

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET
CURSO DE BACHAREL EM FARMÁCIA

VALÉRIA SOARES BATISTA

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA
DOS EXTRATOS AQUOSOS DO CAULE E FOLHAS DE *Vismia spp*

ITACOATIARA - AM

2025

VALÉRIA SOARES BATISTA

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA
DOS EXTRATOS AQUOSOS DO CAULE E FOLHAS DE *Vismia spp***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Farmácia da Universidade Federal
do Amazonas (UFAM), como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Dominique Fernandes de Moura do Carmo

Coorientadora: Prof.^a Me. Ívina Thayná Miranda Trindade

ITACOATIARA - AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- B333a Batista, Valeria Soares
 Avaliação da atividade antioxidante e caracterização química dos
 extratos aquosos do caule e folhas de *Vismia spp* / Valeria Soares Batista. -
 2025.
 47 f. : il., p&b. ; 31 cm.
- Orientador(a): Dominique Fernandes de Moura do Carmo.
 Coorientador(a): Ívina Thayná Miranda Trindade.
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do
 Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia de Itacoatiara, Curso
 de Farmácia, Itacoatiara, 2025.
1. *V. guianensis*. 2. *V. cayennensis*. 3. Espectrometria de Massas. 4.
 antioxidante. I. Carmo, Dominique Fernandes de Moura do. II. Trindade,
 Ívina Thayná Miranda. III. Universidade Federal do Amazonas. Instituto
 de Ciências Exatas e Tecnologia de Itacoatiara. Curso de Farmácia. IV.
 Título
-

VALÉRIA SOARES BATISTA

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA
DOS EXTRATOS AQUOSOS DO CAULE E FOLHAS DE *Vismia spp***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Farmácia da Universidade Federal
do Amazonas (UFAM) como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em Farmácia


Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 02/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Dominique Fernandes de Moura do Carmo

Prof.^a Dr.^a Dominique Fernandes de Moura do Carmo- UFAM

Orientadora

Documento assinado digitalmente
 IVINA THAYNA MIRANDA TRINDADE
Data: 12/12/2025 15:21:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Me. Ívina Thayná Miranda Trindade – UFAM

Co-orientadora

Prof. Dr. Jean Michel dos Santos Menezes - UFAM

Avaliador

Prof. Ms. Josiele Viana Gomes – SEDUC

Avaliador

Dedico este trabalho ao meu paizinho Idelson e à minha vizinha Ideê. Eles são meu alicerce, minha força diária e o motivo pelo qual pude me dedicar a esta conquista. Tudo que realizo carrega o amor, o cuidado e o apoio que sempre recebi deles.

AGRADECIMENTOS

Este momento é fruto da minha dedicação, nascido da abdicação de tantos momentos, das leituras e reescritas, do enfrentamento dos meus próprios limites e das batalhas que não venci, mas que só existiram porque eu não desisti e persisti. Todo o meu crescimento como estudante, profissional e pessoal só foi possível graças à participação de tantas pessoas queridas.

Agradeço ao **Autor da minha vida**, por torná-la existente e abundante. Tenho tanta gratidão, porque não foi sorte, não foi acaso nem apenas esforço. Foi a mão do Senhor. Tudo o que floresce em nossas mãos é fruto da graça de Deus e eu tenho colhido frutos que mal cabem nas minhas.

Ao meu pai, **Idelson de Souza Batista**, que é a minha vida. Desde o momento em que decidi sair de casa para estudar, ele foi meu maior apoiador, enfrentando todas as dificuldades para que eu pudesse seguir. É a base da nossa família, alguém que se doa por inteiro pelos filhos. Nunca precisou me dizer o que era certo ou errado, porque seu exemplo de vida me moldou. Pai, sua coragem, seus valores e sua fé permanecem em cada decisão, conquista e lembrança da minha vida.

À minha avó, **Ideê de Souza Batista**, que ajudou meu pai a me criar. Uma mulher que já enfrentou tantas dificuldades, mas que permanece generosa e humilde, sempre se doando sem pedir nada em troca. Vózinha, você é a luz da minha vida.

Aos meus irmãos, **Débora Soares Batista, Ingrid Layane dos Santos Batista e Eduardo dos Santos Batista**, obrigada por estarem sempre comigo, me apoiando e enchendo meus dias de alegria. Minha vida e o meu progresso também são dedicados a vocês. Que este momento abra portas para que vocês voem ainda mais longe. Amo vocês além da minha existência.

