



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

ARITHA EDUARDA DOS SANTOS SOUSA
JOÃO HEYTOR BORGES DA SILVA

**USO DA ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA
BANANA “THAP MAEO”**

ARAGUATINS – TO
2024

ARITHA EDUARDA DOS SANTOS SOUSA

JOÃO HEYTOR BORGES DA SILVA

**USO DA ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA
BANANA “THAP MAEO”**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Roberta de
Freitas Souza Lobo

Coorientadora: Prof^a. Esp. Cristieley Maria
de Sousa Alves de Oliveira

ARAGUATINS – TO

2024

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

S725u 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.
 43 f. : il. color.

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

Orientadora: Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo
Coorientadora: Esp. Cristieley Maria de Sousa Alves de Oliveira

1. Maturação. 2. Revestimentos. 3. Vida útil. I. Silva, João Heytor
Borges da. II. Lobo, Roberta de Freitas Souza III. Oliveira, Cristieley
Maria de Sousa Alves de. IV. Título.

CDD 630

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

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



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “USO DA ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA “THAP MAEO””

AUTORES: Aritha Eduarda dos Santos Sousa
João Heytor Borges da Silva

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Roberta de Freitas Souza Lobo
COORDENADORA: Prof.^a Esp. Cristiely Maria de Sousa Alves de Oliveira

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 Agrônoma.

Aprovado em 13 de junho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Roberta de Freitas Souza Lobo, Servidora**, em 13/06/2024, às 10:40, 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 13/06/2024, às 10:40, 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 **Cristiely Maria de Sousa Alves de Oliveira, Servidora**, em 13/06/2024, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2400761** e o código CRC **EE71EBD8**.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos amados pais, Dagvânia dos S. Silva, Julian F. Pereira, Nilson Alves da Silva (*in memoriam*), Paulo Antonio de S. Silva e Rosangela Vieira Borges da Silva pelo apoio, incentivo, atenção e compreensão durante toda essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus pela oportunidade de chegarmos 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, Dagvânia dos S. Silva, Julian F. Pereira, Nilson Alves da Silva (*in memoriam*), Paulo Antonio de S. Silva e Rosangela Vieira Borges da Silva, aos nossos irmãos Anna Júlia F. Pereira e Hyago Borges da Silva. Amamos vocês incondicionalmente.

Aos nosso familiares que sempre deram apoio e incentivo para que chegássemos até aqui, em especial, Fredson Menezes, Nelcy Alves, Nelson Alves, Paulo Roberto, Ledir Silva, Paulo Roberto Júnior, Paulo César Vilarino, Kadja Maísa, Ilda Darc de Sousa, Keila Aparecida, Joyce Honório, Polyanny Stefanny H. da Silva, Livia de Assis Honório, Noemí Honório A. Rocha, Pedro Rhavi Honório Torres, Antônio Honório da Silva, Antônio Honório da S. Netto, Marinilda dos S. Silva, Maria José, Antônio Nonato.

Aos nossos amigos Anderson Sandro, André Junior, Alyssa Rannelly, Bárbara Vitória, Bruno Henrique, Caio Virgílio, Clyviton Alves, Christian Alves, Gabriel Araújo, João Marcos, Jhonsen Melo, Marcos Felipe, Nicolly Maria, Paul Simon, Paula Beatriz, Sammuell Conce e Victor Manoel, 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. Amamos cada um de vocês.

Às empresas Mage Consultoria, em nome de Marcione Souza Braga e Terra Norte Consultoria, em nome de José Araújo Veras, que nos acolheu e foram essenciais no nosso processo de aprendizagem quanto à nossa prática profissional.

Aos nossos professores, Alessandro Oliveira, Adimar Cardoso, Bruno Aurélio, Cláudio Galvão, Décio Dias, Elisvanir Simões, Francisco Nairton, Juliana Barros, Leonardo Corrêa da Silva, Miguel Camargo e aos demais professores da instituição que participaram diretamente da nossa formação acadêmica.

Às nossas ilustres professoras, Roberta de Freitas Souza Lobo por aceitar ser nossa orientadora e Cristieley Maria de Sousa Alves de Oliveira que aceitou ser nossa

Coorientadora e, que foram essenciais ao longo da nossa caminhada acadêmica e são nossos exemplos enquanto profissionais e seres humanos.

Aos nossos professores Márcio Rogério Pereira Leite e professora Cristieley Maria, por aceitarem compor nossa banca avaliadora e aos quais também expressamos nossa admiração na vida profissional.

Aos servidores, em especial Valéria Cristina (laboratório de Microscopia), Márcio Santana (bovinocultura), William Jhone (NAPNE), ao irmão Sr. Osmar (Fruticultura), Francisco Araújo Filho (Suinocultura) e Everaldo Veríssimo Duarte (Alagoano – Suinocultura).

Enfim, agradecemos a todos os que passaram pelo nosso caminho e contribuíram direta ou indiretamente nessa jornada, aos nossos 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.

*“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas
dificuldades que superou no caminho.”*

Booker T. Washington

RESUMO

A banana (*Musa spp.*) é tida como a fruta tropical de destaque econômico e com papel importante na composição alimentar de vários países, uma vez que, instiga a mão de obra, um acelerado retorno econômico ao produtor, além de movimentar uma significativa quantidade de insumos e, por ser uma cultura perene, a mesma pode ser comercializada o ano inteiro sem a necessidade de ser substituída. 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 consequentemente, gerar maior período de prateleira aos frutos de banana da cv. Thap Maeo. 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 5x4 (5 tratamentos x 4 períodos avaliados) e 4 repetições (cada repetição corresponderá a um buquê de banana com 3 frutos), compondo 80 parcelas experimentais, totalizando 240 frutos. Sendo os tratamentos: T1 (Testemunha); T2 (Cera de abelha na concentração de 14%); T3 (Óleo de coco babaçu na concentração de 8%); T4 (Fécula de mandioca na concentração de 10%) 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 gráfico foram elaborados no Microsoft Excel. Conclui-se com a pesquisa, que os tratamentos à base de óleo de coco babaçu (tratamento T3) e acondicionados com filme de PVC + Isopor (tratamento T5) demonstraram os melhores resultados para maioria das variáveis (coloração da casca, perda de massa fresca, pH e teor de sólidos solúveis totais), evidenciando que estes revestimentos podem auxiliar no controle da maturação dos frutos por até 12 dias.

Palavras-chave: Maturação. Revestimentos. Vida útil.

ABSTRACT

Banana (*Musa* spp.) is considered a tropical fruit of economic prominence and plays an important role in the food composition of several countries, since it encourages labor, an accelerated economic return to the producer, in addition to moving a significant amount of inputs and, as it is a perennial crop, it can be sold throughout the year without the need for replacement. The objective of this work was to evaluate the effect of the modified atmosphere from the use of different coatings, these being beeswax, babassu coconut oil, cassava starch and PVC + Styrofoam film, at different storage times, with the aim of increasing post-harvest conservation and consequently, generating a longer shelf life for banana fruits from cv. Thap Maeo. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins – Campus Araguatins, with a completely randomized experimental design (DIC), in a 5x4 factorial scheme (5 treatments x 4 evaluated periods) and 4 replications (each repetition will correspond to one banana bouquet with 3 fruits), comprising 80 experimental plots, totaling 240 fruits. The treatments are: T1 (Control); T2 (Beeswax at a concentration of 14%); T3 (Babaçu coconut oil at a concentration of 8%); T4 (Cassava starch at a concentration of 10%) and T5 (PVC film + Styrofoam). The data obtained were subjected to tests of normality and homogeneity of error variances, carrying out analyzes of variance with significance measured using the F test, and the treatment means compared using the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$), the analyzes were carried out using the computer program System for Analysis of Variance – SISVAR version 5.6 and the tables and graphs were prepared in Microsoft Excel. The research concludes that treatments based on babassu coconut oil (T3 treatment) and packaged with PVC film + Styrofoam (T5 treatment) demonstrated the best results for most variables (hull color, loss of fresh mass, pH and total soluble solids content), showing that these coatings can help control fruit maturation for up to 12 days.

