

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

MARIA EDUARDA MARQUESAN DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA DE EXTRATOS BRUTOS DE *Hedychium*
coronarium: ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E ANTIOXIDANTE**

PATOS DE MINAS
MARÇO DE 2026

MARIA EDUARDA MARQUESAN DOS SANTOS

AVALIAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA DE EXTRATOS BRUTOS DE *Hedychium coronarium*: ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E ANTIOXIDANTE

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia

Prof^ª .Dra. Enyara Rezende Morais

PATOS DE MINAS

MARÇO DE 2026

MARIA EDUARDA MARQUESAN DOS SANTOS

Avaliação biológica e química de extratos brutos de *Hedychium coronarium*: atividade antibacteriana e antioxidante

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia

Banca examinadora:

Profa. Dra. Enyara Rezende Moraes - IBTEC - UFU
Presidente

Profa. Dra. Terezinha Aparecida Teixeira - IBTEC - UFU
Membro

Prof. Dr. Marcos de Souza Gomes - IQ - UFU
Membro

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa que se encontra no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) da Universidade Federal de Uberlândia.

Patos de Minas, 13 março de 2026

Dedico meu sucesso aos meus pais, que muito
fizeram para que eu chegasse aqui com sombra
e água fresca

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não representa apenas o fim de uma etapa acadêmica, mas o desfecho de uma caminhada que não percorri sozinha.

Expresso meu sincero agradecimento à minha orientadora, Profa. Dra. Enyara Rezende Moraes, pela confiança depositada desde o início desta pesquisa. Obrigada pela liberdade concedida na exploração dos caminhos científicos, pela paciência constante e por partilhar comigo a riqueza do conhecimento que carrega.

Agradeço a todos os colegas de laboratório que, de forma direta ou indireta, auxiliaram nas rotinas experimentais ou contribuíram para o meu amadurecimento profissional.

Aos meus amigos, que foram essenciais nesta jornada. Crescemos juntos, compartilhando memórias, risadas, choros e até mesmo as divergências que nos fortaleceram. Costumo dizer que amigos são como flores que encontramos em um caminho de pedras: das mais belas às mais diferentes; das mais perfumadas às mais resilientes. Fomos colhendo cada uma delas até transformar nossa trajetória em um jardim singular, que reflete cada fase da nossa jornada.

Um agradecimento especial à Maria Laura. Desde o nosso terceiro dia de faculdade, você tem sido meu apoio constante. Partilhamos conversas que definiram quem somos e, sem dúvida, a graduação foi muito mais leve ao seu lado.

Agradeço também a todas as pessoas que cruzaram meu caminho durante esses anos. Mesmo aquelas que não estão mais presentes, deixaram marcas que me ajudaram a chegar onde estou hoje.

À minha família, meu pilar e porto seguro. À minha mãe, Eliete, e ao meu pai, Benedito; aos meus avós, Vilmar e Luís; aos meus irmãos, Miguel e Brendon; e aos meus pais do coração, Sandra e Rafael. Mesmo a centenas de quilômetros de distância e passando datas comemorativas longe, vocês nunca permitiram que o espaço diminuísse o nosso laço ou o incentivo ao meu crescimento. Meus pais, com seu esforço incansável e dedicação absoluta, são tão merecedores deste momento quanto eu. À minha mãe e minha avó, obrigada pelas orações e por pedirem a São Jorge e São Bento que me protegessem em cada passo.

Por fim, presto minha homenagem àqueles que não puderam ver esta conquista fisicamente, mas que se fazem presentes em espírito e na minha memória: meu irmão Brendon Marquesan, meu avô Luis Marquesan e meu tio João Marquesan (*in memoriam*). Este triunfo também é de vocês.

RESUMO

A busca por novos compostos bioativos de matrizes vegetais é fundamental para o enfrentamento da resistência bacteriana e do estresse oxidativo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fitoquímico, antioxidante e antimicrobiano dos extratos metanólicos de folhas e flores de *Hedychium coronarium*. A metodologia consistiu na obtenção de extratos por maceração assistida por ultrassom, seguida da quantificação de compostos fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante pelos métodos de sequestro do radical ABTS e Poder Redutor. A atividade antibacteriana foi testada pelo método de difusão em disco frente às cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Os resultados demonstraram que o extrato das folhas possui maior teor de fenólicos em comparação às flores, o que refletiu em uma atividade antioxidante superior. No ensaio de Poder Redutor, as folhas apresentaram 223,78 mg EBHT/100g e as flores 112,89 mg EBHT/100g, revelando diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott. Observou-se um comportamento nitidamente dose-dependente, em que o aumento da concentração resultou na elevação da absorbância. Quanto à atividade antimicrobiana, não foram observados halos de inibição no teste realizado, o que pode estar relacionado à baixa difusibilidade dos compostos brutos na matriz sólida do ágar e não necessariamente à inatividade biológica. Conclui-se que as partes aéreas de *H. coronarium* apresentam potencial antioxidante relevante, sendo a fração foliar a mais promissora.

Palavras-chave: Atividade antioxidante. Bioprospecção. Compostos fenólicos. Extratos vegetais. *Hedychium coronarium*.

ABSTRACT

The search for new bioactive compounds from plant matrices is fundamental for combating bacterial resistance and oxidative stress. This study aimed to evaluate the phytochemical, antioxidant, and antimicrobial potential of methanolic extracts from the leaves and flowers of Hedychium coronarium. The methodology consisted of obtaining extracts through ultrasound-assisted maceration, followed by the quantification of total phenolic compounds and the evaluation of antioxidant activity using ABTS radical scavenging and Reducing Power methods. Antibacterial activity was tested using the disc diffusion method against Staphylococcus aureus and Escherichia coli strains. The results demonstrated that the leaf extract has a higher phenolic content compared to the flowers, reflecting superior antioxidant activity. In the Reducing Power assay, leaves showed 223.78 mg EBHT/100g and flowers 112.89 mg EBHT/100g, revealing statistically significant differences ($p < 0.05$) by the Scott-Knott test. A clear dose-dependent behavior was observed, in which increasing concentrations led to an increase in absorbance. Regarding antimicrobial activity, no inhibition zones were observed. The discussion indicates that the absence of zones may be related to the low diffusibility of the crude compounds in the solid agar matrix and not necessarily to biological inactivity. It is concluded that the aerial parts of H. coronarium show relevant antioxidant potential, with the leaf fraction being the most promising.

Keywords: *Antioxidant activity. Bacterial resistance. Hedychium coronarium. Phenolic compounds.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação da atividade antioxidante pelo método do Poder Redutor em mg EBHT/100 g

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva padrão de ácido gálico obtida pelo método de <i>Folin-Ciocalteu</i>	18
Figura 2 – Teor de fenólicos totais dos extratos de flor e folha de <i>H. coronarium</i>	20
Figura 3 – Atividade antioxidante dos extratos pelo método de sequestro do radical ABTS..	22
Figura 4 – Atividade antioxidante dos extratos pelo método do Poder Redutor	23
Figura 5 – Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato das folhas	25
Figura 6 – Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato das flores	26