Às minhas primas, irmãs e amigas, **Bruna de Souza Batista e Maria Eduarda Batista Braga**, por dividirem comigo as alegrias e serem meu suporte incondicional nos dias difíceis. Nada do que eu diga será suficiente para expressar minha gratidão e meu amor por vocês.

Aos meus sobrinhos, **Lohana e Lucca**, e ao meu futuro sobrinho que está chegando, que tornam meus dias mais leves e felizes.

À minha família do coração, **Maria Bastos, Joe Olino e Joesse Mara**, que estiveram ao meu lado em cada passo desta trajetória acadêmica. Obrigada por acolherem não apenas a mim, mas também minha família, por compartilharem a vida e o espaço comigo, e por sempre irem além, oferecendo amor, cuidado e confiança incondicionais. Tudo o que estiver ao meu alcance farei por vocês, com a mesma dedicação e carinho que sempre me ofereceram.

Aos meus amigos, que sempre me incentivaram e tornaram meus dias mais felizes e cheios de propósito. Às amizades construídas ao longo da graduação, com colegas que compartilharam comigo parte desta trajetória acadêmica, tornando os dias mais leves e dividindo seus conhecimentos e experiências de vida, que, embora não citados aqui, foram muito importantes para mim. Em especial, à **Luiza, Raísa e Lauriene**, que me apoiaram não apenas com palavras, mas de todas as formas possíveis, sendo fundamentais para que eu conseguisse dar conta das minhas demandas. Não esquecerei o cuidado e o apoio de vocês. É um privilégio dividir a vida e a profissão com vocês.

À minha orientadora, **Prof.^a Dr.^a Dominique Fernandes de Moura do Carmo**, por ter aceitado me orientar e por toda a contribuição neste caminho. Ter a senhora como parte da minha caminhada é uma honra, e levo comigo cada ensinamento e respeito.

À minha co-orientadora, **Prof.^a Me. Ívina Thaína Trindade**, por dedicar seu tempo a me ensinar e orientar da melhor forma possível. Sou profundamente grata a você.

Aos colegas de laboratório que contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente **Vitor Hugo, Ívina e Joysse**, que foram fundamentais em cada etapa. Agradeço pelo empenho, confiança e parceria.

Aos professores **Dr. Jean Menezes** e **Me. Josiele Gomes** por aceitarem participar da banca e contribuírem com seus conhecimentos para o aprimoramento deste trabalho.

Ao **Dr. Felipe Moura**, pela ajuda essencial neste trabalho e pelo apoio com os equipamentos da Central Analítica da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Agradeço também a tantas outras pessoas que não citei nominalmente, mas que fizeram parte deste processo. Sou eternamente grata a cada uma delas, e nenhuma será esquecida. Carrego comigo a gratidão por todos que contribuíram para que este momento fosse possível.

“Para que todos vejam, saibam, reflitam,
e juntamente entendam que a mão do
Senhor fez isto”.

