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

**HENZO GABRIEL DE SOUZA FERREIRA**
**MAYCO HUMBERTO RIBEIRO ROSA**

# USO DA ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO LIMÃO “TAHITI”

ARAGUATINS – TO
2025

**HENZO GABRIEL DE SOUZA FERREIRA**

**MAYCO HUMBERTO RIBEIRO ROSA**

# USO DA ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO LIMÃO “TAHITI”

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Agronômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Araguatins, como parte das exigências à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agronômica.

**Orientadora:** Profª. Drª. Roberta de Freitas Souza Lobo

ARAGUATINS – TO

2025

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

F383u Ferreira, Henzo Gabriel de Souza.
Uso da atmosfera modificada na conservação pós-colheita do limão "Tahiti" / Henzo Gabriel de Souza Ferreira, Mayco Humberto Ribeiro Rosa. – Araguatins, TO, 2025.
46 p. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agronômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, Araguatins, TO, 2025.

Orientadora: Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo.

1. Maturação. 2. Revestimentos. 3. Vida útil. I. Rosa, Mayco Humberto Ribeiro. II. Lobo, Roberta de Freitas Souza. III. 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 automatica 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 Agronômica

# FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **USO DA ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO LIMÃO "TAHITI"**

AUTORES: **Henzo Gabriel de Sousa Ferreira**
**Mayco Humberto Ribeiro Rosa**

ORIENTADORA: **Profª. Drª. 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 Agronômica.

Aprovado em 05 de Junho de 2025.

---

Documento assinado eletronicamente por **Roberta de Freitas Souza Lobo**, **Servidora**, em 05/06/2025, às 15:13, 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 05/06/2025, às 15:15, 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 05/06/2025, às 15:16, 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.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2799276** e o código CRC **BA6337D6**.

---

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos amados pais, Marcos Humberto Oliveira Rosa e Josiane Moreira Ribeiro Rosa (in memorium), Itaese Paz Ferreira e Sandra de Sousa Damasceno pelo apoio, incentivo, atenção e compreensão durante toda essa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus pela oportunidade de chegamos até aqui, por nos dar força durante todo esse trajeto que não foi fácil, sem Ele certamente não teríamos alcançado nossos objetivos.

Aos nossos pais, Marcos Humberto Oliveira Rosa e Josiane Moreira Ribeiro Rosa (*in memoriam*), Itaese Paz Ferreira e Sandra de Sousa Damasceno, aos nossos irmãos Jennyfer Ribeiro Rosa e Iagoh de Souza Ferreira. Amamos vocês incondicionalmente.

Aos nossos familiares que sempre deram apoio e incentivo para que chegássemos até aqui.

Agradeço, de forma especial, à minha namorada Ilannaya, pelo constante apoio, paciência e incentivo ao longo desta jornada. Sua presença foi fundamental para que eu pudesse enfrentar os desafios com mais leveza e determinação (Henzo Gabriel).

Aos nossos amigos Tyago Farias, Patrick Marques, Raimundo Eduardo e Ricardo Dias, que estiveram conosco ao longo de toda a graduação, passando por todos os momentos, desde as provas e notas baixas, até os excelentes resultados que alcançamos enquanto acadêmicos, por cada riso e lágrima, mas que acima de tudo, serão sempre como uma família e uma verdadeira equipe.

Aos nossos professores, Alfonso Siqueira, Alessandro Oliveira, Décio Dias, Edvar de Sousa, Erica Ribeiro, Francisco Nairton, Idelfonso Colares, Juliana Barros, Larissa Tinassi, Geslanny Oliveira, Leonardo Corrêa da Silva, Miguel Camargo, Poliana Mendes, Samuel de Deus, Thiago de Loiola, Valdivino Veloso, Wyratan da Silva e aos demais professores da instituição que participaram diretamente da nossa formação acadêmica.

Nossa ilustre professora, Roberta de Freitas Souza Lobo por aceitar ser nossa orientadora sendo essencial ao longo da nossa caminhada acadêmica e exemplo enquanto profissional e ser humano.

Aos nossos professores Décio Dias e Marcio Rogerio, por aceitarem compor nossa banca avaliadora e aos quais também expressamos nossa admiração pela vida profissional.

Aos servidores, em especial nosso agradecimento ao Senhor Trovão técnico do laboratório de química e William Jhone (NAPNE).

Enfim, agradecemos a todos os que passaram pelo nosso caminho e contribuíram direta ou indiretamente nessa jornada, aos meus amigos da vida que

aqui não foram mencionados, mas que também foram importantes ao nos apoiarem e acreditarem juntamente conosco que esse sonho seria possível.

“A ciência consiste em substituir o saber que parecia seguro por uma teoria, que por sua vez ainda não se pode refutar.”

José Ortega y Gasset

## RESUMO

O limão Tahiti (*Citrus latifolia*) é considerado uma fruta de grande destaque econômico e com importante papel na alimentação de diversos países, uma vez que estimula a mão de obra, proporciona rápido retorno econômico ao produtor, além de movimentar significativa quantidade de insumos. Por ser uma cultura de elevada demanda, sua conservação pós-colheita é fundamental para garantir qualidade e ampliar mercados consumidores. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o efeito da atmosfera modificada a partir da utilização de diferentes revestimentos, sendo estes: cera de abelha, óleo de coco babaçu, fécula de mandioca e o filme de PVC + Isopor, em diferentes épocas de armazenamento, com o intuito de aumentar a conservação pós-colheita e, consequentemente, gerar maior período de prateleira aos frutos de limão Tahiti. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Araguatins, com um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x5 (5 tratamentos x 5 períodos avaliados) e 4 repetições, compondo 100 parcelas experimentais. Sendo os tratamentos: T1 (Testemunha); T2 (Cera de abelha na concentração de 14%); T3 (Óleo de coco babaçu 100%); T4 (Fécula de mandioca 8% + óleo de coco babaçu 5%) e T5 (Filme de PVC + Isopor). Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros, realizando-se as análises de variância com significância aferida através do teste F, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR versão 5.6 e as tabelas e gráficos elaborados no Microsoft Excel. Conclui-se com a pesquisa que os tratamentos à base de óleo de coco babaçu (tratamento T3) e cera de abelha (tratamento T2) demonstraram os melhores resultados para a maioria das variáveis (coloração da casca, perda de massa fresca, acidez titulável total e ratio), evidenciando que estes revestimentos podem auxiliar no controle da maturação dos frutos por até 34 dias.



**Palavras–chave:** Maturação. Revestimentos. Vida útil.

## ABSTRACT

The Tahiti lime (*Citrus latifolia*) is considered a fruit of great economic importance and plays a significant role in the diet of several countries, as it stimulates labor, provides a rapid economic return to producers, and drives a significant amount of inputs. Due to the high demand for this crop, post-harvest conservation is essential to ensure quality and expand consumer markets. The objective of this study was to evaluate the effect of modified atmosphere through the use of different coatings: beeswax, babassu coconut oil, cassava starch, and PVC + Styrofoam film, at different storage times, aiming to increase post-harvest conservation and, consequently, extend the shelf life of Tahiti lime fruits. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins – Araguatins Campus, using a completely randomized design (CRD) in a 5x5 factorial scheme (5 treatments x 5 evaluation periods) with 4 replications, totaling 100 experimental plots. The treatments were: T1 (Control); T2 (Beeswax at 14% concentration); T3 (Babassu coconut oil 100%); T4 (Cassava starch 8% + babassu coconut oil 5%); and T5 (PVC + Styrofoam film). The data obtained were subjected to normality and homogeneity of variance tests, with the analysis of variance performed using the F-test, and treatment means compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). Analyses were performed using the SISVAR statistical software version 5.6, and tables and graphs were prepared in Microsoft Excel. The research concluded that treatments based on babassu coconut oil (T3) and beeswax (T2) showed the best results for most variables (peel color, fresh mass loss, total titratable acidity, and ratio), demonstrating that these coatings can help control fruit maturation for up to 34 days.



**Keywords:** Maturation. Coatings. Shelf life.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Limões colhidos para o experimento ..... 23
Figura 2 - A) Preparo do saponificante a base de óleo de coco; B) Derretimento da cera de abelha em banho Maria a 80 °C. ..... 24
Figura 3 - A) Saponificação sendo adiciona à solução; B) Cera de abelha com saponificante após homogeneização a 100 °C em banho Maria; C) Aplicação do tratamento com cera de abelha (14%)..... 25
Figura 4 - Aplicação do tratamento óleo de coco (100%) ..... 26
Figura 5 - A) Pesagem da fécula (8%) B) Tratamento com fécula (8%) e óleo babaçu (5%); C) Processo de aplicação do revestimento. ..... 27
Figura 6 - Revestimento com filme PVC ..... 27
Figura 7 - Disposição dos limões nas mesas, após distribuição dos tratamentos. ..... 28
Figura 8 - Ilustração das faixas de marcação do refratômetro ..... 29
Figura 9 - Reação de titulação para determinação da acidez titulável ..... 30
Figura 10 - Aparência visual da coloração da casca das limas ácidas para cada época, com cada tratamento T1(testemunha), T2 (cera de abelha a 14%), T3 (óleo de coco babaçu 100%), T4 (fécula 8% + óleo de coco babaçu 5%) e T5 (filme de PVC + Isopor),respectivamente. ..... 35

**LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Escala de notas de coloração de casca de limão Siciliano tratados com Ethephon ..... 29
Tabela 2 - Quadro de resumo da Análise de Variância (ANOVA), para as fontes de variação e variáveis analisadas. ..... 32
Tabela 3 - Perda de massa fresca (%) em frutos de lima ácida Tahiti, submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em Araguatins - TO, 2025. ..... 36
Tabela 4 - Valores de sólidos solúveis em frutos de limão Tahiti, submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8% em Araguatins – TO, 2025. ..... 38
Tabela 5 - Acidez titulável total (ATT) em frutos de limão tahiti submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em Araguatins – TO, 2025. ..... 39
Tabela 6 - Ratio em frutos de limão tahiti submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em Araguatins – TO, 2025..... 41