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBEJETIVOS.....	13
2.1 Objetivos Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Coleta, identificação e obtenção dos materiais vegetais.....	14
3.2 Obtenção dos extratos vegetais de <i>Hedychium coronarium</i>	14
3.3 Quantificação de compostos fenólicos	15
3.4 Teste de atividade antimicrobiana	15
3.5 Método do sequestro dos radicais livres ABTS.....	15
3.6 Teste do poder redutor.	16
3.7 Análises estatísticas	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Determinação de compostos fenólicos pelo método de <i>Folin Ciocalteu</i>	17
4.2 Determinação de potencial antioxidante.....	20
4.2.1 Método do sequestro de radical livre ABTS	20
4.2.2 Método do poder redutor	21
4.3 Atividade antibacteriana	23
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, especulava-se sobre a existência de organismos menores do que aqueles visíveis a olho nu, com teorias sugerindo a presença de seres diminutos em estruturas ainda mais reduzidas. Também havia a crença de que as doenças se propagavam por meio de "sementes". Contudo, foi Antony Van Leeuwenhoek, em 1670, considerado o pai da Microbiologia, quem comprovou a existência de microrganismos após a invenção do microscópio, refutando a hipótese da geração espontânea (Nogueira; Silva Filho, 2015)

O médico inglês Alexander Fleming, motivado pela observação de infecções fatais em feridas de soldados durante a Primeira Guerra Mundial, dedicou-se à busca de novos agentes antissépticos (*fungo Penicillium chrysogenum* Tortora et al., 2017). Acidentalmente, Fleming observou que o era capaz de inibir o crescimento bacteriano, descoberta que fundamentou a produção da penicilina e revolucionou a terapêutica antibiótica (GAYNES, 2017). Esse marco impulsionou a exploração sistemática de produtos naturais, bem como o desenvolvimento de derivados sintéticos e semissintéticos, que passaram a dominar o mercado farmacêutico nas décadas seguintes (NEWMAN; CRAGG, 2020)

Em meados dos anos 2000, as ferramentas mais utilizadas nas buscas por antibióticos foram a genômica e as triagens de coleções de compostos, em detrimento das triagens de produtos naturais microbianos (Guimarães; Momesso; Pupo, 2010). Entretanto, houve uma estagnação significativa na identificação de novos compostos e, ao mesmo tempo, um aumento considerável na seleção de bactérias resistentes.

O fenômeno chamado de resistência antimicrobiana (RAM) é, atualmente, considerado um dos maiores problemas para a saúde pública global (OMS, 2023). A RAM tem custos significativos para os sistemas de saúde e economias nacionais, já que cria a necessidade de cuidados mais intensivos e caros, afetando, assim, a produtividade dos pacientes ou dos cuidadores, por meio de internações hospitalares mais longas (OMS, 2023).

Dada a complexidade e multicausalidade da resistência antimicrobiana, as respostas para seu enfrentamento envolvem redes de regulação em várias etapas da cadeia produtiva, utilização e comercialização de antimicrobianos (Guimarães; Momesso; Pupo, 2010), mas também evidenciam a necessidade de novos agentes antibióticos, seja pelo interesse no avanço da ciência, seja para o tratamento e amenização dos problemas causados pela resistência.

No Brasil, o primeiro registro sobre o uso de plantas como remédio foi feito por Gabriel Soares de Souza, autor do Tratado Descritivo do Brasil, publicado em 1587. Nessa obra, ele

descreveu os produtos medicinais utilizados pelos indígenas, referindo-se a "as árvores e ervas da virtude" (Souza, 1587). Com a chegada dos primeiros médicos portugueses ao país, diante da falta de medicamentos europeus na colônia, eles reconheceram a importância das plantas medicinais empregadas pelos povos indígenas (Crestanello et al., 2011.)

As plantas medicinais são usadas principalmente como opções de tratamento complementar, geralmente sendo usadas pela população através de chás e macerações, que podem resultar em pastas, óleos ou até mesmo pomadas. Tal prática é chamada de medicina tradicional, sendo um conjunto heterogêneo de práticas e saberes empíricos que podem ou não ter benefícios, como atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e analgésicas (Tavares; Barreto; Seca, 2020).

Como estratégia para estudo e comprovação científica dessas práticas, a abordagem etnofarmacológica consiste em combinar informações adquiridas de comunidades ou tradição com estudos químicos e farmacológicos que comprovem com embasamento científico se tal prática é de fato relevante ou apenas possui um efeito placebo (Elisabetsky, 2003).

Nesse contexto, nos últimos anos, pesquisadores têm voltado sua atenção para fontes naturais pouco estudadas, como, por exemplo, espécies vegetais, que geralmente possuem estruturas químicas complexas e importantes, gerando interesse por seu potencial de uso em fins terapêuticos ou como precursores de fármacos semissintéticos (Silva; Nogueira, 2021).

A espécie *Hedychium coronarium* pertence à família *Zingiberaceae*, da classe monocotiledôneas, nativas da Ásia Tropical, especificamente de regiões que abrangem a Índia, Nepal e Vietnã, é uma planta herbácea ereta, crescendo de 1 a 2,5 metros, contendo rizomas polposos de 2,5 a 5 centímetros de diâmetro, sendo fortemente aromáticos e possuindo vários colmos que podem surgir do rizoma para formação de clones. Suas folhas emergem entre as brácteas, sendo possíveis de 2 a 4 flores por bráctea, de coloração branca e intensamente perfumadas (Rojas-Sandoval; Acevedo-Rodríguez, 2022).

Por ser chamativa, tanto pela beleza quanto pelo seu cheiro, foi levada para diversas partes do mundo, onde se tornou uma planta ornamental e paisagística, e, posteriormente, considerada como invasora. No Brasil, acredita-se que a planta tenha sido trazida por escravos africanos, que usavam as folhas dessas plantas nos colchões (Kissmann, 1997). Atualmente, a espécie está presente em toda a extensão do Brasil ocorrendo em brejos e áreas mais úmidas, murchando no inverno, mas voltando a florescer na primavera (Rojas; Rodríguez, 2022). Como é considerada uma espécie exótica invasora, além da sua fácil proliferação, existe também a

problemática de sua capacidade de acumular elementos como nitrato, potássio e fósforo no tecido vegetal, apresentando um potencial fitoextrator (Volpi et al., 2024).

O uso da medicina tradicional com espécies de *Hedychium* é comum em diversos países, sendo relatadas como possuidoras de propriedades analgésicas, antimicrobianas, antidiabéticas, anti-inflamatórias, antitumorais, antialérgicas, anti-histamínicas e antioxidantes (Pooja; Pachurekar; Dixit, 2017). Além de usos medicinais, também são usadas em dietas, servidas em forma de chá, cozidos ou temperos.

Nos últimos anos, diversos estudos com espécies do gênero *Hedychium* foram publicados, bem como a avaliação das atividades farmacológicas exibidas por seus extratos orgânicos, óleos essenciais e compostos puros, muitos apresentando resultados positivos e interessantes, que mostram como esse gênero de plantas pode ser considerado promissor para o avanço da ciência. (Bisht et al., 2006; Prakash et al., 2010; Bag et al., 2013; Tavares; Barreto; Seca, 2020)

O presente estudo tem como objetivo coletar e obter o extrato das folhas e flores da espécie *Hedychium coronarium*, a fim de determinar o teor de compostos fenólicos totais e avaliar suas atividades antioxidante e antimicrobiana.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Dosar o conteúdo de compostos fenólicos e avaliar a atividade antioxidante e potencial antimicrobiano dos compostos bioativos presente no extrato bruto vegetal das flores e folhas da espécie *Hedychium coronarium*.

2.2 Objetivos Específicos

Dosar o conteúdo de compostos fenólicos presentes no extrato vegetal através de ensaios colorimétricos específicos (como o método de Folin-Ciocalteu), permitindo caracterizar o perfil fitoquímico da amostra. Além disso, testar a atividade antioxidante dos extratos brutos. Por fim, avaliar a atividade antimicrobiana do extrato contra bactérias gram-positiva e gram-negativa, utilizando método *in vitro* para avaliar seu potencial terapêutico e sua viabilidade como alternativa no combate a microrganismos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta, identificação e obtenção dos materiais vegetais.