Keywords: Maturation. Coatings. Shelf life.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Aspectos gerais da cultura da bananeira	13
2.2 Cultivar “Thap Maeo”	13
2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS	14
2.4 PÓS-COLHEITA E ATMOSFERA MODIFICADA.....	15
2.5 REVESTIMENTOS ALTERNATIVOS UTILIZADOS NA PÓS-COLHEITA.....	16
2.5.1 Cera de abelha	16
2.5.2 Óleo de Coco Babaçu	17
2.5.3 Fécula de Mandioca	17
2.5.4 Filme de PVC + Isopor	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da área experimental.....	19
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	19
3.3 Montagem do experimento	19
3.4 Preparo dos revestimentos e aplicação dos tratamentos	21
3.4.1 Cera de abelha	21
3.4.2 Óleo de Coco Babaçu	21
3.4.3 Fécula de Mandioca	21
3.4.5 Filme de PVC + Isopor	22
3.5 Variáveis analisadas	23
3.5.1 Análises físicas:.....	23
3.5.2 Análises químicas:	24
3.6 Análise estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Análises físicas e químicas	26
4.2 Análises físicas.....	26
4.2.1 Coloração da casca.....	26
4.2.2 Perda de massa fresca (%).....	28
4.3 Análises químicas	30
4.3.1 pH.....	30

4.3.2 Teor de sólidos solúveis totais	32
5 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Segundo Nomura et al. (2020) a banana (*Musa* spp.) é tida como a fruta tropical de destaque econômico e com papel importante na composição alimentar de vários países, uma vez que, instiga a mão de obra, um acelerado retorno econômico ao produtor, além de movimentar uma significativa quantidade de insumos e, por ser uma cultura perene, a mesma pode ser comercializada o ano inteiro sem a necessidade de ser substituída.

A princípio, a produção de banana (*Musa* spp.) no Brasil de acordo com os dados do IBGE (2022) foi de 6.854.222 milhões de toneladas, sendo de acordo com esse mesmo censo, o Estado do Tocantins apresentou uma produção de 330.468 mil toneladas (2022). Outrossim, é uma atividade de grande importância entre as frutíferas cultivadas comercialmente na região, valendo ressaltar que, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE – PAM (2020), os 10 municípios que mais produzem banana no Tocantins (quantidade/toneladas, sendo do maior percentual de produção para o menor, respectivamente) são Aguiarnópolis, Dianópolis, Miracema, Dois Irmãos, Abreulândia, Aparecida do Rio Negro, Porto Nacional, Formoso do Araguaia, Xambioá e Araguaatins.

Conforme Vieira (2016), dentre as frutas que são comercializadas “*in natura*” em âmbito global, a banana aparece em primeira posição no que se refere à importância econômica de comercialização, pois, gera um elevado volume financeiro. No entanto, em contrapartida, apesar desse positivo dado de produção e consumo, a banana possui notáveis registros de perdas pós-colheita.

Desse modo, é um dos frutos mais perecíveis, podendo as perdas durante o processo de produção até o consumidor alcançar níveis de 40 a 60% da produção, logo, a importância e necessidade de se propor alternativas que reduzam os danos causados aos frutos durante a fase de pré e pós-colheita desta cultura (Bezerra, 2011).

Em vista disso, a atmosfera modificada é uma alternativa para diminuir as perdas de produção e aumentar a vida útil das frutas, visto que, o seu processo consiste em retardar o amadurecimento das frutas por meio do seu acondicionamento em filmes plásticos, revestimentos comestíveis e recobrimento com ceras especiais. Nesse método, a concentração de CO₂ do produto aumenta e o O₂ diminui à medida

que é utilizado pelo processo respiratório, propiciando a formação de gases ideais onde a atividade respiratória se apresente em taxas mínimas (Chitarra; Chitarra 2005).

Do mesmo modo, Floros & Matsos (2005) explicam que, esse processo envolve a inibição da liberação do gás etileno, o que é responsável por acelerar o amadurecimento, a deterioração e a senescência em frutas e vegetais. A diminuição dos níveis de O_2 e aumento do CO_2 ao em volta dos produtos frescos têm diversos efeitos benéficos, pois além de reduzirem a atividade respiratória, favorecem a conservação da clorofila e outros pigmentos, além de, as altas concentrações de CO_2 diminuir a taxa de crescimento microbiano.

Dessa forma, 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 conseqüentemente, gerar maior período de prateleira aos frutos de banana da cv. Thap Maeo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da bananeira

É uma planta monocotiledônea típica de regiões tropicais úmidas e, herbácea completa, uma vez que, apresenta raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes. Apresenta caule subterrâneo (rizoma), onde são emitidas as raízes primárias e as brotações laterais (filhos ou “rebentos”), que darão origem as novas plantas de bananeiras (Nomura et al., 2020).

De acordo com o SENAR (2012) a banana é um alimento energético, constituído de água e carboidratos em sua maior parte e pouca proteína e gordura. Além disso, é rica em sais minerais como o sódio, magnésio, fósforo e, especialmente em potássio. Ademais, contém vitaminas C, A, B2, B6, niacina, entre outras.

No que diz respeito a temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura da bananeira, Borges & Souza (2021) relatam que as condições normais para as bananeiras comerciais está em torno de 28 °C e, considera-se a faixa de 15 a 35° C como os limites extremos para a exploração da cultura. Por ser uma planta característica das regiões tropicais úmidas, apresenta melhor desenvolvimento em locais com media anuais de umidade relativa superiores a 80%.

Dentre os 139 municípios do Estado do Tocantins, 102 deles possuem atividade na cultura da bananeira, sendo esta, a segunda maior fruta em escala de produção dentro das frutíferas produzidas na região. Nos últimos anos, a sua produtividade vem crescendo de maneira significativa, principalmente quando associada ao projeto Manoel Alves, em Dianópolis e ao projeto São João, em Porto Nacional, onde ambos o projetos, possuem foco de produção ao consumo interno entre os municípios do do Tocantins e, também havendo comercialização para as regiões do Norte e Nordeste do país (Matos, 2019).

2.2 Cultivar “Thap Maeo”

A cultivar “Thap Maeo” refere-se à uma cultivar de bananeira de origem tailandesa, que teve sua seleção pela Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas – BA. Possui boas características de adaptabilidade em solos que apresentam

indícios de baixa fertilidade, visto que, apresenta características de rusticidade, podendo alcançar indícios de produtividade entre 25 a 35 t ha⁻¹ em seu primeiro ciclo (Pereira et al., 2000).

Ademais, Pereira et al. (2000) mencionam que esta cultivar compreende frutos de tamanho e formato semelhantes aos da cultivar “Maçã”, quando maduros apresentam a casca bem amarela, polpa de cor creme, sabor ligeiramente ácido e devem ser consumidos bem maduros. Seu pseudocaule, possui uma coloração verde claro, arroxeadado e as margens dos pecíolos e das folhas, são vermelhas.

É uma variedade do grupo genômico AAB, semelhante à “Mysore”, apresenta porte médio a alto, frutos pequenos, além de, ser resistente à Sigatoka negra e Sigatoka amarela e, mal do Panamá, que são algumas das doenças que mais provocam e acarretam causas de baixa produtividade, afetando negativamente a cultura (Borges et al., 2006).

De acordo com Gasparotto et al. (2006), dentre as cultivares resistentes à Sigatoka negra e amarela, sendo a Thap Maeo uma delas, ainda não há características estabelecidas para se identificar o ponto de colheita baseado no diâmetro desses frutos e idade do cacho, no entanto, os produtores utilizam do desaparecimento das quinas (no aspecto dos frutos), como um método para identificar o estágio ideal de colheita.

Os autores ainda destacam que um método que pode ser utilizado, é a idade do cacho a partir da emissão do coração, assim, com o auxílio de uma fita plástica (colorida, sendo cada cor para as variadas datas de emissão) de cada cacho, podendo essa colheita variar entre 80 a 110 dias após a emissão do coração (Gasparotto et al., 2006).