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO ..... 13
2 REFERENCIAL TEÓRICO ..... 15
2.1 ASPECTOS GERAIS DOS CITROS ..... 15
2.2 LIMÃO TAHITI (*Citrus latifolia*) ..... 16
2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS ..... 17
2.4 PÓS-COLHEITA E ATMOSFERA MODIFICADA ..... 17
2.5 REVESTIMENTOS ALTERNATIVOS UTILIZADOS NA PÓS-COLHEITA ..... 19
2.5.1 Cera de abelha ..... 19
2.5.2 Óleo de Coco Babaçu ..... 20
2.5.3 Fécula de Mandioca ..... 20
2.5.4 Filme de policloreto de vinila (PVC) + Isopor ..... 21
3 MATERIAL E MÉTODOS ..... 22
3.1 Caracterização da área experimental ..... 22
3.2 Tratamentos e delineamento experimental ..... 22
3.3 Montagem do experimento ..... 23
3.4 Preparo dos revestimentos e aplicação dos tratamentos ..... 24
3.4.1 Cera de abelha ..... 24
3.4.2 Óleo de Coco Babaçu ..... 25
3.4.3 Fécula de Mandioca ..... 26
3.4.5 Filme de PVC + Isopor ..... 27
3.5 Variáveis analisadas ..... 28
3.5.1 Análises físicas: ..... 28
3.5.2 Análises químicas: ..... 29
3.6 Análise estatística ..... 31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 32
4.1 Análises físicas e químicas ..... 32
4.2 Análises físicas ..... 33
4.2.1 Coloração da casca ..... 33
4.2.2 Perda de massa fresca (%) ..... 36
4.3 Análises químicas ..... 37
4.3.1 Sólidos Solúveis Totais (°Brix) ..... 37

4.3.2 Acidez Titulável Total ..... 38
4.3.3 Relação SST/ATT (Ratio) ..... 40
5 CONCLUSÃO ..... 42
REFERÊNCIAS ..... 43

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo Previdelli e Almeida (2020), o Brasil vem cada vez se destacando como um produtor e exportador de frutas tropicais e subtropicais e é nesse contexto que se destaca a citricultura composta por laranjas, tangerinas, limas azedas e limões, que são distribuídas como frutas de mesa por pequenos e médios produtores ao mercado e para processamento nas indústrias vêm por meio de grandes pomares de produtores ou das próprias indústrias.

Conforme dados do IBGE (2023) a produção de limão no Brasil foi de 1.724.330 toneladas, sendo de acordo com esse mesmo censo, a produção do estado do Tocantins de 496 toneladas. Tendo como maior produtor o município de Dianópolis- TO.

Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores de limão Tahiti do mundo, encontra grande dificuldade com a sua exportação devido a sua grande tendência de amarelecimento da casca após a colheita que leva a uma perda da qualidade do fruto em seu aspecto visual. Atrapalhando a comercialização e exportação desse fruto, desta forma dificultando a abertura de mercados internacionais. (Nascimento & Santos, 2013).

Portanto, quanto maior o tempo de vida útil em prateleira que o fruto consiga manter sua coloração verde, melhor será sua aceitação comercial, a utilização de métodos de pós-colheita é necessária para manter a qualidade do fruto visando à mantença das características de campo por maior período (Dotto, 2015).

Assim, com a utilização da atmosfera modificada pode ser reduzido o processo de deterioração de frutos, por causa do fato desse processo provoca, uma diminuição na quantidade de oxigênio na embalagem, desta forma leva a uma redução no desenvolvimento de microrganismo e diminuição na velocidade de reação no processo de oxidação. Proporcionando uma atmosfera ideal para o se manter a qualidade dos frutos e aumentar o seu tempo de vida útil (Ito, 2021).

Do mesmo modo, Mantilla et. al. (2010) explicam que este processo consiste em se substituir o ar dentro da embalagem por uma mistura de gases formada por oxigênio ($O^2$), dióxido de carbono ($CO^2$) e nitrogênio ($N^2$) que ficar ao redor do produto. Este método de conservação de alimentos aumenta o prazo comercial devido a inibição de diferentes tipos de microrganismos por meio da ação do $CO^2$.

Diversos trabalhos de pesquisa vêm demostrando a eficácia da utilização da atmosfera modificada na preservação dos atributos de qualidade dos mais variados

frutos aumentando consideravelmente o seu tempo de prateleira (Vieites et. al., 2006).

Este trabalho, tem o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o efeito da atmosfera modificada a partir da utilização de diferentes revestimentos, sendo estes, a cera de abelha, óleo de coco babaçu, fécula de mandioca e o filme de PVC + Isopor, em diferentes épocas de armazenamento, com o intuito de aumentar a conservação pós-colheita e assim, gerar maior período de prateleira aos frutos de limão Tahiti.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 ASPECTOS GERAIS DOS CITROS

As plantas cítricas são comumente chamadas pelo termo de citros e tem a sua origem principalmente na Ásia. Fazem parte do gênero botânico dos *Citrus*, que traz como representantes laranjas (*Citrus sinensis),* limões (*Citrus limonia*), limas (*Citrus aurantifolia*), cidras (*Citrus medica*), tangerinas (*Citrus reticulata*), toranjas (*Citrus paradisi*) e pomelos (*Citrus maxima*). Cada fruta cítrica possui suas cultivares e variedades que são muito apreciadas por consumidores em geral tendo presença tanto em cultivos comerciais como em cultivos domésticos em sítio e chácaras (FERREIRA et al., 2024).

No âmbito econômico a família que mais possui destaca no gênero dos *Citrus* é a família *Rutaceae* que tem como representantes as espécies do grupo das laranjas doces, dos limões verdadeiros, das tangerinas, das limas ácidas, das mexericas, das limas doces, cidras e pomelos. Independente do grupo a que pertençam os frutos possuem características peculiares que são necessárias à sua comercialização como a coloração da casca que deve ser uniforme e intensa, casca com textura fina para facilita o descascamento, número baixo ou nenhum de sementes e teores de sólidos solúveis totais de aproximadamente 10° Brix (Bastos et. al., 2014).

De acordo com LV et. al. (2015) os citros são utilizados como fontes de nutrição por serem abundantes em vitaminas C, além de outros macronutrientes como potássio, vitamina B6, tiamina, niacina, ácido pantotênico, fibras alimentares, cálcio, magnésio, cobre e fósforo. Porém, um dos seus tópicos mais pesquisados são os metabolismos secundários compostos por flavonoides, alcaloides, cumarinas, limonoides, carotenoides, ácidos fenólicos e óleos essenciais, este tendo tanto enfoque devido seus efeitos farmacológicos que atuam como antioxidantes, anti-inflamatórios, anticâncer, bem como efeitos protetores cardiovasculares e efeitos neuroprotetores.

No que diz respeito à temperatura necessária para o desenvolvimento da cultura dos citros, Fronza e Hamann (2015) apresentam que as temperaturas situadas entre 23°C e 32°C são consideradas ótimas para o desenvolvimento vegetativo, ainda dizem que temperaturas acima de 39°C e abaixo 13°C causam prejuízos no desenvolvimento e crescimento das plantas. Em relação aos tipos de solos, não são muito exigentes devido à sua rusticidade, entretanto são

recomendados solos férteis, profundos e bem drenados.

Da Cruz (2018) aponta que, por meio de estudo sobre os solos do estado do Tocantins, a região apresenta características propícias para o desenvolvimento de citros na região. Desta forma, justificando o fato de a cada ano o setor vem aumentando no Estado, assim como os planos e incentivos do governo do estado para o desenvolvimento dos frutos cítricos na região.

## 2.2 LIMÃO TAHITI (*Citrus latifolia*)

Possuindo origem tropical, o limão Tahiti (*Citrus latifolia*), apesar de ser popularmente conhecido como um limão, na realidade é uma lima ácida, pertencente ao gênero *Citrus* e a família *Rutaceae*. Os seus frutos apresentam casca lisa e fina, com polpas em tom esverdeado ou amarelo-esverdeado, são geralmente de tamanho médio e quase não apresentam sementes. Sendo conhecido por volta de 1975 na California nos EUA onde acreditasse que sua introdução no estado ocorreu por meio de sementes vinda de frutos importados do Taiti, desta forma tendo sua denominação derivada deste fato (Coelho et. al., 1998).

O limão Tahiti tem possui uma ampla comercialização em diversas regiões do mundo devido sua grande diversidade de usos podendo ser utilizado em cosméticos, produção de sucos e como produto culinário sendo utilizado tanto no preparo de doces como condimento, também sendo muito utilizados em bebidas como drinks. Seu sabor ácido e sua grande gama de usos o tornam muito popular nas mais diferentes aplicações (Maximiano & Gianotti, 2023).

Possuir frutos caracterizados com tamanhos que variam de 70 a 100g e sem a presença de sementes, com textura lisa ou levemente rugosa, chega à maturação no período entre 120 à 170 dias após a floração. As florações são frequentes e constantes durante o ano todo apresentando muitas flores, porém o número de flores fecundadas é pequeno, fazendo com que a formação de frutos fique em torno de 10% do número de flores. Tem duas safras bem definidas, a safra principal que fica entre os meses de janeiro a junho e a entressafra que ocorre do mês de julho a novembro (Junqueira, 2013; Olibone et. al., 2022).

Por serem plantas rusticas conseguem se adaptar bem aos mais diversos ambientes tendo pouca influência de fatores limitantes, possuindo uma temperatura ideal para o seu desenvolvimento entre 23 e 32°C e necessitando de uma umidade relativa alta, uns dos grandes cuidados com a cultura é a disponibilidade pluviométrica havendo necessidade de entra com irrigação caso não se consiga

atender a necessidade hídrica da mesma (Koller, 1994).

Conforme Barros (1986), o limão Tahiti possui elevados teores de vitamina C, sais minerais e ácidos cítricos em seu suco, assim como pectina e óleos essenciais em sua casca. Óleos estes que possuem propriedades terapêuticas devido serem constituídos de monoterpenos.

Segundo Ramos et. al. (2001) os frutos ainda apresentam valores medicinais, sendo para a cura e prevenção de algumas doenças como obesidade, escorbuto, resfriados, náuseas, reumatismo, gota e na cura de aftas e frieiras por possuir efeito cicatrizante.

