

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

JOÃO VICTOR CANDIDO SANTOS DE JESUS SILVA

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DA PRÓPOLIS VERMELHA
SOBRE O FUNGO *Colletotrichum gloeosporioides* CAUSADOR DA
ANTRACNOSE DO MAMÃO**

Maceió - AL
2025

JOÃO VICTOR CANDIDO SANTOS DE JESUS SILVA

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DA PRÓPOLIS VERMELHA
SOBRE O FUNGO *Colletotrichum gloeosporioides* CAUSADOR DA
ANTRACNOSE DO MAMÃO**

Plano de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Química
da Universidade Federal de Alagoas como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Profa. Dra. Livia Maria de
Oliveira Ribeiro

Coorientadora: Eng.^a Maria Regina Pereira
Brandão

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S586a Silva, João Victor Candido Santos de Jesus.

Avaliação da ação antifúngica da própolis vermelha sobre o fungo
Colletotrichum gloeosporioides causador da antracnose do mamão / João
Victor Candido Santos de Jesus Silva. – 2025.

59 f. il. : figs. ; tabs.

Orientadora: Livia Maria de Oliveira Ribeiro.

Co-orientadora: Maria Regina Pereira Brandão.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química).
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2025.

Bibliografia: f. 55-59.

1. Própole. 2. *Colletotrichum*. 3. Antracnose do mamão. 4. Antifúngicos. I.
Título.

CDU: 664.8

Folha de Aprovação

JOÃO VICTOR CANDIDO SANTOS DE JESUS SILVA

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DA PRÓPOLIS VERMELHA SOBRE O
FUNGO *Colletotrichum gloeosporioides* CAUSADOR DA
ANTRACNOSE DO MAMÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia Química da
Universidade Federal de Alagoas como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
LIVIA MARIA DE OLIVEIRA RIBEIRO
Data: 04/04/2025 16:24:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Orientadora: Profa. Dra. Livia Maria de Oliveira Ribeiro
(Universidade Federal de Alagoas)**



Documento assinado digitalmente
MARIA REGINA PEREIRA BRANDAO
Data: 04/04/2025 13:14:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Coorientadora Eng.^a Maria Regina Pereira Brandão
(Universidade Federal de Alagoas)**



Documento assinado digitalmente
VANIA DE LOURDES DAS GRACAS TELES
Data: 04/04/2025 13:05:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Profa. Dra. Vânia de Lourdes das Graças Teles
(Universidade Federal de Alagoas)**



Documento assinado digitalmente
JORGE JOSE DE BRITO SILVA
Data: 04/04/2025 17:17:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Jorge José de Brito Silva
(Universidade Federal de Alagoas)**

RESUMO

A produção do mamão, de inestimável valor econômico e cultural para o Brasil – que figura entre os maiores produtores mundiais – enfrenta desafios significativos devido à antracnose, doença causada por *Colletotrichum gloeosporioides* que provoca severas lesões, comprometendo a aparência, integridade nutricional e o valor comercial dos frutos. Diante desse cenário, torna-se urgente a implementação de estratégias eficazes e ambientalmente sustentáveis. Neste contexto, o presente estudo investigou a ação antifúngica de dois extratos alcóolicos: da própolis vermelha e de seu resíduo, visando explorar o potencial como agente natural no controle da antracnose, atribuída à riqueza em compostos bioativos, especialmente flavonoides e isoflavonoides. A metodologia adotada compreendeu a caracterização da própolis e do resíduo, incluindo a determinação do teor de umidade e cinzas, a identificação de compostos bioativos por HPLC e a análise de grupos funcionais por FTIR. Posteriormente, realizou-se o isolamento do fungo *C. gloeosporioides* a partir de amostras de mamão afetadas e a avaliação *in vitro* da atividade antifúngica dos extratos, comparando-os com o controle sem própolis. Os resultados indicaram que a própolis vermelha apresentou um teor de umidade de 5,89%, compatível com elevados padrões de qualidade, enquanto seu resíduo atingiu 24,26%, possivelmente devido à maior presença de impurezas, os teores de cinzas de ambos os materiais atenderam às especificações da legislação vigente. A análise cromatográfica por HPLC permitiu a identificação qualitativa de compostos bioativos na própolis vermelha e em seu resíduo, destacando a possível presença de kaempferol, cumarina e luteolina. Além disso, foram observados picos não identificados que podem estar relacionados a isoflavonoides de interesse, como formononetina e homopterocarpina. Complementarmente, a espectroscopia por FTIR evidenciou a ocorrência de grupos funcionais, sugerindo a presença de classes de compostos relevantes, como esses isoflavonoides. A avaliação da atividade antifúngica indicou que o extrato do resíduo apresentou maior eficácia, ainda que os halos de inibição tenham se manifestado de maneira irregular. Esses achados reforçam o potencial da própolis vermelha como uma alternativa promissora no manejo da antracnose, ressaltando a importância de investigações adicionais, incluindo espectrometria de massa, para uma elucidação mais detalhada da composição química e dos mecanismos de ação envolvidos.

Palavras-chave: Própolis vermelha; *Colletotrichum gloeosporioides*; Antracnose do mamão; Ação antifúngica.

ABSTRACT

The production of papaya, of inestimable economic and cultural value to Brazil – which is among the largest global producers – faces significant challenges due to anthracnose, a disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides* that causes severe lesions, compromising the appearance, nutritional integrity, and commercial value of the fruits. In this scenario, the implementation of effective and environmentally sustainable strategies is urgent. In this context, the present study investigated the antifungal activity of two alcoholic extracts: red propolis and its residue, aiming to explore their potential as a natural agent in controlling anthracnose, attributed to the richness in bioactive compounds, especially flavonoids and isoflavonoids. The methodology adopted included the characterization of the propolis and residue, including the determination of moisture and ash content, the identification of bioactive compounds by HPLC, and the analysis of functional groups by FTIR. Subsequently, *C. gloeosporioides* was isolated from papaya samples affected by the disease, and the in vitro evaluation of the antifungal activity of the extracts was performed, comparing them with the control without propolis. The results indicated that the red propolis presented a moisture content of 5.89%, consistent with high-quality standards, while its residue reached 24.26%, possibly due to the higher presence of impurities. The ash contents of both materials met the specifications of current legislation. The chromatographic analysis by HPLC allowed the qualitative identification of bioactive compounds in red propolis and its residue, highlighting the possible presence of kaempferol, coumarin, and luteolin. Additionally, unidentifiable peaks were observed that may be related to isoflavonoids of interest, such as formononetin and homopterocarpine. Complementarily, FTIR spectroscopy evidenced the occurrence of functional groups, suggesting the presence of relevant classes of compounds, including these isoflavonoids. The evaluation of antifungal activity indicated that the residue extract presented higher efficacy, although the inhibition zones appeared irregular in shape. These findings reinforce the potential of red propolis as a promising alternative in managing anthracnose, highlighting the importance of further investigations, including mass spectrometry, for a more detailed elucidation of the chemical composition and the mechanisms of action involved.

Keywords: Red propolis; *Colletotrichum gloeosporioides*; Papaya anthracnose; Antifungal activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção mundial do mamão por país em 2023.....	13
Figura 2. Produção nacional do mamão por estado em 2023	14
Figura 3. Fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	16
Figura 4. Antracnose do mamão	16
Figura 5. Própolis vermelha	17
Figura 6. Rabo de Bugio (<i>Dalbergia ecastophyllum</i>)	18
Figura 7. Própolis vermelha: a) Forma bruta e b) Resíduo	27
Figura 8. Cadinhos pós estufa com amostra de a) Própolis bruta; b) Resíduo da própolis...28	
Figura 9. Cadinhos após a calcinação com amostra de: a) Própolis bruta; b) Resíduo da própolis.....	32
Figura 10. Cromatograma obtidos do extrato do resíduo: a) da própolis marrom; b) da própolis vermelha.....	33
Figura 11. Cromatograma obtidos do extrato da própolis: a) marrom; b) vermelha.	36
Figura 12. Cromatograma obtidos do extrato: a) resíduo da própolis vermelha; b) própolis vermelha.....	38
Figura 13. Espectros FTIR obtidos para a própolis vermelha e seu resíduo.....	40
Figura 14. Espectros FTIR obtidos para a própolis vermelha e seu resíduo com destaque para os picos.....	42
Figura 15. Progressão dos sintomas da antracnose em frutos do mamão durante o período de monitoramento: a) 1º dia; b) 2º dia; c) 3º dia; d) 4º dia; e) 5º dia; f) 6º dia.	43
Figura 16. Aspecto macroscópico das colônias de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> isoladas de mamão após 10 dias de incubação a 25°C. (a) Vista frontal da colônia, evidenciando o micélio branco de aspecto algodinoso e crescimento circular. (b) Vista do reverso da colônia, apresentando a coloração creme.....	44
Figura 17. Replique das colônias fúngicas em novas placas de BDA após crescimento. a) Verso da placa. b) Reverso da placa.	45
Figura 18. Aspectos microscópicos do isolado fúngico (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) observados a) Conídios e b) Hifas septadas.	46
Figura 19. Zona de inibição observada no primeiro dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis (P), resíduo da própolis (R) e o controle negativo (B).	47
Figura 20. Zona de inibição observada no segundo dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo	48

Figura 21. Zona de inibição observada no: a) terceiro dia de avaliação antifúngica. b) quarto dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo.	49
Figura 22. Zona de inibição observada no sétimo dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo.	50
Figura 23. Zona de inibição para o replique observada no: A) primeiro dia de avaliação antifúngica, B) segundo dia de avaliação antifúngica, C) quinto dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação e estruturas químicas dos flavonoides.....	20
Tabela 2. Determinação do teor de umidade e do teor de cinza em triplicata.....	29
Tabela 3. Comparação entre os valores de umidade e cinzas da própolis vermelha e seu resíduo com os resultados encontrados na literatura.	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
	2.1 Objetivo geral.....	12
	2.2 Objetivos específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
	3.1 Cultura do mamão (<i>Carica papaya</i>)	13
	3.1.1 Antracnose: doença limitante na produção do mamão.....	15
	3.2 Própolis vermelha e seu resíduo.....	17
	3.2.1 Propriedades antifúngicas da própolis vermelha.....	19
4	METODOLOGIA	22
	4.1 Própolis vermelha e resíduo da própolis	22
	4.1.1 Caracterização da própolis vermelha e seu resíduo	22
	4.1.1.1 Teor de umidade e teor de cinzas	22
	4.1.1.2 Identificação de compostos bioativos por HPLC.....	23
	4.1.1.3 Análise de grupos funcionais por FTIR	24
	4.2 Cultivo do fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	24
	4.2.1 Avaliação da atividade antifúngica	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
	5.1 Caracterização da própolis vermelha e seu resíduo	27
	5.1.1 Teor de umidade e teor de cinzas	28
	5.1.2 Identificação de compostos bioativos por HPLC.....	32
	5.1.3 Análise de grupos funcionais por FTIR	40
	5.2 Cultivo do fungo	43
	5.3 Avaliação da atividade antifúngica	47
6	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A cultura do mamão (*Carica papaya*) figura entre as mais proeminentes no cenário agrícola global, estendendo-se por mais de 60 países e quatro continentes — África, América, Ásia e Oceania. Nesse contexto, o Brasil se destaca como um dos principais produtores, ocupando a quinta posição mundial (FAO, 2023).

O mamão, com seu alto valor agregado, destaca-se na economia agrícola pela comercialização do fruto *in natura*, onde a qualidade e a aparência são essenciais para o sucesso no mercado. No entanto, a fragilidade inerente ao mamão, o torna suscetível a perdas pós-colheita consideráveis, que podem variar entre 30% e 40% da produção total (FAO, 2021). Esse cenário é exacerbado pela presença da antracnose, uma doença fúngica causada pelo *Colletotrichum gloeosporioides*, que agrava ainda mais essas perdas. A antracnose provoca lesões necróticas nos frutos, comprometendo sua integridade e reduzindo significativamente seu valor comercial. Assim, a alta incidência dessa doença não apenas aumenta as taxas de perdas, mas também impacta diretamente a competitividade dos produtores brasileiros no cenário internacional. O controle da antracnose, frequentemente realizado por meio de fungicidas sintéticos, tais como produtos à base de cobre ou carbamatos (maneb e mancozeb) levanta preocupações ambientais e de saúde pública, dada a potencial contaminação dos ecossistemas e o risco crescente de resistência fúngica (KEFIALEWA, 2008).

Nesse sentido, é imprescindível buscar alternativas mais sustentáveis e eficazes para o controle da doença. A exploração de soluções naturais, como a própolis vermelha, um composto natural produzido pelas abelhas a partir da resina de árvores e plantas, com destaque para o rabo-de-bugio (*Dalbergia ecastaphyllum*), típico do litoral de Alagoas, emerge como uma abordagem promissora. Este composto é amplamente reconhecido por suas propriedades antimicrobianas (VALVERDE et al., 2023), sendo rico em substâncias fenólicas, como flavonoides, que causam danos nas paredes e membranas de microrganismos, podendo oferecer uma alternativa menos prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana (MENDONÇA, 2011).

A obtenção de compostos bioativos da própolis vermelha é realizada através de processos de extração que preservam suas propriedades benéficas. A extração alcoólica é a técnica mais comum para obter o extrato de própolis, pois os polifenóis presentes na própolis têm alta solubilidade em etanol (ANDRADE et al., 2017). Este método permite a separação dos compostos bioativos da própolis, resultando em um extrato concentrado que pode ser utilizado para testes antifúngicos. Além disso, após a extração dos compostos principais, um resíduo

permanece. Este resíduo, frequentemente considerado um subproduto, pode ainda conter compostos bioativos relevantes, o que justifica sua investigação.

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a eficácia antifúngica da própolis vermelha contra o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, empregando dois extratos: um da própolis vermelha e outro de seu resíduo. Com essa abordagem, buscou-se contribuir para o controle da antracnose e promover a transição para práticas agrícolas mais ecológicas e sustentáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficácia da própolis vermelha no controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, visando oferecer uma alternativa sustentável e eficiente aos fungicidas sintéticos na proteção dos frutos.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Isolar e identificar o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*;
- ✓ Caracterizar a própolis vermelha e seu resíduo por meio da determinação do teor de umidade e cinzas, da identificação de compostos bioativos por HPLC e da análise de grupos funcionais por FTIR.
- ✓ Avaliar a atividade antifúngica do extrato de própolis vermelho e seu resíduo sobre fungo em estudo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cultura do mamão (*Carica papaya*)

O mamão revela-se uma fruta de notável valor nutritivo, ocupando uma posição de destaque entre as frutas tropicais cultivadas em todo o mundo. Característico das regiões tropicais e subtropicais, essa fruta desempenha um papel essencial em uma dieta humana equilibrada, sendo apreciada por suas excepcionais propriedades sensoriais, como cor vibrante, aroma envolvente e sabor irresistível (SANTOS, 2015). No cenário global, o Brasil se sobressai como o quinto maior produtor, respondendo por cerca de 8% da produção mundial, com mais de 1,138 milhão de toneladas em 2023 conforme ilustrado na Figura 1 (FAO, 2023).

Figura 1. Produção mundial do mamão por país em 2023

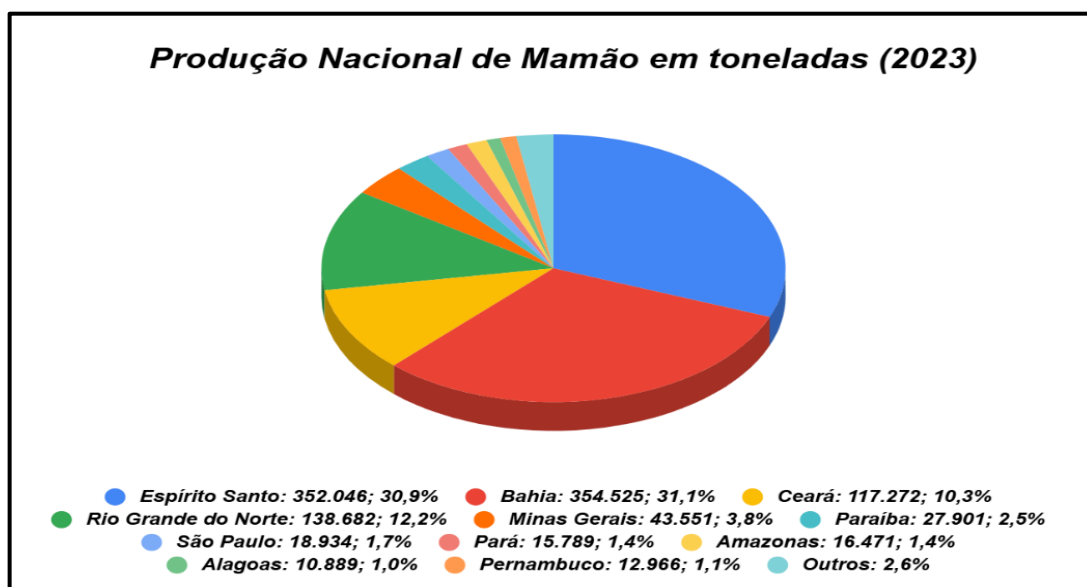


Fonte: Autor, adaptado de FAO (2023).