- Isaías 41:20

RESUMO

Nos últimos anos, o uso de extratos vegetais de espécies da família Hypericaceae tem recebido destaque devido ao seu potencial antioxidante e benefícios associados à saúde. Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar os constituintes químicos e a atividade antioxidante dos extratos aquosos do caule e folhas das espécies de *Vismia guianensis* e *Vismia cayennensis*. Para execução deste estudo, foram empregadas metodologias que incluíram a coleta do material vegetal das espécies, seguida da maceração, infusão e liofilização para preservação dos compostos ativos. A identificação dos compostos foi realizada por espectrometria de massas com ionização por electrospray (ESI-MS). A atividade antioxidante foi avaliada frente aos radicais ABTS^{•+} e DPPH[•], além de determinação do teor de fenólicos totais das amostras. O espectro de massas da amostra de *Vismia guianensis* revelou picos majoritários de massa m/z 447 [M – H]⁻ permitindo a identificação da quercetina-O-desoxihexosídeo, além da identificação de Taxifolina desoxihexosídeo em m/z 449 [M – H]⁻, ácido quínico em m/z 191 [M – H]⁻ e Pentosídeo de quercetina em massa de m/z 433 [M – H]⁻. Nas amostras de *Vismia cayennensis*, a análise do extrato bruto revelou um pico de íon molecular com m/z 577 no modo negativo (-), indicando a presença de Dímero de proantocianidina e pico majoritário de m/z 289 [M – H]⁻ para a catequina, pertencente à classe dos flavonoides. O extrato aquoso submetido ao ensaio de ABTS⁺ mostrou que ambas as amostras de *V. guianensis* apresentou atividade antioxidante com valores de $2212,023 \pm 0,0010801 \mu\text{M ET}$ para o caule e $2212 \pm 0 \mu\text{M ET}$ para as folhas, enquanto o caule e a folha de *V. cayennensis* registraram $1404,024 \pm 0,014089 \mu\text{M ET}$ e $1404,033 \pm 0,006014 \mu\text{M ET}$ respectivamente. Já o método DPPH para *V. cayennensis* resultou em $1990,048 \pm 0,000408 \mu\text{M ET}$ no caule e $1990,04 \pm 0,00108 \mu\text{M ET}$ para as folhas. Enquanto *V. guianensis* apresentou $1934,87 \pm 0,003674 \mu\text{M ET}$ para o caule e $1934,871 \pm 0,004301 \mu\text{M ET}$ para as folhas. Para os Fenólicos Totais, os valores obtidos foram de 333,66 a 333,69 mg EAG g⁻¹ para as amostras, indicando a presença de substâncias com atividade antioxidante, como os fenóis que possuem a capacidade de se ligar aos radicais livres devido a existência de hidrogênios disponíveis na sua estrutura. Este estudo forneceu uma contribuição significativa com dados científicos sobre o perfil químico e atividade antioxidante dos extratos de espécies do gênero *Vismia*. Dessa forma, os resultados gerados ampliam o conhecimento sobre as espécies de *V. guianensis*, *V. cayennensis*, contribuindo como fonte de dados para pesquisas científicas dedicada a descoberta de novos medicamentos.

Palavras-chave: *V. guianensis*; *V. cayennensis*; Espectrometria de Massas; antioxidante.

ABSTRACT

In recent years, the use of plant extracts from species of the Hypericaceae family has gained prominence due to their antioxidant potential and associated health benefits. In this context, the present study aims to analyze the chemical constituents and antioxidant activity of aqueous extracts from the stem and leaves of *Vismia guianensis* and *Vismia cayennensis*. To conduct this study, methodologies included the collection of plant material, followed by maceration, infusion, and lyophilization to preserve active compounds. Compound identification was performed using electrospray ionization mass spectrometry (ESI-MS). Antioxidant activity was assessed using the ABTS^{•+} and DPPH[•] radical assays, in addition to determining the total phenolic content of the samples. The mass spectrum of the *Vismia guianensis* sample revealed major peaks at m/z 447 [M-H]⁻ allowing the identification of quercetin-O-deoxyhexoside, as well as taxifolin-deoxyhexoside at m/z 449 [M-H]⁻ quinic acid at m/z 191 [M-H]⁻, and quercetin-pentoside at m/z 433 [M-H]⁻. In the *Vismia cayennensis* samples, analysis of the crude extract revealed a molecular ion peak at m/z 577 in negative mode, indicating the presence of a proanthocyanidin dimer, in addition to a major peak at m/z 289 [M-H]⁻ corresponding to catechin, a compound belonging to the flavonoid class. The aqueous extract evaluated using the ABTS⁺ assay showed antioxidant activity for both samples of *V. guianensis*, with values of $2212.023 \pm 0.0010801 \mu\text{M ET}$ for the stem and $2212 \pm 0 \mu\text{M ET}$ for the leaves, while the stem and leaf extracts of *V. cayennensis* registered $1404.024 \pm 0.014089 \mu\text{M ET}$ and $1404.033 \pm 0.006014 \mu\text{M ET}$, respectively. In the DPPH assay, *V. cayennensis* showed values of $1990.048 \pm 0.000408 \mu\text{M ET}$ for the stem and $1990.04 \pm 0.00108 \mu\text{M ET}$ for the leaves, while *V. guianensis* presented $1934.87 \pm 0.003674 \mu\text{M ET}$ for the stem and $1934.871 \pm 0.004301 \mu\text{M ET}$ for the leaves. For total phenolic content, values ranged from 333.66 to 333.69 mg GAE g⁻¹, indicating the presence of substances with antioxidant activity, such as phenolic compounds capable of binding to free radicals due to available hydrogens in their structure. This study provides significant scientific contributions regarding the chemical profile and antioxidant activity of extracts from *Vismia* species. The results expand knowledge about *V. guianensis* and *V. cayennensis*, contributing valuable data for scientific research dedicated to the discovery of new therapeutic agents.