## 2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS

Segundo FAO (2023), o Brasil é o sexto maior produtor mundial de limões e limas, ficando atrás somente da Índia, México, China, Turquia e Argentina. Tendo no ano de 2023 uma área plantada de 66.399 ha e uma produção de 1.724.330 kg de limões e limas. Conforme informativo do Centro de Citricultura Sylvio Moreira (2021) os principais países produtores do limão tahiti são o México e o Brasil. Desta forma, sendo no cenário de produção geral o Brasil é sexto maior produtor, porém na produção de limão tahiti ocupa o segundo lugar.

No ano de 2023, o Brasil obteve um valor de produção de 2.438.846 reais, com a produção de limão tendo um rendimento médio de 25.969 kg por hectare, sendo os principais estados produtores São Paulo, Minas Gerais, Pará, Bahia e Paraná. Desta produção, mais de 80% são compostas pelo limão tahiti. Os limões foram a quarta fruta mais exportada em receita pelo Brasil (IBGE, 2023; Gomes, 2024).

## 2.4 PÓS-COLHEITA E ATMOSFERA MODIFICADA

A forma correta de manuseio durante e após a colheita é vital para se manter a qualidade sensorial, nutricional e microbiológica dos alimentos, além de diminuir as perdas. Desta forma, as operações pós-colheita contribuem decisivamente para a vida útil dos frutos e hortaliças devido às suas estruturas sofrerem alterações metabólicas após a colheita, desta forma provocando prejuízos na aparência, aroma e sabor, gerando desvalorização comercial do produto. Pode-se dividir o processo de deterioração nas seguintes categorias: causada por processos fisiológicos, doenças pós-colheita e efeitos físicos do manejo. Ocorrendo na maioria das vezes juntos

dificultando a determinação exata da causa (Rosa et. al., 2018).

Possuindo alto teor de água em sua composição, hortaliças e frutas, apresentam uma vida pós-colheita limitada por serem altamente perecíveis. Assim para que se possa aumentar o período de conservação e diminuir as perdas pós-colheitas é necessário que se tenha conhecimento e se utilize as técnicas corretas de manuseio durante todo o processo da colheita até o produto chegar à mesa do consumidor, devido ser possível a contaminação microbiológica ao longo de todo o processo (Freitas-Silva et. al., 2013).

Os frutos classificados como climatéricos são aqueles que têm um aumento na atividade respiratória após o amadurecimento e ocorre uma alta produção de etileno, onde essa produção pode se juntar ou ocorre antes da máxima atividade respiratória. Na maioria das vezes, esses frutos são colhidos ainda verdes para que se facilite o manejo e se aumente o tempo de conservação, por serem frutos que amadurecem mesmo após de colhidos. São exemplos de frutos climatéricos a banana, o maracujá, a pêra, o abacate, o mamão e a manga (Bron e Jacomino, 2007).

Enquanto, os frutos não climatéricos são aqueles que não apresentam aumento na taxa de respiração e na produção de etileno. Desta forma, apresenta uma redução gradual da respiração durante o amadurecimento. Portanto, podem ser colhidos apenas quando apresentarem características adequadas para consumo. São exemplos de frutos não climatéricos o limão, o morango, a laranja e o figo (Bron e Jacomino, 2007).

Deste modo, Almeida (2021) explica que as tecnologias de pós-colheita que buscam aumentar a duração dos produtos estão baseadas em três objetivos, que são diminuir a taxa de respiração, reduzir a perda da água pela transpiração e evitar o ataque de microrganismos. Conforme o autor, ainda é apresentado à utilização do frio como tecnologia mais eficiente na redução do processo de degradação de alimentos com alta taxa de respiração e o uso de atmosfera modificada com baixa concentração de oxigênio, funciona de forma satisfatória para alguns alimentos.

Após a colheita frutas e vegetais ainda se mantém respirando ao contrário de outros produtos perecíveis, por isso a utilização da atmosfera modificada vem sendo feita para se reduzir a respiração celular, assim também proporcionando a redução da produção de etileno que é responsável por acelera o processo de maturação, senescência e deterioração do fruto (Bragança, 2021).

## 2.5 REVESTIMENTOS ALTERNATIVOS UTILIZADOS NA PÓS-COLHEITA

Os revestimentos comestíveis são filmes de espessuras variadas feitos de diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que agregam e isolam os produtos alimentícios e não representam risco à saúde do consumidor, pois não são metabolizados pelo organismo e passam pelo trato gastrointestinal sem causa efeitos nocivos (Maia et. al., 1998).

A utilização de revestimento comestíveis na preservação de frutas na situação de pós-colheita, sejam elas inteiras ou tenham sido minimamente processadas, vem sendo considerada uma tecnologia com grande importância e com promissor potencial econômico, especialmente para o tratamento de frutas tropicais amplamente exportadas (Fratari et. al., 2021).

A aplicação de revestimentos alternativos na superfície das frutas garante um aumento na vida de prateleiras de forma que ocorra pouca mudança na característica original das frutas. É muito utilizado também com o intuito de reduzir a perda de umidade, diminuir as taxas de respiração e proporciona uma melhor aparência para os frutos que se mantem mais brilhantes e atrativos (Serqueira, 2023).

### 2.5.1 Cera de abelha

A cera é uma substância secretada por meio de oito glândulas cerígenas que se localizam no abdômen das abelhas, desta apenas as operárias que possuem a idade entre 12 à 18 dias de vida podem fazer a produção devido às glândulas se atrofiarem e não funcionarem em abelhas mais velhas. Para a produção de 1 kg de cera é necessário que as abelhas consumam em torno de 6 a 7 kg de mel e a média de produção de cera corresponde a 2% da produção de mel (Nunes et. al., 2012).

A utilização da cera de abelha remota ao Antigo Egito sendo utilizada para remédios e pomadas, por suas propriedades antibacterianas e contra levedura (Fratini et. al., 2016). As ceras são utilizadas para o melhoramento de barreiras devido possuírem propriedades hidrofóbicas, desta forma apresentam bons resultados no atraso do amadurecimento, respiração e amolecimento dos frutos, reduzindo a umidade e a penetração ao vapor de água, mantendo a cor da casca e da polpa, o frescor e a atividade antioxidante (ou seja, melhorando as propriedades físicas e de barreira) (Freitas et. al., 2023).

### 2.5.2 Óleo de Coco Babaçu

O babaçu está presente em grande parte do Brasil, onde seu uso é bem comum em várias regiões como a Mata Atlântica, a Caatinga, a Amazônia e o Cerrado, desta forma estando presentem em 11 estados. Suas principais espécies conhecidas e utilizadas são *Attalea phalerata* e *Attalea speciosa*. As suas formações conhecidas como babaçuais ocupam uma área de 196 mil km² do território brasileiro, com suas principais ocorrências nos estados do Tocantins, Maranhão e Piauí (Carrazza et. al., 2012).

Rocha (2020), ao realiza estudos sobre revestimentos alternativos para conservação pós-colheita do tomate constatou que a utilização do tratamento com óleo de coco babaçu 1% purificado apresentou influência positiva em algumas características como firmeza, perda de massa, grau Brix, coloração dos frutos e respiração em um período de 15 dias após a aplicação.

### 2.5.3 Fécula de Mandioca

A fécula de mandioca, sendo conhecida também como amido, polvilho ou goma, apresenta uma grande diversidade de aplicações, como na culinária com a preparação dos mais diversos pratos como beiju, bolos, biscoitos e mingau, na mineração ajudando na extração do petróleo e na separação do minério de ferro, na farmácia na produção de cosméticos, e na pós-colheita com revestimento para aumento da vida de prateleira do fruto (Santos et. al., 2010).

Na última década, os revestimentos comestíveis de fécula de mandioca mostraram resultados promissores na preservação de frutas e vegetais, prolongando a vida útil do produto e garantindo valor nutricional e bioatividade. O estudo relatado mostrou que a qualidade da fruta após a colheita foi melhorada, as propriedades de barreira foram aprimoradas, a perda de massa e a taxa de respiração foram reduzidas, e a incorporação de compostos antimicrobianos no revestimento de amido de mandioca comestível garantiu a atividade antimicrobiana (Costa et. al., 2022).

Segundo Castañeda (2013), a formação de biofilmes feitos de amido tende a demostra uma poderosa barreira ao $O^2$ e excelentes características mecânicas. A utilização da fécula de mandioca vem cada vez mais sendo testado com esta finalidade, por apresentar um baixo custo para sua utilização e a sua transparência quando utilizada no fruto. Desta forma, garantindo ao fruto uma maior vida de prateleira por apresenta características que não estragam a aparência e proporciona

diminuição das trocas gasosas.

Souza (2024), explica que a utilização de fécula de mandioca com uma concentração de 8% utilizada no tratamento da banana apresentou se mostrou eficaz para conservação de algumas características do fruto como a firmeza e a perda de peso. Bem como foi apresentado que a concentração de 4% e 8% demostraram bom desenvolvimento das características físico-químicas, como a acidez e os sólidos solúveis totais.

### 2.5.4 Filme de policloreto de vinila (PVC) + Isopor

O filme de policloreto de vinila (PVC) é o segundo maior termoplástico utilizado no mundo, sendo considerado um polímero clorado de uso comum por ter uma grande versatilidade podendo ser utilizado com diferentes aplicações, principalmente quando combinado com o emprego de aditivos que proporcionam uma maior flexibilidade na estrutura do PVC (Banegas et. al., 2011).

A utilização de filme de PVC para embalagem de frutas e vegetais minimamente processados ou in natura vem sendo amplamente empregados por sua capacidade de impedir a desidratação, além de ser um material de fácil manuseio e que possui baixo custo (Yamashita et. al., 2009).

Comumente utilizado na proteção de alimentos o filme PVC tem capacidade de proteger contra a umidade e as gorduras, porém apresentando uma baixa eficácia de proteção em relação as trocas gasosas realizadas entre os alimentos e o ambiente (De Melo, 2022).

# 3 MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi implantado no laboratório de Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - Campus Araguatins, localizado no povoado Santa Teresa, km 5, Zona Rural do município de Araguatins/TO, sob as coordenadas geográficas da área experimental latitude 05º 38’ 44” S e longitude 48º 04’ 18” W, estando a uma altitude de 119m em relação ao nível do mar, durante o mês de abril de 2025.

A região possui um clima classificado como Aw (quente e úmido), que anualmente apresenta duas estações bem definidas, seca e chuvosa, divididas em seis meses de seca e seis meses de chuva, de acordo com a classificação de Koppen. A região apresenta temperatura média anual de 26,4°C com pluviosidade média anual de 1.578 mm, e umidade relativa média de 71% (SILVA, 2016).