A excelência incontestável dos frutos brasileiros eleva o país ao posto de segundo maior exportador mundial, atrás apenas do México, contribuindo com mais de 13% das exportações globais dessa fruta (COMEX, 2024). No cenário doméstico, os estados do Espírito Santo e Bahia emergem como epicentros dessa produção, respondendo por 62% do volume nacional e por 95% das exportações, reafirmando a importância estratégica dessa cultura para as economias regionais (IBGE, 2023). No entanto, há estados brasileiros onde essa cultura é subexplorada e dependente de importações.

Alagoas, apesar de sua grande aptidão agrícola, tem se caracterizado pela monocultura da cana-de-açúcar, resultando em uma produção frutícola limitada, com escassez de pesquisas e investimentos na área. A Figura 2, apresenta a produção nacional de mamão, evidenciando Alagoas como o décimo primeiro maior estado produtor, com uma contribuição de 1% da produção total (IBGE, 2023).

Figura 2. Produção nacional do mamão por estado em 2023



Fonte: Autor, adaptado do IBGE (2023).

Além de representar uma significativa fonte de empregos, o cultivo do mamão oferece uma oportunidade valiosa para a diversificação agrícola e o melhor aproveitamento do solo, uma vez que pode ser cultivado de maneira consorciada com outras culturas, como milho, feijão, amendoim, entre outros. No Brasil, é particularmente comum o cultivo associado do mamão com o café ou o cacau (MORAES, 2023).

O mamão é uma fruta de rápido crescimento e vigor, frutificando ao longo de todo o ano em regiões onde as temperaturas oscilam entre 22°C e 28°C. A propagação do mamoeiro pode ser realizada por meio de sementes, estacas e enxertia. Dentre esses métodos, a propagação sexuada, por sementes, é a mais amplamente adotada na exploração econômica dessa cultura, devido à sua praticidade (GROBÉRIO, 2022). No Brasil, a cultura do mamoeiro é sustentada por uma diversidade genética relativamente restrita, com poucas cultivares amplamente utilizadas nas principais regiões produtoras. Neste contexto, as variedades mais comuns pertencem aos grupos Solo e Formosa (FARIA et al., 2009).

O mamão se destaca por seu crescimento regular e pela produção de alta qualidade em áreas de intensa insolação e a pluviosidade anual que gira em torno de 1.800 a 2.000 mm, em altitudes de até 200 m acima do nível do mar. Embora a planta consiga se adaptar a altitudes e temperaturas mais amenas, o vigor e a qualidade dos frutos são geralmente inferiores em comparação aos produzidos em climas mais quentes. O solo ideal para seu cultivo apresenta uma textura areno-argilosa e um pH que varia entre 5,5 e 6,7 (FARIA et al., 2009).

A relevância econômica do mamão reside majoritariamente em sua comercialização, o que torna imprescindível a manutenção de um elevado padrão de qualidade e aparência para assegurar uma valorização justa no mercado. É digno de nota que o mamão ocupa o quinto lugar entre as frutas *in natura* mais consumidas no Brasil, com um consumo per capita de 1,8 kg por pessoa ao ano (IBGE, 2020).

Devido à sua casca excepcionalmente fina, o mamão revela-se uma fruta delicada e propensa a danos que, por sua vez, tornam-se porta de entrada para microrganismos. Diante disso, torna-se crucial a implementação de um controle de qualidade rigoroso e eficaz, a fim de mitigar as perdas pós-colheita, que podem atingir entre 30% e 40% do total produzido (FAO, 2021).

3.1.1 Antracnose: doença limitante na produção do mamão

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, Figura 3, é amplamente reconhecida como a doença mais devastadora na pós-colheita do mamão, afetando frutas em todos os países produtores, especialmente os frutos maduros. Mesmo frutos aparentemente saudáveis na colheita podem manifestar sintomas durante o armazenamento, tornando-os impróprios para o consumo e inviáveis para comercialização, com perdas que podem atingir até 90% em condições climáticas favoráveis (TATAGIBA et al., 2002; CAPDEVILLE et al., 2005).

Figura 3. Fungo *Colletotrichum gloeosporioides*



Fonte: Insect Images, 2015.

Nos frutos, a doença se revela por meio de lesões escuras e afundadas, frequentemente cobertas por uma substância gelatinosa de tonalidade alaranjada a rosada, que contém os esporos do patógeno, Figura 4. Nas folhas, o quadro inicial apresenta manchas aquosas que evoluem para necrose, ocasionando a queda prematura das folhas e comprometendo a eficiência fotossintética. O fungo pode, igualmente, induzir lesões no caule e pecíolos (OLIVEIRA, et al., 2011).

Figura 4. Antracnose do mamão



Fonte: Fitodisease, 2010.

O ciclo de vida do fungo perpetua-se em restos vegetais infectados no solo, de onde os esporos são dispersos por água, seja de chuvas ou irrigação. Ao contactar a planta hospedeira, os esporos germinam e invadem os tecidos, provocando as lesões características.

Em condições de elevada umidade (superior a 90%) e temperaturas entre 22 e 28°C, o fungo prolifera e gera novos esporos, promovendo novas infecções. Fatores adicionais, como

plantios densos ou mal ventilados favorecem o acúmulo de umidade nas folhas e frutos, criando um ambiente ideal para a proliferação do fungo (OLIVEIRA et al., 2011).

O manejo pós-colheita de doenças no mamão é predominantemente realizado com fungicidas (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2013), no entanto o uso indiscriminado desses produtos leva a alteração do processo de amadurecimento dos frutos, intoxicação humana, contaminação ambiental, como também o surgimento de populações resistentes, diminuindo sua eficácia (SANTOS VIERIA et al., 2020). Em resposta a essa resistência, o mercado consumidor tem pressionado a cadeia produtora a buscar novas alternativas de controle.

3.2 Própolis vermelha e seu resíduo

A própolis, Figura 5, é uma substância resinosa elaborada pelas abelhas a partir de resinas vegetais, secreções salivares e outros componentes naturais. Este material desempenha um papel crucial na manutenção da colmeia, sendo utilizado para selar fissuras e proteger o interior do alvéolo contra a infiltração de microrganismos e insetos (SANTOS et al., 2020).

Figura 5. Própolis vermelha



Fonte: SBA1, 2011.

Sua composição é rica e diversificada, incorporando resinas vegetais, cera, pólen, óleos essenciais e fragmentos de madeira e folha. De forma geral, consiste em 50% de resina e bálsamo vegetal, 30% de cera, 10% de óleos essenciais e aromáticos, 5% de pólen e 5% de outras substâncias variadas, incluindo resíduos orgânicos (MENEZES, 2005).

A diversidade na composição da própolis reflete as especificidades da flora disponível na região onde as abelhas forrageiam, resultando em diferentes tipos de própolis com variações distintas em textura, cheiro e coloração (HERRERA-LÓPEZ et al., 2023).

Ao longo do tempo, diversos tipos de própolis foram identificados e organizados em 13 grupos. A própolis alagoana, de cor vermelha e aroma balsâmico, é originada da resina da *Dalbergia ecastophyllum*, conhecida como "rabo de bugio", Figura 6. Encontrada principalmente na região litorânea e lagunar de Alagoas, ela se distingue dos outros tipos pela alta concentração de compostos fenólicos, especialmente isoflavonoides, que não haviam sido identificados em outras própolis (LOPEZ, 2011).

Figura 6. Rabo de Bugio (*Dalbergia ecastophyllum*)



Fonte: BioDiversity, 2011.

Essa singularidade biológica é resultado da interação entre a *Dalbergia ecastophyllum* e o trabalho das abelhas *Apis mellífera*. Elas colhem de brotos, flores e exsudados da planta uma substância resinosa, que, modificada pela ação salivar das abelhas na colmeia, dá origem a um produto único, com propriedades que a tornam distinta das demais variedades (OLIVEIRA, 2020).

O resíduo da própolis vermelha, também chamado de borra, é o material resultante do processamento da própolis bruta, desempenha um papel relevante no contexto da extração, podendo variar conforme as condições aplicadas durante esse processo. Após a remoção dos compostos bioativos, realizada geralmente com solventes como o etanol, o resíduo remanescente pode conter uma ampla gama de componentes não extraídos, como resinas vegetais, cera, fragmentos de madeira e outras substâncias insolúveis (LIMA, 2021).

Contudo, é importante observar que, apesar da extração dos principais compostos ativos, o resíduo ainda pode apresentar solubilidade parcial no solvente utilizado, dependendo de fatores como o tempo de extração, a temperatura e a natureza do solvente empregado (LIMA, 2019). Esses fatores influenciam diretamente a composição do resíduo, podendo resultar na presença de componentes adicionais solúveis que não foram completamente extraídos durante

o processo inicial. A variação na composição e na quantidade desses resíduos é, portanto, fortemente determinada pelas condições de preparo da amostra, refletindo a eficiência da extração e a qualidade do resíduo final (LIMA, 2019).

O Brasil é um dos maiores produtores de própolis no mundo, com uma produção anual estimada em cerca de 150 toneladas, ocupando o terceiro lugar global. O estado de Minas Gerais lidera a produção nacional, com cerca de 40 toneladas de própolis por ano (NUTELS et al., 2018). No entanto, em Alagoas, a produção de própolis, especialmente a própolis vermelha, ainda é modesta, estimando-se uma geração de pouco menos de uma tonelada por ano (NUTELS et al., 2018). A própolis vermelha, reconhecida por suas propriedades bioativas, tem ganhado destaque devido à sua composição diferenciada, que inclui compostos fenólicos, flavonoides e ácidos, conhecidos por suas atividades antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória (DAUGSCH et al., 2006).

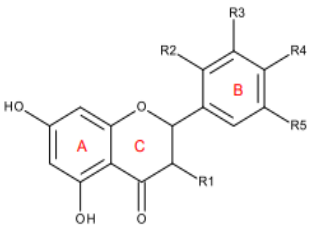
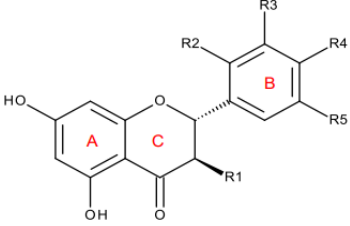
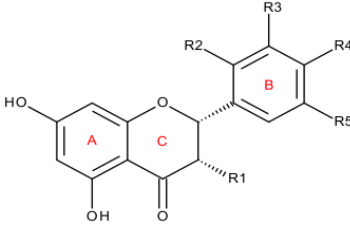
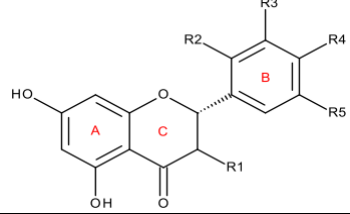
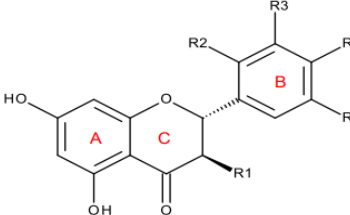
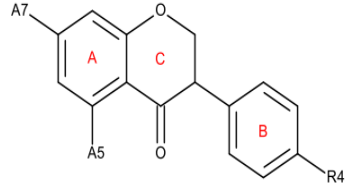
3.2.1 Propriedades antifúngicas da própolis vermelha

Os principais compostos farmacologicamente ativos encontrados na própolis vermelha são os flavonoides, isoflavonoides, compostos fenólicos e triterpenos (MENDONÇA, 2011). Em termos de composição, os flavonoides e os ácidos fenólicos geralmente estão em maior quantidade, os isoflavonoides, podem compor uma fração significativa, enquanto os triterpenos estão presentes em concentrações mais baixas, geralmente inferiores a 5% (SILVA, 2019). Esses percentuais podem variar de acordo com fatores como a origem geográfica, a flora disponível e o método de extração utilizado.

Os flavonoides representam uma das classes mais estudadas de metabólitos secundários da própolis, conhecidos por sua ampla gama de atividades biológicas, incluindo ação antifúngica. Esses compostos podem ser subdivididos em diferentes classes, de acordo com suas variações estruturais e grupos funcionais. Entre as principais classes, destacam-se os flavones, flavonóis, flavanonas, flavanonol e isoflavonoides, também conhecidos como isoflavonas, cada uma com características químicas e propriedades específicas que influenciam sua bioatividade (GÜLÇİN, 2012; CÖMERT; GÖKMEN, 2018).

A Tabela 1 apresenta a classificação das principais subclasses de flavonoides, juntamente com suas respectivas estruturas moleculares, permitindo uma melhor compreensão de suas variações estruturais e possíveis implicações na atividade antifúngica.

Tabela 1. Classificação e estruturas químicas dos flavonoides.

Subclasse	Principais Compostos	R1	R2	R3	R4	R5	Fórmula Estrutural
Flavone	Apigenina	H	H	H	OH	H	
	Crisina	H	H	H	H	H	
	Luteolina	H	H	OH	OH	H	
	Datiscetina	OH	H	OH	OH	H	
	Quercetina	OH	H	OH	OH	H	
	Miricetina	OH	H	OH	OH	H	
	Morina	OH	OH	H	OH	H	
	Kaempferol	OH	H	H	OH	H	
Flavanól	Catequina	H	OH	OH	OH	H	
	Epicatequina	H	OH	OH	OH	H	
Flavanona	Hesperetina	H	H	OH	OCH ₃	H	
	Naringerina	H	H	H	OH	H	
	Pinocembrina	H	H	H	H	H	
Flavanonol	Taxifolina	OH	H	OH	OH	H	
Isoflavona			A5	A7	R4		
	Genisteína	OH	OH	OH			
	Genistina	OH	Oglc	OH			
	Daidzeina	H	OH	OH			
	Daidzina	H	Oglc	OH			
	Biochanina A	OH	OH	OCH ₃			
	Formononetina	H	OH	OCH ₃			

Fonte: Gülçin (2012) e Cömert & Gökmen (2018).

A própolis vermelha se destaca entre as variedades brasileiras por apresentar uma alta concentração de isoflavonoides. Entre esses compostos, a formononetina é geralmente o mais

abundante, seguida por medicarpina, vestitol e outros (ALENCAR, 2010). Esses isoflavonoides possuem atividade antifúngica notável, sendo capazes de interagir diretamente com as membranas celulares dos fungos, comprometendo sua integridade estrutural e levando à morte dos microrganismos (SIQUEIRA et al., 2009).

Entre os flavonoides gerais, destaca-se a liquiritigenina, reconhecida por sua ação antimicrobiana e capacidade de modular processos oxidativos. Os ácidos fenólicos, como o ácido gálico, ácido ferúlico e ácido cumárico, complementam essas atividades, interferindo na permeabilidade da parede celular dos microrganismos e contribuindo para as propriedades antioxidantes da própolis (SIQUEIRA et al., 2009). Apesar de em menor concentração, os triterpenos possuem um papel relevante ao potencializar a atividade antimicrobiana de forma sinérgica com os demais compostos.

O processo de extração desempenha um papel fundamental na obtenção dos compostos bioativos da própolis vermelha. Solventes alcoólicos são amplamente utilizados, pois permitem uma eficiente solubilização de flavonoides e ácidos fenólicos, que são os componentes predominantes. Essa metodologia contribui para maximizar o potencial biológico do extrato.

Pesquisas, como a de Sobreira (2020), revelaram que a própolis vermelha possui atividade antifúngica moderada a forte contra várias cepas de *Candida*, com Concentrações Inibitórias Mínimas (CIM) variadas. Além de ser eficaz contra *C. albicans*, a própolis vermelha também age contra outras espécies, como *C. glabrata* e *C. tropicalis*.

Esses estudos reforçam a indicação da própolis como uma opção antifúngica ou coadjuvante. Sua utilização pode ser preferível a outros tratamentos, uma vez que o uso indiscriminado de antifúngicos pode levar ao desenvolvimento de cepas resistentes.

