos 12 dias de armazenamento. Já os frutos tratados permaneceram visualmente mais verdes, com notas variando entre 1,0 e 2,5 ao longo de todas as avaliações, demonstrando que todos os tratamentos foram capazes de retardar o avanço da coloração da epiderme em relação à testemunha (Tabela 6).

Biasi e Zanette (2000) concluíram que a aplicação de GA₃ em todas as doses testadas, independente da aplicação de cera, foi eficiente na manutenção da coloração verde da casca da lima ácida ‘Tahiti’. Segundo os autores, durante a maturação dos frutos,

é natural que ocorra degradação da clorofila e aparecimento de outros pigmentos, no entanto, entre os reguladores de crescimento envolvidos na maturação, as giberelinas são conhecidas por atrasar esse surgimento.

Barreto *et al.* (2014) obtiveram os melhores resultados no retardamento do amadurecimento de tomates, com retenção de luminosidade e maior brilho, além da fixação da cor verde na mistura filmogênicas composta de 3% de fécula de mandioca, 2% de cera de abelha, 0,3% de glicerol e 2% de lecitina de soja.

Veras *et al.* (2020) avaliaram bananas submetidas a tratamentos à base de óleo de babaçu e observaram que o revestimento foi eficiente em retardar a maturação dos frutos por até 12 dias a 28,5 °C, resultando em maior vida útil e manutenção da coloração verde da casca por períodos mais prolongados.

3.4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o uso de ácido giberélico, especialmente quando associado ao revestimento à base de fécula de mandioca, foi a abordagem mais eficiente na conservação pós-colheita de tomates em condições ambientais. Esse tratamento promoveu maior preservação da firmeza, retardou o aumento do pH e manteve níveis mais elevados de acidez titulável, indicando atraso no amadurecimento e melhor manutenção da qualidade dos frutos. Dessa forma, a combinação entre regulador vegetal e revestimento biodegradável configura-se como alternativa tecnicamente viável e ambientalmente sustentável para prolongar a vida útil do tomate. Recomenda-se a realização de novos estudos com diferentes concentrações e condições de armazenamento para otimizar a aplicação em escala comercial.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, Cassandro Vidal Talamini do et al. A pulverização pré-colheita com ácido giberélico (GA₃) e aminoetoxivinilglicina (AVG) retarda a maturação e reduz as perdas de frutos na cultura do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 1-5, 2005.
- BARBOZA, Henriqueta Talita Guimarães et al. Filmes e revestimentos comestíveis: conceito, aplicação e uso na pós-colheita de frutas, legumes e vegetais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e9911931418-e9911931418, 2022.
- BARRETO, A. R. M. et al. Efeito de coberturas à base de fécula de mandioca, lecitina de soja e cera de abelha na perda de massa e cor de tomates durante o amadurecimento. In: **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. 2014. p. 1-8.
- BARROS, Will Kenned Fontinele Conceição et al. Utilização De Revestimentos Alternativos Na Conservação Pós-Colheita De Mamão ‘Sunrise Solo’. **Agri-Environmental Sciences**, v. 5, 2019.
- BIASI, Luiz Antonio; ZANETTE, Flávio. Ácido giberélico isolado ou associado com cera na conservação pós-colheita da lima ácida tahiti. **Scientia agraria**, v. 1, n. 1, p. 39-44, 2000.
- CARVALHO, S. A. FIGUEIRA NETO, A.; COSTA, M. S.; COSTA, J. D. S.; PEREIRA FILHO.; A. P.; ARAGÃO, C. A. Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate. **Society and Development**, v. 11, n.9, 2022.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio. 2nd edn (Lavras: UFLA). 2005.
- COSTA, Fábila et al. Revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca (Manihot esculenta) em produtos vegetais: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e54511427428-e54511427428, 2022.
- DA GRAÇA, Genilza Almeida *et al.* Cloreto de cálcio e radiação ultravioleta na conservação pós-colheita do tomate. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e218101421887-e218101421887, 2021.
- DE FREITAS, Adriana Crispim et al. Tendências de Patentes de Óleo de Babaçu: um Panorama Baseado na Prospecção Tecnológica Internacional e Nacional. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 16, n. 4, p. e4774-e4774, 2025.
- DOS SANTOS OLIVEIRA, Isabela. Conservação pós-colheita de tomate italiano utilizando polímero de recobrimento bioativo à base de fécula de mandioca produzido a partir de um novo antimicrobiano natural. 2017.
- FLORES, Karina Sayuri Ueda et al. Uso de revestimento comestível à base de pectina contendo ácido giberélico na conservação pós-colheita de tomates frescos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, p. e009223, 2023.

FRANÇA, Bárbara Soares Aires et al. Revestimento à base de fécula de mandioca na conservação de mangabas armazenadas em temperatura ambiente. **Revista Eixo**, v. 14, n. 2, p. e07-e07, 2025.

FRATARI, Sílvio César et al. Revestimentos comestíveis para conservação pós colheita de banana: uma revisão. **Verruck, S. Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 4, p. 444-467, 2021.