## 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x5 (5 tratamentos x 5 períodos avaliados) e 4 repetições, compondo 100 parcelas experimentais.

Foi escolhido o DIC como delineamento experimental devido o experimento ser realizado em um ambiente controlado (Laboratório de Bromatologia), onde foi realizado o controle de temperatura e umidade, desta forma fazendo com que todos os tratamentos estivessem em condições homogêneas. Os tratamentos foram distribuídos por meio de sorteio se mantendo apenas os princípios de casualidade e repetição (Ribeiro Júnior et. al., 2010).

Os tratamentos utilizados foram:

T1: Testemunha;

T2: Cera de abelha (14%);

T3: Óleo de coco babaçu (100%);

T4: Fécula de mandioca (8%) + Óleo de coco babaçu (5%);

T5: Filme PVC + Isopor.

As avaliações foram realizadas em cinco períodos (6, 13, 20, 27 e 34 dias) após aplicação dos tratamentos.

### 3.3 Montagem do experimento

Os frutos de limão Tahiti (Citrus latifolia) foram coletados na propriedade de um produtor do município de São Bento do Tocantins, localizado nas coordenadas geográficas latitude 06° 01’ 26’’ S e longitude 47º 54’ 00” W, a uma altitude de 195m em relação ao nível do mar, no dia 09/04/2025. Os frutos foram coletados com a coloração verde claro com pequenos pontos amarelados (Figura 01).

Figura 1 - Limões colhidos para o experimento

Fonte: Autores, 2025.

Após a coleta dos frutos, os limões foram levados para o laboratório de Bromatologia para a lavagem com detergente neutro e auxílio de uma esponja para que fosse realizada uma limpeza da casca do fruto, desta forma removendo qualquer substância que pudesse estar aderida.

Após serem lavados, os limões ficaram imersos em água com hipoclorito de sódio, em solução com concentração de 0,5%, por 5 minutos. Passados os 5 minutos, os frutos foram retirados da solução e secados com papel toalha. Este processo foi realizado visando promover uma redução da carga microbiana presente no fruto, sendo utilizado o hipoclorito de sódio (NaOCl) devido ao seu baixo custo, é um produto que é encontrado muito facilmente e tem ação contra muitos microrganismos (De Melo Silva, 2023).

Em seguida foi feito uma seleção dos frutos selecionando somente os melhores e descartando os frutos que apresentassem danos. Após essa seleção os frutos escolhidos foram pesados para se aferir a massa fresca inicial respeitando a casualização estatística dos tratamentos realizados.

### 3.4 Preparo dos revestimentos e aplicação dos tratamentos

Os revestimentos foram preparados no laboratório de microbiologia do IFTO-Campus Araguatins com a supervisão do técnico responsável.

#### 3.4.1 Cera de abelha

Para o preparo do revestimento com cera de abelha a 14% de concentração, foi utilizada a metodologia descrita por Weber et. al. (2011), sendo modifico apenas as quantidades que foram adequadas à concentração utilizada. As folhas de cera foram limpas com papel toalha e pesadas 140 gramas de cera de abelha em balança semi-analítica, posteriormente submetidas a 80 °C em um Becker de 1 litro, até completo derretimento.

Após a liquidificação, adiciona-se o óleo saponificado, que foi preparado na chapa aquecedora, misturando 60 ml de óleo de coco extra virgem e 60 ml de álcool 50%, levando para aquecimento a 50 °C. Em seguida foi aquecido, adicionou-se 10 gramas de hidróxido de sódio, voltando para a chapa a 50°C por 20 minutos ou até sua completa saponificação (Figura 2).

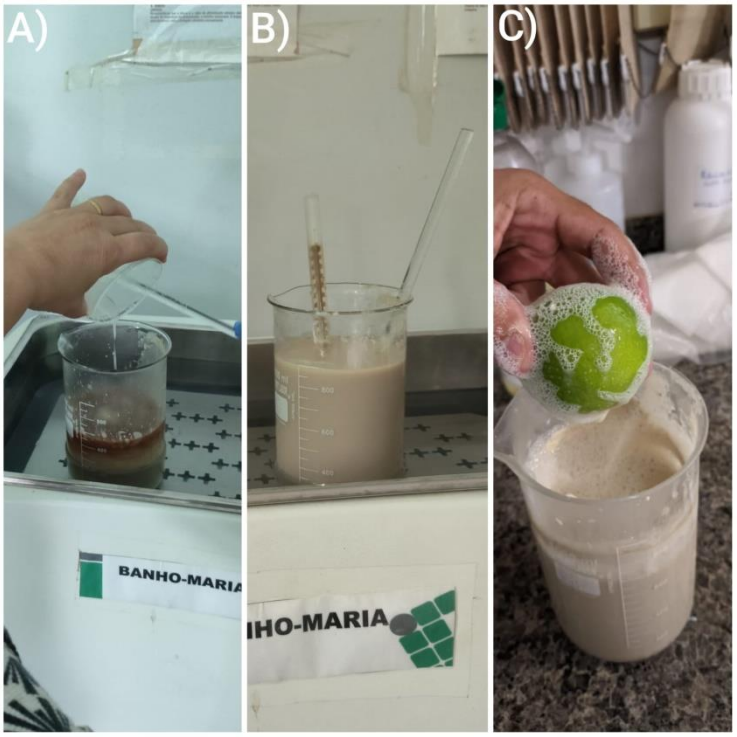
Figura 2 - A) Preparo do saponificante a base de óleo de coco; B) Derretimento da cera de abelha em banho Maria a 80 °C.

**Fonte:** Autores, 2025.

Para o preparo da emulsão, adicionou-se à cera derretida água destilada até

completar 1 litro, após a completa solubilização, incorporou-se o saponificante levando ao banho Maria a 100 °C, até atingir homogeneidade. Em seguida, o líquido foi peneirado para retirada de grumos e possíveis sujidades, e aplicado nos limões pelo método de imersão, durante um minuto, atentando-se para que o fruto estivesse todo coberto (Figura 3).

Figura 3 - A) Saponificação sendo adiciona à solução; B) Cera de abelha com saponificante após homogeneização a 100 °C em banho Maria; C) Aplicação do tratamento com cera de abelha (14%).

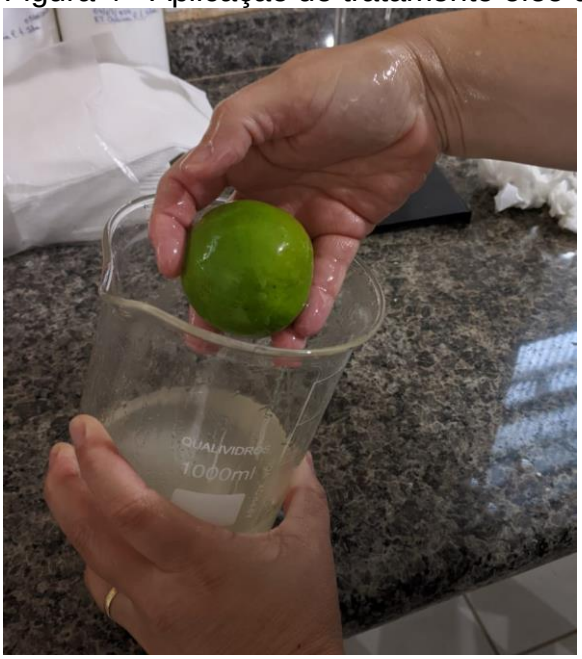



**Fonte:** Autores, 2025.

### 3.4.2 Óleo de Coco Babaçu

O óleo de coco babaçu refinado foi adquirido em supermercado local, da marca Leve®, produzido em Caxias (MA). Durante o planejamento experimental, optou-se por aplicar o produto puro nos limões. Desse modo, em um Becker foram colocados 100 ml de óleo, a aplicação foi realizada (Figura 4) até que o fruto estivesse totalmente recoberto e com aspecto brilhoso.

Figura 4 - Aplicação do tratamento óleo de coco (100%)




**Fonte:** Autores, 2025

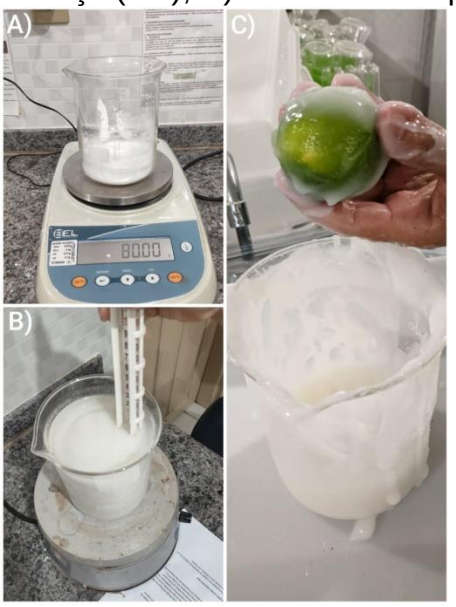
### 3.4.3 Fécula de Mandioca

A película de fécula de mandioca foi preparada através da diluição de 80 gramas (8%) de fécula da marca Dona® em um Becker com 1 litro de água destilada, levada para aquecimento na chapa até 60 °C, até apresentar características de geleificação. Em seguida, foram adicionadas 50 ml (5%) 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 disperso no amido (ROCHA, 2020).

A inclusão de substâncias lipídicas no preparo de biofilmes, como óleos e ceras, pode provocar uma melhoria no revestimento fazendo com que ele forme uma barreira que melhor impedir a perda de água do fruto, fazendo desta forma com que ocorra uma menor perda de massa (Rocha, 2020).

Após o preparo, os limões foram envoltos pela película, de maneira que todo o fruto ficasse recoberto uniformemente (Figura 5).

Figura 5 - A) Pesagem da fécula (8%) B) Tratamento com fécula (8%) e óleo babaçu (5%); C) Processo de aplicação do revestimento.




**Fonte:** Autores, 2025

### 3.4.5 Filme de PVC + Isopor

O tratamento com filme PVC foi realizado com o auxílio de bandejas de isopor. Foram dadas duas voltas ao redor da bandeja, para que fosse totalmente vedada do ambiente externo (Figura 6).