4 METODOLOGIA

4.1 Própolis vermelha e resíduo da própolis

A própolis e o resíduo da própolis vermelha utilizados neste estudo, foram coletados em junho de 2023 no apiário Zumbi dos Palmares, localizado em União dos Palmares, Alagoas, uma referência na produção de extrato líquido de própolis.

O resíduo da própolis vermelha foi obtido a partir do processo de extração alcoólica. Inicialmente, parte da própolis bruta coletada foi triturada e submetida à maceração em etanol 70% (v/v) em um frasco âmbar, sob agitação ocasional, por um período de sete dias, garantindo a máxima extração dos compostos bioativos solúveis no solvente. Após esse período, a solução foi filtrada a vácuo para separação do extrato líquido, sendo o material sólido remanescente considerado o resíduo da própolis. Este resíduo foi então seco em estufa a 40°C por 48 horas, triturado e armazenado para posterior análise.

4.1.1 Caracterização da própolis vermelha e seu resíduo

Com o intuito de identificar os compostos e propriedades da própolis vermelha e do seu resíduo, esses produtos foram caracterizados com as seguintes análises: teor de umidade, teor de cinzas, a identificação de compostos bioativos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), usando o equipamento Varian Pró-Star 210 UV e a análise de grupos funcionais por FTIR, usando o equipamento IRTracer-100. As análises foram feitas em amostras retiradas da própolis vermelha na forma bruta e do resíduo.

4.1.1.1 Teor de umidade e teor de cinzas

O teor de umidade foi determinado pela diferença de massa antes e depois da secagem da amostra, seguindo a metodologia adaptada descrita pelo instituto Adolfo Lutz (2005). Para isso, cerca de 2 g de própolis bruta e de resíduo foram pesadas em triplicata em cadinhos. Esses cadinhos foram então secos em estufa a 105°C por 4 horas.

Após a secagem inicial de 4 horas, os cadinhos foram retirados da estufa e colocados em um dessecador por 30 minutos para resfriamento, a fim de evitar a absorção de umidade do ambiente. Em seguida, os cadinhos foram pesados novamente.

O processo de pesagem e secagem foi repetido até que a diferença entre as pesagens sucessivas fosse inferior a 0,001 g, indicando que a amostra atingiu a massa constante e que a perda de peso foi insignificante.

Para determinar o teor de umidade, foi utilizada a Equação 1, que relaciona a diferença de massa entre a amostra antes e depois da secagem.

$$Umidade (\%) = 100 - \frac{(B-A) \times 100}{p} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

B = massa do cadinho mais amostra após secagem em estufa (gramas);

A = massa do cadinho sem amostra (gramas);

p = massa inicial da amostra (gramas).

O teor de cinzas foi determinado seguindo a metodologia adaptada de Funari e Ferro (2006). Para isso, aproximadamente 1 g de própolis bruta e de resíduo foram pesados em cadinhos de porcelana previamente tarados, em triplicata. Em seguida, os cadinhos foram levados à mufla e submetidos à calcinação a 550°C por 5 horas.

Após a calcinação, os cadinhos foram retirados da mufla e deixados em temperatura ambiente até o resfriamento. Em seguida, foram pesados novamente. O processo de calcinação e pesagem foi repetido até que a diferença entre pesagens sucessivas fosse inferior a 0,001 g, garantindo que a massa das cinzas atingisse um valor constante.

O teor de cinzas foi calculado a partir da relação entre a massa final das cinzas e a massa inicial da amostra, conforme a Equação 2.

$$Cinzas (\%) = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso do cadinho vazio}) \times 100}{\text{Peso da amostra}} \quad (\text{Eq. 2})$$

4.1.1.2 Identificação de compostos bioativos por HPLC

A metodologia seguiu os procedimentos descritos por Mariano, com adaptações para HPLC. A preparação das amostras foi realizada a partir de 1,0 g de própolis ou de seu resíduo, dissolvido em 50 mL de etanol, seguido de agitação por 10 minutos para favorecer a extração de compostos bioativos. As amostras foram então filtradas em papel filtro comum para a remoção de partículas sólidas, garantindo maior precisão na análise cromatográfica. Antes da injeção no equipamento, as amostras foram diluídas para uma concentração final de 0,2 mg/mL.

A caracterização dos compostos foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-UV), utilizando um equipamento Varian Pro Star 210 UV acoplado a uma coluna RP18. A fase móvel empregada consistiu em água ultrapura e acetonitrila de grau analítico, operando em modo gradiente, iniciando com 30% de água e 70% de acetonitrila, atingindo 100% de acetonitrila ao final de 40 minutos. A vazão foi mantida em 1,0 mL/min, com tempo total de análise de 40 minutos. A detecção foi realizada a 293 nm. As mesmas condições experimentais foram aplicadas para todas as amostras analisadas.

A identificação dos compostos foi baseada na comparação dos tempos de retenção com dados da literatura, uma vez que não foram utilizados padrões certificados para a construção de curvas de calibração. Consequentemente, não foi realizada quantificação dos compostos. O método empregado foi adaptado do procedimento descrito por Mariano, que utilizava espectrofotometria, uma técnica com menor sensibilidade e especificidade para a caracterização dos compostos presentes na própolis.

4.1.1.3 Análise de grupos funcionais por FTIR

Esta metodologia seguiu os procedimentos descritos por Basílio (2018) com algumas modificações. A caracterização dos grupos funcionais, incluindo os compostos fenólicos, presentes na própolis vermelha e no resíduo da própolis vermelha foi realizada por Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). Para a análise, as amostras foram previamente secas e pulverizadas, garantindo uma melhor interação com o feixe infravermelho. O espectro foi obtido no modo de transmissão, utilizando a técnica de pastilha de KBr, em um intervalo de 4000-750 cm^{-1} , com uma resolução espectral de 16 cm^{-1} e um total de 32 varreduras. Os resultados foram tratados no Origin versão 8.0.

4.2 Cultivo do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*

O cultivo do fungo seguiu um procedimento adaptado de Silva (2005). O isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* foi obtido a partir de frutos de mamão adquiridos de supermercado. Inicialmente, dois frutos com maturidade ideal foram selecionados e monitorados até o desenvolvimento de sintomas distintivos de antracnose.

Com o surgimento das lesões, as frutas foram então transferidas para o laboratório, onde foi realizada uma desinfecção superficial, na qual as frutas foram imersas por 2 minutos em solução de álcool etílico (70%) para remoção de contaminantes superficiais. Em seguida, uma solução diluída de hipoclorito de sódio a 1% foi utilizada por 2 minutos, para garantir a eliminação de possíveis contaminantes microbianos. As frutas foram então enxaguadas com

água estéril para remover qualquer resíduo dessas substâncias, seguido de secagem em ambiente asséptico para evitar contaminação adicional.

Após a desinfecção, fragmentos de tecido infectado, com aproximadamente 5mm de diâmetro, foram cuidadosamente excisados das lesões visíveis e inoculados em placas de Petri contendo meio de Batata Dextrose Ágar (BDA), previamente esterilizado.

As placas foram incubadas a 25°C, condição ideal para o crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides*. O desenvolvimento do fungo foi monitorado diariamente ao longo de 7 dias, com observações focadas na formação de estruturas miceliais e conidiais distintas. Essas observações permitiram confirmar a viabilidade e pureza do isolado. Após a formação de um fungo com aspecto homogêneo, ou seja, com crescimento micelial e esporulação consistente, foram feitas réplicas do isolado em novas placas de Petri contendo BDA, com o objetivo de estabelecer um acervo do fungo para futuras análises e experimentos.

A identificação definitiva do patógeno foi confirmada com base na análise morfológica dos conídios e outras estruturas associadas, uma vez confirmada a identidade do fungo, o isolado foi preparado para os testes de atividade antifúngica do extrato da própolis vermelha e seu resíduo.

4.2.1 Avaliação da atividade antifúngica

A avaliação antifúngica foi conduzida utilizando a técnica de difusão em discos seguindo diretrizes estabelecidas pelo *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI), visando verificar os halos de inibição.

Inicialmente, preparou-se dois extratos: um para a própolis vermelha, outra para o resíduo. Os extratos utilizados no ensaio foram obtidos a partir da dissolução de 1 g da amostra de própolis vermelha ou do resíduo de própolis vermelha em 50 mL de etanol. Para garantir a completa extração dos compostos bioativos, as soluções foram submetidas à agitação mecânica por um período adequado até atingir a homogeneização. Esses extratos consistiam, portanto, em soluções hidroetanólicas contendo os compostos solúveis da própolis e do resíduo, posteriormente foram filtrados para remoção de partículas sólidas antes do uso nos ensaios microbiológicos.

O meio utilizado na placa foi Batata-Dextrose-Ágar (BDA), preparado conforme as especificações do fabricante e autoclavado a 120°C por 15 minutos. Após a esterilização, o meio foi vertido numa placa de Petri estéril e deixado em repouso até completa solidificação.

O isolado fúngico utilizado no ensaio foi retirado de uma das placas do acervo previamente estabelecido, contendo *Colletotrichum gloeosporioides* em meio BDA. Com isso,

um fragmento da cultura fúngica foi retirado e cuidadosamente transferido para a superfície do meio de cultura BDA. A cultura foi espalhada com o auxílio de uma alça estéril, garantindo a distribuição homogênea do inóculo sobre a placa. Em seguida, o fragmento sólido foi removido, permitindo que os extratos pudessem ser distribuídos no meio sem interferência do inóculo direto. Desse modo, foram utilizados discos de papel filtro com diâmetro de 5 mm.

Na placa de Petri, foram dispostos três discos: um impregnado com o extrato de própolis vermelha, um com o extrato do resíduo da própolis vermelha e um controle negativo composto por água destilada. Os discos foram distribuídos de forma equidistante sobre a superfície do meio de cultura.

A placa foi incubada a 25°C por 7 dias, em condições de temperatura controlada. Após dois dias, foi realizada uma repicagem das culturas, utilizando o mesmo inóculo da placa inicial, para garantir a viabilidade do inóculo e a continuidade do crescimento fúngico. Essa repicagem também teve o objetivo de assegurar a reprodutibilidade dos resultados e validar o comportamento do fungo nas mesmas condições experimentais. A avaliação da atividade antifúngica foi feita pela observação dos halos de inibição ao redor dos discos impregnados com os extratos. As verificações ocorreram diariamente para monitorar o efeito inibitório dos extratos ao longo do período de 7 dias, acompanhando as placas (inicial e da repicagem) continuamente.

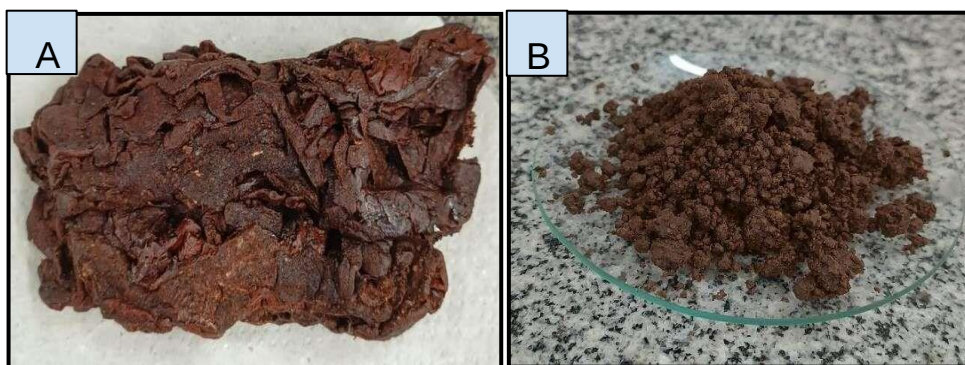
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa seção consiste em apresentar os resultados obtidos neste trabalho, seguindo a ordem exposta na metodologia.

5.1 Caracterização da própolis vermelha e seu resíduo

Na Figura 7, tem-se a própolis vermelha em sua forma bruta e o resíduo. Observa-se que a própolis bruta apresenta maior rigidez, características associadas à sua composição original. Já o resíduo, devido a extração, apresenta uma estrutura menos compacta e mais maleável, facilitando sua manipulação. Em relação à coloração, ambos os materiais exibem tonalidade marrom.

Figura 7. Própolis vermelha: a) Forma bruta e b) Resíduo



Fonte: Autor, 2024.

A fim de avaliar as propriedades da própolis vermelha e de seu resíduo, foi realizada uma série de caracterizações físico-químicas e espectroscópicas, incluindo determinação do teor de umidade e cinzas, análise cromatográfica por HPLC e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Os resultados obtidos são apresentados e discutidos a seguir.

A análise do teor de umidade e cinzas forneceu informações sobre a composição e a pureza da própolis e do resíduo. A identificação de compostos por HPLC e a análise de grupos fenólicos por FTIR foram essenciais para caracterizar os componentes da própolis vermelha e do resíduo. Enquanto o HPLC permitiu uma identificação qualitativa dos compostos bioativos, fornecendo dados fundamentais sobre a concentração das substâncias com atividade antimicrobiana, a análise por FTIR foi crucial para mapear os grupos fenólicos presentes. A importância dessas caracterizações residu em proporcionar uma compreensão detalhada da

composição da própolis vermelha e seu resíduo, o que foi importante para otimizar seu uso como agente antifúngico.

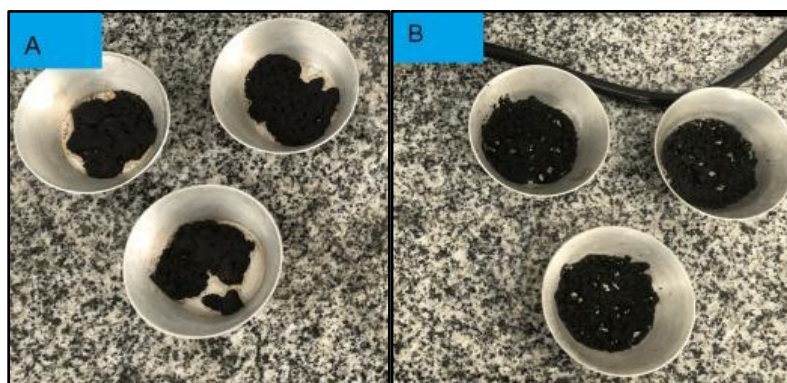
5.1.1 Teor de umidade e teor de cinzas

As primeiras caracterizações realizadas nas amostras de própolis vermelha bruta e no resíduo foram o teor de umidade e o teor de cinzas.

Com isso, no processo de determinação do teor de umidade, as amostras foram expostas a temperaturas elevadas, o que resultou em uma mudança significativa na coloração. Inicialmente, as amostras apresentavam uma cor marrom, mas após a secagem e a exposição a 105°C, a cor passou a ser predominantemente preta, conforme mostrado na Figura 8.

Durante a determinação do teor de umidade, observou-se uma mudança na coloração das amostras, efeito associado à exposição prolongada a temperaturas elevadas no processo de secagem. Essa alteração pode ser consequência de reações de oxidação e degradação térmica de compostos orgânicos, especialmente flavonoides e outros metabólitos secundários termossensíveis presentes na própolis e em seu resíduo. Estudos como Oliveira (2021) indicam que temperaturas acima de 60°C podem acelerar a degradação desses compostos, comprometendo a integridade química e, possivelmente, suas propriedades biológicas. Além disso, recomendam a liofilização como alternativa à secagem convencional. Esse método, ao remover a umidade por sublimação em baixas temperaturas e sob vácuo, reduz significativamente a degradação térmica e oxidativa, preservando melhor a composição química da amostra.

Figura 8. Cadinhos pós estufa com amostra de a) Própolis bruta; b) Resíduo da própolis



Fonte: Autor, 2025.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para os teores de umidade e cinzas da própolis vermelha bruta e de seu resíduo. Essas análises foram fundamentais para avaliar a qualidade das amostras, considerando que a umidade influencia diretamente a estabilidade e as

propriedades bioativas da própolis, enquanto o teor de cinzas reflete a presença de elementos minerais.

Tabela 2. Determinação do teor de umidade e do teor de cinza em triplicata.

Tipo de Biomassa	Amostra	Teor de Umidade (%)	Teor de Umidade Médio $\pm$ s (%)	Teor de Cinzas (%)	Teor de Cinzas Médio $\pm$ s (%)
Própolis	1	5,593		1,368	
	2	5,534	5,89 $\pm$ 0,57	1,448	1,39 $\pm$ 0,05
	3	6,550		1,365	
Resíduo de própolis	1	23,228		2,157	
	2	25,094	24,26 $\pm$ 0,95	2,603	2,23 $\pm$ 0,34
	3	24,453		1,932	

Fonte: Autor, 2025.