Os materiais vegetais da espécie selecionada, *Hedychium coronarium*, foram coletados no município de Guarda-Mor, Minas Gerais, Brasil (latitude 17°54'30.06"S, longitude 47°02'35.23"W). A coleta foi realizada em área de brejo, caracterizada por solo úmido e de difícil acesso, onde se observou alta densidade populacional da espécie formando touceiras densas e de grande porte, em zona de transição com mata fechada. A identificação taxonômica foi realizada por meio de análise morfológica comparativa, utilizando-se como referencial descritivo a base de dados botânicos Flora & Fauna Web, mantida pelo National Parks Board (NPARKS, 2026), confrontando-se as características das inflorescências e folhagem com os padrões diagnósticos da espécie. As exsiccatas do vegetal foram confeccionadas e depositadas no Herbário da Universidade Federal de Uberlândia (HUFU). Após a coleta, as folhas e flores foram separadas, higienizadas e mantidas sob congelamento para posterior processamento.

3.2 Obtenção dos extratos vegetais de *Hedychium coronarium*.

As folhas e flores de *H.coronarium* foram armazenadas previamente em freezer e depois submetidas à liofilização para remoção da água. As amostras no liofilizador foram mantidas a temperatura de - 55°C sob alta pressão por 3 dias. Depois de secas, as amostras foram trituradas, separadamente, em um moinho de facas até a obtenção de um pó fino. Foram pesadas e colocadas cada uma em um *erlenmeyer*: 10g do pó das folhas de *H.coronarium* e 5g do pó das flores de *H.coronarium*. Foram adicionadas diferentes quantidades do solvente metanol de acordo com a quantidade pesada: folhas de *H.coronarium* 1/10 (p/v) e flores de *H.coronarium* 1/20 (p/v). Os frascos foram submetidos a três pulsos de 5 minutos a 37°C em um banho de ultrassom, para romper as membranas celulares, com repouso fora do banho de 3 minutos entre cada um dos pulsos. Depois as amostras foram filtradas a vácuo para remover os sólidos. E então, foram levadas a um rotaevaporador a 55°C para remoção do solvente e purificação do extrato. Após a remoção do metanol, os produtos foram retirados do balão com água destilada para a solução do extrato. Uma nova liofilização foi realizada para remoção da

água, obtendo assim os extratos brutos secos das folhas e flores para serem usados nos próximos testes. Uma solução mãe foi obtida para cada extrato com 100mg/ mL utilizando água destilada como solvente.

3.3 Quantificação de compostos fenólicos

Os extratos foram diluídos em água e suas concentrações teste foi de 1mg/mL cada (diluição de 100 vezes da solução mãe). Depois, foi adicionado o reagente de *Folin-Ciocalteu* para reação com os compostos fenólicos, as amostras repousaram por 2 minutos a temperatura ambiente. Adicionou-se a solução de carbonato de sódio e agitou o vórtex. Os tubos tipo *ependorf* contendo a reação foram colocados em banho-maria por 15 minutos a 50°C e depois levados ao congelador por cerca de 5 minutos. Então as amostras foram lidas em um espectrofotômetro a 760 nm, para a quantificação dos compostos fenólicos. O experimento foi realizado em triplicata. (Waterhouse, 2002)

3.4 Teste de atividade antimicrobiana

Foram realizadas triplicatas de cada amostra tanto para a bactéria Gram-positiva quanto para a bactéria Gram-negativa. As bactérias usadas foram *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, que foram inicialmente descongeladas e cultivadas em caldo nutriente líquido para crescimento. Depois, foram transferidas para um meio sólido e deixadas crescendo por um dia em uma estufa na temperatura de 37°C. Após o crescimento, uma raspagem foi realizada para fazer uma suspensão em solução salina até atingirem a concentração de 10^8 UFC/mL, conforme a escala de *Mac Farland*. Essas bactérias foram inoculadas em placas de Petri contendo meio *Muller-Hinton*. E discos de papel filtro estéreis foram embebidos nos extratos brutos vegetais com concentração de 100mg/mL e posicionados nas placas, juntamente com discos contendo controle positivo (antibiótico) e controle negativo (água destilada). As placas foram incubadas na estufa a 37°C por 24 horas e depois os resultados foram analisados, verificando a formação de halos de inibição ao redor dos discos.

3.5 Método do sequestro dos radicais livres ABTS

A formação do cátion radical ABTS ((2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]) foi realizada de acordo com Antunes et al. (2010). Para o ensaio, 50 µL de cada um

dos dois extratos foram testados. Inicialmente, utilizaram-se concentrações de 1250, 2500, 5000, 10000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ contudo, devido à ausência de atividade inibitória nessas faixas, as concentrações foram ajustadas para 10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e foram adicionados 2950 μL da solução do radical ABTS $\bullet^+$. A absorbância foi monitorada espectrofotometricamente a 735 nm, após a solução ficar em repouso durante 6 minutos no escuro. A absorção de uma amostra contendo a mesma quantidade de etanol e uma solução do radical ABTS $\bullet^+$ atuaram como controle negativo. A porcentagem de inibição do radical ABTS $\bullet^+$ pelas amostras foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ Inibição radical} = [(ACN - AAm) / ACN] * 100$$

Em que:

ACN = Absorbância do controle negativo

AAm = Absorbância da amostra

3.6 Teste do poder redutor.

Em um tubo de ensaio foi adicionada uma alíquota de 0,1 mL das soluções dos dois extratos nas concentrações de 10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, juntamente com 1 mL de solução tampão fosfato (pH= 7,4) e 1,0 mL da solução aquosa de ferricianeto de potássio 1%. Após 30 minutos de incubação a 50°C, foram adicionados 0,5 mL de ácido tricloroacético 10%, 1,5 mL de água destilada e 0,3 mL de cloreto férrico. Em seguida foi realizada a leitura a 700 nm e os valores foram comparados com uma curva para várias concentrações de BHT (2000, 1000, 500, 250, 125, 62,5; 31,25 e 16,625 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de BHT por g de cada um dos extratos (Oyaizu, 1986).

3.7 Análises estatísticas

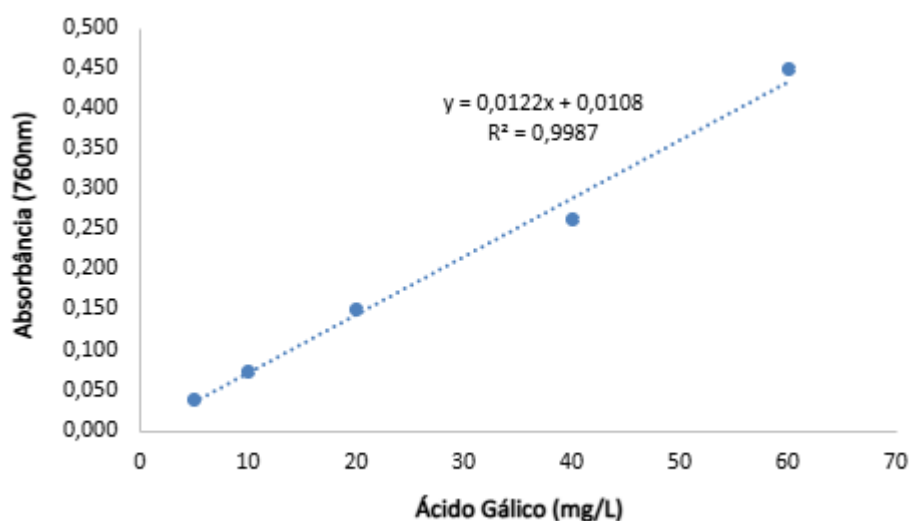
Os resultados para as atividades antioxidantes pelos métodos ABTS e Poder Redutor, foram analisados conforme a variância, seguidos pelo teste F, para verificar a existência de diferença entre os extratos e as concentrações de cada extrato, de acordo com a aplicação de cada metodologia utilizada. As análises foram realizadas utilizando o programa Sisvar® e as médias comparadas pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados foram plotados em gráficos de barras e o software empregado foi o GraphPad Prism versão 5.01.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação de compostos fenólicos pelo método de *Folin Ciocalteu*

A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada utilizando o reagente de *Folin-Ciocalteu*, conforme a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965). A quantificação foi baseada em uma curva padrão de ácido gálico construída através de cinco concentrações conhecidas. Na **Figura 1** está representada a absorbância por concentração de ácido gálico nas concentrações conhecidas de 5 a 60 mg/L.