2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS

Segundo Santos & Silvério (2023) o Brasil é o quarto maior produtor mundial de banana, ficando atrás somente da Índia, China e Indonésia. Onde, parte da produção é destinada ao Mercado externo, sendo a União Europeia e os países do Mercosul, seus maiores importadores.

A produção brasileira de banana está amplamente distribuída por todos os estados do país, depois da cultura da laranja, é a segunda fruta com maior relevância

no que diz respeito a área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo. Dentre os estados que mais possuem área colhida e produção de banana, tem-se São Paulo, Bahia, Pará, Santa Catarina, Minas Gerais, Pernambuco e Ceará (Almeida, 2021).

2.4 PÓS-COLHEITA E ATMOSFERA MODIFICADA

Ao falarmos em qualidade de frutas e hortaliças, este conceito está ligeiramente associado à alguns critérios, sendo estes, a aparência visual, textura, sabor e aroma, valor nutricional e segurança do alimento. Logo, sabe-se que as perdas pós-colheita estão associadas desde a colheita e, ocorrem durante todo o processo de comercialização, que vai desde o campo, até o consumidor. Problemas como danos mecânicos e exposição dos produtos a elevadas temperaturas, prejudicam a sua conservação (Cenci, 2006).

Segundo Freitas et al. (2013), as frutas e hortaliças possuem em sua composição alto nível de água, consequentemente, são altamente perecíveis, isso faz com que a sua conservação e preservação pós-colheita apresente uma vida útil limitada. Dessa forma, técnicas devem ser empregadas durante toda a fase de produção, a fim de, proporcionar maior tempo de prateleira a estes produtos.

As frutas podem ser classificadas como climatéricas, quando há diminuição constante da respiração nas etapas de crescimento e desenvolvimento até a colheita, no entanto, logo após a colheita de algumas espécies, pode haver o aumento dessa taxa respiratória, fazendo com que continuem amadurecendo após colhidas e, há o aumento na produção de etileno. Entre estas frutas temos o mirtilo, a maçã, a pera, a manga, a banana, entre outras (Aboucauch & Fisher, 2015; Cantillano, 2011).

Enquanto que, as frutas não climatéricas ocorre redução da taxa respiratória de forma gradual, quando colhidas, não possuem mais a capacidade de amadurecimento, por isso, a colheita deve ser feita apenas quando estas atingirem os índices ideais de maturação, neste caso não há a produção de etileno. Entre as frutas não climatéricas tem-se o morango, a framboesa, amora preta, frutas cítricas, entre outras (Aboucauch & Fisher, 2015; Cantillano, 2010).

Desse modo, Almeida (2021) explica que toda a tecnologia e ciência de pós-colheita é baseada em três pontos principais, tornar a taxa respiratória o mais lenta possível, reduzir a perda de água por transpiração e impedir que haja o ataque por

microrganismos. O autor ainda explica que, para alimentos que possuem altas taxas respiratórias, o frio é a tecnologia mais eficaz, no entanto, ressalta que é preciso atentar-se ao fato de que há uma restrição às temperaturas mínimas que cada produto suporta, onde, geralmente para aqueles oriundos de clima temperado (0 °C), clima subtropical (5 ou 7 °C) e tropicais (15 e 12 °C) e, alternativas como o uso de atmosfera modificada ou controlada com baixas concentrações de O₂, se mostram eficazes.

O uso de embalagens com atmosfera modificada tem como objetivo preservar as características naturais do produto, eliminar o emprego de conservantes químicos e aprimorar os métodos de distribuição. Para que haja eficiência do uso de atmosfera modificada na conservação de frutas e vegetais, é fundamental encontrar um equilíbrio entre a absorção de O₂ e a quantidade que é liberada pela embalagem, quando há concentrações adequadas dos gases, pode acontecer a preservação e condições ideais de consumo dos alimentos (Raimundi, 2021; Walter, 2010).

2.5 REVESTIMENTOS ALTERNATIVOS UTILIZADOS NA PÓS-COLHEITA

O uso de revestimentos comestíveis para conservar frutas no processo de pós-colheita, sejam estas inteiras ou minimamente processadas, tem sido considerada uma tecnologia promissora e com significativo potencial econômico, em especial, para o tratamento de frutas tropicais destinadas à exportação em larga escala (Fratari et al., 2021).

2.5.1 Cera de abelha

De acordo com a Associação Brasileira de Estudo das Abelhas (2015), define-se cera como a substância produzida pelas glândulas cerígenas das operárias, logo, para que haja a sua produção as operárias das abelhas melíferas transformam o açúcar consumido sob forma de mel, sendo necessário o consumo de 8 kg de mel para que haja a produção de 1 kg de cera.

A cera de abelha possui vastas opções de aplicações, visto que, apresenta propriedades emoluentes, amaciantes, moldantes e impermeabilizantes (Nunes et al., 2012). Auxilia na perda de massa e no combate a incidência de doenças, preservando os SST (Sólidos solúveis totais), acidez titulável, pH e firmeza dos frutos em até 15 dias. Produtos aos quais são aplicados cera de abelha apresentam menor perda de

massa quando comparados à aplicação de outros tipos de revestimentos em algumas condições, isso se explica devido a cera de abelha cobrir a casca da fruta, reduzindo as taxas respiratórias e a transpiração, este fato também pode estar atribuído às condições da cera em possuir propriedades hidrofóbicas (Abonesh et al., 2018).

2.5.2 Óleo de Coco Babaçu

A produção do babaçu é uma das principais atividades representativas do extrativismo vegetal no Brasil, em razão da área de abrangência da palmeira babaçu (13 a 18 milhões/ha) em 279 municípios, situados em 11 estados, bem como, incontáveis potencialidades e atividades econômicas que podem ser desenvolvidas com o seu uso, a importância para as famílias que sobrevivem da agricultura de subsistência atrelada à sua exploração e, da forte mobilização social e política em favor do acesso livre aos babaçuais (Carrazza; Ávila; Silva, 2012).

Os autores ainda explicam que, o babaçu é uma palmeira da família botânica Arecaceae, presente em diversos países da América Latina. No Brasil, seu uso é amplamente difundido na região Amazônica, na Mata Atlântica, no Cerrado e na Caatinga, onde ocorre naturalmente em várias regiões. A amêndoa do coco babaçu em sua composição possui mais de 60% de óleo rico em ácido láurico, sendo utilizado na indústria de cosméticos e alimentícia (Carrazza; Ávila; Silva, 2012).

2.5.3 Fécula de Mandioca

Segundo Takahashi (2023), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) integra parte essencial da alimentação humana, cerca de 700 milhões de pessoas no mundo, principalmente na região tropical. Não menos importante, também trata-se da matéria-prima para uma série de produtos, sejam eles minimamente processados ou quimicamente modificados.

O autor ainda explica que, as raízes da mandioca são transformadas em produtos básicos como a farinha de mesa e fécula, também conhecida como amido ou povinho doce. Logo, a fécula pode ser usada na indústria alimentícia e farmacêutica, na produção de papel, assim como em indústrias químicas, quando passa pelo processo de variadas modificações (Takahashi, 2023).

A fécula (amido) proveniente da mandioca, trata-se de um polissacarídeo de baixo custo e que possui a capacidade de formação de filme, consequentemente, sendo uma alternativa na produção de revestimentos comestíveis. Devido ser um produto natural, não promove riscos ambientais e ao ser humano ao ser manipulado (Orzari et al., 2018).

Para o processo de gelatinização do amido de mandioca, estudos feitos por (Ratnayake & Jackson, 2009; Lagarrigue et al., 2008) explicam que a metodologia empregada consiste no aquecimento da substância em solução aquosa a 70 °C, assim, ocorre o inchamento dos grânulos fazendo com que estes percam sua birrefringência, se rompendo e formando uma dispersão coloidal na água.