Figura 6 - Revestimento com filme PVC

**Fonte:** Autores, 2025

Após a distribuição dos tratamentos às unidades experimentais, de acordo

com a ordem de sorteio, as frutas foram organizadas em cinco mesas (Figura 7), seguindo numeração, e acondicionadas em sala fechada e climatizada, à temperatura de 24°C.

Figura 7 - Disposição dos limões nas mesas, após distribuição dos tratamentos.

**Fonte:** Autores, 2025.

### 3.5 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram às análises físicas e químicas, sendo estas: coloração da casca, perda de massa fresca, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total e ratio.

#### 3.5.1 Análises físicas:

a) Coloração da casca: A avaliação foi feita de forma visual de segundo conforme a escala de notas de Henrique e Cereda (1996), aonde as classificações vão de 0 a 5 (Tabela 1), na qual: 0 – verde intenso; 1 – verde claro; 2 – verde amarelado (maior porcentagem da cor verde); 3 – amarelo esverdeado (maior porcentagem da cor amarela); 4 – amarelo claro; 5 – amarelo intenso.

Tabela 1 - Escala de notas de coloração de casca de limão Siciliano tratados com Ethephon

| |
|---|
| 0 – Verde intenso |
| 1 – Verde claro |
| 2 – Verde amarelado (maior porcentagem da cor verde) |
| 3 – Amarelo esverdeado (maior porcentagem da cor amarela) |
| 4 – Amarelo claro |
| 5 – Amarelo intenso |

Fonte: Henrique & Cereda, 1996.

b) Perda de massa fresca: A perda de massa fresca foi determinada a partir da diferença entre o peso inicial, no tempo zero, e o peso final durante a época em análise. A aferição das massas foi feita com auxílio de balança semi-analítica. Para a expressão em porcentagem utilizou-se a seguinte fórmula (De Souza et. al., 2024):

$$PM = \{(MI – MF) \div MI\} * 100$$

Em que:

PM = Perda de massa fresca (%)

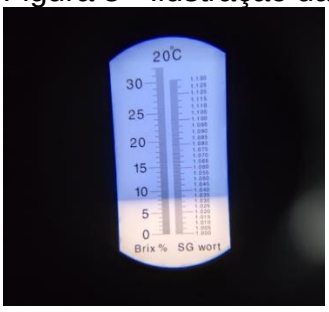
MI = Massa fresca inicial (g)

MF = Massa fresca final (g)

### 3.5.2 Análises químicas:

a) Sólidos solúveis totais: para a aferição dos teores de SST, utilizou-se o refratômetro digital que possui faixa de marcação de 0 a 32 °Brix, a 20 °C (LUTZ, 2008). Para isso, foram utilizadas quatro gotas do suco extraído da fruta, após ser coado, com o auxílio de uma pipeta de plástico (Figura 8).

Figura 8 - Ilustração das faixas de marcação do refratômetro




**Fonte:** Autores, 2025

b) Acidez titulável total: determinada em ácido orgânico, expressa em g de ácido orgânico por cento, considerando o ácido que predomina na amostra analisada. Com o auxílio de uma proveta foram tiradas duas amostras de suco de 10 ml e transferidas para dois Erlenmeyer de 250 ml, adicionadas 90 ml de água destilada, e devidamente identificados com a numeração da amostra, seguida das letras ‘a’ e ‘b’.

Para cada fruta foram feitas duas titulações, para posterior cálculo de média. Uma bureta de 50 ml foi completada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, e a solução de fenolftaleína foi utilizada como indicador, com 4 gotas. A amostra foi titulada sob agitação até atingir coloração levemente rosada, constante por 30 segundos (Figura 9) (LUTZ, 2008).

A acidez titulável em gramas de ácido cítrico por cento, foi determinada através da seguinte fórmula (SPOTO, 2023):

$$ATT = (V*Fs*Fa*100) \div P*C$$

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

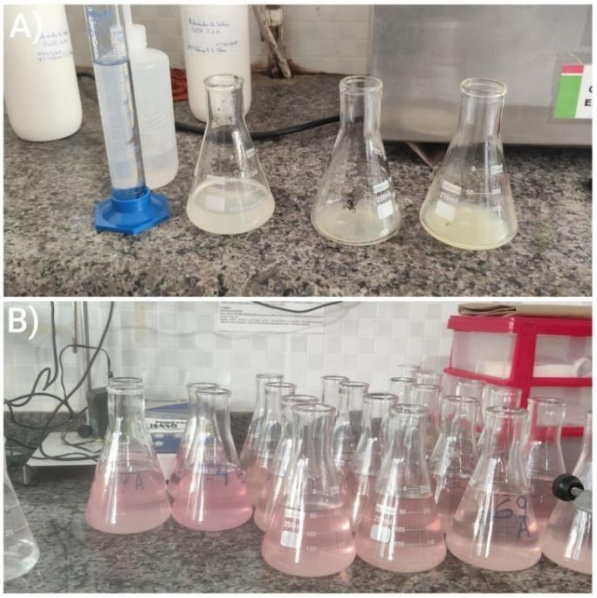
Fs = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

Fa = fator de correção do ácido cítrico

P = massa da amostra em g ou volume em ml

C = fator de correção da soda em normalidade

Figura 9 - Reação de titulação para determinação da acidez titulável




Fonte: Autores, 2025.

c) Relação ATT/SST – Ratio: relação calculada a partir dos valores de sólidos solúveis totais e acidez titulável total expressa em ácido cítrico, utilizada como indicador de grau de maturação das frutas (LUTZ, 2008):

Ratio = Acidez titulável total em ácido cítrico ÷ °Brix

### 3.6 Análise estatística

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

Os dados foram analisados no programa de análise de dados SISVAR (Sistema para Análise de Variância). Somente a variável coloração da casca não foi sujeitada à ANOVA, sendo a avaliação feita a partir do sistema de critérios de notas e as médias aritméticas tratadas no Excel.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro de resumo da Análise de Variância (ANOVA) a 5% de significância (Tabela 2), mostra que para as variáveis perdas de massa fresca (PMF) e ratio, houve diferença estatística significativa tanto para revestimento e épocas como a interação entre elas. Em contrapartida, não houve significância para a interação entre revestimento e épocas para as variáveis sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez titulável total (ATT), no entanto ocorreu significância para revestimento e época. No que se diz respeito à coloração da casca, variável comparativa expressa em notas, foram calculados apenas os valores médios das notas para os diferentes tratamentos em cada época de armazenamento.

Tabela 2 - Quadro de resumo da Análise de Variância (ANOVA), para as fontes de variação e variáveis analisadas.

| FV | GL | QM | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Perda de massa** | **SST (°Brix)** | **ATT** | ***RATIO*** |
| **Tratamentos** | 4 | 1031,41* | 1,76* | 1782,10* | 24,11* |
| **Épocas** | 4 | 790,56* | 0,51* | 956,21* | 21,78* |
| **Tratamentos*Épocas** | 16 | 35,62* | 0,24$^{ns}$ | 135,55$^{ns}$ | 4,08* |
| **Erro** | 75 | 7,95 | 0,19 | 106,27 | 2,17 |
| **Total Corrigido** | 99 | | | | |
| **Média Geral** | | 15,82 | 7,81 | 119,42 | 15,33 |
| **CV%** | | 17,81 | 5,62 | 8,63 | 9,62 |

*: significativo a 5% pelo teste F.

ns: não significativo a 5% pelo teste F.

## 4.1 Análises físicas e químicas

Por meio da padronização das características nutricionais e sensoriais que se torna possível a determinação de qualidade de frutas e vegetais. Com base nesse princípio também se deve levar em conta o comportamento dos consumidores, que dependendo da finalidade do produto, consideram características específicas em suas escolhas. Como ao se escolhe para o consumo in natura, que se busca levar em conta a aparência e o sabor. Já para os produtos destinados à matéria-prima considera-se a ausência de defeitos, a não presença de frutos verdes, o teor de

sólidos solúveis, ausência de terra e outros fatores técnicos (Rosa et. al. 2018).

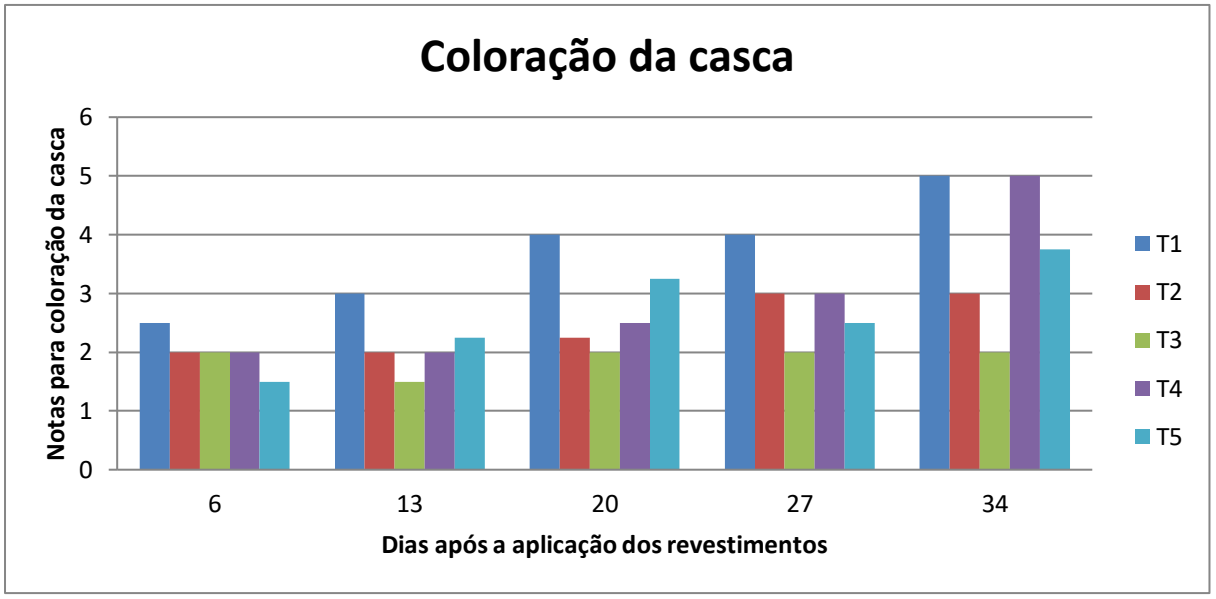
## 4.2 Análises físicas

### 4.2.1 Coloração da casca

Segundo Ramalho (2005) a coloração da casca pode ser considerado um fator determinante para a escolha dos frutos para os consumidores no momento da compra e para os produtores no momento da colheita. Isso se deve ao fato de os consumidores preferirem frutos de coloração uniforme e que apresente boa aparência, por associarem que isso significa que não possui danos e apresenta uma boa qualidade. Para os produtores a coloração da casca pode ser utilizada como um dos fatores determinantes para a realização da colheita, por esta característica ser uma das principais utilizados nesse processo.