Figura 1: Curva padrão de ácido gálico obtida pelo reagente de *Folin-Ciocalteu* para quantificação de compostos fenólicos totais. O gráfico apresenta a correlação linear entre a absorbância medida em espectrofotômetro (760 nm) e as concentrações de ácido gálico em um intervalo de 5 a 60 mg/L. A equação da reta gerada foi $y = 0,0122x + 0,0108$, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,9987.



Fonte: O autor (2025).

O ácido gálico é amplamente empregado como padrão de referência para a quantificação de compostos fenólicos em extratos vegetais em decorrência da sua elevada representatividade estrutural de outras moléculas da mesma classe (Kupina, 2017). A partir da equação da reta obtida pela curva-padrão ($y = 0,0122x + 0,0108$), os valores de absorbância medidos para as amostras (y) foram utilizados para calcular a concentração de fenólicos totais (x), expressos em equivalentes de ácido gálico por grama de extrato em estudo."

Os extratos brutos de flores e folhas de *Hedychium coronarium* foram inicialmente preparados em uma concentração-mãe de 100 mg/mL, para a realização do ensaio, procedeu-se uma diluição de 100 vezes em água, resultando em uma concentração final de trabalho de 1 mg/mL. O experimento foi realizado em triplicata técnica. Para os extratos produzidos através das flores, o valor médio de absorbância foi de 0,150 com desvio padrão de 0,002082. Aqueles produzidos através das folhas apresentaram absorbância média de 0,189, com desvio padrão de 0,006110. Com base nos dados obtidos, a determinação dos valores representativos da concentração de compostos fenólicos pode ser calculada através da equação da reta, gerada pela curva padrão de ácido gálico, em formato $y = ax + b$, onde:

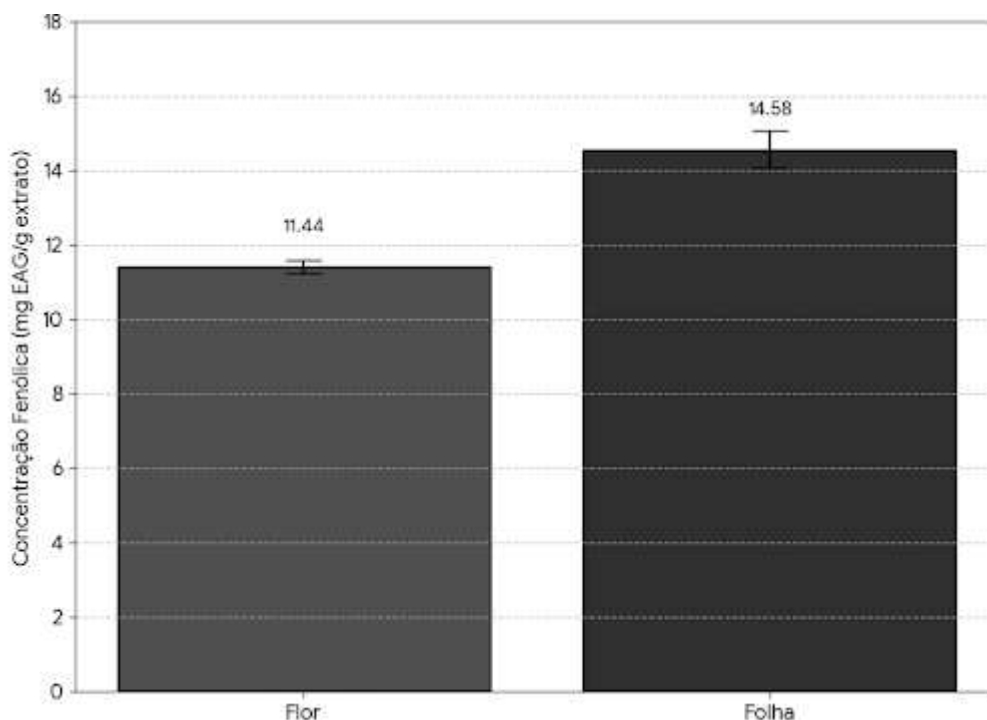
a = inclinação da reta (variação da absorbância por unidade de concentração);

b = intercepto (absorbância quando a concentração é zero);

X = quantidade de compostos fenólicos da amostra, expressa em equivalentes de ácido gálico (EAG).

Dessa forma, com a aplicação da equação da reta obtida ($y = 0,0122 x + 0,0108$) constatou-se que para os extratos florais, há uma concentração de $11,437 \pm 0,170$ mg de Equivalentes de Ácido Gálico (EAG) por grama de extrato bruto. Já para os extratos foliares, a concentração determinada foi de $14,579 \pm 0,500$ mg EAG por grama de extrato bruto (**Figura 2**).

Figura 2: Teor de fenólicos totais dos extratos de flor e folha de *H. coronarium*. Os resultados representam a quantificação dos compostos fenólicos totais pelo método de *Folin-Ciocalteu* e estão expressos como a média $\pm$ desvio padrão ($n = 3$). A concentração é apresentada em miligramas de Equivalentes de Ácido Gálico (EAG) por grama de extrato bruto (mg EAG/g).



Fonte: O autor (2025)

Comparando com os resultados obtidos com a literatura, observa-se que os valores são condizentes para com o gênero *Hedychium*. Bag, Devi e Bhuyan (2013) relataram concentrações de 19,48 mg EAG/g para rizomas de *H. spicatum* e 28,16 mg EAG/g para rizomas de *H. rubrum*. Embora os valores obtidos para as partes aéreas de *H. coronarium* neste estudo sejam inferiores aos relatados para rizomas de *H. spicatum* e *H. rubrum* (Bag et al., 2013), essa diferença é justificada pela especialização funcional dos órgãos. Diferente das folhas e flores, que são tecidos sazonais com alta rotatividade metabólica, os rizomas atuam como drenos metabólicos perenes, especializados no acúmulo e armazenamento de metabólitos secundários (Panigrahy et al., 2017). Além disso, o ambiente subterrâneo confere maior estabilidade a esses compostos, protegendo-os da fotodegradação direta causada pela radiação ultravioleta, à qual os tecidos aéreos estão constantemente expostos (Tavares; Barreto; Seca, 2020).

A quantificação de compostos fenólicos totais revelou uma distribuição heterogênea desses metabólitos entre as partes vegetais analisadas. Observou-se que o extrato das folhas apresentou concentração maior (14,579 mg EAG/g), em relação ao teor encontrado nas flores (11,437 mg EAG/g). Esse perfil fitoquímico pode ser atribuído à fisiologia vegetal, uma vez que as folhas, sendo os órgãos responsáveis pela fotossíntese, estão constantemente expostas à radiação ultravioleta e a fatores de estresse biótico e abiótico. Consequentemente, há uma

tendência de maior biossíntese e acúmulo de compostos fenólicos nesses tecidos para atuar na fotoproteção e como mecanismo de defesa antioxidante primário (Taiz et al., 2013).