2.5.4 Filme de PVC + Isopor

Comumente encontramos alimentos envoltos embalados em um plástico transparente, seja em supermercados ou em casa, com o intuito de evitar-se a deterioração dos alimentos. Esse plástico é o filme de PVC (policloreto de vinila), que além de proteger os alimentos de fungos e bactérias, possui alta permeabilidade a gases, o que o torna ideal para o acondicionamento de produtos “*in natura*” que “respiram” (consumo de O₂ e liberação de CO₂) mesmo quando dentro de embalagens (UNIVASF, 2019).

Para Alvaro (2024) o policloreto de vinila (PVC) trata-se da abreviação da palavra inglesa Polyvinyl chloride e, este material consiste de um termoplástico composto por 57% de cloro, obtido através da eletrolise do sal marinho e 43% de etileno, derivado do petróleo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, na sala 20 no bloco D, monitorada com o controle de temperatura e umidade, na cidade de Araguatins – TO, região de ecótono Cerrado-Amazônia com clima tropical e elevação de 123 m com relação ao nível do mar, nas coordenadas geográficas de latitude 05° 38' 32" S e longitude 48° 04' 13" W e índice pluviométrico de 1.250 – 2.050 mm por ano.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x4 (5 tratamentos x 4 períodos avaliados) e 4 repetições (cada repetição corresponderá a um buquê de banana com 3 frutos), compondo 80 parcelas experimentais, totalizando 240 frutos. Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória, conforme abordado abaixo:

T1: Testemunha;

T2: Cera de abelha a 14%;

T3: Óleo de coco babaçu a 8%;

T4: Fécula de mandioca a 10%

T5: Filme PVC + Isopor.

As avaliações foram realizadas em 4 períodos (2, 5, 8 e 12 dias) após aplicação dos tratamentos.

3.3 Montagem do experimento

A cultivar de banana escolhida foi a “Thap Maeo” para seleção dos frutos, onde, o cultivo acontece em sistema convencional no setor de Fruticultura do IFTO – *Campus Araguatins*. A coleta dos frutos foi realizada nas primeiras horas do dia 20 de Março de 2024. Os frutos foram colhidos no estágio 2 de maturação, apresentando coloração de casca verde com traços amarelo (PBMH; PIF, 2006), no entanto, fisiologicamente desenvolvidos.

A despenca foi realizada manualmente com o uso de despencador e canivetes inoxidáveis cortando as pencas do engaço, em seguida, a divisão foi feita em buquês de 3 bananas cada. Foram descartados os frutos geminados, com restos florais, danos mecânicos profundos, passados e com podridão. Desse modo, os frutos que apresentaram características de acordo com o estágio 2 de maturação desejado foram imersos em água corrente e sabão neutro para remoção de resíduos provenientes do processo de colheita feita a campo e do látex.

Posteriormente, estes frutos foram colocados em caixas e transportados até a sala de montagem do experimento, onde, em primeiro momento foi feita a sanitização dos buquês utilizando-se água destilada e hipoclorito de sódio a 2% (Figura 1) e após, estes foram depositados sobre as mesas para que houvesse secagem natural antes de serem imersos nos revestimentos. Antes da aplicação dos tratamentos, os frutos foram submetidos a pesagem para aferimento da massa fresca inicial de cada parcela.

Figura 1. Seleção dos frutos da cv. “Thap Maeo”(A), despenca dos frutos (B), lavagem dos frutos em água corrente e detergente neutro (C) e sanitização em água destilada e hipoclorito de sódio a 2% (D).



Fonte: Autores, 2024.

3.4 Preparo dos revestimentos e aplicação dos tratamentos

3.4.1 Cera de abelha

Para emulsão da cera de abelha e confecção da cobertura a base da mesma, o processo consistiu em pesar a cera de abelha em seu estado sólido conforme a concentração de 14% (140 g), em seguida, foi colocada em Banho-Maria à 80 °C para liquidificar em Becker de 1000 ml. Após liquidificá-la, foi adicionado o óleo de coco saponificado e a temperatura do Banho-maria foi elevada à 100 °C, até completa homogeneidade da cobertura.

A saponificação do óleo de coco é feita do seguinte modo: na chapa aquecedora misturou-se 60 ml de óleo de coco e 60 ml de álcool à 50% numa temperatura de 50 °C. Em seguida, fora da chapa aquecedora foi adicionado 10 g de hidróxido de sódio (PA - microperolas) e foi colocado novamente na chapa aquecedora à 50 °C até que houvesse a saponificação total da substância.

3.4.2 Óleo de Coco Babaçu

Para o preparo do revestimento do óleo de coco babaçu, a solução foi preparada através da diluição do óleo de coco babaçu em água destilada (1 L), na concentração de 8% (80 ml), com posterior agitação para que houvesse solubilização do revestimento (Abreu, 2017).

3.4.3 Fécula de Mandioca

O revestimento com fécula de mandioca consistiu no seguinte preparo: a fécula de mandioca foi adicionada a 1 L de água destilada na concentração de 10% (100 g) e levada para a chapa aquecedora com uma temperatura controlada de 70 °C até que houvesse geleificação da mesma e, logo após, foi disposta sobre a bancada para o resfriamento em temperatura ambiente (Lucena et al., 2004).

3.4.5 Filme de PVC + Isopor

O revestimento usando o filme de PVC, consistiu em colocar os frutos (cada buquê composto por 3 frutos) em bandejas de isopor e envolvê-los completamente com o filme de policloreto de vinila (PVC), sendo ao todo, utilizadas 16 bandejas de isopor.

Ao término do preparo dos revestimentos (T2, T3 e T4) e posterior resfriamento de forma natural destes, os frutos foram imersos visando cobrir toda a sua superfície e deixando-se escorrer todo o excesso. Exceto para os casos do tratamento T1 (testemunha) e o T5 (filme de PVC + Isopor) (Figura 2).

Figura 2. Revestimentos aplicados nos frutos: Fécula de mandioca a 10% (A), Óleo de coco babaçu à 8% (B), Cera de abelha à 14% (C) e Filme de PVC + Isopor (D).



Fonte: Autores, 2024.

Concluída a aplicação dos revestimentos nos frutos, estes foram dispostos em recipientes descartáveis com devida identificação de acordo com os tratamentos, épocas de armazenamento e repetições, os quais foram estabelecidos em sorteio, sobre uma mesa e, acondicionados a uma temperatura média de 22 °C e umidade relativa média de 81%, dentro da sala 20 do Bloco D (Figura 3).

Figura 3. Frutos dispostos em recipientes descartáveis e identificados com os tratamentos, épocas de armazenamento e repetições.



Fonte: Autores, 2024.

3.5 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram as análises físicas e químicas, sendo estas: coloração da casca, perda de massa fresca, pH e sólidos solúveis totais (SST).

3.5.1 Análises físicas:

- a) Coloração da casca: A avaliação foi feita de forma visual de acordo com a escala de notas de Von Loesecke (PBMH & PIF, 2006), onde, as classificações vão de 1 à 7 (Figura 4), na qual: 1 – totalmente verde; 2 – verde com traços amarelos; 3 – mais verde do que amarelo; 4 – mais amarelo do que verde; 5 – amarelo com ponta verde; 6 – amarelo e 7 – amarelo com áreas marrons.

- b) Perda de massa fresca: A massa fresca foi determinada através do uso de balança semi analítica digital com precisão de 0,050 g e, posteriormente os resultados foram expressos em porcentagem (%). Os valores expressos foram advindos a partir das diferenças de peso observadas entre o momento em que o experimento foi instalado e ao final de cada época de armazenamento.

3.5.2 Análises químicas:

- a) pH: Para determinação do pH, em primeiro momento retirou-se 10 g (extraída do meio da junção dos 3 frutos que formaram cada um dos buquês) de polpa e adicionou-se 50 ml de água destilada, em seguida, esta solução foi colocada em um liquidificador a fim de se extrair um suco através da sua trituração. Este suco posteriormente foi aferido através de um pHmetro (potenciômetro) digital previamente calibrado com soluções padrões de pH 7,0 e 4,0 (Instituto Adolfo Lutz, 2008) através da imersão do eletrodo na substância final gerada.
- b) Sólidos solúveis totais (SST): Para determinar o teor de SST, retirou-se uma porção da junção dos 3 frutos que formaram cada um dos buquês, obtendo-se uma pasta homogênea que foi colocada diretamente no refratômetro digital com faixa de 0 a 32° Brix, posteriormente os resultados foram expressos em ° Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Figura 4. Escala de notas de Von Loesecke.