A relação entre a coloração da casca, revestimento empregado no tratamento e época de avaliação está descrita no gráfico abaixo (Gráfico 1). Observou-se que, no tratamento T1 houve evolução no estádio de maturação dos frutos nas épocas de armazenamento 6, 13, 20, 30 DAT (dias após o tratamento). Com 6 DAT, o grau de maturação se já começou a se diferenciar em relação ao início do experimento, que foi instalado no estádio de maturação 1(verde claro). Aos 6 DAT, os frutos apresentaram o estádio 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde). Aos 13DAT, evoluíram para o estádio de maturação 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor amarela). Durante os 20 e 27 DAT, os frutos atingiram o estádio de maturação 4 (amarelo claro), alcançando o estádio 5 (amarelo intenso) aos 34 DAT.

**Gráfico 1.** Notas para cor da casca dos frutos de limão Tahiti submetidos a diferentes revestimentos, armazenados em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em que: 0 (verde intenso),1 (verde claro), 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde), 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor amarela), 4 (amarelo claro), 5 (amarelo intenso).




**Fonte:** Autores, 2025.

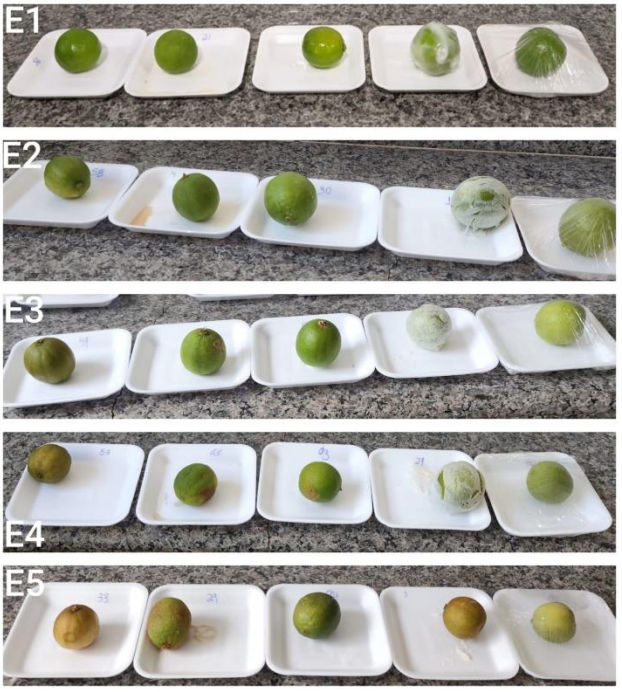
Durante o período de armazenamento os tratamentos T2 (cera de abelha a 14%) e T4 (fécula de mandioca a 8% + óleo de coco babaçu 5%) apresentaram comportamento semelhante quanto ao estádio de maturação nas avaliações em diferentes épocas de armazenamento. Aos 6 e 13 DAT, ambas mantiveram em média nota 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde). Aos 20 DAT, observaram-se médias entre 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde) e 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor amarela) para ambos os tratamentos. Aos 27 DAT, os tratamentos apresentaram nota média de 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor amarela). Com 30 DAT, o T2 permaneceu com a média de nota 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor amarela), já o T4 ficou com uma média de nota 5 (amarelo intenso), se igualando com a T1.

Com relação ao tratamento T3 (óleo de coco babaçu a 100%) pode-se observar que este mantém nota média constante de 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde) durante os 6,20,27 e 30 DAP, tendo uma variação apenas aos 13 DAP onde apresenta uma média de nota entre 1 (verde claro) e 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde). Já o tratamento T5 (filme de PVC + Isopor) nota-se que houve evolução no estádio de maturação dos frutos nas épocas de armazenamento 6,13,20,30 DAT. Com 6 DAT, o grau de maturação ainda se apresentava próximo quando o experimento foi instalado, estando no estádio de maturação entre 1(verde claro) e 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde). Evoluindo para o estádio de maturação entre 2 (verde amarelado – maior porcentagem da cor verde e 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor

amarela) aos 13 DAT, com 20 DAT subiu para o estádio de maturação entre 3 (amarelo esverdeado – maior porcentagem da cor amarela) e 4 (amarelo claro), chegando próximo ao estádio 5 (amarelo claro) aos 34 DAT.

A coloração da casca das frutas durante todas as épocas de armazenamento está ilustrada na Figura 10. Por meio dela pode observar as mudanças que foram ocorrendo ao longo do período do experimento, além das características apresentadas por cada tratamento podendo se observar momentos em que apresentaram similaridade como na época 5 (34 DAP) em que T4 (fécula 8% + óleo de coco babaçu 5%) apresenta coloração semelhante a T1 (testemunha).

Figura 10 - Aparência visual da coloração da casca das limas ácidas para cada época, com cada tratamento T1(testemunha), T2 (cera de abelha a 14%), T3 (óleo de coco babaçu 100%), T4 (fécula 8% + óleo de coco babaçu 5%) e T5 (filme de PVC + Isopor),respectivamente.




**Fonte:** Autores, 2025.

No estudo realizado por Barros (2019), concluiu-se que a concentração de fécula de mandioca a 5% contribuiu de forma significativa para o aumento da vida útil dos frutos de mamão sunrise solo, sendo considerada uma alternativa recomendada para a conservação pós-colheita da coloração da casca.

Em um estudo realizado por Sousa & Da Silva (2024), a utilização de tratamento de óleo de coco babaçu 8% demostrou bons resultados no processo de retardação do amadurecimento dos frutos de banana por até 12 dias, ajudando com

a conservação da coloração verde do fruto por um grande período.

### 4.2.2 Perda de massa fresca (%)

Conforme o expresso na Tabela 3, a interação entre tratamentos e épocas foi significativa a 5% de probabilidade, assim como para as variações tratamentos e épocas individualmente. Sendo o tratamento T3 (óleo de coco babaçu 100%) o mais eficiente, com a menor média de perda 3,98%, seguido por T5 (filme PVC + isopor), com média de 21,25%. Já os tratamentos T2 (Cera de abelha 14%) e T4 (Fécula de mandioca 8% com óleo de coco babaçu 5%) ficaram com média estatisticamente igual à da T1 (testemunha).

Tabela 3 - Perda de massa fresca (%) em frutos de lima ácida Tahiti, submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em Araguatins - TO, 2025.

| **Tratamentos** | **Dias após aplicação dos tratamentos** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | **Média** |
| T1 Testemunha | 14,73 cA | 19,85 dB | 20,91 cB | 24,40 cC | 26,35 bC | 21,25 c |
| T2 Cera de abelha 14% | 8,71 bA | 15,34 cB | 21,34 cC | 22,98 cC | 28,69 cD | 19,41 c |
| T3 Óleo babaçu (100%) | 1,20 aA | 1,81 aA | 3,94 aA | 5,22 aB | 7,72 aB | 3,98 a |
| T4 Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (5%) | 6,71 bA | 14,23 cB | 23,12 cC | 25,76 cC | 32,05 cD | 20,37 c |
| T5 Isopor + Filme PVC | 5,03 bA | 10,16 bB | 13,78 bB | 19,05 bC | 22,54 bC | 14,11 b |
| **Média** | 7,27 A | 12,28 B | 16,62 C | 19,48 D | 23,47 E | |

Médias seguidas de letra igual minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).
**Fonte:** Autores, 2025.

Nas primeiras avaliações com 6 e 13 DAT, o tratamento T1 (testemunha) apresentou a maior porcentagem de perda de massa (14,73% e 19,85%, respectivamente), os tratamentos T2 (cera de abelha 14%) e T4 (fécula de mandioca 8% com óleo de coco babaçu 5%) apresentaram as maiores perdas de massa estatisticamente depois da T1 (testemunha).

Na avaliação aos 20 e 27 DAT, os tratamentos T2 e T4 apresentaram perdas de massas estatisticamente iguais a T1. Nesses mesmos períodos os tratamentos

T3 e T5 continuaram com as menores perdas de massa, respectivamente.

Aos 34 DAT os tratamentos T2 e T4 apresentaram as piores perdas de massa, superando inclusive a T1. Nessa mesma época a T5 teve sua perda de massa igualada estatisticamente com a T1. Contudo, a T3 manteve-se, até a última avaliação como o que apresentou a menor perda de massa, com 7,72%.

De acordo com os resultados obtidos por Adams & Klein (2018), a utilização de revestimento de fécula de mandioca a 10% em lima-da-pérsia, durante um período de 15 dias apresentou uma baixa perda de massa de 2,13%. Segundo estudo realizado por Menezes et al. (2017), em tomates de mesa o revestimento de fécula de mandioca a 3% resultou na menor perda de massa entre os tratamentos, com valor de 3,15% ao final do experimento com 12 dias.

Em um estudo realizado por Portela et al. (2022), a utilização de filme PVC com isopor em frutas de banana nanica demostrou uma perda de massa de 16%. Corroborando com este estudo temos o experimento de Ribeiro et al. (2010) mostrou que o revestimento de filme PVC em frutos de limão bilimbi apresentou a menor perda de massa em relação aos outros revestimentos feitos com fécula 3% e 5%.

## 4.3 Análises químicas

### 4.3.1 Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

O teor de sólidos solúveis é utilizado como um dos principais indicadores de maturidade em frutos, devido ao aumento dos açúcares nos frutos conforme o fruto permanece na planta, este que é um dos principais compostos para se determina o °Brix. Desta forma valores muito alto de sólidos solúveis indicam que as frutas foram colhidas mais maduras. O PBMH – Programa Brasileiro de Modernização da Horticultura apresenta que o valor mínimo de sólidos solúveis para lima ácida tahiti é de 7 (CEAGESP, 2016).