A análise comparativa entre os resultados obtidos e os dados reportados para outras espécies do gênero *Hedychium* revela um paralelismo fitoquímico significativo. Bag, Devi e Bhuyan (2013) registraram teores de 19,48 mg EAG/g em *H. spicatum* e 28,16 mg EAG/g em *H. rubrum*, valores que, embora superiores aos quantificados para a *H. coronarium* (flores: 11,437 e folhas: 14,579 mg EAG/g), situam a espécie em estudo dentro de uma faixa de concentração característica para o gênero. Demonstrando assim, as variações químicas naturais que ocorrem entre as diferentes espécies desse gênero, possivelmente influenciada por determinantes edafoclimáticos, pelos estágios de desenvolvimento da planta ou pelas variações genéticas da região onde foi coletada.

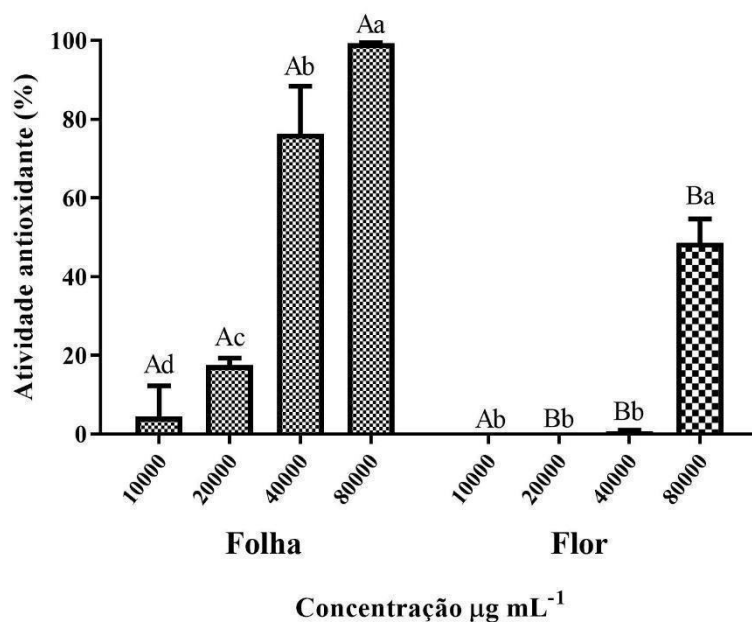
São escassos os trabalhos que realizam avaliações semelhantes em exemplares de *H. coronarium*. Quando disponíveis, esses trabalhos priorizaram a avaliação de partes como seus rizomas, que frequentemente são associados ao acúmulo de componentes fitoterápicos secundários em plantas medicinais (Panigrahy et al., 2017). Desta forma, a investigação de flores e folhas torna-se altamente relevante, pois contribui para uma caracterização fitoquímica mais abrangente da espécie, permitindo uma compreensão total do seu potencial biológico e não apenas das partes subterrâneas.

4.2 Determinação de potencial antioxidante

4.2.1 Método do sequestro de radical livre ABTS

O ensaio de sequestro do radical catiônico ABTS⁺ [ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)] foi empregado para avaliar a capacidade dos extratos brutos de flores e folhas de *H. coronarium* em neutralizar radicais livres. Foram analisadas quatro concentrações, variando entre 10.000 a 80.000 µg/mL de cada extrato (**Figura 3**).

Figura 3: Atividade antioxidante dos extratos brutos de folhas e flores de *H. coronarium* pelo método de sequestro do radical ABTS. Os resultados são expressos em porcentagem de inibição como média ± desvio padrão ($n=3$) nas concentrações de 10 a 80 mg/mL. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) pelo teste de *Scott-Knott*. Letras maiúsculas comparam os extratos (Folha vs. Flor) na mesma concentração; letras minúsculas comparam as diferentes concentrações de um mesmo extrato.



Fonte: O autor 2025

Os resultados demonstraram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott, conforme evidenciado pela presença de médias seguidas por letras distintas (**Figura 3**). Observou-se que a atividade antioxidante foi influenciada tanto pela parte da planta utilizada quanto pela dosagem aplicada, destacando-se que o extrato das flores manifestou capacidade de sequestro apenas na concentração máxima avaliada.

Conforme observado na Figura 3, o extrato das folhas de *H. coronarium* apresentou um potencial antioxidante superior às flores a partir da dosagem de 10.000 µg/mL. Esse comportamento do extrato das folhas caracteriza-se como dose-dependente, visto que o incremento na concentração do extrato resultou em uma elevação direta da porcentagem da atividade antioxidante. Isso ocorre porque concentrações mais altas disponibilizam uma densidade maior de metabólitos secundários capazes de reagir com o radical ABTS, otimizando a resposta antioxidante da amostra. Em contrapartida, o extrato das flores demonstrou uma atividade reduzida, tornando-se detectável apenas na maior dosagem analisada de 80.000 µg/mL.

Essa disparidade de desempenho entre as frações analisadas pode ser fundamentada pela variação no teor de compostos fenólicos totais, visto que o extrato foliar apresentou uma concentração de metabólitos maior (14,579 mg EAG/g) em comparação à floral (11,437 mg EAG/g). Estes resultados corroboram os achados de Chan et al. (2008) e Ho (2011), que também identificaram teores de fenólicos e capacidades antioxidantes mais elevadas em folhas de *H. coronarium* do que em outras partes aéreas. Além disso, a superioridade dos extratos

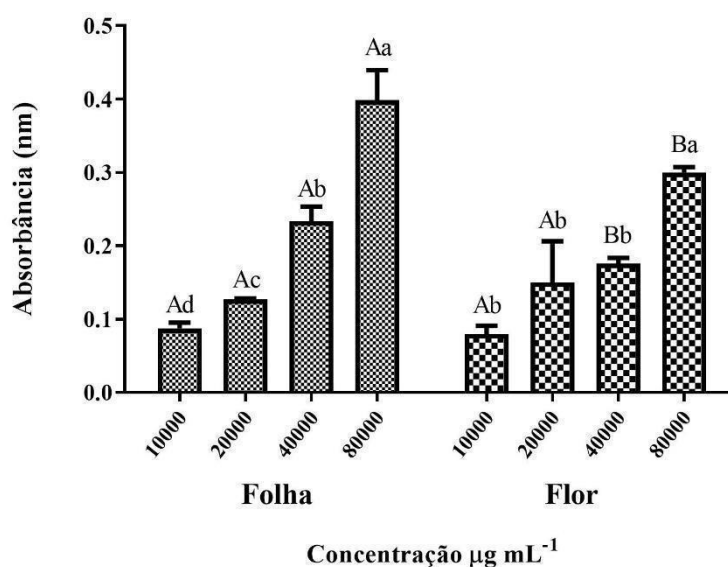
foliares frente aos florais é descrita por Tavares, Barreto e Seca (2020) como uma característica comum do gênero *Hedychium*, onde a maior diversidade de terpenos e fenólicos nas folhas potencializa o sequestro de radicais livres.

Do ponto de vista fisiológico, essa diferença ocorre porque as folhas são os órgãos responsáveis pela fotossíntese e estão sujeitas a uma exposição direta e contínua à radiação ultravioleta, exigindo uma biossíntese mais acentuada de compostos antioxidantes para atuar na fotoproteção. Por outro lado, as flores são estruturas temporárias com funções reprodutivas específicas, o que justifica um menor investimento metabólico em defesas antioxidantes primárias em comparação aos tecidos vegetativos permanentes (Taiz et al., 2017)

4.2.2 Método do poder redutor

O ensaio do Poder Redutor, que avalia a capacidade de doação de elétrons para a redução de íons férricos (Fe^{3+}) a ferrosos (Fe^{2+}), revelou resultados promissores com diferença estatística ($p < 0,05$) pelo teste de *Scott-Knott* (**Figura 4**).