A umidade da própolis bruta deve ser mantida em níveis baixos para garantir sua integridade e evitar processos de degradação. Própolis com alto teor de umidade está mais suscetível à oxidação, o que favorece o crescimento de fungos e outros microrganismos, comprometendo suas propriedades bioativas e reduzindo a qualidade do produto.

No presente estudo, o teor médio de umidade da própolis vermelha bruta foi de 5,89%, um valor compatível com produtos de elevada qualidade, que geralmente apresentam teores abaixo de 7% (MARIANO, 2014). Esse valor está dentro do limite máximo permitido pela legislação brasileira, que estabelece um teor de umidade de até 8% para a própolis *in natura* (BRASIL, 2001).

O resíduo de própolis apresentou um teor médio de umidade de 24,26%, valor significativamente superior ao encontrado na própolis bruta. Esse aumento pode ser atribuído à composição mais complexa do resíduo, que contém uma maior quantidade de impurezas, como restos de ceras, resinas e compostos vegetais, os quais possuem maior afinidade com a água, favorecendo assim a retenção de umidade. Vale destacar que a legislação brasileira não especifica a porcentagem do teor de umidade para resíduos de própolis, o que deixa em aberto

a padronização desse parâmetro em produtos derivados da própolis, exigindo uma maior atenção no controle da qualidade desse material em diferentes estágios de processamento.

Além da umidade, o teor de cinzas também é um parâmetro importante para a avaliação da qualidade da própolis, pois indica a presença de elementos minerais. A análise desse parâmetro é essencial para detectar eventuais adulterações, já que níveis elevados podem sugerir a adição de substâncias estranhas durante a coleta ou processamento da própolis. A legislação brasileira estabelece um limite máximo de 5% para o teor de cinzas em própolis *in natura* (BRASIL, 2001). No presente estudo, a própolis vermelha bruta apresentou um teor médio de cinzas de 1,39%, enquanto o resíduo de própolis apresentou um valor superior, de 2,23%. Esse valor sugere que, apesar de ser um resíduo, o material analisado apresenta níveis de cinzas compatíveis com os padrões de qualidade estabelecidos para a própolis *in natura*.

A Tabela 3 apresenta a comparação dos valores obtidos para o teor de umidade e teor de cinzas da própolis vermelha e de seu resíduo com os resultados reportados na literatura. Essa análise permite avaliar a consistência dos dados obtidos neste estudo em relação a pesquisas anteriores, fornecendo um referencial sobre a variabilidade desses parâmetros em diferentes amostras de própolis.

Tabela 3. Comparação entre os valores de umidade e cinzas da própolis vermelha e seu resíduo com os resultados encontrados na literatura.

Tipo de Biomassa	Teor de Umidade Médio (%)	Literatura: Teor de Umidade Médio (%)	Fonte	Teor de Cinzas Médio (%)	Literatura: Teor de Umidade Médio (%)	Fonte
Própolis	5,89	–	–	1,39	Própolis vermelha: Entre 1,13% e 1,70%	Silva et al. (2006)
Resíduo de própolis	24,26	Resíduo de própolis verde: 32,44%	De Francisco et al. (2018)	2,23	Resíduo de própolis verde: 2,5%	De Francisco et al. (2018)
		Resíduo de própolis vermelha: 24,71%	Lima (2022)		Resíduo de própolis vermelha: 1,61%	Lima (2022)

Fonte: Autor, 2025.

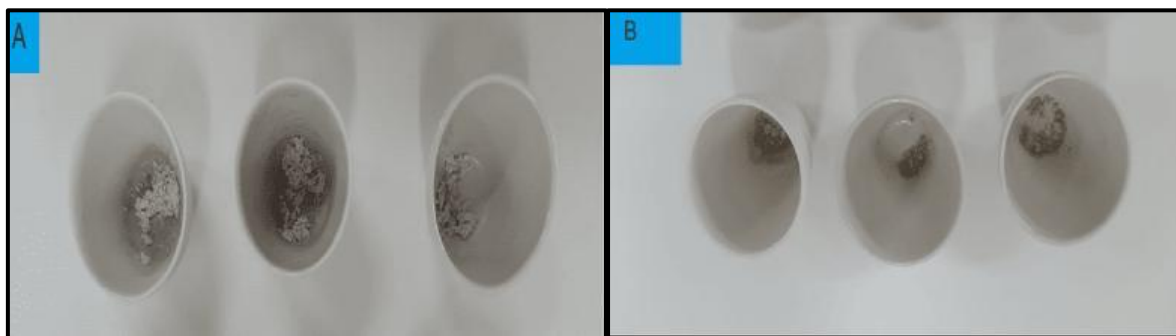
De Francisco et al. (2018) observou um teor de 32,44% no resíduo de própolis verde, enquanto Lima (2022) encontrou 24,71% para resíduo de própolis vermelha. Esses resultados são próximos aos obtidos neste estudo, reforçando a tendência de que resíduos de própolis, independentemente de sua origem, apresentam teores de umidade superiores aos da própolis bruta.

Em relação ao teor de cinza, De Francisco et al. (2018) relatou um teor de cinzas de 2,5% para o resíduo de própolis verde. Da mesma forma, Silva et al. (2006) observaram valores entre 1,13% e 1,70% em amostras de própolis vermelha *in natura* coletadas na cidade de Areia, na Paraíba. Além disso, Lima (2022) encontrou um teor de cinzas de 1,61% para o resíduo de própolis vermelha, um valor próximo ao observado neste estudo. Esses achados reforçam que, embora haja variações conforme a origem e o tipo de própolis, os valores obtidos estão dentro dos padrões normalmente observados e dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

Os resultados deste estudo demonstram que a própolis vermelha bruta apresenta baixos teores de umidade e cinzas, indicando boa qualidade conforme os critérios estabelecidos para esse produto. Já o resíduo de própolis apresentou um teor de umidade mais elevado, o que pode estar relacionado à sua composição e estrutura porosa, que favorece a retenção de água. No entanto, o teor de cinzas não apresentou aumento significativo, sugerindo que a extração foi eficiente na remoção dos compostos minerais para o extrato final.

Visualmente, observou-se, Figura 9, que as cinzas resultantes da calcinação da própolis vermelha bruta apresentaram uma coloração mais esbranquiçada em comparação às cinzas do resíduo, que se mostraram mais escurecidas. A coloração mais clara da própolis vermelha pode indicar que a combustão não foi completamente finalizada dentro do tempo estabelecido, sugerindo que um período maior de calcinação seria necessário para garantir a total degradação da matéria orgânica. Essa incompletude pode interferir na precisão da determinação do teor de cinzas, uma vez que resíduos carbonizados remanescentes podem afetar a quantificação correta dos minerais presentes.

Figura 9. Cadinhos após a calcinação com amostra de: a) Própolis bruta; b) Resíduo da própolis.



Fonte: Autor, 2025.

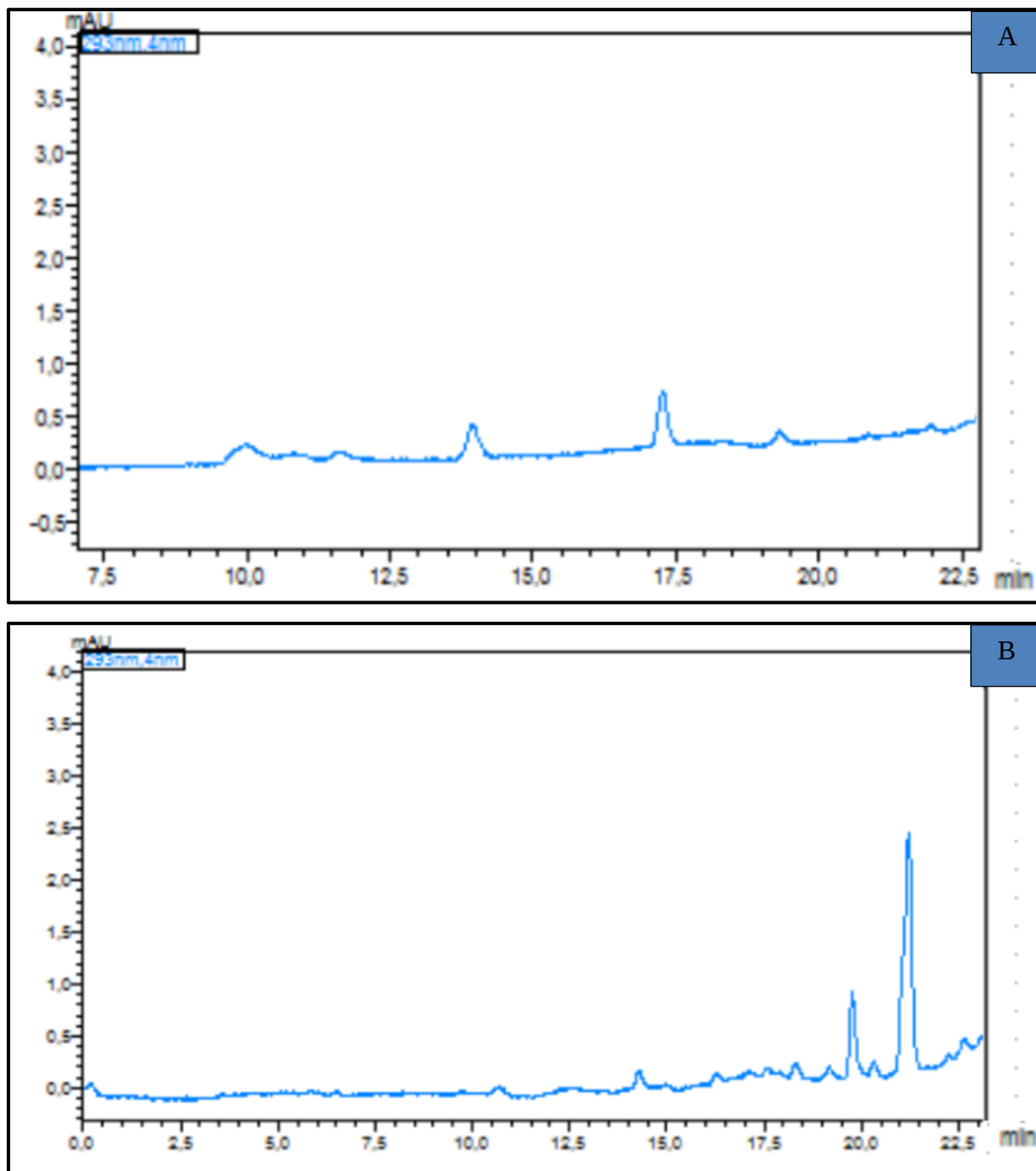
5.1.2 Identificação de compostos bioativos por HPLC

A caracterização dos compostos presentes na própolis vermelha e em seu resíduo foi realizada por HPLC, visando a identificação qualitativa de metabólitos secundários, especialmente flavonoides e outros compostos fenólicos de relevância biológica. Idealmente, a identificação dos picos cromatográficos seria realizada por comparação com padrões comerciais de referência. No entanto, devido à indisponibilidade desses padrões, foi adotada uma abordagem qualitativa baseada na comparação dos perfis cromatográficos das amostras com os de uma própolis marrom e seu resíduo, previamente analisados.

Embora a própolis marrom e seu resíduo não sejam materiais de referência certificado, sua utilização para comparação qualitativa fundamenta-se no fato de que ambas as variedades compartilham classes de compostos bioativos, ainda que em proporções e estruturas distintas. A análise comparativa dos cromatogramas permitiu correlacionar padrões de picos entre as amostras, auxiliando na interpretação dos resultados e na sugestão de possíveis compostos presentes. No entanto, essa abordagem não permite a identificação definitiva das substâncias detectadas, sendo necessária a utilização de padrões de referência para confirmação estrutural e quantificação precisa.

Os cromatogramas obtidos para os extratos do resíduo da própolis vermelha e do resíduo da própolis marrom estão apresentados na Figura 10.

Figura 10. Cromatograma obtidos do extrato do resíduo: a) da própolis marrom; b) da própolis vermelha.



Fonte: Autor, 2025.

A análise qualitativa dos cromatogramas revelou diferenças marcantes entre os extratos do resíduo da própolis vermelha e da própolis marrom, sugerindo variações na composição química entre as amostras. No entanto, observou-se uma baixa resolução dos picos cromatográficos, o que pode dificultar a distinção precisa entre compostos coeluídos e comprometer a identificação mais detalhada dos metabólitos presentes. Ainda assim, foi

possível identificar padrões que permitem inferências preliminares sobre a composição química das amostras. Observou-se uma maior diversidade de picos no resíduo da própolis vermelha, o que pode indicar a presença de um número maior de metabólitos secundários em comparação com a própolis marrom.

Entre as semelhanças destacadas, observa-se um pico em torno 14,2 minutos, cujo tempo de retenção pode estar associado a compostos da classe das cumarinas, conforme descrito na literatura (Guerra, 2016). Já o pico em 19,7 minutos apresenta retenção compatível com flavonóis, como o kaempferol (SANTOS et al., 2024). No cromatograma, esse último pico é mais pronunciado o que pode sugerir uma maior concentração desse composto em relação a própolis marrom. Embora esses picos se apresentem nas duas amostras, a ausência de padrões de referência certificados para esses compostos impede a confirmação definitiva de sua identidade, e, portanto, essas atribuições devem ser tratadas como meramente sugestivas. Além disso, a possibilidade de isômeros para ambos os compostos deve ser considerada, dada a natureza complexa dos perfis cromatográficos observados.

Diversos estudos têm evidenciado que o kaempferol, um flavonoide amplamente encontrado em plantas, apresenta significativa atividade antifúngica.

Santos et al., (2024), avaliando o extrato de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*), identificou o composto kaempferol-3-O-robinobiosídeo, o qual se destacou por sua capacidade de inibir o crescimento micelial de importantes fungos patogênicos, incluindo *Colletotrichum gloeosporioides*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Rhizopus stolonifer*. Nas doses de 100 µL e 200 µL, o extrato de pimenta biquinho demonstrou elevada eficiência na inibição do crescimento desses fungos, corroborando o potencial antifúngico do kaempferol.

Além disso, grande parte da literatura revela eficácia na atividade do kaempferol contra cepas como *Candida* (PERIFERAKIS, 2022), esses resultados ampliam as perspectivas sobre sua aplicação no combate a patógenos fúngicos de interesse agrícola, como o *Colletotrichum gloeosporioides*.

A cumarina, um composto orgânico amplamente estudado por suas diversas atividades biológicas, incluindo a antifúngica, tem demonstrado potencial contra várias espécies de fungos, incluindo os patógenos do gênero *Colletotrichum*. Sousa et al. (2022) avaliou a atividade antifúngica de frações de óleo obtidas de sementes de cumaru (*Dipteryx sp.*) contra o fitopatógeno *Colletotrichum musae*, isolado de bananas. A fração diclorometânica foi a mais eficaz na redução do crescimento micelial de *C. musae*, embora o estudo não tenha especificado as concentrações testadas nem a eficácia quantitativa da fração. A identificação da cumarina nas amostras foi confirmada por técnicas analíticas, como Cromatografia em Camada Delgada

(CCD) e Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (CG-MS), garantindo a precisão da caracterização.

Por outro lado, Guerra (2016) investigou derivados cumarínicos contra espécies de *Aspergillus*, como *A. flavus* e *A. fumigatus*. Dentre os 24 derivados testados, 12 demonstraram atividade antifúngica, com concentrações inibitórias mínimas (CIM) variando de 16 a 1024 µg/mL. Os compostos com melhor desempenho, como 7-hidroxi-6-nitrocumarina (Cou-UNO2) e 4-acetóxicumarina (Cou-UMB16), não só inibiram o crescimento micelial, mas também afetaram a germinação dos conídios de *Aspergillus*. Além disso, Cou-UNO2 potencializou a ação dos antifúngicos azólicos em concentrações inibitórias, e Cou-UMB16 apresentou efeitos sinérgicos ou aditivos, dependendo da linhagem fúngica utilizada.