No que se refere aos sólidos solúveis, não houve diferença significativa para interação entre tratamentos e épocas de armazenamento.

Para as fontes de variação isoladas (FV) tratamentos e épocas, houve significância em nível de 5% de probabilidade. Notou-se que o revestimento T3 (óleo de coco babaçu 100%) apresentou o menor °Brix (7,31%). Os demais revestimentos T1 (testemunha), T2 (cera de abelha 14%), T4 (fécula de mandioca 8% + óleo de coco babaçu 5%) e T5 (filme PVC), não diferiram entre si e quantificando valores estatisticamente iguais, como previsto na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de sólidos solúveis em frutos de limão Tahiti, submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8% em Araguatins – TO, 2025.

| **Tratamentos** | **Dias após aplicação dos tratamentos** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | **Média** |
| T1 Testemunha | 7,90 | 7,60 | 7,67 | 7,90 | 8,50 | 7,91 b |
| T2 Cera de abelha 14% | 7,92 | 7,70 | 8,47 | 7,90 | 8,30 | 8,06 b |
| T3 Óleo babaçu (100%) | 7,37 | 7,50 | 7,35 | 7,07 | 7,27 | 7,31 a |
| T4 Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (5%) | 8,02 | 7,47 | 8,02 | 8,20 | 8,25 | 7,99 b |
| T6 Isopor + Filme PVC | 8,00 | 7,70 | 7,95 | 7,62 | 7,77 | 7,81 b |
| **Média** | 7,84 B | 7,59 A | 7,89 B | 7,74 A | 8,02 B | |

Médias seguidas de letra igual minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).
**Fonte:** Autores, 2025.

Nos tratamentos T1 (testemunha), T2 (cera de abelha 14%), T4 (fécula de mandioca 8% + óleo de coco babaçu 5%) e T5 (filme PVC) apesar de não apresentarem diferença estatisticamente, observa-se que os revestimentos T2 (cera de abelha 14%), T4 (fécula de mandioca 8% + óleo de coco babaçu 5%) apresentaram os teores mais elevados 8,06 e 7,99 respectivamente. Entre os revestimentos, T5 (filme PVC + isopor) apresentou o teor mais baixo entre os tratamentos, 7,81.

Alves (2024) apresenta resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho em experimento com os mesmos revestimentos, mas com frutos de laranja Pera, onde o revestimento de óleo de coco babaçu (100%) demostrou o menor teor de sólidos solúveis (7,32) em relação aos demais tratamentos. Os revestimentos de cera de abelha (14%), fécula de mandioca (8%) + óleo de coco babaçu (5%) e filme PVC, foram os que apresentaram melhores teores depois do óleo de coco babaçu (100%) sendo eles: 8,10; 8,26 e 8,33, respectivamente.

### 4.3.2 Acidez Titulável Total

Em relação à acidez titulável não ocorreu diferença significativa para a interação entre tratamentos e épocas de armazenamento. Alves (2024), em seu

experimento também não encontrou resultados estatisticamente diferentes à acidez titulável no armazenamento de laranja ‘Pêra’, com diferentes revestimentos.

Para as fontes de variação isoladas (FV) tratamentos e épocas, houve significância em nível de 5% de probabilidade. Notando-se que os revestimentos T2 (cera de abelha 14%) e T3 (óleo de coco babaçu 100%), não diferiram entre si e quantificaram os menores valores para acidez titulável total, em ácido cítrico, como previsto na Tabela 5.

Tabela 5 - Acidez titulável total (ATT) em frutos de limão tahiti submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em Araguatins – TO, 2025.

| **Tratamentos** | **Dias após aplicação dos tratamentos** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | **Média** |
| T1 Testemunha | 132,56 | 135,12 | 131,59 | 127,36 | 119,95 | 129,31 c |
| T2 Cera de abelha 14% | 124,37 | 115,39 | 107,93 | 107,43 | 107,02 | 112,43 a |
| T3 Óleo babaçu (100%) | 126,55 | 112,70 | 102,50 | 107,46 | 93,48 | 108,54 a |
| T4 Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (5%) | 128,68 | 126,00 | 121,41 | 111,70 | 102,09 | 117,97 b |
| T5 Isopor + Filme PVC | 132,08 | 126,38 | 124,51 | 131,45 | 129,88 | 128,86 c |
| **Média** | 128,85 C | 123,12 C | 117,59 B | 117,08 B | 110,48 A | |

Médias seguidas de letra igual minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).
**Fonte:** Autores, 2025.

O tratamento T4 (fécula de mandioca 8% com óleo de coco babaçu) demonstrou o melhor resultado depois do tratamento T2 e T3, sendo seguido pelos tratamentos T1 (testemunha) e T5 (Isopor + filme PVC) que apresentaram os maiores valores entre os tratamentos.

Danieli et. al. (2002), afirmam que a redução da acidez ao longo do amadurecimento dos frutos é atribuída ao consumo de moléculas ácidas, especialmente dos ácidos orgânicos, durante o processo respiratório.

Silva et. al. (2017), demonstram que ocorreu a redução da acidez titulável em laranjas da cultivar Salustina com o passar dos dias de armazenamento. Desta forma sendo similar ao presente trabalho que apresenta uma redução progressiva a cada

época de armazenamento.

### 4.3.3 Relação SST/ATT (Ratio)

A percepção do sabor nos frutos está diretamente relacionada à proporção entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, relação conhecida como ratio. Frutos com baixos teores de sólidos solúveis e acidez podem apresentar uma doçura percebida semelhante àquela de frutos com teores elevados de ambos, desde que possuam o mesmo ratio. Vale destacar que os teores de sólidos solúveis e de acidez em frutos da mesma variedade podem variar significativamente conforme a região de cultivo, a amplitude térmica diária, a incidência de luz solar, bem como em função do manejo nutricional e hídrico, entre outros fatores (CEAGESP, 2016).

Oliveira et al. (2022), relatam que relação entre os sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulável (ATT), conhecida como ratio, reflete o equilíbrio entre açúcares e ácidos na composição dos frutos, sendo uma importante ferramenta para a avaliação do sabor. O aumento do ratio SST/ATT observado no abacate e na banana ocorreu conforme o esperado, pois durante o amadurecimento ocorre uma redução da acidez e um aumento no teor de açúcares, o que contribui para o incremento dessa relação.

De acordo com o expresso na Tabela 7, a interação entre tratamentos e épocas foi significativa a 5% de probabilidade, assim como para as variações tratamentos e épocas individualmente. Nota-se que os revestimentos T2 (cera de abelha 14%), T3 (óleo de coco babaçu 100%) e T4 (fécula de mandioca 8% + óleo de coco babaçu 5%), não diferiram entre si e quantificaram os menores valores para o ratio. Já o revestimento T5 (Isopor + filme PVC) apresenta média estatisticamente igual ao revestimento T1 (testemunha), demonstrando que a sua preservação do fruto em relação ao amadurecimento não foi muito efetiva devido este apresentando valor de ratio inferior ao apresentado pela testemunha que não possuiu revestimento nenhum.

Tabela 6 - Ratio em frutos de limão tahiti submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 18,5°C e umidade relativa de 64,8%, em Araguatins – TO, 2025.

| **Tratamentos** | **Dias após aplicação dos tratamentos** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | **Média** |
| T1 Testemunha | 16,82 aB | 17,79 bB | 17,13 bB | 16,19 bB | 14,12 aA | 16,41 b |
| T2 Cera de abelha 14% | 15,69 aB | 15,01 aB | 12,80 aA | 13,62 aA | 12,91 aA | 14,01 a |
| T3 Óleo babaçu (100%) | 17,15 aB | 15,06 aB | 14,01 aA | 15,15 aB | 12,86 aA | 14,85 a |
| T4 Fécula mandioca (8%) com óleo babaçu (5%) | 16,03 aB | 16,89 bB | 15,12 bB | 13,63 aA | 12,62 aA | 14,86 a |
| T5 Isopor + Filme PVC | 16,51 aA | 16,40 bA | 15,68 bA | 17,26 bA | 16,83 bA | 16,54 b |
| **Média** | 16,44 C | 16,23 C | 14,95 B | 15,17 B | 13,87 A | |

Médias seguidas de letra igual minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).
**Fonte:** Autores, 2025.

Na primeira avaliação com 6 DAT, os revestimentos não se diferenciaram entre si. Na avaliação 13 e 20 DAT já começou a ocorrer diferenciação entre os revestimentos onde os revestimentos T2 (cera de abelha 14%) e T3 (óleo de coco babaçu 100%) sobressaindo com menores teores em relação aos demais revestimentos. Demostrando que esses tratamentos nesses primeiros dias de armazenamento, apresentaram uma melhor preservação dos frutos.

Aos 27 dias, o revestimento T4 (fécula de mandioca 8% com óleo de babaçu 5%) igualou-se estatisticamente aos revestimentos T2 e T3, sendo os três que apresentaram os menos teores de ratio. O T5 (isopor + filme PVC) continuou estatisticamente igual a T1 (testemunha), com os teores mais altos.

Na última avaliação, com 34 DAT, os revestimentos T2, T3 e T4 apresentaram médias iguais a do revestimento T1, demostrado já não apresentarem vantagem em relação à diminuição da maturação. Nesse mesmo período a T5 (isopor + filme PVC) apresentou o maior valor de ratio demostrando que com 34 dias, este revestimento demostra uma conservação de maturidade pior do que a testemunha.

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que a aplicação da atmosfera modificada, por meio do uso de revestimentos alternativos, influenciou significativamente a conservação pós-colheita dos frutos de limão ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia*), interferindo em atributos físico-químicos importantes para a qualidade e comercialização dos frutos.

Os tratamentos à base de óleo de coco babaçu 100% (T3) e cera de abelha 14% (T2) apresentaram os melhores desempenhos em termos de coloração da casca, menor perda de massa fresca, menor acidez titulável e melhor equilíbrio na relação sólidos solúveis/acidez (ratio), demonstrando eficiência na manutenção da qualidade dos frutos por até 34 dias de armazenamento.

O revestimento com filme de PVC associado ao uso de bandejas de isopor (T5) também apresentou desempenho satisfatório, especialmente no controle da perda de massa, embora tenha sido inferior aos tratamentos T2 e T3 em outros parâmetros avaliados.