Figura 4: Atividade antioxidante dos extratos brutos das folhas e flores de *H. coronarium* pelo método do Poder Redutor. Os resultados são expressos em Absorbância (média $\pm$ desvio padrão, $n=3$) nas concentrações de 10 a 80 mg/mL. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas comparam os extratos (Folha vs. Flor) na mesma concentração; letras minúsculas comparam as diferentes concentrações de um mesmo extrato.



Fonte: O autor (2025)

Diferente do observado no método ABTS, ambos os extratos apresentaram capacidade redutora. No extrato bruto das folhas é nitidamente dose-dependente, à medida que a

concentração da amostra aumentou, observou-se uma elevação proporcional nos valores de absorbância, o que confirma a presença de compostos bioativos eficientes na doação de elétrons. Já no extrato bruto das flores, observa-se a capacidade redutora, uma ação antioxidante que não apareceu no teste anterior, porém a relação dose-dependente aparece apenas nas duas últimas e maiores concentrações testadas (40.000 e 80.000 $\mu\text{g/mL}$). A quantificação da atividade antioxidante pelo método do poder redutor foi de 223,78 mg EBHT/100g para as folhas e 112,89 mg EBHT/100g para as flores (**Tabela 1**).

Tabela 1: Avaliação da atividade antioxidante dos extratos brutos das folhas e flores de *H. coronarium* pelo método do Poder Redutor expressa em miligramas equivalentes de butil-hidroxitolueno por 100 g de extrato (mg EBHT/100 g). Médias seguidas por letras distintas indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

	Poder Redutor
	mg EBHT 100g do extrato
Folha	223,78 A
Flor	112,89 B

Fonte: O autor (2025)

Observa-se, portanto, um maior potencial antioxidante no extrato bruto das folhas em relação às flores, corroborando o resultado do método do sequestro de radical livre ABTS. Portanto, o extrato bruto das folhas tem maior potencial antioxidante em comparação com as flores.

Embora os resultados evidenciem uma variação fitoquímica entre os órgãos analisados, com superioridade das folhas sobre as flores, a atividade antioxidante da *H. coronarium* é condizente com o perfil fitoquímico descrito para o gênero *Hedychium*. Ao contrastar os valores de 223,78 mg EBHT 100g (folhas) e 112,89 mg EBHT 100g (flores) obtidos neste estudo com os achados de Bag, Devi e Bhuyan (2013), observa-se que o potencial bioativo se manifesta em diferentes partes da planta. Enquanto a literatura indica teores fenólicos de até 28,16 mg EAG g em rizomas, os dados aqui apresentados confirmam que as partes aéreas da espécie também possuem eficiência na doação de elétrons, conforme corroborado por Prakash et al. (2010). Assim, os resultados validam a presença de compostos antioxidantes como uma característica intrínseca ao táxon, ainda que as concentrações variem conforme o órgão vegetal analisado.

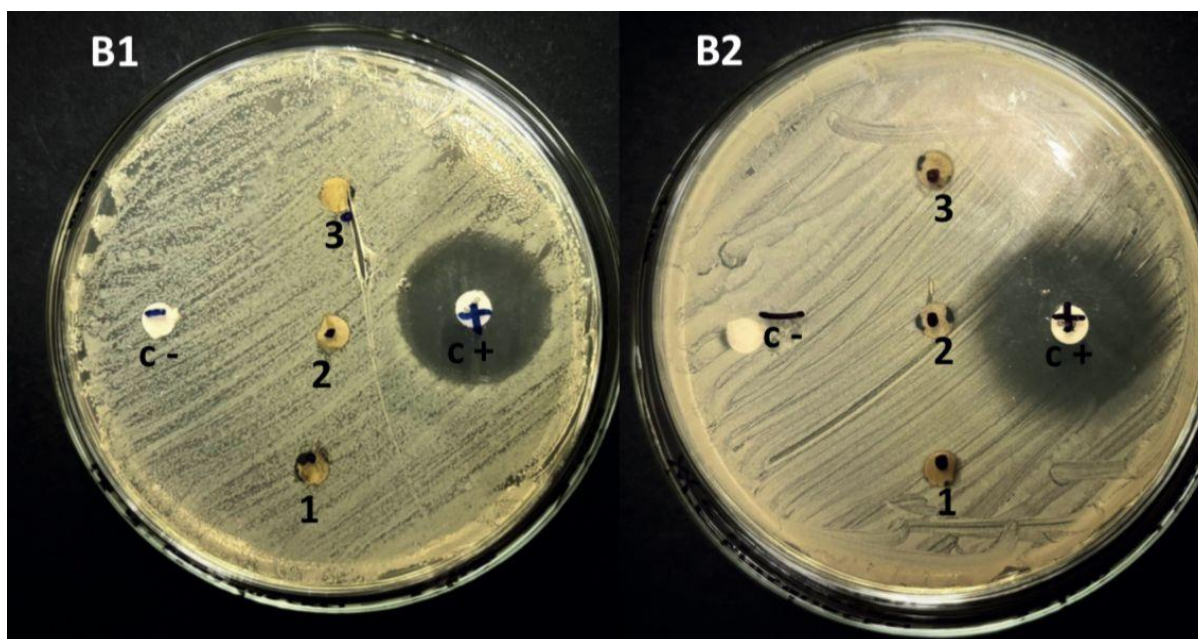
A superioridade da atividade antioxidante observada no extrato foliar está diretamente correlacionada ao maior teor de compostos fenólicos totais quantificados nesta fração ($14,579 \pm 0,500$ mg EAG/g). Essa relação é amplamente documentada na literatura científica, onde estudos como os de Morsy et al. (2016) e Kumar et al. (2018) estabelecem uma correlação

positiva e significativa entre a densidade de compostos fenólicos totais e a capacidade de sequestro de radicais livres em extratos vegetais. Do ponto de vista químico, a eficácia antioxidante dos compostos fenólicos deve-se à sua capacidade de atuar como agentes redutores através da doação de elétrons ou átomos de hidrogênio, o que neutraliza espécies reativas de oxigênio e interrompe reações em cadeia de oxidação (Taiz et al., 2017). Assim, os resultados obtidos no ensaio de Poder Redutor (223,78 mg EBHT/100g para folhas e 112,89 mg EBHT/100g para flores) acompanham proporcionalmente a carga fitoquímica das amostras, validando o potencial da *H. coronarium* como uma fonte promissora de compostos bioativos com ação protetora contra o estresse oxidativo