Fonte: PBMH; PIF (2006).

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros, sendo realizadas as análises de variâncias 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 (Ferreira, 2014). Para a variável coloração de casca, não foi realizada análise de variância, utilizando-se o critério de notas para cores de casca. Foram calculadas as médias aritméticas das notas de cada tratamento e plotadas em gráfico no programa Microsoft Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste F realizado nas análises de variância, constatou-se que os fatores relacionados aos revestimentos, épocas de armazenamento e a interação do revestimento e época de armazenamento influenciaram significativamente ($p \leq 0,05$), as variáveis perda de massa fresca, pH e o teor de sólidos solúveis totais. No que se diz respeito à coloração da casca, que é uma variável comparativa expressa em notas, foram calculados apenas os valores médios das notas para os diferentes tratamentos em cada época de armazenamento.

4.1 Análises físicas e químicas

Para que o consumidor leve em consideração a qualidade na hora de escolher seus produtos, é essencial que haja métodos padronizados na categorização dos mesmos, isso envolve a adoção de medidas como, embalagem adequada, transporte eficiente e armazenamento correto, uma vez que, procura-se minimizar perdas indesejadas. No caso das frutas, legumes e verduras a classificação refere-se às características físicas do produtos, tais como, tamanho, calibre e cor e também aspectos químicos como o estado de maturação, teor de acidez e açúcares (Pimentel, 2022).

4.2 Análises físicas

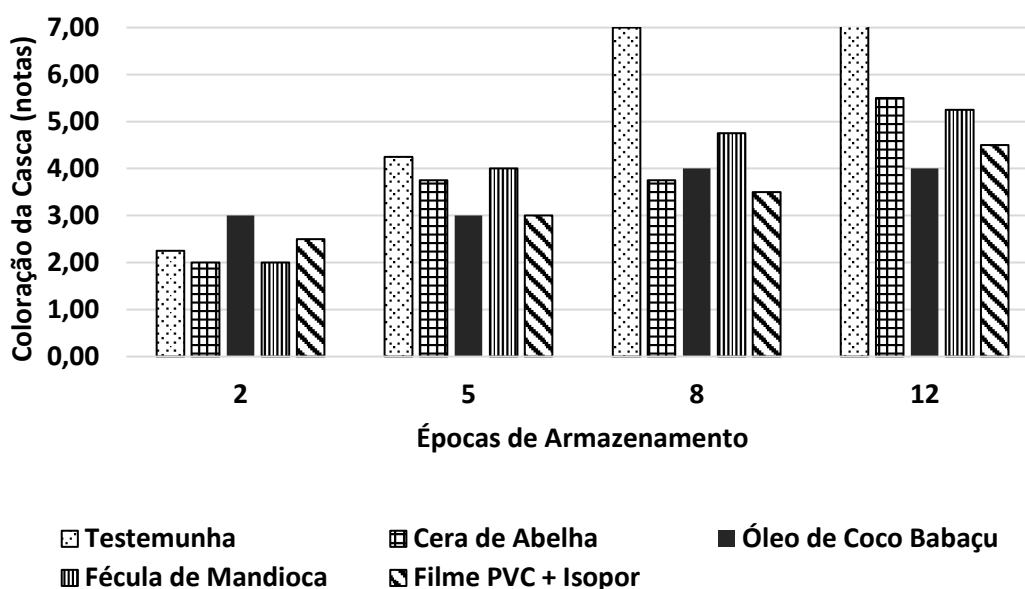
4.2.1 Coloração da casca

Segundo Ferreira (2017) para o consumidor a aparência é comumente o principal aspecto a se considerar na hora da compra, frequentemente servindo como indicativo do produto. Dentro desse contexto, características como a cor, desempenham um papel crucial, podendo atrair ou afastar o consumidor, visto que, mudanças nesse quesito podem induzir a possíveis danos e/ou deterioração do produto.

No que se refere à coloração dos frutos (Gráfico 1), observou-se que, no tratamento T1 (testemunha) houve evolução no estágio de maturação dos frutos nas

épocas de armazenamento 5, 8 e 12 DAT (dias após o tratamento). Com 2 DAT, o grau de maturação se manteve o mesmo em que estava quando o experimento foi instalado, sendo este, o estágio de maturação 2 (verde com traços amarelos). Evoluindo para o estágio de maturação 4 (mais amarelo do que verde) aos 5 DAT e alcançou a escala de nota 7 (amarelo com áreas marrons) durante os 8 e 12 DAT.

Gráfico 1. Notas para cor da casca dos frutos de banana cv. “Thap Maeo” submetidos a diferentes revestimentos, armazenados em temperatura média de 22 °C e umidade relative de 81%, em que: 1 (totalmente verde), 2 (verde com traços amarelos), 3 (mais verde do que amarelo), 4 (mais amarelo do que verde), 5 (amarelo com pontas verde), 6 (totalmente amarelo) e 7 (amarelo com áreas marrons).



Fonte: Autores, 2024.

Para os tratamento T2 (cera de abelha a 14%) e o tratamento T4 (fécula de mandioca a 10%) ocorreu uma evolução semelhante no estágio de maturação durante algumas avaliações nas diferentes épocas de armazenamento, sendo, aos 2 DAT apresentaram em média nota 2 (verde com traços amarelos), aos 5 DAT nota média de 4 (mais amarelo que verde) para ambos os tratamentos, com 8 DAT o T2 ficou com uma média de nota 4 (mais amarelo que verde) e o T4 com uma média de nota 5 (amarelo com a ponta verde). Aos 12 DAT, apresentaram novamente comportamento similar na taxa de amadurecimento, sendo classificados dentro da escala com média de nota 5 (amarelo com ponta verde).

Com relação ao tratamento T3 (óleo de coco babaçu a 8%) e o tratamento T5 (filme de PVC + Isopor) nota-se que aos 2 e 5 DAT, ambos apresentaram a mesma escala média de nota, a qual foi, a nota 3 (mais verde que amarelo). Já aos 8 e 12 DAT, o tratamento T3 apresentou uma escala média de nota constante, não diferindo entre estas duas últimas épocas de armazenamento, sendo a nota 4 (mais amarelo que verde). Enquanto que, o tratamento T5 aos 8 e 12 DAT apresentou a escala média de nota 5 (amarelo com ponta verde) e 6 (todo amarelo) respectivamente.

Para prolongar o período de amadurecimento da banana em até 12 dias após a colheita dos frutos, baseando-se na coloração da casca, o óleo de coco babaçu se mostrou útil. Um estudo realizado por Abreu (2017) com o uso de óleo de coco babaçu em duas concentrações (4 e 8%) também evidenciou bons resultados em resposta ao processo de retardação do amadurecimento dos frutos de banana por até mesmo 15 dias, contribuindo com a conservação e preservação da coloração verde da casca por um período maior de tempo.

Em um estudo realizado por Carnelossi et al. (2021) ao avaliarem o uso de revestimento de fécula de mandioca e lactato de cálcio em mamão minimamente processado, constataram que para a variável análise de cor, comparando os tratamentos aplicados (controle; fécula a 5%; lactato de cálcio a 6% e fécula a 5% + lactato de cálcio a 6%) ao longo de 14 dias, concluíram que a aplicação de lactato de cálcio a 6% e fécula + lactato de cálcio a 6% preservaram a firmeza e conservaram a coloração dos frutos, já para os tratamentos (controle e fécula) ao longo dos dias de armazenamento, houve decréscimo do índice de luminosidade, provocando o escurecimento dos frutos.