Por outro lado, o tratamento constituído por fécula de mandioca a 8% associado ao óleo de coco babaçu a 5% (T4) demostrou limitações quanto à conservação dos frutos, apresentando resultados similares ou inferiores ao tratamento controle (T1), especialmente no que se refere à coloração da casca e perda de massa fresca.

Diante disso, recomenda-se a adoção dos revestimentos à base de cera de abelha e óleo de coco babaçu como alternativas viáveis e de baixo custo para prolongar a vida útil e a qualidade pós-colheita do limão ‘Tahiti’. Sugere-se, ainda, a realização de novos estudos visando o aprimoramento das formulações dos biofilmes e a avaliação de sua eficácia em outras condições de armazenamento e para diferentes cultivares.

## REFERÊNCIAS


ADAMS, Cristiane Rosa; KLEIN, Claudia. Uso de biofilmes na conservação pós-colheita de lima-da-pérsia (Citrus limettioides Tanaka). **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 9, n. 1, p. 85-92, 2018.

ALMEIDA, G.V.B. A importância da pós-colheita: hortifrutis são alimentos vivos e precisam de cuidados especiais. **COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP),** 2021. Disponível em: https://ceagesp.gov.br/entrepostos/servicos/artigos-estudos-e-publicacoes/artigos/a-importancia-da-pos-colheita/. Acesso em: 30 jan. 2025.

Alves, Ana Luiza Leandro Uso de revestimentos alternativos na conservação pós-colheita dos parâmetros físico-químicos da laranja 'Pêra' (Citrus sinensis) / Ana Luiza Leandro Alves. – ARAGUATINS, TO, 2024.

A medida da doçura das frutas. Cartilha Técnica 08. São Paulo. 2016, 17 p. CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento.

BANEGAS, Rodrigo Souza et. al. Estudos em filmes formados por PVC e agentes plastificantes: estabilidade, morfologia, propriedades térmicas e mecânicas. 2011.

BARROS, C. B. Óleos essenciais cítricos do Brasil. Revisão Atualizada. **Fundação Cargill**, 1986.

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.

BASTOS, D. C. et. al. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. 2014.

BRAGANÇA, Thalia Galdino. Efeito da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de frutos do maracujazeiro-amarelo (Passiflora edulis F. Flavicarpa). **Brazilian Journal of Development, Curitiba**, v. 7, n. 8, p. 82181-82198, 2021.

BRON, Ilana Urbano; JACOMINO, Angelo Pedro. Classificação de frutos por "climatério" é conceito em extinção. **Visão Agrícola**, v. 7, p. 8-10, 2007.

CARRAZZA, Luis Roberto et. al. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu. 2012.

CASTAÑEDA, Leticia Marisol Flores. Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca, aplicada em pós-colheita no recobrimento de maçãs. 2013.

**CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA.** Lima ácida Tahiti no Centro de Citricultura: pesquisas e difusão de tecnologia. *Informativo CCSM*, Cordeirópolis, jan./fev./mar. 2021, n. 308/309/310. Disponível em: https://ccsm.br/wpcontent/uploads/2021/04/INFORMATIVO_CCSM_01-02-03_2021.pdf. Acesso em: 25 jan. 2025.

COELHO, Y. da S. et al. A cultura do limão-taiti. 1998.

COSTA, Fábia 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 CRUZ, Alice Aloísia. Dinâmica da produção de grãos nas microrregiões do Estado do Tocantins de 1990 a 2016. **Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas**, v.

2, n. 2, p. 158-180, 2018.

DANIELI, ROQUE et. al. Efeito da aplicação de ácido giberélico e cloreto de cálcio no retardamento da colheita e na conservabilidade de caqui, Fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 44-48, 2002.

DE MELO, Grazielma Ferreira. Utilização de biofilmes para conservação de mamões como alternativa ao filme PVC: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Processos Químicos**, v. 3, n. 2, p. 62-79, 2022.

DE MELO SILVA, Ana Luiza et. al. Métodos alternativos e promissores ao uso de hipoclorito de sódio na desinfecção de frutas e hortaliças minimamente processadas: Alternative and promising methods for using sodium hypochlorite in the disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Science**, v. 1, n. 1, 2023.

DE SOUZA, Vinicius Nelson Barboza et. al. Aplicação de revestimentos comestíveis contendo óleos essenciais em laranja 'Pêra'(Citrus sinensis L. Osbeck). **Food Science Today**, v. 3, n. 1, p. 11-19, 2024.

DO NASCIMENTO, L. M.; DOS SANTOS, P. C. Control of fungal diseases and chilling injury in post-harvest Tahiti lime. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, p. 193-205, 2013.

DOTTO, Marcelo et. al. Biofilmes e embalagens na conservação pós-colheita de lima ácida Tahiti. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 365-369, 2015.

FERREIRA, Ester Alice et. al. Espacialização e dinâmica da citricultura mineira1.

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.

FRATINI, Filippo et. al. Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 9, n. 9, p. 839-843, 2016.

FREITAS, R. M.; PEIXOTO, L. S.; OLIVEIRA, H. R.; SOUZA, A. F.; RESENDE, O.; PLÁCIDO, G. R. Utilização de cera de abelha em revestimentos comestíveis aplicados em frutos. In: **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: PESQUISAS E AVANÇOS**. 4. ed. Editora Científica Digital, 2023. p. 185-192.

FREITAS-SILVA, O.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M. Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 1, p. 96-130, 2013.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. Frutíferas de clima tropical e subtropical. **Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil**, 2015.

GOMES, Fernanda Geraldini**.** Brasil sobe no ranking e se torna o 4º maior do mundo em área de limões e limas. *Limão em Foco*, 2024, n. 4, p. 6-11.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano (Citrus limon (Burn)) desverdecido. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS**. 1996.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

ITO, Danielle. Conceitos básicos sobre embalagens com atmosfera modificada.

JUNQUEIRA, Lívia Pereira. Efeito de fertilizante, fungicida e indutor de resistência na produtividade, taxa de vingamento de flores, incidência e severidade de gomose e

características físicas de frutos de limeira ácida'Tahiti'. 2013.

KOLLER, Otto Carlos. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Rigel, 1994.

LOPES, Adelmary Prestes; FASSINA, Sergio Henrique; COELHO, Silvia Renata Machado. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE LARANJA ‘PÊRA’RECOBERTA COM FILME DE POLIETILENO E FÉCULA DE MANDIOCA. **Varia Scientia Agrárias**, v. 1, n. 2, p. 121-129, 2010.

LUTZ, Intituto Adolfo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **São Paulo: ANVISA**, 2008.

LV, Xinmiao et. al. Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provide benefits for human health. **Chemistry Central Journal**, v. 9, p. 1-14, 2015.

MAIA, Luciana Helena; PORTE, Alexandre; SOUZA, Valéria França de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment**, p. 104-28, 1998.

MANTILLA, Samira Pirola Santos et. al. Atmosfera modificada e irradiação: métodos combinados de conservação e inocuidade alimentar. **Revista cientifica eletrônica de medicina veterinária**, v. 8, n. 15, 2010.

MAXIMIANO, Denys Leandro; GIANOTTI, Fernanda. UMA COMPARAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E MANEJO DO LIMÃO CONVENCIONAL E ORGÂNICO. **Revista Interface Tecnológica**, v. 20, n. 2, p. 700-712, 2023.

OLIBONE, D. et al. Crescimento vegetativo de limeira ácida'Tahiti'sobre novos porta-enxertos de citros em Sorriso-MT.

OLIVEIRA, Vanessa Caroline de; COSTA, Nataly de Almeida; GONÇALVES, Daniele Juliana Rodrigues; PAIVA, Maria José do Amaral e; VIEIRA, Érica Nascif Rufino. Determinação do estágio de maturação de frutos. In: VIII ENAG E CITAG, 2022. Anais [...]. Agron Food Academy, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.53934/9786585062046-70. Acesso em: 24 maio 2025.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/metadata. Acesso realizado em 24 de janeiro de 2025.

PORTELA, Edson Ricardo et al. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO NA PÓS-COLHEITA. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 6, n. 1, 2022.

PREVIDELI, Fernando Demetrio; DE ALMEIDA, Marcela Midori Yada. O mercado “in natura” do limão Tahiti. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 409-416, 2020.

ROCHA, Natália Ellen Pereira et. al. Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita do tomate (Solanum lycopersicum L.). 2020.

RAMALHO, Amalia Solange de Toledo Mendes. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra Citrus sinensis L. Osbeck**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RAMOS, ETALL et al. Recomendações Básicas Para o Cultivo de Lima Ácida “Tahiti”. **Brasil. Edit. UFLA**, 2001.

RIBEIRO JR, José Ivo.; SANTOS, Nerilson Terra; MARTINS FILHO, Sebastião. **EST 220 – Estatística Experimental.** Universidade Federal de Viçosa, Departamento de

Estatística, 2010.

ROSA, C. I. L. F. et al. Pós-colheita e comercialização. **Hortaliças-fruto. EDUEM**, p. 489-526, 2018.

SANTOS, V. da S. et al. Mandioca: a raiz das nossas raízes. 2010.

SERQUEIRA, Yuri Felipe Borges. Produtos alternativos no controle de Antracnose em pós-colheita de Manga. 2023.

SILVA, B. F. DA. **Produção de biomassa e eficiência de conversão de nitrogênio no capim Mombasa irrigado.** 2016.24 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em agronomia), Instituto Federal do Tocantins- *campus* Araguatins.

SILVA, Pricila Santos et al. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por fécula de mandioca e quitosana no revestimento em laranjas sob armazenamento refrigerado. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 766-774, 2017.

SOUZA, Álesson Antônio Silva de et al. Efeito do revestimento de fécula de mandioca na conservação pós-colheita da banana. 2024.

Sousa, Aritha Eduarda Dos Santos. Uso da atmosfera modificada na conservação pós-colheita da banana “Thap Maeo” / Aritha Eduarda Dos Santos Sousa, João Heytor Borges da Silva. – ARAGUATINS, TO, 2024.

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

VIEITES, Rogério Lopes et al. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 243-252, 2006.

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

YAMASHITA, Fábio et al. Morangos embalados com filme de Ppolicloreto de Vinila (PVC). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 3, p. 429-436, 2006.