4.3 Atividade antibacteriana

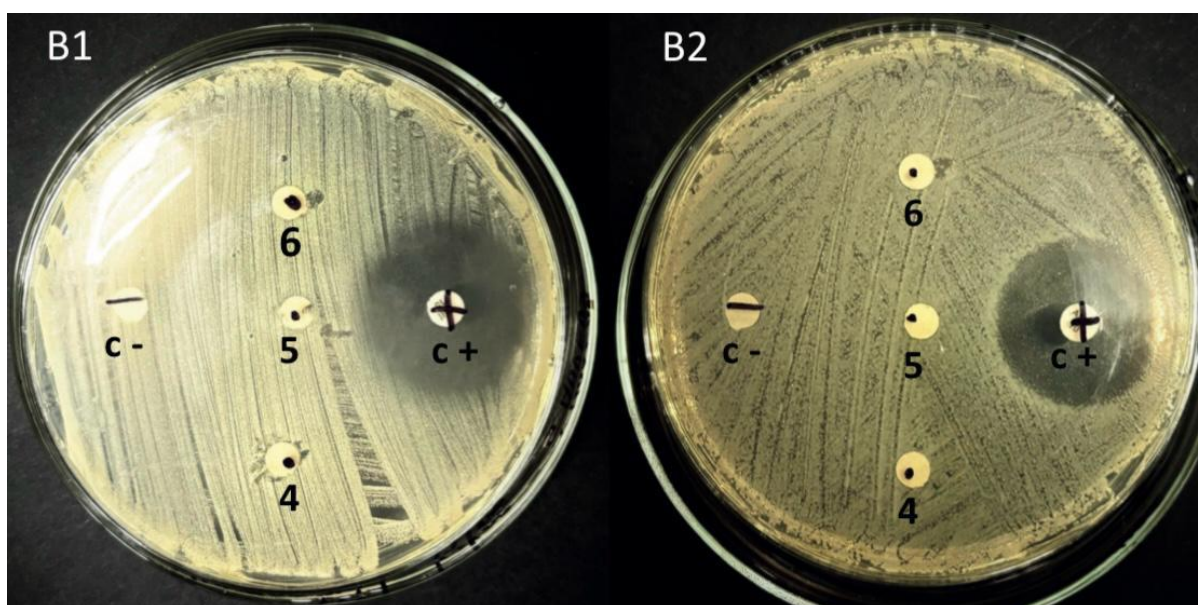
Os extratos das folhas e flores de *H. coronarium* foram avaliados quanto a inibição do crescimento bacteriano determinado através da medição de halos de inibição pelo teste de disco de difusão. Os extratos brutos em estudo não apresentaram capacidade inibitória do crescimento bacteriano pelo método de disco de difusão contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Os extratos brutos das folhas e flores de *H. coronarium* não foram capazes de gerar um halo de inibição mensurável (**Figuras 5 e 6**), o que pode ser um indicativo de uma limitação na difusibilidade dos compostos no meio sólido.

Figura 5 – Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato das folhas de *H. coronarium* frente às bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* pelo método de difusão em disco. B1 = Placa inoculada com *Escherichia coli* (ATCC 25922); B2 = Placa inoculada com *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). C+ = Controle positivo (Antibiótico); C- = Controle negativo (água destilada); 1, 2, 3 = Triplicata dos discos contendo extrato da folha de *H. coronarium* na concentração de 100 mg mL⁻¹.



Fonte: O autor (2025).

Figura 6 – Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato das flores de *H. coronarium* frente às bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* pelo método de difusão em disco. B1 = Placa inoculada com *Escherichia coli* (ATCC 25922); B2 = Placa inoculada com *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). C+ = Controle positivo (Antibiótico); C- = Controle negativo (água destilada); 4, 5, 6 = Triplicata dos discos contendo extrato da flor de *H. coronarium* na concentração de 100 mg mL⁻¹.



Fonte: O autor (2025).

Conforme discutido por Kebede et al. (2022), extratos vegetais brutos frequentemente apresentam resultados falso-negativos no método de disco-difusão devido à presença de moléculas de alta massa molecular ou de caráter hidrofóbico que ficam retidas na matriz do

papel filtro. Essa hipótese é reforçada ao compararmos o desempenho dos extratos com o controle positivo (antibiótico), que por ser uma molécula purificada e de alta solubilidade, difundiu-se livremente pelo meio, gerando halos nítidos. Assim, a ausência de inibição pode estar relacionada a um impedimento físico-químico do teste e não à inatividade biológica da *H. coronarium*.

Considerando o desconhecimento da natureza fitoquímica do extrato utilizado, outras formas de diluição poderiam se mostrar mais eficazes, como a demonstrada por Bisht et al. (2006), que utilizou óleos essenciais produzidos através dos rizomas da espécie *H. spicatum*, mesmo gênero da espécie em estudo. Estes óleos essenciais apresentaram uma ampla capacidade antibacteriana tanto contra bactérias Gram-positivas quanto para Gram-negativas.

Extratos vegetais brutos, independentemente da polaridade do solvente utilizado, são frequentemente reconhecidos como menos eficazes na difusão em meios à base de ágar devido à sua composição química complexa, que inclui macromoléculas de diferentes pesos moleculares e afinidades (Eloff, 2019). No presente estudo, embora tenha sido utilizado um solvente polar (metanol), a ausência de halos de inibição pode estar relacionada à retenção física dos compostos ativos na matriz do disco. Essa dinâmica difere da observada para óleos essenciais da mesma espécie, conforme descrito por Joy et al. (2007), que, apesar de possuírem natureza apolar, são compostos por moléculas menores e voláteis que facilitam a permeação no meio sólido. Sendo assim, torna-se necessária a confirmação futura da razão pela qual não houve interrupção do crescimento bacteriano, avaliando dois cenários: a ineficácia inerente do extrato ou a incompatibilidade do método de difusão.

Na confirmação de atividade antibiótica, mudanças nos testes quanto à natureza dos derivados vegetais podem se mostrar mais eficazes para a determinação quantitativa de sua capacidade antibacteriana. Testes como microdiluição em caldo podem ser alternativas viáveis e seguras para essa reavaliação, fornecendo resultados concretos e confiáveis (Sarker et al., 2007). Por ora, entretanto, conclui-se que não é possível determinar a capacidade bacteriana do extrato utilizado.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu consolidar informações relevantes sobre o perfil fitoquímico e o potencial biológico das partes aéreas de *Hedychium coronarium*, preenchendo

uma lacuna na literatura que, majoritariamente, prioriza o estudo dos rizomas. Os resultados obtidos demonstram que as folhas e flores da espécie são fontes viáveis de metabólitos secundários, com destaque para o extrato foliar, que apresentou teores de fenólicos totais (14,579 mg EAG/g) e atividade antioxidante superiores aos das flores. A correlação entre a concentração de fenólicos e a capacidade de sequestro de radicais livres, observada de forma dose-dependente, confirma que a espécie possui mecanismos eficientes de transferência de elétrons, validando seu potencial para o desenvolvimento de novos agentes antioxidantes naturais.

Quanto à avaliação microbiológica, embora o método de difusão em disco não tenha revelado formação de halos de inibição frente às cepas de *S. aureus* e *E. coli*, os achados não devem ser interpretados como uma inatividade biológica absoluta da planta. A discussão técnica fundamentada na literatura sugere que a complexidade da matriz dos extratos brutos e a possível baixa difusibilidade dos compostos ativos no ágar sólido podem ter atuado como fatores limitantes para a expressão da atividade neste ensaio específico. Assim, a pesquisa cumpre o papel de triagem inicial (*screening*), apontando que a bioatividade da *H. coronarium* pode se manifestar de forma distinta dependendo do método de extração e da técnica analítica empregada.

Dessa forma, os resultados apresentados reforçam a relevância científica e biotecnológica de *Hedychium coronarium*, evidenciando que suas partes aéreas constituem uma fonte promissora de compostos bioativos com potencial aplicação antioxidante e, possivelmente, antimicrobiana, quando avaliadas por metodologias mais adequadas. A integração dos dados fitoquímicos, antioxidantes e microbiológicos demonstra que a espécie ainda é subexplorada sob a perspectiva de aproveitamento integral, sobretudo no contexto da sustentabilidade e da valorização de recursos naturais. Como perspectivas futuras, estudos direcionados ao fracionamento dos extratos, à elucidação estrutural dos metabólitos responsáveis pela atividade biológica e à avaliação de sua segurança e eficácia *in vitro* e *in vivo* poderão contribuir significativamente para a consolidação do uso da espécie no desenvolvimento de produtos biotecnológicos inovadores, ampliando seu potencial de aplicação nos setores farmacêutico, alimentício e cosmético

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; HANAZAKI, N. As pesquisas etnodirigidas na descoberta de novos fármacos de interesse médico e farmacêutico: fragilidades e perspectivas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 16, n. 16, p. 678–689, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/CN4YyB8SHvQcLR4hdbLbS7M/?lang=pt>. Acesso em: 30 mar. 2025.