GHIMIRE, R. et al. Effect of different levels of gibberellic acid and kinetin on ripening, quality and shelf-life of banana (*Musa spp.*). *Heliyon*, v. 7, p. e02122, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e02122.

LOPES, Veronica Maria Neto; FERREIRA, Liliane Caraciolo; FERREIRA, Caliane Borges. Perdas pós-colheita na comercialização de hortaliças orgânicas na feira do Mercado Municipal de Orgânicos em Petrolina, Pernambuco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 19, n. 3, p. 148-152, 2024.

MENDONÇA, Adailma Américo de Oliveira. Revestimentos comestíveis na conservação pós colheita de frutos: uma revisão bibliográfica. 2023.

MOUHAMED, Bzhwean Anwar; KASNAZANY, Sidiq Aziz Sidiq. Impact of harvesting stages and postharvest treatments on the quality and storability of tomato fruits (*Solanum lycopersicum L.*) cv. Sangaw. *Coatings*, v. 14, n. 9, p. 1143, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings14091143>

OLIVEIRA, Cristiana M.; CONEGLIAN, Regina CC; CARMO, Margarida GF. Conservação pós-colheita de tomate cereja revestidos com película de fécula de mandioca. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 471-479, 2015.

OLIVEIRA, Izabella Maria Costa de. Vida útil de caju tratado na pré-colheita com giberelina e, na pós-colheita, com luz pulsada. 2024.

OZKAN, Y.; UCAR, M.; YILDIZ, K.; OZTURK, B. Pre-harvest gibberellic acid (GA 3) treatments play an important role on bioactive compounds and fruit quality of sweet cherry cultivars. **Scientia Horticulturae**, 211, 3583362, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.019>.

PINTO, Rodrigo Anacleto et al. Aumento da estabilidade de carambolas com uso de coberturas de amido e óleo de babaçu com plastificantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, p. e03567, 2024.

ROCHA, Natália Ellen Pereira et al. Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita do tomate (*Solanum lycopersicum L.*). 2020. 41 p. Dissertação (Mestrado em olericultura) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos.

SANCHES, Alex Guimarães; FEITOSA, Elem Maria Ferreira. Aplicações pré e pós-colheita de ácido giberélico e etefon modificam o amadurecimento e a vida útil

refrigerada da acerola 'Okinawa'. **Revista Semiárido De Visu**, p. e202605-e202605, 2026.

SARMENTO, Diogenes Henrique Abrantes et al. Armazenamento de banana 'Prata Catarina' sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 235-241, 2015.

SILVA, Adriana Carvalho Sousa et al. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGAS PELO USO DE REVESTIMENTOS À BASE DE PECTINA E CARBOXIMETILCELULOSE ASSOCIADOS A CERAS VEGETAIS. 2023.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá**. 2012. 91 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

SOUZA, Kellina O. et al. AVG e GA₃ previnem a queda de frutos pré-colheita e melhoram a qualidade pós-colheita do caju 'BRS 189'. **Scientia Horticulturae**, v. 257, p. 108771, 2019.

SPAGNOL, Wigberto Antonio et al. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2016070, 2018.

TEIXEIRA, Isla Simplicio et al. Causas de perdas pós-colheita em cultivares de tomates comercializados na Ceasa, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 2, p. 135-142, 2022.

VERAS, Fernando Henrique Cardoso et al. POST-HARVEST CONSERVATION OF "PIONEIRA" BANANA (*Musa spp.*) USING BABAÇU COCONUT OIL. **Revista Ciência Agrícola**, v. 18, n. 1, p. 1-9, 2020.

VIANA, Alcinda Nathally Nogueira. Cera de carnaúba em camada sobre filmes e coberturas de fécula de mandioca e seu impacto na vida útil do tomate. 2020.

3.6 APÊNDICE

Tabela 1A. Análise de variância das variáveis físico-químicas de tomates submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e períodos de armazenamento.

| Causas de variação | GL | Massa | SST | ATT | pH | Firmeza | Cor |
|---------------------|----|----------|---------|----------|--------|---------|--------------|
| Tratamentos | 5 | 60.72** | 0.160** | 0.0074** | 0.086* | 2.91** | 6.2229* * |
| Erro (a) | 12 | 1.24 | 0.014 | 0.00034 | 0.0269 | 0.10 | 0.1701 |
| Períodos | 3 | 326.58** | 6.94** | 0.078** | 1.31** | 6.06** | 5.1887* * |
| Trat×Per | 15 | 1.57** | 0.082* | 0.0043** | 0.049* | 0.61** | 0.1192* |
| Erro (b) | 36 | 0.18 | 0.027 | 0.00027 | 0.0209 | 0.12 | 0.0544 |
| CV ₁ (%) | | 14.28 | 3.18 | 6.86 | 3.72 | 6.80 | 21.76 |
| CV ₂ (%) | | 5.44 | 4.34 | 6.15 | 3.28 | 7.34 | 12.30 |

GL – Graus de liberdade; ** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.