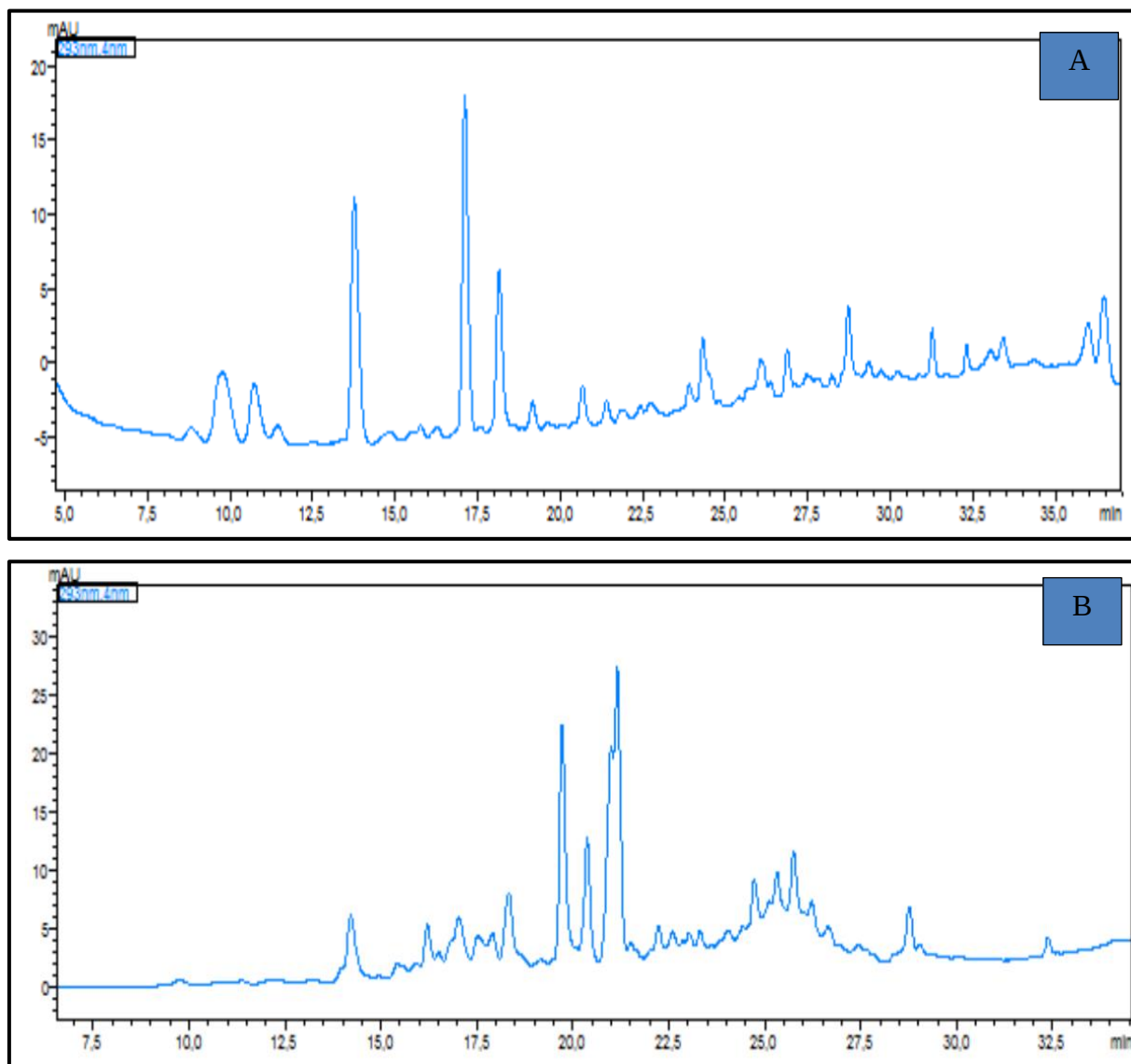
Embora esses estudos demonstrem a eficácia da cumarina e seus derivados contra várias espécies fúngicas, incluindo *Aspergillus*, a pesquisa sobre sua atividade contra *Colletotrichum* permanece limitada. Assim, apesar do potencial antifúngico da cumarina, estudos adicionais são necessários para explorar sua eficácia contra *Colletotrichum* e outras espécies de fungos patogênicos, a fim de melhor compreender as condições ideais de uso e aplicação desse composto.

Além dos compostos identificados, a análise cromatográfica do extrato do resíduo da própolis vermelha revelou picos adicionais de intensidades consideráveis, cujas substâncias não puderam ser correlacionadas com os padrões da própolis marrom utilizada como referência.

Alguns picos do cromatograma do extrato do resíduo da própolis vermelha. Particularmente notáveis entre 21 e 21,5 minutos, apresentaram níveis elevados, mas não puderam ser identificados de forma conclusiva. Este fenômeno pode ser interpretado como indicativo da presença de compostos não observados na própolis marrom, gerando a hipótese de que essas substâncias sejam exclusivas da própolis vermelha. A identificação e caracterização desses compostos desconhecidos são de fundamental importância para um entendimento abrangente do perfil químico da própolis vermelha, sendo potencialmente cruciais para a elucidação de suas propriedades biológicas e farmacológicas.

A Figura 11 apresenta os cromatogramas obtidos para os extratos da própolis marrom e da própolis vermelha. A comparação qualitativa desses perfis cromatográficos permite avaliar semelhanças e diferenças entre as amostras, fornecendo indícios sobre a composição química de cada uma.

Figura 11. Cromatograma obtidos do extrato da própolis: a) marrom; b) vermelha.



Fonte: Autor, 2025.

A comparação entre os cromatogramas do extrato do resíduo da própolis vermelha e da própolis marrom revela um número considerável de picos, sendo que o extrato da própolis marrom apresenta uma quantidade de picos acentuada. No entanto, a baixa resolução dos picos cromatográficos dificulta a separação precisa de compostos, resultando em áreas de sobreposição onde os picos ficam muito próximos, o que pode levar à eluição conjunta de compostos e à impossibilidade de uma identificação conclusiva. Apesar dessa limitação, algumas semelhanças podem ser observadas entre os cromatogramas, como a presença de um pico em torno de 14,4 minutos, que pode ser relacionado à luteolina, com base na literatura

(Vaz, 2022). No entanto, a presença de isômeros e a resolução limitada indicam que a atribuição de compostos específicos deve ser tratada com cautela e pode ser considerada meramente sugestiva

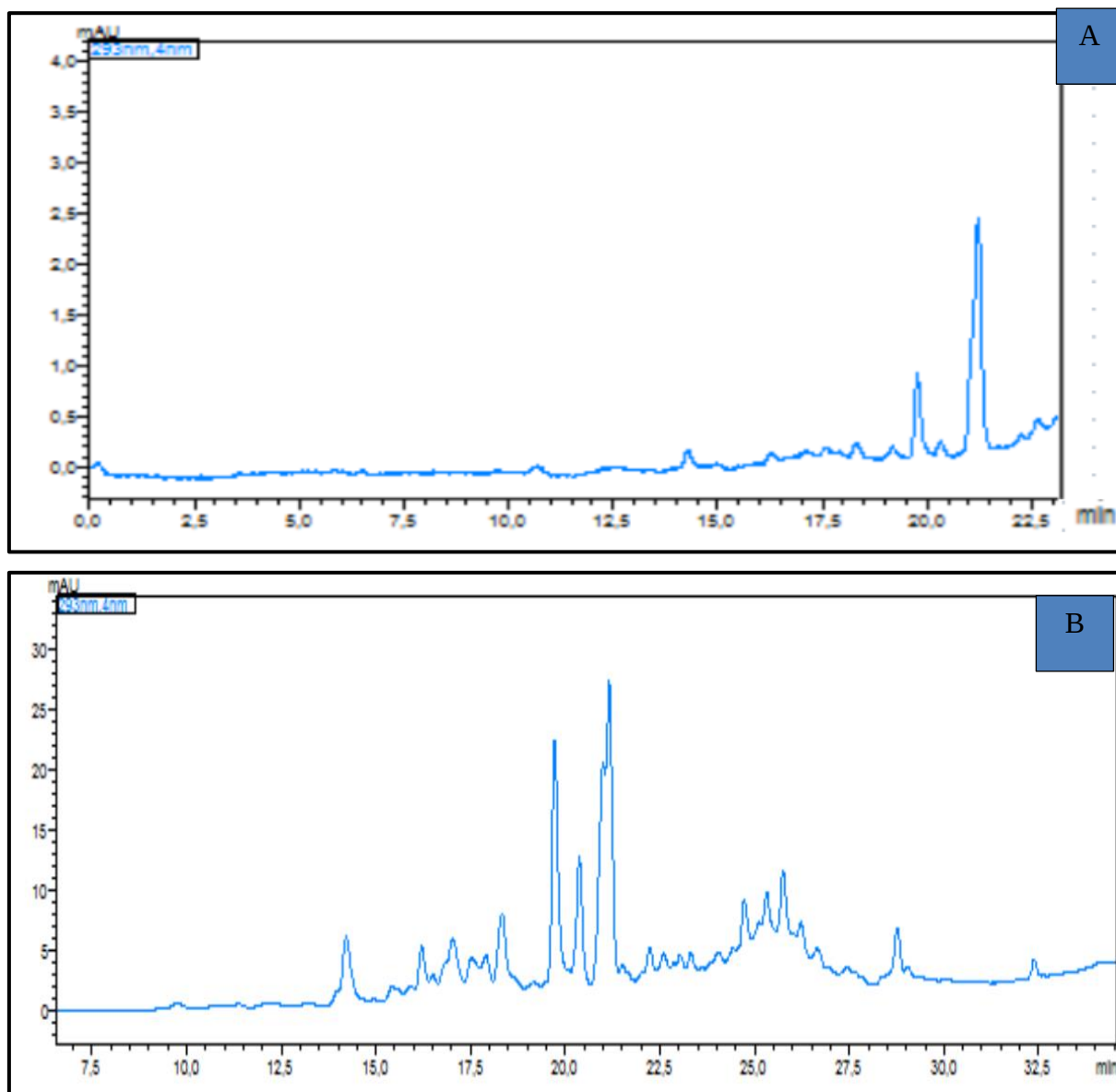
.A luteolina, um flavonoide amplamente distribuído em diversas plantas, tem sido amplamente estudada por suas diversas propriedades biológicas, incluindo sua atividade antifúngica. Embora não tenha sido identificado um estudo específico que avalie a atividade antifúngica da luteolina isolada contra *Colletotrichum*, existem pesquisas que investigam compostos fenólicos presentes em plantas que contêm luteolina e sua eficácia contra esse patógeno.

Vaz (2022) avaliou os extratos de *Origanum vulgare* (orégano) e *Rosmarinus officinalis* (alecrim) contra *Colletotrichum lindemuthianum*, o agente causador da antracnose no feijoeiro. A análise química desses extratos identificou a presença de luteolina, entre outros compostos fenólicos. Os resultados mostraram que ambos os extratos inibiram completamente o crescimento micelial de *C. lindemuthianum* nas concentrações de 2% (orégano) e 3% (alecrim), com o alecrim inibindo 100% da germinação dos esporos e o orégano 85% na concentração de 3%. Esses extratos também reduziram a severidade da antracnose em plantas de feijão, indicando o potencial de controle alternativo para doenças fúngicas. Embora esses estudos não forneçam dados específicos sobre a atividade da luteolina isolada contra *Colletotrichum*, eles sugerem que compostos fenólicos presentes em plantas que contêm luteolina têm um significativo potencial antifúngico contra esse patógeno. Contudo, mais estudos são necessários para avaliar a eficácia da luteolina isolada contra *Colletotrichum* e outras espécies fúngicas patogênicas.

Além disso, algumas diferenças marcantes entre os dois cromatogramas são evidentes. Determinados picos aparecem de forma proeminente no cromatograma da própolis marrom, enquanto outros são acentuados apenas no cromatograma da própolis vermelha. Esses picos exclusivos sugerem que existem compostos únicos em cada tipo de própolis, com tempos de retenção distintos, reforçando a hipótese de que substâncias exclusivas estão presentes em ambas as amostras. Porém, devido à falta de padrões de referência e à resolução limitada, a identificação definitiva desses compostos permanece inviável, sendo necessária uma investigação mais aprofundada para confirmar essas atribuições.

A Figura 12 apresenta os cromatogramas obtidos para o extrato da própolis vermelha e para o extrato de seu resíduo, permitindo uma comparação direta entre seus perfis químicos.

Figura 12. Cromatograma obtidos do extrato: a) resíduo da própolis vermelha; b) própolis vermelha.



Fonte: Autor, 2025.

Observa-se que o cromatograma do extrato da própolis vermelha revelou um número maior de picos em comparação ao extrato do resíduo da própolis vermelha. Este fenômeno é consistente com as expectativas, pois o extrato, sendo uma fase mais concentrada e fluida, tende a liberar uma gama mais ampla de compostos solúveis, muitos dos quais podem não estar presentes no resíduo devido à maior retenção nas fibras e materiais insolúveis. A presença de mais picos no extrato pode, portanto, refletir tanto a maior solubilidade e extração de compostos bioativos quanto a complexidade química da própolis vermelha, que pode conter compostos mais facilmente extraíveis. Já o resíduo, que contém uma menor quantidade de compostos

bioativos extraíveis, pode ter uma resposta cromatográfica mais simples, com menos picos visíveis, o que é esperado quando comparado à maior riqueza de substâncias no extrato.

Além das diferenças no número total de picos, a análise dos cromatogramas revela uma região de particular interesse entre 21 e 21,5 minutos, onde se observa um pico de alta intensidade presente em ambas as amostras da própolis vermelha. A ausência desse pico nas amostras da própolis marrom sugere a presença de um composto potencialmente exclusivo da própolis vermelha, o que pode indicar uma substância de relevância biológica. Além disso, a região entre 19,5 e 21,5 minutos apresenta padrões semelhantes entre as duas amostras da própolis vermelha, com picos distribuídos de maneira próxima, mas com variações na intensidade. Essa semelhança pode indicar compostos compartilhados entre o extrato e seu resíduo, mas com concentrações distintas, reforçando a necessidade de análises adicionais para a identificação desses componentes e sua possível função bioativa.

Devido à utilização da própolis marrom como referência para a análise cromatográfica, não foi possível identificar alguns compostos específicos que são frequentemente atribuídos à própolis vermelha, como os isoflavonoides. Essa limitação foi observada tanto no extrato quanto no resíduo da própolis vermelha, já que muitos compostos característicos dessa variedade não puderam ser detectados ou comparados com os padrões disponíveis.

A homopterocarpina, por exemplo, é um isoflavonoide que demonstrou atividade antifúngica significativa contra espécies do gênero *Colletotrichum*, incluindo *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum lindemuthianum*, conhecidos agentes causadores da antracnose em diversas culturas. Estudos como Martinez (2023) sugerem que derivados da homopterocarpina apresentam atividade contra esses fungos fitopatogênicos, o que torna sua possível presença na própolis vermelha um ponto relevante para a atividade antifúngica observada no resíduo.

Além disso, a formononetina, outro isoflavonoide presente na própolis vermelha, é amplamente reconhecida por suas propriedades antimicrobianas e antifúngicas (Andrade, 2017). Embora estudos específicos sobre sua eficácia contra *Colletotrichum chlorosporioides* sejam limitados, a literatura indica seu potencial no controle de fungos desse gênero. Isso reforça a necessidade de aprofundamento nas análises para identificar e quantificar tais compostos, que provavelmente contribuem para a atividade observada contra o fungo.

Estudos prévios de caracterização da própolis vermelha identificaram diversas moléculas constituintes, como, formononetina, biochanina A, isoliquiritigenina, liquiritigenina, homopterocarpina, quercetina e vestitol, os quais são cruciais para a diferenciação da própolis vermelha de outros tipos de própolis brasileira (ANDRADE et al., 2017; RUFATTO et al.,

2018; SILVA et al., 2008). A ausência desses compostos nos cromatogramas do extrato e do resíduo pode ser atribuída à limitação de comparação com a própolis marrom e à complexidade de identificação sem os padrões específicos dessas substâncias.