4.2.2 Perda de massa fresca (%)

Para a variável perda de massa fresca (%) não houve diferença significativa para os tratamentos (Tabela 1), exceto para o tratamento T1 (testemunha) que apresentou a maior perda de massa fresca aos 2 DAT (dias após o tratamento). Aos 5 DTA, observa-se que os tratamentos T2 (cera de abelha a 14%) e T3 (óleo de coco babaçu a 8%) não diferiram-se entre si e, os tratamentos T1 (testemunha) e T4 (fécula de mandioca a 10%) apresentaram comportamento similar e registraram a maior perda de massa fresca nos frutos nessa época de armazenamento. De maneira

oposta a este comportamento, o tratamento T5 (filme de PVC + Isopor) se destacou ao apresentar a menor perda de massa fresca.

Tabela 1. Perda de massa fresca (%) em frutos de banana cv. Thap Maeo, submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 22 °C e umidade relativa de 81,0%, em Araguatins - TO, 2024.

Tratamentos	Tempo de armazenamento				Média
	2	5	8	12	
Testemunha	9,51 bA	17,68 bB	26,77 cC	34,80 dD	22,19 e
Cera de Abelha	3,60 aA	10,42 aB	12,96 aB	17,28 aC	11,06 b
Óleo de Babaçu	4,23 aA	9,44 aB	18,52 bC	21,60 bC	13,45 c
Fécula de Mandioca	5,86 aA	14,53 bB	24,02 cC	27,30 cC	17,93 d
Filme de PVC + Isopor	2,79 aA	6,14 aA	9,96 aB	14,26 aB	8,29 a
Média	5,20 A	11,64 B	18,44 C	23,05 D	-

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, 2024.

Na avaliação aos 8 DAT, os tratamentos T1 (testemunha) e T4 (fécula de mandioca a 10%) foram os que apresentaram a maior perda de massa fresca, seguido do tratamento T3 (óleo de coco babaçu a 8%). Enquanto que, o tratamento T2 (cera de abelha a 14%) e T5 (filme de PVC + Isopor) foram os que apresentaram menor perda de massa fresca respectivamente na referida época de análise.

Aos 12 DAT, os tratamentos T3 (óleo de coco babaçu a 8%), T4 (fécula de mandioca a 14%) e T5 (filme de PVC + Isopor) mantiveram sua perda de massa de forma constante, enquanto que, os tratamentos T1 (testemunha) e T2 (cera de abelha a 14%) apresentaram perdas superiores às ocorrentes na época de armazenamento com 8 DAT. No entanto, aos 12 DAT, a maior taxa de perda de massa aconteceu no tratamento T1 (testemunha), seguido do T4 (fécula de mandioca a 14%) e T3 (óleo de coco babaçu a 8%). Sendo, os tratamentos T5 (filme de PVC + Isopor) e T2 (cera de abelha a 14%) os que apresentaram menor perda de massa aos 12 dias de armazenamento.

O tratamento T5 (filme de PVC + Isopor) mostrou-se favorável na manutenção do peso da banana, apresentando as menores porcentagens de perda de massa

fresca quando comparado aos demais tratamentos aplicados e em todas as épocas de armazenamento.

Corroborando com os resultados obtidos neste trabalho sobre as condições dos frutos armazenados sem revestimento e daqueles com o uso da fécula de mandioca, Agostini et al. (2014), avaliando a conservação pós-colheita de laranjas Champagne (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*) verificaram que o revestimento com fécula de mandioca não foi eficiente para prevenir a perda de massa pelos frutos, apresentando perdas significativas iguais ou maiores do que os do controle, sob refrigeração. Logo, ambos os frutos (controle e revestidos em fécula de mandioca) apresentaram perdas significativas, nas três temperaturas aos quais foram armazenados.

Silva et al. (2019) ao avaliar a qualidade pós-colheita em frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) embalados com filme de PVC, verificou que a variável massa não apresentou diferença significativa quando acondicionadas ao filme de PVC ao longo de 6 dias de armazenamento a uma temperatura de 6 °C, preservando assim, a massa dos frutos.

4.3 Análises químicas

4.3.1 pH

Observa-se na Tabela 2, que houve diferença estatística significativa na média das épocas de armazenamento para os tratamentos e, o tratamento T3 (óleo de coco Babaçu) foi o que apresentou a melhor média para pH das frutas, que foi de 5,86. Enquanto que, para os frutos sem revestimento, o pH ficou mais ácido, sendo de 5,29. Essa é uma característica que ocorre durante o amadurecimento da banana, o pH tende a ficar mais ácido a medida que os frutos amadurecem. Essa característica pode ser observada pela diferença estatística marcante na média dos tratamentos para as épocas de armazenamento, observa-se que ao longo do tempo de armazenamento, os pH variam de 5,78 nos 2 dias após tratamento (DAT) a 5,16 nos 12 DAT.

Silva et al. (2015) analisaram a conservação pós-colheita de bananas do grupo Maçã com revestimento à base de fécula de mandioca e verificaram que os valores de pH variaram durante o período de armazenamento, com redução gradual, atingindo o ponto mínimo aos 9 e 11 dias.

Costa et al. (2019) avaliaram o uso fécula e pectina como revestimentos para aumentar a conservação pós-colheita da banana prata anã e encontraram resultados semelhantes com relação ao pH das frutas. Observaram que durante o amadurecimento (dias de armazenamento), o pH começou a diminuir com o acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o ácido málico. Os autores observaram que os frutos revestidos com fécula apresentam pH mais baixo que os frutos revestidos com pectina.

Tratando-se da interação entre revestimento e época de armazenamento, é importante destacar que o revestimento à base de óleo de coco Babaçu conservou o pH aos 2 DAT de armazenamento até os 12 DAT. Ainda pode-se destacar que, o revestimento com filme de PVC + Isopor obteve comportamento semelhante nos frutos, entretanto só conservou o pH mais alto até 8 DAT. Os frutos de banana revestidos com cera de abelha (T2) e fécula de mandioca (T4) tiveram comportamento semelhante aos frutos sem revestimento (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de pH em frutos de banana cv. Thap Maeo, submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 22 °C e umidade relativa de 81,0% em Araguatins – TO, 2024.

Tratamentos	Tempo de armazenamento				
	2	5	8	12	Média
Testemunha	5,73 aA	5,57 aA	4,88 bB	4,99 bB	5,29 b
Cera de Abelha	5,81 aA	5,05 bB	5,54 aA	4,97 bB	5,34 b
Óleo de Babaçu	5,81 aA	5,87 aA	5,87 aA	5,91 aA	5,86 a
Fécula de Mandioca	5,83 aA	5,77 aA	5,22 bB	4,94 bB	5,44 b
Filme de PVC + Isopor	5,74 aA	5,68 aA	5,56 aA	5,01 bB	5,50 b
Média	5,78 A	5,58 B	5,41 C	5,16 D	-

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, 2024.

Logo, pode-se concluir que para a variável pH, os frutos revestidos com óleo de coco Babaçu (T3), conservaram o pH mais alto até 12 DAT, indicando que este

revestimento tem maior controle sobre a maturação e por isso pode prolongar a vida pós-colheita dos frutos de banana (Tabela 2).

4.3.2 Teor de sólidos solúveis totais

Segundo Lima (2021), na polpa dos frutos encontramos sólidos solúveis totais (SST), os quais, possuem compostos essenciais para o sabor e a agradável recepção pelos consumidores, sendo estes, os açúcares e os ácidos orgânicos. O teor de SST pode ser determinado com o uso do refratômetro, que fornecerá os valores em °Brix.

Em concordância, Luz et al. (2012), evidenciam que a concentração de substâncias dissolvidas é um indicador importante como referência ao sabor de diversas frutas. Os açúcares são uma boa maneira de expressar este sabor, ao qual é percebido pelo consumidor e são simples de serem quantificados. Assim, são utilizados como critério para determinar o ponto de colheita e consumo da maioria das frutas.