BAG, G. C. *et al.* Comparative study of phytochemical constituents and total phenolic content in the extracts of three different species of genus *Hedychium*. **International Journal of PharmTech Research**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 601–606, 2013.

BISHT, G. S. *et al.* Antimicrobial activity of the essential oil of *Hedychium spicatum* and its main constituent 1,8-cineole. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 77, n. 7-8, p. 587-589, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2006.02.004>. Acesso em: 12 out. 2025.

CHAN, E. W. C.; LIM, Y. Y.; WONG, L. F.; LIAN, H. H.; WONG, S. K.; LI, S. C.; ANG, S. T.; TOW, P. S. Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. **Food Chemistry**, v. 109, n. 3, p. 477-483, 2008. .Acesso em: 12 mar. 2025

CRESTANELLO, S. *et al.* Plantas medicinais: cultura popular versus ciência. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, [s. l.], v. 7, n. 12, p. 51-60, 2011. Disponível em: <https://www.ufpb.br/nepfhf/contents/documentos/artigos/fitoterapia/plantas-medicinais-cultural-popular-versus-ciencia.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2025.

ELISABETSKY, E. Etnofarmacologia. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 35–36, 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000300021. Acesso em: 30 mar. 2025.

ELOFF, J. N. Avoiding pitfalls in determining antimicrobial activity of plant extracts. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 106, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2519-3>. Acesso em: 22 set. 2025.

FURTADO, D. M. F. *et al.* Consumo de antimicrobianos e o impacto na resistência bacteriana em um hospital público do estado do Pará, Brasil, de 2012 a 2016. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua, v. 10, e201900041, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223201900041>. Acesso em: 14 mar. 2025.

GAYNES, R. The Discovery of Penicillin—New Insights After 75 Years. **Emerging Infectious Diseases**, v. 23, n. 5, p. 849-853, maio 2017. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.3201/eid2305.161556>. Acesso em: 28 mar. 2025

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Química Nova**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 667-679, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v33n3/35.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

HO, C. L.; LIN, C. Y.; WANG, E. I. C.; SU, Y. C. Compositions and antioxidant activities of the leaf and flower essential oils of *Hedychium coronarium* from Taiwan. **Natural Product Communications**, v. 6, n. 1, p. 1934578X1100600130, 2011. Acesso em: 12 mar. 2025

HUFFMAN, M. A. Self-Medicative Behavior in the African Great Apes: An Evolutionary Perspective into the Origins of Human Traditional Medicine. **BioScience**, [s. l.], v. 51, n. 8, p. 651-661, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/232685240_Self-Medicative_Behavior_in_the_African_Great_Apes_An_Evolutionary_Perspective_into_the_Origins_of_Human_Traditional_Medicine. Acesso em: 30 mar. 2025.

HULANKOVA, R. *et al.* Essential Oils and Their Components as Natural Antimicrobials in Food Systems. **Plants**, [s. l.], v. 13, n. 19, p. 2784, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants13192784>. Acesso em: 28 out. 2025.

JORNAL BRASILEIRO DE PATOLOGIA E MEDICINA LABORATORIAL. Alexander Fleming e a descoberta da penicilina. **JBPML**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 5, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpml/a/jY6NfbwqjkMQTbCdFBRbp4M/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 mar. 2025.

JOY, B. *et al.* Antimicrobial activity of leaf oil of *Hedychium coronarium* J. Koenig. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 3, p. 281-282, 2007.

KAAE, S.; MALAJ, A.; HOXHA, I. Antibiotic knowledge, attitudes and behaviours of Albanian health care professionals and patients – a qualitative interview study. **Journal of Pharmaceutical Policy and Practice**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2017. Acesso em: 16 mar. 2025.

KEBEDE, B.; SHIBESHI, W. In vitro antibacterial and antifungal activities of extracts and fractions of leaves of *Ricinus communis* Linn against selected pathogens. **Veterinary Medicine and Science**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 1802-1815, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/vms3.772>. Acesso em: 05 out. 2025.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. Tomo 1.
KUMAR, M. *et al.* Effect of extraction methods on phenolic compounds and antioxidant activity of guava (*Psidium guajava* L.) leaves. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 53, n. 12, p. 2666-2674, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0031>. Acesso em: 18 set. 2025.

MORSY, N. *et al.* Phytochemical analysis and antioxidant activity of *Canna indica* L. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 76, n. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03314>. Acesso em: 14 out. 2025.

NATIONAL PARKS BOARD (NParks). Flora & Fauna Web: Hedychium coronarium J. Koenig. Singapura, 2026. Disponível em: <https://www.nparks.gov.sg/florafauweb/flora/2/0/2062>. Acesso em: 17 mar. 2025.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. **Journal of Natural Products**, v. 83, n. 3, p. 770-803, mar. 2020. Acesso em: 24 mar. 2025

NOGUEIRA, A. V.; SILVA FILHO, G. N. **Microbiologia**. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 2015. Disponível em: <https://antigo.uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Microbiologia.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Antimicrobial resistance**. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 30 mar. 2025.

PANIGRAHY, R. *et al.* Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Murraya koenigii* leaves: optimization and comparison with conventional extraction. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 54, n. 12, p. 4002-4010, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2777-3>. Acesso em: 02 out. 2025.

PATRIANI, M.; HELENA, M. A cidade de Santos no roteiro de expansão da homeopatia nos serviços públicos de saúde no Brasil. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 1159–1171, 2007. Acesso em: 18 mar. 2025.

PRAKASH, O. *et al.* Chemical Composition and Antibacterial Activity of Rhizome Oils From *Hedychium coronarium* Koenig and *Hedychium spicatum* Buch-Ham. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 250–259, 2010. Acesso em: 23 mar. 2025.

RAY, L. *et al.* Optimization of subcritical water extraction of antioxidants from potato (*Solanum tuberosum* L.) peels and its comparison with conventional methods. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 112, p. 353–362, 2018.

ROGERS, K.; KADNER, R. J. Bacteria - Evolution of bacteria. In: **Encyclopædia Britannica**. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/bacteria/Evolution-of-bacteria>. Acesso em: 13 mar. 2025.

ROJAS-SANDOVAL, J.; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. *Hedychium coronarium* (white butterfly ginger lily). **CABI Compendium**, 2022. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.26678>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SCIENCE HISTORY INSTITUTE. **Alexander Fleming**. Philadelphia, 2025. Disponível em: <https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/alexander-fleming/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SOARES DE SOUSA, Gabriel. **Tratado descritivo do Brasil em 1587**. [s.l.: s.n.], 1587. Disponível em: <https://fundar.org.br/wp-content/uploads/2021/06/tratado-descritivo-do-brasil-em-1587.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2025.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
TAVARES, Wilson R.; BARRETO, Maria do Carmo; SECA, Ana M. L. Uncharted Source of Medicinal Products: The Case of the *Hedychium* Genus. **Medicines**, v. 7, n. 5, p. 23, 2020. Acesso em: 23 mar. 2025.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Acesso em: 12 mar. 2025

VOLPI, Gabriel *et al.* Impactos de la presencia de *Hedychium coronarium* y el uso de la tierra em la calidad del agua em la zona de amortiguamiento del Parque Estatal Turvo. **Geog Ens Pesq**, Santa Maria, v. 28, e85976, p. 1-22, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236499485976>. Acesso em: 22 mar. 2025.