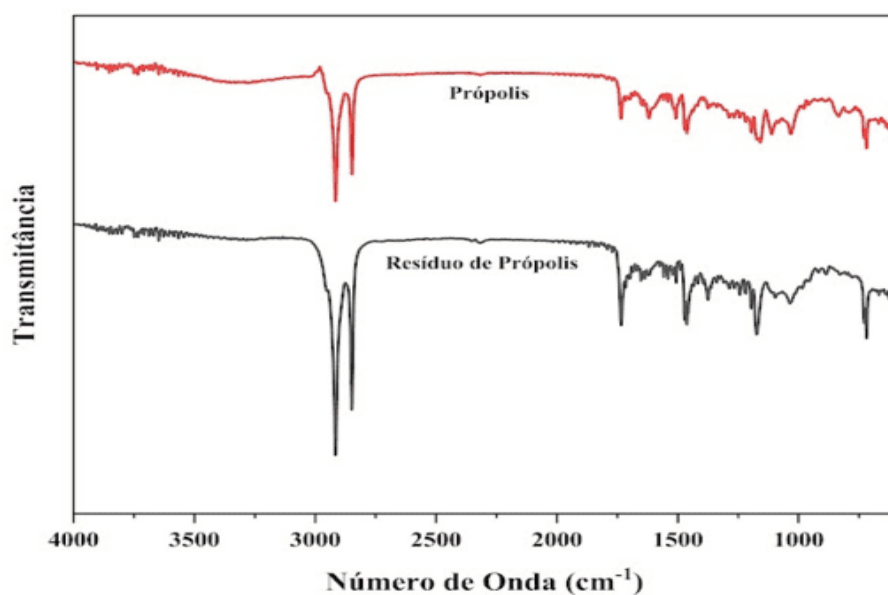
Para uma análise mais detalhada e precisa da composição do extrato da própolis vermelha, a utilização de técnicas complementares, como a espectrometria de massa, seria altamente recomendada. A espectrometria de massa permite a identificação exata dos compostos presentes, fornecendo uma análise estruturada dos metabólitos secundários. Essa técnica seria particularmente útil para detectar compostos específicos que podem ser de grande interesse para as propriedades biológicas da própolis vermelha, como os isoflavonoides. Além disso, a espectrometria de massa poderia ajudar a esclarecer as estruturas dos compostos detectados, especialmente em áreas com baixa resolução cromatográfica, permitindo a atribuição precisa dos picos observados e a identificação de substâncias únicas e exclusivas, que podem estar contribuindo para os potenciais efeitos bioativos.

5.1.3 Análise de grupos funcionais por FTIR

A análise dos espectros de FTIR foi conduzida com o objetivo de identificar grupos funcionais associados a compostos fenólicos, visto que esses compostos desempenham um papel fundamental na atividade biológica e funcional do extrato.

A Figura 12 apresenta os espectros obtidos para a própolis vermelha e seu resíduo, permitindo a comparação entre as amostras e a interpretação das principais bandas de absorção.

Figura 13. Espectros FTIR obtidos para a própolis vermelha e seu resíduo.



Fonte: Autor, 2025.

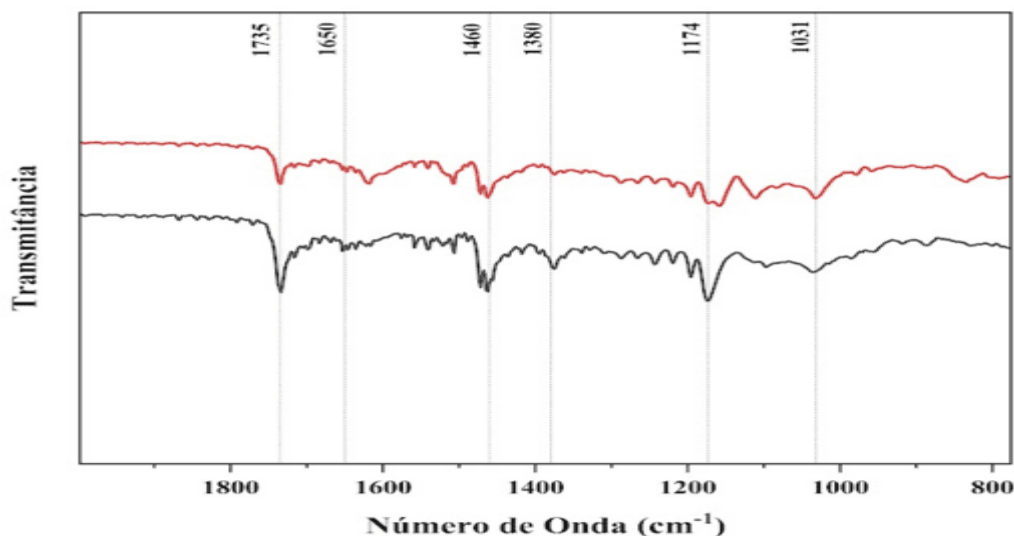
No espectro de FT-IR, observa-se, na região entre 3800-3400 cm^{-1} , uma banda larga atribuída à vibração de estiramento dos grupos hidroxila (-OH). Essa absorção é característica da presença de compostos fenólicos. A largura dessa banda sugere a formação de ligações de hidrogênio, um fenômeno comum em compostos fenólicos e ácidos carboxílicos. Além disso, a similaridade desse sinal entre a própolis vermelha e seu resíduo indica que tais compostos estão presentes em ambas as amostras, podendo diferir em concentração ou em sua estrutura molecular.

Na região entre 3000 e 2750 cm^{-1} , foram observados dois picos intensos e estreitos, atribuídos ao estiramento das ligações (C-H), indicativos da presença de compostos alifáticos ou ésteres. A intensidade desses picos foi mais pronunciada no resíduo da própolis vermelha, sugerindo uma maior concentração de substâncias não fenólicas, como hidrocarbonetos ou ácidos graxos, neste resíduo em comparação à própolis vermelha.

Esse resultado era esperado, visto que o processo de extração seletiva tende a remover preferencialmente compostos polares, como os fenólicos, resultando na retenção de substâncias mais apolares no resíduo. Essa observação está em concordância com os achados de Basílio (2018), que também registraram a presença de bandas intensas nessa faixa espectral ao analisar amostras de própolis vermelha.

Na sequência, a Figura 13 apresenta os espectros de FTIR com destaque para os principais picos observados, evidenciados por legendas nos respectivos comprimentos de onda. Diferente da Figura 12, que abrange todo o espectro de 4000 a 750 cm^{-1} , a Figura 13 foca em uma região específica do espectro, selecionada por conter bandas de absorção particularmente associadas a compostos bioativos de interesse. A escolha dessa faixa se deve à sua relevância na caracterização estrutural desses compostos, permitindo uma análise mais detalhada de suas possíveis presenças nas amostras.

Figura 14. Espectros FTIR obtidos para a própolis vermelha e seu resíduo com destaque para os picos.



Fonte: Autor, 2025.

Observam-se picos característicos nas regiões de 1735, 1650, 1460, 1380, 1174 e 1031 cm^{-1} , presentes tanto na própolis vermelha quanto no resíduo. As absorções em 1650 cm^{-1} e 1460 cm^{-1} são comumente atribuídas aos estiramentos ($\text{C}=\text{C}$) de anéis aromáticos conjugados, reforçando a presença de flavonoides e outros compostos fenólicos estruturados. A banda em 1735 cm^{-1} pode estar associada ao estiramento de carbonilas ($\text{C}=\text{O}$) de ésteres ou lactonas, sugerindo a possível presença de ácidos fenólicos esterificados. Já o sinal em 1380 cm^{-1} pode estar relacionado a deformações angulares de grupos metila ($-\text{CH}_3$), o que indica a presença de flavonas ou derivados terpenícos. Além disso, os picos em 1174 cm^{-1} e 1031 cm^{-1} podem estar associados a estiramentos ($\text{C}-\text{O}$), típicos de estruturas fenólicas, reforçando a presença de compostos com características fenólicas e ésteres.

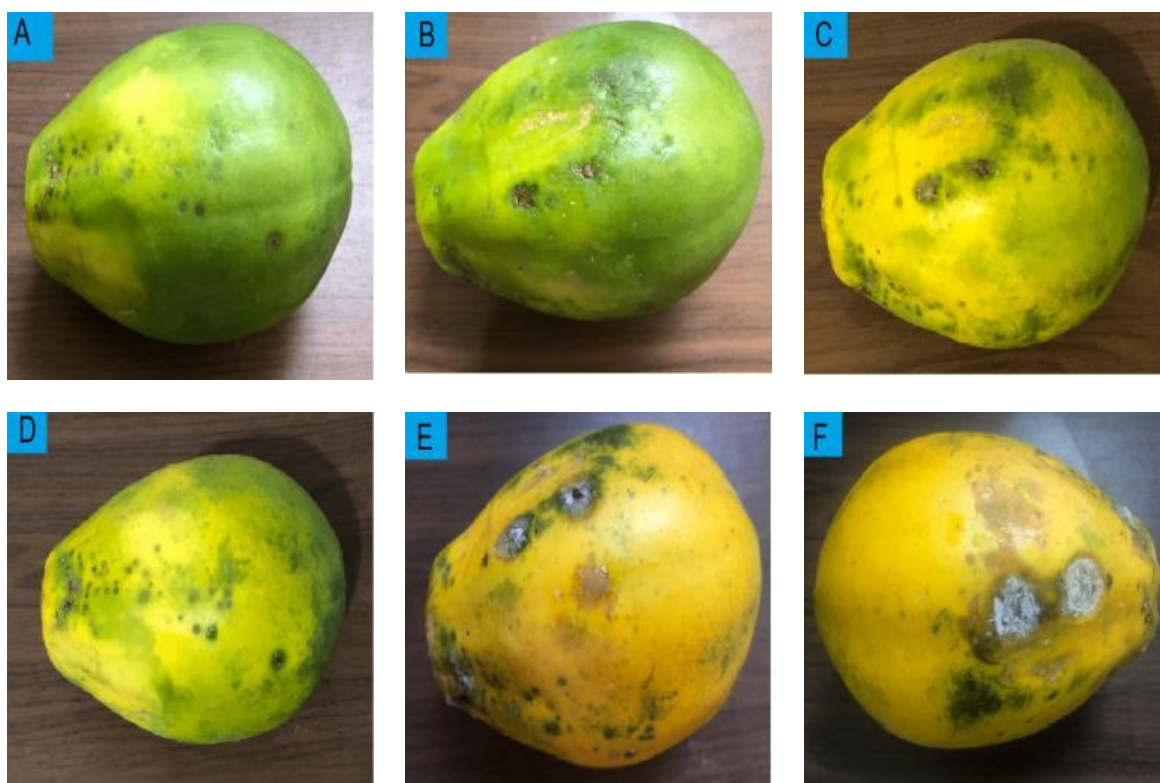
Outros estudos similares reportados evidenciaram resultados semelhantes aos observados neste estudo. Elbaz et al. (2016) demonstraram a vibração do grupo hidroxila (OH) em um comprimento de onda de 3430 cm^{-1} , o que reforça a presença de compostos fenólicos. Siripatrawan e Vitchayakitti (2016) observaram que as bandas localizadas entre 1800 e 1000 cm^{-1} estão relacionadas com a presença de compostos fenólicos, grupos ($\text{C}=\text{O}$) de ésteres, éteres e polióis, além de estiramentos ($\text{C}=\text{C}$) no anel aromático, o que é consistente com os picos observados nesse estudo, como os de 1735 cm^{-1} , 1650 cm^{-1} e 1460 cm^{-1} .

5.2 Cultivo do fungo

O monitoramento dos frutos de mamão permitiu observar a formação de lesões circulares deprimidas, compatíveis com os sintomas iniciais da antracnose, Figura 14. Com a progressão da infecção, verificou-se a presença de uma substância esbranquiçada e de aspecto levemente gelatinoso na região central das lesões, possivelmente relacionada à liberação de esporos pelo patógeno.

Em torno dessa área, notou-se a formação de um exsudato de coloração rosada, conforme evidenciado na Figura 14 (e). Esse achado está em concordância com Oliveira et al. (2011), que descrevem a presença dessa substância gelatinosa em infecções por *Colletotrichum spp.* em mamão. A disposição desse exsudato sugere que a variação na coloração pode estar associada ao amadurecimento dos esporos, à interação com os tecidos do fruto ou a fatores ambientais.

Figura 15. Progressão dos sintomas da antracnose em frutos do mamão durante o período de monitoramento: a) 1º dia; b) 2º dia; c) 3º dia; d) 4º dia; e) 5º dia; f) 6º dia.



Fonte: Autor, 2025.

Após o surgimento das lesões nas frutas, as mesmas foram encaminhadas para o laboratório, onde foi realizada a desinfecção superficial dos frutos, seguida pela inoculação dos fragmentos em meio BDA.

O meio BDA é particularmente adequado para o cultivo de *Colletotrichum gloeosporioides* devido à sua composição rica em nutrientes, que favorece o crescimento micelial e a esporulação do fungo. Estudos como Andrade (2007) demonstram que isolados de *C. gloeosporioides* apresentam crescimento mais rápido em BDA em comparação a outros meios de cultura.

Nesse sentido, após dez dias de incubação a 25°C, foi observado o desenvolvimento de colônias fúngicas com micélio branco, de aspecto filamentososo e algodonososo, sem sinais de escurecimento ou formação de sulcos, e sem presença de colônias de outros microrganismos, conforme mostrado na Figura 15. O crescimento apresentou formato circular e revelou um micélio aéreo moderadamente abundante. Além disso, o reverso das colônias exibiu coloração creme, enquanto o centro da placa apresentou coloração alaranjada devido ao fragmento de mamão colocado na inoculação.

Figura 16. Aspecto macroscópico das colônias de *Colletotrichum gloeosporioides* isoladas de mamão após 10 dias de incubação a 25°C. (a) Vista frontal da colônia, evidenciando o micélio branco de aspecto algodonososo e crescimento circular. (b) Vista do reverso da colônia, apresentando a coloração creme.



Fonte: Autor, 2025.

As características morfológicas observadas nas colônias isoladas são compatíveis com as descritas para *Colletotrichum gloeosporioides* na literatura. Segundo Ribeiro (2016), esse

fungo pode apresentar colônias com coloração que variam entre brancas ou cinzas, de aspecto algodinoso e crescimento circular, características que foram verificadas nas amostras analisadas. Além disso, o reverso da colônia exibiu coloração creme, o que também é relatado em estudos como o de Weir (2012), que descrevem variações de tonalidade do verso entre amarelo-claro e creme em isolados desse patógeno, dependendo do meio.

A ausência de sulcos no micélio e a textura moderadamente abundante e aérea também corroboram as descrições previamente relatadas para *C. gloeosporioides* Weir (2012). Esses aspectos morfológicos sugerem que o isolado obtido corresponde a essa espécie, embora análises microscópicas sejam necessárias para confirmação definitiva.

O crescimento observado sugeriu a predominância de um único isolado fúngico, sem indícios visuais de contaminação. Diante disso, foi realizada a replicação da cultura em quatro novas placas, a fim de constituir um acervo experimental. O replique das colônias em novas placas de BDA pode ser observado na Figura 16.

Figura 17. Replique das colônias fúngicas em novas placas de BDA após crescimento. a) Verso da placa. b) Reverso da placa.



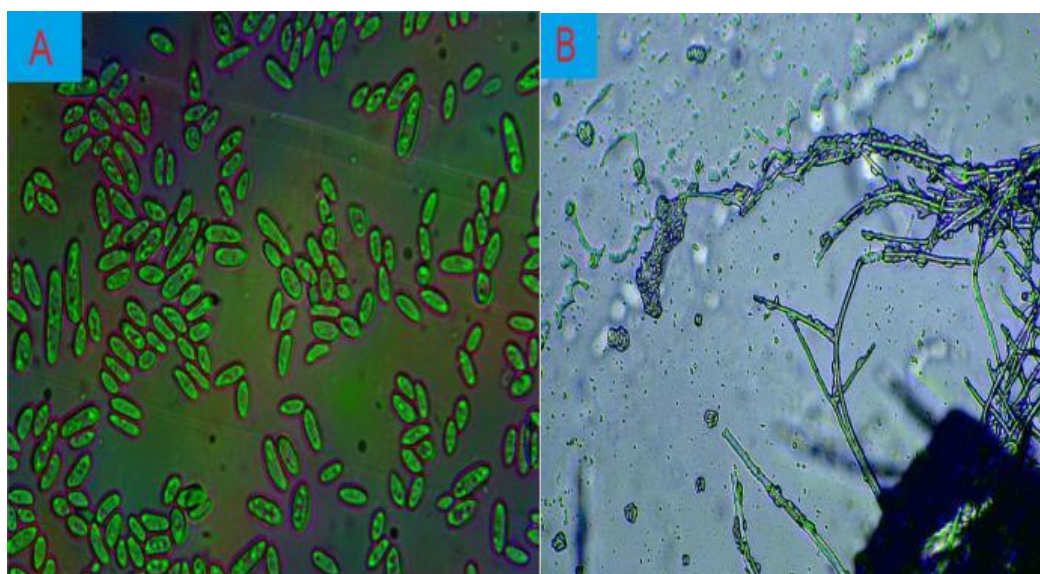
Fonte: Autor, 2025.