Os autores ainda explicam que, a medida é feita nos SST presentes em compostos dissolvidos no suco das frutas. Em virtude da maior parte desses sólidos serem compostos por açúcares, a sua medição é utilizada como referência para o teor de doçura, logo, o teor de SST é determinado conforme a quantidade total de sólidos solúveis presentes no suco da polpa da fruta (Luz et al., 2012).

Desse modo, para a variável analisada quanto ao teor de SST (Tabela 3) observa-se que, aos 2 dias após o tratamento (DAT), não houve diferença significativa para os tratamentos aplicados, logo, não diferiram-se entre si, como também não diferiram ao longo das épocas de armazenamento observadas. Ademais, aos 5 DAT, os tratamentos T3 (óleo de coco babaçu a 8%) e T5 (filme de PVC + Isopor) se mostraram eficientes no controle de amadurecimento dos frutos, uma vez que, apresentaram os menores valores de teor de SST. Enquanto que, os tratamentos T1 (testemunha), o T2 (cera de abelha a 14%) e T4 (fécula de mandioca a 10%) apresentaram os maiores valores na concentração de SST.

Aos 8 DAT, observa-se que, os tratamentos T3 (óleo de coco babaçu a 8%) e T5 (filme de PVC + Isopor) mantiveram o °Brix com a menor taxa de aumento no teor de SST, seguidos dos tratamentos T2 (cera de abelha a 14%) e T4 (fécula de

mandioca a 14%) respectivamente (Tabela 3). Em contrapartida, o tratamento T1 (testemunha) apresentou um amadurecimento excessivo em relação à época anterior, que é constratado com a cor e a perda de massa fresca dos frutos.

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (°Brix) em frutos de banana cv. Thap Maeo submetidos a diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento, em temperatura média de 22 °C e umidade relativa de 81,0%, em Araguatins – TO, 2024.

Tratamentos	Tempo de armazenamento				
	2	5	8	12	Média
Testemunha	7,50 aA	10,50 bA	23,00 dB	24,50 dB	16,37 e
Cera de Abelha	3,75 aA	9,25 bB	13,00 bC	17,25 cD	10,81 c
Óleo de Babaçu	4,25 aA	5,25 aA	5,00 aA	5,00 aA	4,87 a
Fécula de Mandioca	4,50 aA	10,50 bB	19,00 cC	21,50 dC	13,87d
Filme de PVC + Isopor	4,25 aA	4,75 aA	5,00 aA	13,00 bB	6,75 b
Média	4,85 A	8,05 B	13,0 C	16,25 D	-

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, 2024.

Durante os 12 DAT, o tratamento T1 (testemunha) manteve a mesma taxa de amadurecimento em comparação à época anterior analisada e, os tratamentos T4 (fécula de mandioca a 10%) e T2 (cera de abelha a 14%) obtiveram taxas de amadurecimento de forma progressiva respectivamente dentro de todas as épocas. Em contrapartida, para a variável analisada, percebe-se que o tratamento T5 (filme de PVC + Isopor) manteve seu teor de SST ao longo dos 2, 5 e 8 DAT e, o tratamento T3 (óleo de coco babaçu a 8%) conservou o seu teor de SST e o amadurecimento dos frutos durante as 4 épocas de armazenamento, sendo aos 2, 5, 8 e 12 DAT. Dessa forma, tem-se que, o T3 (óleo de coco babaçu a 8%) apresentou o grupo das melhores médias, não diferindo-se entre si em relação as épocas de armazenamento (Tabela 3).

Veras et al. (2020) avaliaram o efeito da aplicação de concentrações óleo do coco babaçu como revestimento da banana ‘Pioneira’ e observaram que todos os tratamentos com concentrações de óleo de babaçu demonstram eficiência ao induzir

o retardamento da maturação, sobretudo proporcionando o retardamento da elevação do teor de °Brix nos frutos.

Tomaz et al. (2021) analisaram a conservação de frutos de mamão na pós-colheita com o uso de biofilme à base de fécula de mandioca, com concentrações de (0, 2, 4 e 6%) e armazenados no período de (0, 5, 10 e 15 dias) perceberam que à medida que se aumentava a concentração e os dias de armazenamento, os teores de STT diminuíram, entretanto houve prejuízo a qualidade dos frutos pois ao final do experimento esses os frutos mostraram-se ressecados, resultado do encolhimento do biofilme devido a temperatura.

Quando comparado ao estudo realizado neste trabalho, em que utilizou-se a fécula na concentração de 10% também observou-se que o tratamento T4 não se mostrou eficaz na conservação dos frutos de banana quando comparado aos demais tratamentos, exceto o tratamento T1 (sem revestimento) (Tabela 3).

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que os tratamentos à base de óleo de coco babaçu (tratamento T3) e acondicionados com filme de PVC + Isopor (tratamento T5) demonstraram os melhores resultados para maioria das variáveis, evidenciando que estes revestimentos podem auxiliar no controle da maturação dos frutos por até 12 dias, possibilitando a melhor conservação pós-colheita para banana cv. Thap Maeo, aumentando a vida de prateleira dos frutos, além de manter a coloração de casca verde por um período maior de tempo.

A cera de abelha a 14% (tratamento T2) também se mostrou eficiente no controle da perda de massa fresca dos frutos.

O revestimento constituído a base de fécula de mandioca a 10% (tratamento T4) não se mostrou eficiente para conservação pós-colheita das bananas da cv. Thap Maeo, uma vez que, apresentou valores elevados quanto a perda de massa fresca, pH e teor de sólidos solúveis totais, em alguns casos apresentando comportamento semelhante aos frutos que foram armazenados sem revestimento (tratamento T1).

REFERÊNCIAS

- ABONESH, E.; IBRAHIM, A. M.; FORSIDO, S. F.; KUYU, C. G. Effect of beeswax and chitosan treatments on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. 2018 The Authors. **Published by Elsevier Ltd.**
- ABOUCAUCH, F. M.; FISHER, E. E. Amadurecimento de frutas. São Paulo, 2015. Informativo Técnico SME/DAE nº 01 Janeiro. Prefeitura de São Paulo.
- ABREU, P. C. - Revestimento alternativos para conservação pós-colheita de banana 'Mysore'. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, *Campus Araguatins*, 2017.
- AGOSTINI, J. S.; SCALON, S. P. Q.; LESCANO, C. H.; SILVA, K. E.; GARCETE, G. J. Conservação pós-colheita de laranjas Champagne (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*). Campinas, SP. 2014. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 17, n. 2, p. 177-184.
- ALMEIDA, G. V. B. A importância da pós-colheita: hortifrutis são alimentos vivos e precisam de cuidados especiais. Centro de Qualidade Hortigranjeira CEAGESP. 2021. Disponível em: <<https://ceagesp.gov.br/entrepotos/servicos/artigos-estudos-e-publicacoes/artigos/a-importancia-da-pos-colheita/>>. Acesso em: 22 de abr. de 2024.
- ALMEIDA, C. O. Banana: economia. EMBRAPA – 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/banana/pre-producao/economia>>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.
- ALVARO, J. O que é PVC policloreto de vinila? Confira: conceito, características, principais características e onde comprar a resina no Brasil. 2024. Disponível em: <<https://www.plastico.com.br/o-que-e-pvc-policloreto-de-vinila/>>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDO DAS ABELHAS. O que é a cera?. 2015. Disponível em: <<https://abelha.org.br/faq/70-o-que-e-a-cera/>>. Acesso em: 27 de abr. de 2024.

BEZERRA, V. S. – Práticas pós colheita da banana: conservando a qualidade do fruto. EMBRAPA – Amapá. Maio, 2011.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; RITZINGER, C. H. S. P.; ALMEIDA, C. O.; COELHO, E. F.; SEREJO, J. A. S.; SOUZA, L. S.; LIMA, M. B.; FANCELLI, M.; FOLEGATTI, M. I. S.; FILHO, P. E. M.; SILVA, S. O.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. A cultura da Banana. EMBRAPA – Mandioca e Fruticultura Tropical. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2006. (Coleção Plantar, 56). 3 ed. 110 p.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Banana: relações/clima. EMBRAPA – 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/banana/pre-producao/especie/relacoes/clima>>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

CANTILLANO, R. F. F. Pequenas frutas: Manuseio e qualidade pós-colheita. Pelotas, RS. 2011. EMBRAPA – Clima Temperado. Documento 338. 1º ed. 34 p.