Observa-se, então, que após a realização do replique em novas placas de BDA, o crescimento manteve o mesmo padrão observado na cultura inicial. A colônia apresenta forma circular, com micélio aéreo de pigmentação branca, distribuído de maneira homogênea e plana. O reverso da colônia exibiu coloração amarela, o que é compatível com a literatura para este patógeno. A ausência de variações visíveis na textura e coloração sugere que o isolado fúngico

já estava relativamente puro, justificando a decisão de replicá-lo. Esse processo foi essencial para garantir a continuidade dos experimentos com uma cultura livre de contaminantes.

Para a caracterização microscópica do isolado fúngico, foi realizada a análise das estruturas observadas em microscopia óptica, conforme ilustrado na Figura 17. A observação revelou a presença de conídios hialinos, com formato predominantemente cilíndrico, variando entre formas ovais e alongadas. Essas estruturas apresentaram extremidades arredondadas e paredes lisas, características compatíveis com descrições de *Colletotrichum gloeosporioides* na literatura. Segundo Roca et al. (2000), os conídios dessa espécie possuem morfologia semelhante, sendo tipicamente unicelulares e lisos.

Figura 18. Aspectos microscópicos do isolado fúngico (*Colletotrichum gloeosporioides*) observados a) Conídios e b) Hifas septadas.



Fonte: Autor, 2025.

Além dos conídios, foi possível visualizar hifas septadas, com ramificações características e estrutura filamentosa bem definida. Essas hifas apresentaram coloração hialina e crescimento organizado, corroborando as descrições de Téliz e Mora (2007), que relatam a formação de uma rede filamentosa típica do gênero *Colletotrichum*.

Diante das características macroscópicas e microscópicas analisadas, os resultados sugerem que o isolado obtido corresponde a *Colletotrichum gloeosporioides*, conforme descrito na literatura. A identificação preliminar desse patógeno é um passo essencial para a condução dos experimentos subsequentes, uma vez que o conhecimento preciso da espécie envolvida é determinante para avaliar a eficácia dos tratamentos testados. Assim, com a morfologia fúngica devidamente caracterizada, torna-se possível avançar para os testes de bioatividade da própolis

e de seu resíduo contra o isolado, permitindo uma análise mais aprofundada sobre o seu potencial antifúngico.

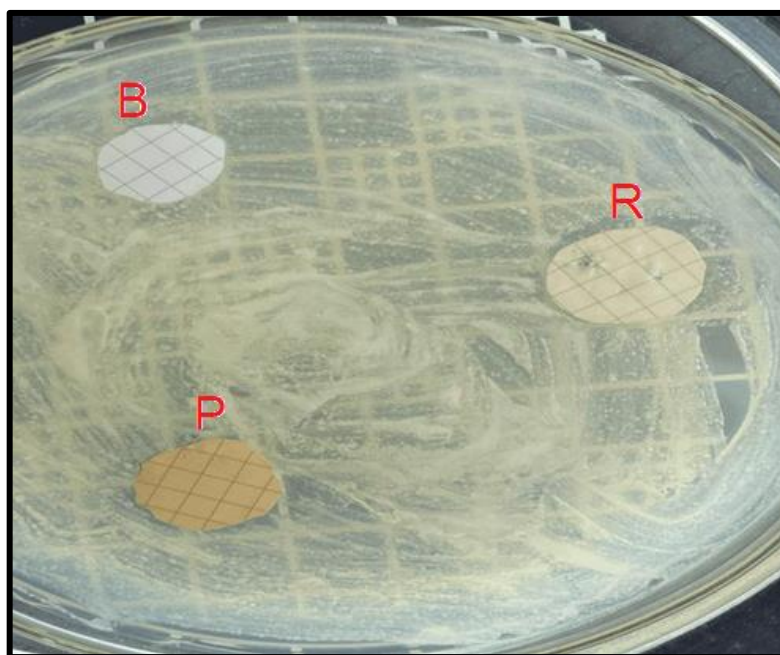
5.3 Avaliação da atividade antifúngica

A técnica de difusão em discos é um método amplamente utilizado para avaliar a atividade antimicrobiana de compostos bioativos. Nesse ensaio, discos de papel filtro são impregnados com as soluções dos extratos e colocados sobre a superfície do meio de cultura previamente inoculado com o fungo. Os compostos presentes nos extratos se difundem a partir dos discos para o meio, formando uma zona de inibição ao redor do disco caso apresentem atividade antifúngica.

Os extratos utilizados no ensaio foram preparados pela dissolução das amostras de própolis vermelha e de seu resíduo em etanol. Assim, os extratos consistem em soluções hidroetanólicas que contêm os compostos solúveis presentes na própolis e no resíduo. Após a preparação, os extratos foram aplicados nos discos de papel, e o processo de difusão foi monitorado para avaliar a atividade antimicrobiana contra o fungo.

Nas primeiras observações, a inibição do crescimento fúngico foi registrada, conforme a Figura 18.

Figura 19. Zona de inibição observada no primeiro dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis (P), resíduo da própolis (R) e o controle negativo (B).



Fonte: Autor, 2025.

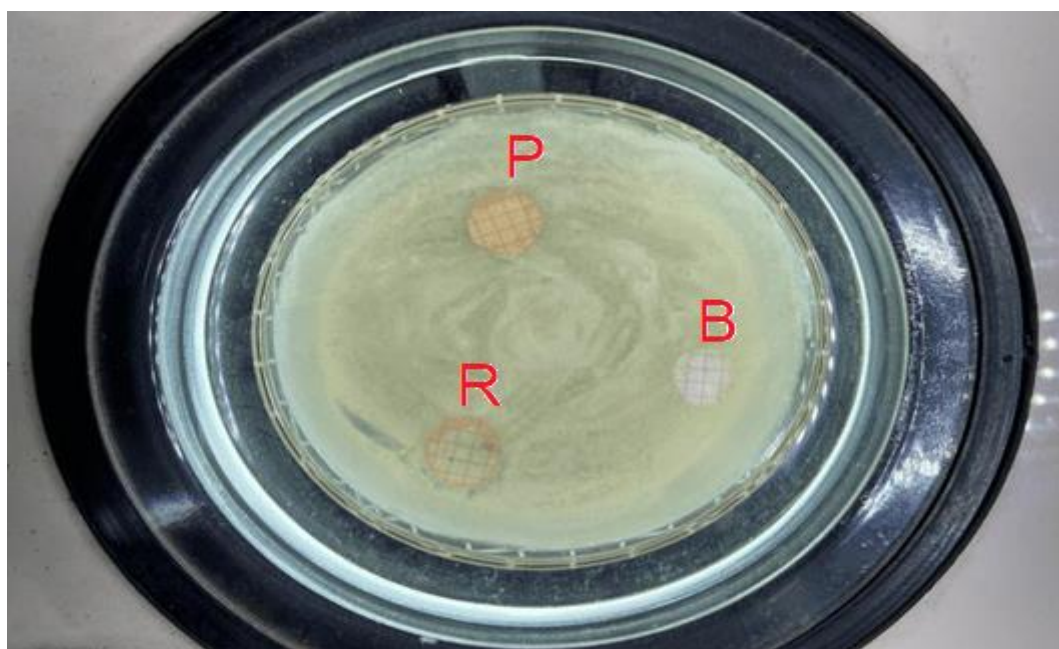
A diferenciação dos extratos é visível pela coloração: o extrato de própolis apresenta um tom mais escuro e alaranjado, o resíduo da própolis possui uma coloração intermediária, mais amarelada ou cremosa, enquanto o controle negativo é incolor. Além disso, a partir desta foto em diante, nas imagens foram acrescentadas as letras "R" para o resíduo, "P" para a própolis e "B" para o branco ou controle negativo, com o intuito de facilitar a identificação visual dos diferentes discos.

Com isso, vê-se que a zona de inibição não formou um halo perfeitamente circular. Essa característica pode estar relacionada à forma como os compostos ativos do extrato interagem com o meio de cultura. No entanto, a análise visual ainda evidenciou uma redução significativa no crescimento fúngico, especialmente quando comparado ao controle negativo, composto apenas por água destilada.

Entre os extratos testados, o extrato do resíduo da própolis apresentou um desempenho superior em relação à inibição do fungo, com uma área de inibição mais pronunciada do que o extrato da própolis, o que pode indicar uma maior concentração ou disponibilidade de compostos antifúngicos ativos no resíduo. Embora a zona de inibição não tenha se apresentado com contornos bem definidos, sua presença visível sugere uma atividade antifúngica relevante.

No segundo dia de avaliação, conforme a Figura 19, as observações indicaram que o padrão de inibição permaneceu semelhante ao do primeiro dia.

Figura 20. Zona de inibição observada no segundo dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo

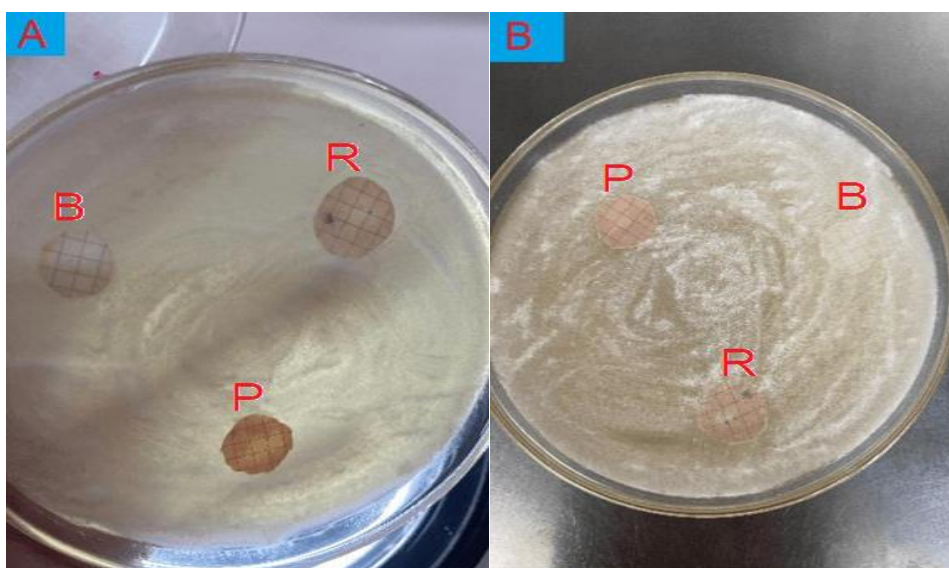


Fonte: Autor, 2025.

O halo formado pelo extrato de própolis apresentou uma leve ampliação, mas foi o extrato do resíduo de própolis que demonstrou a inibição mais acentuada, mantendo-se como o mais eficaz entre os tratamentos. O controle negativo, composto por água destilada, não apresentou qualquer alteração significativa no crescimento fúngico, reforçando a ausência do efeito antifúngico. No entanto, ao revisar o procedimento, percebe-se que o controle negativo deveria ter sido preparado com o mesmo solvente utilizado na dissolução dos extratos, ou seja, o álcool etílico. Isso porque o controle negativo visa avaliar o efeito do solvente utilizado na extração, garantindo que o efeito observado nos extratos não seja atribuído ao próprio solvente. O uso de água destilada, portanto, não refletiria as condições ideais para comparação, uma vez que o álcool poderia ter algum impacto no crescimento fúngico, embora o efeito esperado fosse mínimo.

Nos dias três e quatro, Figura 20, observou-se que o crescimento do fungo, ao invés de seguir o padrão circular típico, começou a se expandir de maneira irregular. O fungo se estendeu mais pelos lados, com zonas de crescimento assimétricas, em vez de formar um halo perfeitamente circular. Esse comportamento foi mais acentuado no extrato do resíduo da própolis, que continuou a apresentar a maior área de inibição, embora a inibição fosse mais lateralizada. O extrato de própolis mostrou um crescimento mais modesto, com uma inibição menos pronunciada. O controle negativo não apresentou qualquer mudança no crescimento fúngico.

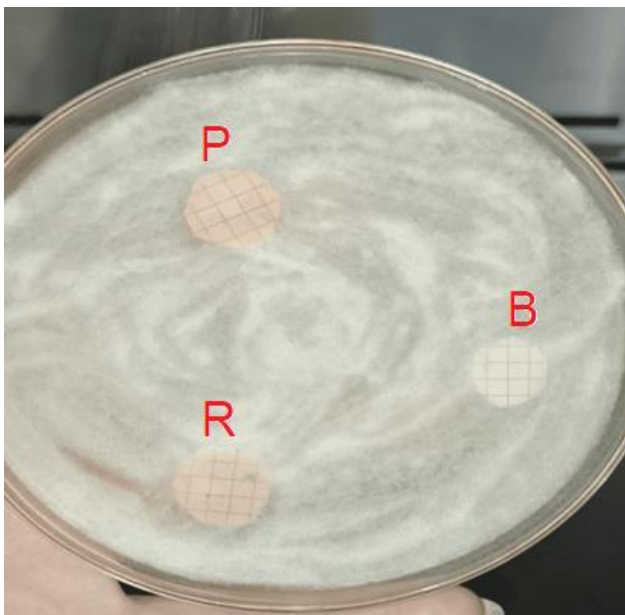
Figura 21. Zona de inibição observada no: a) terceiro dia de avaliação antifúngica. b) quarto dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo.



Fonte: Autor, 2025.

No sétimo dia, Figura 21, foi possível observar uma diminuição da inibição dos extratos. O fungo começou a avançar mais livremente, sem as limitações observadas nos primeiros dias. A inibição fornecida pelos extratos foi significativamente reduzida, e o crescimento fúngico passou a se desenvolver de forma mais evidente, sem as restrições observadas nas fases iniciais.

Figura 22. Zona de inibição observada no sétimo dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo.

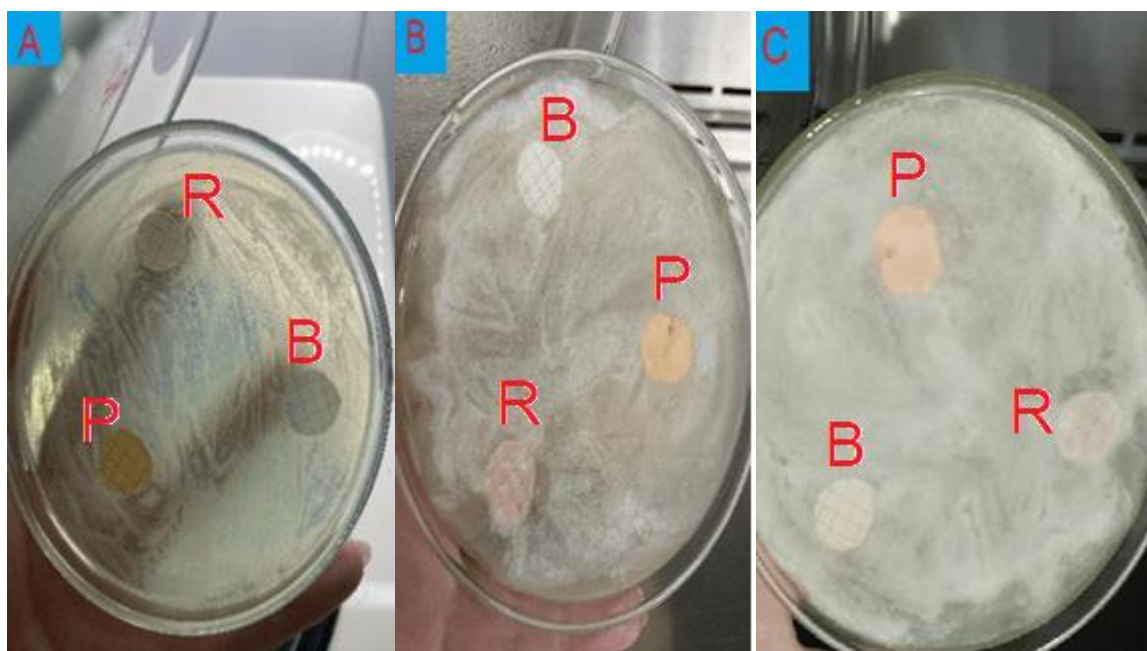


Fonte: Autor, 2025.

Devido ao crescimento irregular do fungo, que se estendeu de forma lateral em vez de seguir um padrão circular bem definido, não foi possível realizar a medição precisa dos halos de inibição. Embora áreas de inibição tenham sido claramente visíveis, a falta de uma forma perfeitamente circular impossibilitou a medição exata do halo. Assim, foi considerado que existia uma zona de inibição, mas sem a possibilidade de determinar com precisão o raio.

Após dois dias de incubação, foi realizada uma repicagem das culturas, utilizando o mesmo inóculo da placa inicial. Essa repicagem foi feita com o objetivo de garantir a reprodutibilidade do experimento e avaliar se o comportamento observado na primeira fase da incubação seria consistente nas fases seguintes. Na Figura 22, revelam-se três imagens referentes ao primeiro dia, ao segundo dia e ao quinto dia após a repicagem, permitindo uma comparação detalhada do efeito da repicagem no desenvolvimento do fungo e na inibição proporcionada pelos extratos.

Figura 23. Zona de inibição para o replique observada no: A) primeiro dia de avaliação antifúngica, B) segundo dia de avaliação antifúngica, C) quinto dia de avaliação antifúngica. Comparação entre os extratos de própolis, resíduo da própolis e o controle negativo.



Fonte: Autor, 2025.

Como resultado, observou-se que a zona inibitória continuou mais evidente nos discos contendo o extrato do resíduo de própolis, indicando que este manteve uma atividade antifúngica mais acentuada. Além disso, o padrão de crescimento do fungo permaneceu semelhante ao observado antes da repicagem, com desenvolvimento irregular ao redor das zonas de inibição, reforçando a consistência dos efeitos dos extratos ao longo do tempo.

Dessa maneira, os resultados obtidos, tanto na primeira incubação quanto na repicagem, indicaram que o extrato do resíduo da própolis apresentou a maior inibição do crescimento do fungo, com uma área de inibição mais ampla quando comparado ao extrato da própolis. Embora a formação de um halo de inibição perfeitamente circular não tenha sido observada, devido ao crescimento irregular do fungo. Este fenômeno foi corroborado por observações nas diferentes fases experimentais, com o extrato do resíduo mantendo o maior efeito inibitório, embora o crescimento fúngico tenha mostrado variações ao longo dos dias de análise.

Entretanto, é importante destacar uma limitação metodológica: ao longo de todo o experimento, o controle negativo foi composto apenas por água destilada, o que não representava adequadamente as condições do ensaio, já que os extratos foram preparados em solução hidroetanólica. Dessa forma, a ausência de inibição observada nesse controle não permite descartar completamente possíveis efeitos do solvente no crescimento fúngico.

Idealmente, o controle negativo deveria ter sido composto pelo próprio solvente utilizado na preparação dos extratos, garantindo que qualquer efeito observado fosse de fato atribuído aos compostos presentes na própolis e em seu resíduo. Esse fator deve ser considerado na interpretação dos resultados, pois a comparação direta entre os extratos e o controle pode ter sido influenciada por essa escolha.

6 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a própolis vermelha bruta apresenta um teor de umidade (5,89%) compatível com elevados padrões de qualidade, enquanto seu resíduo possui um teor significativamente maior (24,26%), possivelmente devido à presença de impurezas que retêm água. Ambos os materiais apresentaram teores de cinzas dentro dos limites legais, com valores de (1,39%) para a própolis e (2,23%) para o resíduo, atestando sua integridade.

A análise cromatográfica dos extratos de própolis vermelha e seu resíduo revelou semelhanças em termos de picos, especialmente na região de 19,5 a 21,5 minutos, sugerindo a presença de compostos comuns, embora com variações nas intensidades. O extrato da própolis vermelha apresentou mais picos, indicando maior diversidade de compostos. A baixa resolução dos picos, causada pela proximidade entre eles, dificultou a identificação precisa dos compostos, especialmente com a possível presença de isômeros. Em comparação com a própolis marrom, as amostras de própolis vermelha e resíduo se mostraram mais semelhantes, enquanto a própolis marrom apresentou padrões cromatográficos distintos, indicando composição química diferente. Alguns picos elevados nas amostras de própolis vermelha e resíduo não puderam ser identificados adequadamente, mas é possível que se tratem de isoflavonoides importantes como a homopterocarpina e a formononetina. A ausência de padrões de referência certificados, e o uso da própolis marrom, limita a identificação exata dos compostos. Estudos sugerem a presença de flavonoides como kaempferol, cumarina e luteolina, mas, sem padrões de referência, essas identificações são apenas indicativas. Técnicas complementares, como espectrometria de massa, seriam recomendadas para melhorar a resolução e permitir uma análise mais precisa dos compostos presentes.

A espectroscopia no infravermelho sugere a presença de grupos funcionais característicos de compostos fenólicos e flavonoides nos extratos da própolis vermelha e de seu resíduo e as diferenças nos espectros sugerem variações na composição química entre a própolis vermelha e seu resíduo.

A análise da atividade antifúngica indicou que o extrato do resíduo de própolis apresentou maior eficácia no combate ao fungo *Colletotrichum gloesporioides*, embora as zonas de inibição tenham exibido formas irregulares, dificultando a medição precisa dos seus diâmetros. A literatura sugere que compostos como o kaempferol, possivelmente presentes no extrato do resíduo, têm ação antifúngica contra esse fungo, o que pode explicar a atividade observada. Para aprimorar a precisão dos resultados, recomenda-se a utilização do etanol como

controle negativo, assegurando que os efeitos observados sejam de fato atribuíveis aos compostos presentes na própolis e no seu resíduo.

Embora não seja um estudo definitivo, estes achados abrem caminho para investigações futuras sobre as propriedades medicinais e o potencial de controle de doenças fúngicas por meio da própolis vermelha e seus subprodutos.

REFERÊNCIAS

- Alencar, S. M. (2010). **Documento técnico com a descrição da qualidade e características físico-químicas e biológicas da própolis vermelha que se devem essencialmente ao meio geográfico.** (Documento Técnico). Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Andrade, E. M et al., (2007). Caracterização morfo cultural e molecular de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 32(1), 21–31. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000100003>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- Andrade, J. K. S. et al. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity of brown, green and red propolis from Brazilian northeast region. **Food Research International**, São Cristóvão, n. 101, p. 129-138, aug, 2017.
- BASÍLIO, Jacqueline Arantes Diniz. **Desenvolvimento e avaliação in vitro da atividade cicatrizante de membranas poliméricas incorporadas com própolis vermelha.** 2018. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.
- BAUTISTA-BAÑOS, S, et al. A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. **Crop Protection**, v. 49, p. 8-20, 2013. Doi: 10.1016/j.cropro.2013.02.011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 03, de 19 jan. 2001. Anexo VI - Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de própolis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 jan. 2001. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/artesanaisetradicionais/assets/files/documento%201%20%20instrucao%20normativa%20sda%20n%2003%20de%2019012001.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- CAPDEVILLE, G.; SANTOS, J. R. P. **Metodologia para seleção e teste de microrganismos epífitas de frutos de mamão para utilização em controle biológico contra *Colletotrichum gloeosporioides*.** Boletim de Pesquisas e desenvolvimento-Embrapa, 21p. 2005.
- Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI). **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; 20th Informational Supplement (June 2010, Update).** CLSI document M100-S20-U. CLSI, Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standard Institute, 2010.
- CÖMERT, E. D.; GÖKMEN, V. Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century. **Food Research International**, v. 105, p. 76–93, 2018.
- Comex Stat - **Portal de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio**, 2024. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 15 ago 2024.
- DAUGSCH A. et al. **Própolis Vermelha e sua origem botânica.** Ed. Nectar Farmac.2006
- De Francisco, L, et al. (2018). Evaluation of radical scavenging activity, intestinal cell viability and antifungal activity of Brazilian propolis byproduct. **Food Research International**, 105, 537-547.

Elbaz, N. M., et al. (2016). Chitosan- based nano-in-microparticle carriers for enhanced oral delivery and anticancer activity of propolis. **International Journal of Biological Macromolecules**, 92, 254– 269.

FAO. Fruit and Vegetables – Your Dietary Essentials, **The International Year of Fruits and Vegetables**, 2021, background paper, Rome. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb2395en>. Acesso em: 15 ago 2024.

FAO. Crops and livestock products: Production quantities of Papayas by country. **FAOSTAT**, 2023. Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 26 set 2024

FARIA, A. R. N. et al. A cultura do mamão. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. v. 3, p. 119.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. **Análises de Própolis. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 171-178, 2006.

GROBÉRIO, Rafaela Barreto Cazaroto. **Desenvolvimento de Mudas de Mamão em Diferentes Tamanhos de Recipientes Após o Período Ideal de Plantio**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Santa Teresa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2708/TCC%20%20-%20Rafaela%20Mam%C3%A3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 fev. 2025.

GUERRA, Felipe Queiroga Sarmiento. **Avaliação da atividade antifúngica dos compostos cumarínicos frente às cepas do gênero aspergillus**. 2016. 133 f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos)- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

GÜLÇİN, I. Antioxidant activity of food constituents: An overview. **Archives of Toxicology**, v. 86, n. 3, p. 345–391, 2012.

HERRERA-LÓPEZ, M. G. et al. Bee species, botanical sources and the chemical composition of propolis from Yucatan, Mexico. **Journal of Chemical Ecology**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10886-023-01429-y>. Acesso em: 16 ago. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Produção Agrícola - Lavoura Permanente**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0> . Acesso em: 15 ago 2024

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro, 2020. ISBN 978-65-87201-15-3.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4.ed. São Paulo, 2005.

Kefialewa, Y.; Avalewb, A. Postharvest biological control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) on mango (*Mangifera indica*). **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 50, n. 1, p. 8-10, 2008.

LIMA, Luiz Arthur dos Anjos. **Resíduo de própolis vermelha: uma alternativa para a conservação de ovos de poedeiras comerciais**. 2021. 41f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019.

LIMA, Morgana Carine Santos de. **Desenvolvimento e caracterização de filme para uso alimentício à base do coproduto da extração da própolis vermelha**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, Maceió, 2022. Disponível em: https://www2.ifal.edu.br/ppgtec/tccs/arquivos/arquivos-tccs-2022/tcc_morgana-karine.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

LOPEZ, A.M.A. “**Normas de produção da Própolis Vermelha de Alagoas**”, Mimeo, Documento enviado ao INPI para solicitação da Indicação Geográfica, modalidade Denominação de Origem - Mista, Maceió, 2011.

Lorini, Alexandre, et al. Chemical Composition and Antifungal Activity of Propolis on *Aspergillus flavus*. **Bioscience Journal**, vol. 34, no. 5, 2018, pp. 1298-1307. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/12/967319/chemical-composition-and-antifungal-activity-of-propolis-on-asp_TBaxKyg.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

MARIANO, J. S. **Extração e caracterização de dois tipos de própolis: verde (mineira) e vermelha (alagoana)**. 2014. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Escola de engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2014.

Martinez, J., Ramírez, C., Gil, J., Quiñones, W., & Durango, D. (2023). Antifungal activity against anthracnose-causing species of homopterocarpin derivatives. **Heliyon**, 9(2), e13082. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13082>. Acesso em: 29 jan. 2025.

MENDONÇA, L.S. **Aspectos ambientais, químicos e biológicos relacionados à própolis vermelha**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Tiradentes, Aracaju, SE, 2011.

Menezes, H.. (2005). Própolis: Uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 72(3), 405–411. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v72p4052005>. Acesso em: 29 jan. 2025.

MORAES, Jairo Lucas de. **Detecção automática de doenças em frutos do mamão a partir da análise de imagens por meio de redes neurais profundas**. 2023. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023.

NUTELS, L. M et al. **Própolis Vermelha de Alagoas - Cartilha introdutória sobre a matéria-prima**. ebook Kindle. 1. Ed., 2018. ISBN: 978-1-73- 097418-2.

OLIVEIRA, AAR et al. Manejo de doenças do mamoeiro. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, BA, 2011.

OLIVEIRA, Naiara Jady Cândido. **Liofilização como método de conservação aplicada à produtos de origem vegetal : uma revisão bibliográfica**. 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão

de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

OLIVEIRA, Monique Estéffany Cavalcante da Silva. **Fungos em blocos multinutricionais adicionados com própolis vermelha**. 2020. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2022.

Periferakis, A et al., (2022). Kaempferol: Antimicrobial Properties, Sources, Clinical, and Traditional Applications. **International journal of molecular sciences**, 23(23), 15054. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms232315054>. Acesso em: 12 de fev. 2025.

Ribeiro, J. G., Serra, I. M. R. de S., & Araújo, M. U. P.. (2016). Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, 42(2), 160–164. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2023>. Acesso em: 12 de fev. 2025.

ROZATTO, Mariana Rodrigues. **Determinação da atividade antimicrobiana in vitro de extratos, frações e compostos isolados de Arrabidaea brachypoda**. 2012. 100 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/94817>. Acesso em: 12 de fev. 2025.

RUFATTO, L. C.; et al. Brazilian red propolis: Chemical composition and antibacterial activity determined using bioguided fractionation Short. **Microbiological Research**, v. 214, p. 74–82, 2018.

SANTOS, L. M. et al. Propolis: types, composition, biological activities, and veterinary product patent prospecting. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 4, p. 1369-1382, 2020.

Santos, L. S et al., (2024). Phenolic compounds and antifungal activity of ethyl acetate extract and methanolic extract from *Capsicum chinense* Jacq. ripe fruit. **Brazilian Journal of Biology**, 84, e258084. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.258084>. Acesso em: 12 de fev. 2025.

SANTOS, C. M. dos. **Caracterização e utilização de subprodutos do mamão (Carica papaya L.)**. 2015. 150 p. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/10284>. 12 de fev. 2025

SANTOS VIERIA, W.A. et al. *Colletotrichum truncatum* causing anthracnose on papaya fruit (Carica papaya) in Brazil. **Australian Plant Disease Notes**, v. 15, 2020.

Santos; L.S. et al. Phenolic compounds and antifungal activity of ethyl acetate extract and methanolic extract from *Capsicum chinense* Jacq. ripe fruit. **Braz. J. Biol.** . 2024. Vol. 84. Disponível em: doi: 10.1590/1519-6984.258084. Acesso em: 11 fev. 2025.

SILVA, Katiane Santiago. **Avaliação da agressividade de Colletotrichum gloeosporioides (Penz) em manga, mamão, maracujá e goiaba na pós-colheita**. 2005. 51 f. Dissertação (mestrado) em Agronomia - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2005.

Silva, R. A. D., Rodrigues, A. E., Ribeiro, M. C. M., Custódio, Â. R., Andrade, N. E. D., & Pereira, W. E. (2006). Características físico-químicas e atividade antimicrobiana de extratos de própolis da Paraíba, Brasil. **Ciência Rural**, 36, 1842-1848.

SILVA, B., et al. Chemical Composition and Botanical Origin of Red Propolis , a New Type of Brazilian Propolis. **eCAM**, v. 5, n. 3, p. 313–316, 2008.

SILVA, K. C. M. **Os diferentes tipos de própolis e suas indicações: uma revisão de literatura**. 2019. 53f. Dissertação (Mestrado em Sistema Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2018.

Siripatrawan & Vitchayakitti, W. (2016). Improving functional properties of chitosan films as active food packaging by incorporating with propolis. **Food Hydrocolloids**, 61, 695–702. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd>. Acesso em: 11 fev 2025.

SIQUEIRA, A.B.S. et al. **Trichophyton species susceptibility to green and red propolis from Brazil. Lett Appl Microbiol.** 48, 90–96, 2009.

SOBREIRA, A. L. de C.; et al. The antifungal activity of ethanol extract of red propolis against pathogenic isolates of *Candida* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 429–433, 2020. DOI: 10.18378/rvads.v15i4.7969. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/7969>. Acesso em: 21 aug. 2024.

Sousa, B. C. M. d. et al. (2022). Bioactivity of Ethanolic Extracts of *Dipteryx punctata* on *Colletotrichum musae*. **Agronomy**, 12(9), 2215. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy12092215>. Acesso em: 11 fev 2025.

VALVERDE, T. M. et al. Anti-Inflammatory, Antimicrobial, Antioxidant and Photoprotective Investigation of Red Propolis Extract as Sunscreen Formulation in Polawax Cream. **Int J Mol Sci**, v.24, n.6, p.5112, 2023.

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. V. 27, p. 186-192, 2002.

Téliz, O. D., & Mora, A. A. (2007). Produção de pectatase a pH elevado e reduzido por *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Disponível em doi: 10.5897/AJMR2014.6765. Acesso em: 11 fev. 2025.

Vaz, Priscila Dias da Silva, et al. Antifungal activity of *Origanum vulgare* and *Rosmarinus officinalis* phenolics-containing extracts against *Colletotrichum lindemuthianum* and in the suppression of anthracnose in common beans. **Research, Society and Development**, vol. 11, no. 9, 2022, e47911932145. Disponível em: doi: 10.33448/rsd-v11i9.32145. Acesso em: 11 fev 2025.

Weir, B.S; Johnston, P.R, Damm U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Stud Mycol.** 2012 Sep 15;73(1):115-80. Disponível em: doi: 10.3114/sim0011. Acesso em: 11 fev 2025.