CARNELOSSI, M. A. G.; SANTOS, P. T. M.; COSTANT, P. B. L.; MATOS, G.B.; MOREIRA, M. N.; COSTA, R. I. S. A.; SOARES, A. C.; SANTOS, L. S.; REIS, A. A.; MATOS, P. N.; GAGLIARDI, P. R. Uso de revestimento de fécula de mandioca e lactato de cálcio em mamão minimamente processado. Research, Society and Development, v. 10, n. 11, p. e373101119508-e373101119508, 2021.

CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C.; SILVA, M. L. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do babaçu (*Attalea* spp.). Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). Recomendações Básicas para a

Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar. 1º ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 67-80.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. - Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COSTA, M. S.; COSTA, J. D. S.; GOMES, J. P.; NETO, A. F.; ANDRADE, R. O.; LIMA, G. S. Preservation of bananas coated with cassava starch and pectin. Dourados, MS. 2019. **Revista Agrarian**. v.12, n.46, p.542-549.

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

FERREIRA, M. D. Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. EMBRAPA – Brasília, DF. 2017. 284 p.

FLORES, J. D.; MATSOS, K. I. Introduction on modified atmosphere packaging. In: HAN, J. H. Innovations in food packaging. 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/book/9780123116321/innovations-in-food-packaging#book-info>>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

FRATARI, S. C.; OLIVEIRA, A. P.; FARIA, R. A. P. G.; VILLA, R. D. Revestimentos comestíveis para conservação pós-colheita de banana: uma revisão. 2021. Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 04. 467 p.

FREITAS, S. O.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M. Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita. In: Luz, W. C. da. (org.). Revisão anual de patologia de plantas. 1.ed. Passo Fundo – RS, 2013: **Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família**, v. 21, p. 96-130.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, M. C. N.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R.; LOPES D'ÁVILLA, C. M.; FILHO, L. C. H.; ARRUDA, M. R. – Cultivo da Bananeira para o

Estado do Amazonas. Manaus, AM: EMBRAPA Amazônia Ocidental. Sistemas de Produção. 2004. 79 p.

LAGARRIGUE, S.; ALVAREZ, G.; CUVELIER, G.; FLICK, D. (2008). Swelling kinetics of waxy maize and maize starches at high temperatures and heating rates. *Carbohydrate Polymers*, 73 (1), 148-155.

LIMA, M. A. C. **Teor de sólidos solúveis**. EMBRAPA – Semiárido. Petrolina, PE. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/producao/colheita/indicadores/teor-de-solidos-soluveis>>. Acesso em: 27 de abr. de 2024.

LUCENA, C.C.; SILVA, A. C. da; SILVA, A. C.; FEITOSA, H. de O.; ALMEIDA, F. F. D.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. S. - Efeito da película de amido na conservação pós-colheita de frutos de banana cv. 'Nanicão'. **Revista Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 38, n.2, p.34-37, 2004.

LUZ, B.; GOMES, G.; CUNHA, A. R.; BARROS, N. C.S.; DIAS, T.; BEZERRA, V. S. Avaliação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) em polpas de acerola, cajá e graviola *in natura* e processada. 52º Congresso Brasileiro de Química – CBQ. Recife, PE. 2012.

MATOS, A. P.; VASCONCELOS, J. A. R.; SIMÃO, A. H. Práticas de cultivo para a cultura da banana no Estado do Tocantins. Cruz das Almas, BA. EMBRAPA – Mandioca e Fruticultura, 2019. (Documentos/ Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-4996.235). 41 p.

NOMURA, E. S.; JUNIOR, E. R. D.; MARUYAMA, I. S.; MENDONÇA, J. C.; SAES, L. A.; PENTEADO, L. A. C.; KOBORI, R. T.; MORAES, W. S. – **Cultivo da bananeira**. Campinas, CDR, 2020. (Manual Técnico 82). 128 p.

NUNES, L. A.; OLIVEIRA, M. E. C.; SILVEIRA, T. A.; MARCHINI, L. C.; SILVA, J. W. P. **Produção de cera**. Piracicaba, SP. ESALQ – USP: Divisão de Biblioteca. 2012. (Série produtor rural, n° 52). 37 p.

ORZARI, L. O.; SANTOS, F. A.; JANEGITZ, B. C. Manioc starch thin film as support of reduced graphene oxide: a novel architecture for electrochemical sensors. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 823, n. 15, p. 350-358, 2018.

PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, M. C. N. Banana Thap Maeo cultivar resistente à Sigatoka Negra. Manaus, AM. 2000. EMBRPA – Amazônia Ocidental.

PIMENTEL, R. Classificação das frutas, legumes e verduras: por que e como fazer. 2022. <Disponível em: <https://www.paripassu.com.br/blog/classificacao-das-frutas>>. Acesso em: 26 de abr. de 2024.

RAIMUNDI, A. Uso de embalagem com atmosfera modificada na indústria alimentícia. 2021. Disponível em: <<https://perfilmaq.ind.br/blog/uso-de-embalagem-com-atmosfera-modificada-na-industria-alimenticia/>>. Acesso em: 18 de abr. de 2024.

RATNAYAKE, W. S.; JACKSON, D. S. (2008). Starch gelatinization. *Advances in food and nutrition research*, 2008, 55: 221-268.

SANTOS, G.; SILVÉRIO, L. Banana, fruta mais consumida no mundo é a protagonista no dia de hoje. Governo do Estado de São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://www.agricultura.sp.gov.br/pt/web/apta-regional/b/banana-fruta-mais-consumida-no-mundo-e-a-protagonista-no-dia-de-hoje>>. Acesso em: 28 de abr. de 2024.

SENAR. Banana: a cultura da banana. Brasília, DF. SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2011. (Coleção SENAR, 148). 2 ed. 116 p.

SILVA, A. M.; AMBRÓSIO, M.; NASCIMENTO, D. S.; ALBUQUERQUE, A. N.; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de banana 'Maçã' com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Centro Científico Conhecer**, v. n. 2, 3, p. 23-34, 2015.

SILVA, V. P.; PAZ, M. A.; SOUSA, K. S. M.; ABREU, A. K. F. Qualidade pós-colheita de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) embalados com filme de PVC. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7714-e7714, 2019.

TAKAHASHI, M. Cultivo da mandioca. Curitiba, PR. SENAR/AR. 2023. 88 p.

THOMAZ, P. H. A.; VALE, L. S. R.; FILHO, W. J.; SILVA, F. B.; DIAS, G. J. S.; NETO, N. D. R.; SILVA, L. B. 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.

UNIVASF. Filme plástico é reciclável?. Universidade Federal do Vale São Francisco. 2019. Disponível em: <<https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/filme-plastico-e-reciclavel>>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

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

VIEIRA, L. M. – Banana - Síntese anual da Agricultura de Santa Catarina. 2011. Disponível em:

<http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Informativos/Banana/Banana_sintese_2011.pdf>. Acesso em: 16 de mar. de 2024.

WALTER, E. H. M. Acondicionamento de produtos alimentícios em atmosfera modificada e controlada. UNIPAMPA. 2010. Disponível em: <<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariadealimentos/files/2010/09/Aula3-AtmModGeralFrutas-Modo-de-Compatibilidade.pdf>>. Acesso em: 16 de mar. de 2024.

WEBER D; SIMONE PADILHA GALARÇA, S. P.; SCHIAVON, A. V.; TIMMBESKOW; G; JONES ELOY, J.; FACHINELLO, J. C. - Revestimento alternativo com cera de abelha na frigoconservação pós-colheita do Maracujá-amarelo. 2013. XV ENPOS, UFPEL. Disponível em: <https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2013/CA_00701.pdf>. Acesso em: 16 de mar. de 2024.