Keywords: *V. guianensis*; *V. cayennensis*; Mass Spectrometry; antioxidant.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Morfologia da espécie <i>Vismia guianensis</i> : (1A) folha, (1B) flor e (1C) fruto	16
Figura 2 - Distribuição geográfica de <i>Vismia guianensis</i>	17
Figura 3 - Morfologia da espécie <i>Vismia cayennensis</i> : (1A) folha, (1B) fruto e (1C) flor	20
Figura 4 - Distribuição geográfica de <i>Vismia cayennensis</i>	20
Figura 5 - Principais fontes de radicais livres.....	23
Figura 6 - Impactos do Estresse Oxidativo nas estruturas celulares.....	24
Figura 7 - Efeitos do estresse oxidativo sobre o organismo humano	25
Figura 8 - Exsicata de espécie de <i>V. guianensis</i> (A), <i>V. cayennensis</i> (B)	28
Figura 9 - Metodologia para obtenção do extrato aquoso do caule de <i>Vismia guianensis</i> e <i>Vismia cayennensis</i>	29
Figura 10 - Análise da capacidade sequestrante dos radicais DPPH·	30
Figura 11 - Análise da capacidade sequestrante dos radicais ABTS+	30
Figura 12 - Determinação do teor dos Fenólicos Totais.....	31
Figura 13 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular de m/z 447 [M – H] –	35
Figura 14 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular m/z 449 [M – H]-.....	36
Figura 15 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular m/z 577 [M – H]-.....	37
Figura 16 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular m/z 191[M – H]-.....	38
Figura 17 - Espectro de Massas em m/z 433 [M – H] -	39
Figura 18 - Espectro de Massas em m/z 289 [M – H] -	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Rendimentos dos extratos aquosos do caule de <i>Vismia spp</i>	31
Tabela 2 - Atividade antioxidante do extrato do caule de <i>Vismia spp</i>	35
Tabela 3 - Análise de compostos bioativos de <i>Vismia spp</i> por Espectrometria de Massas.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 A espécie <i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy.....	16
2.2 A espécie <i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.....	19
2.3 Radicais livres e Estresse Oxidativo	22
2.4 Antioxidantes	25
3. OBJETIVOS.....	27
3.1 Objetivo Geral.....	27
3.2 Objetivos Específicos.....	27
4. METODOLOGIA	27
4.1 Coleta da amostra vegetal	27
4.2 Preparo dos extratos aquosos do caule.....	28
4.3 Análise por espectrometria de massas com ionização por eletrospray (ESI-MS)	29
4.4 Ensaio de atividade antioxidante DPPH	29
4.5 Ensaio de atividade antioxidante ABTS	30
4.6 Fenólicos totais	31
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	31
5.1 Rendimentos dos extratos	31
5.2 Atividade Antioxidante	32
5.3 Espectrometria de massas	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A utilização de extratos vegetais de plantas Amazônicas tem ganhado destaque devido ao seu vasto potencial terapêutico (Distasi & Lima, 2002; Coelho *et al.*, 2022). Essas plantas são ricas em metabólitos primários e secundários, que desempenham um papel crucial na evolução dos vegetais e na interação com diferentes ecossistemas. Esses compostos são essenciais para sobrevivência das plantas, desempenhando funções importantes em processos como fotossíntese, assimilação de nutrientes, funções estruturais e de armazenamento de energia (Silva *et al.*, 2010; Correa *et al.*, 2023). Além de contribuírem para a adaptação das espécies aos seus ambientes e aumentarem suas chances de sobrevivência, os metabólitos secundários também atuam na proteção contra patógenos, herbívoros e proteção contra a radiação ultravioleta. Muitos desses metabólitos exibem funções anti-patogênicas, tornando-se compostos de grande interesse para o ser humano devido aos seus efeitos terapêuticos (Vizzotto *et al.*, 2010; Correa *et al.*, 2023).

A população da região Amazônica tem utilizado essas plantas há muito tempo para tratamento de diversas enfermidades (Prestes *et al.*, 2023). Em 2011, foi estimado que 60% da população mundial usava ervas e produtos naturais, como chás e extratos, para tratamento de doenças. Embora esse uso fosse tradicionalmente baseado em crenças populares, o conhecimento empírico está cada vez mais sendo comprovado cientificamente, à medida que pesquisas confirmam as atividades terapêuticas de espécies amplamente conhecidas e utilizadas na medicina popular. (Bruzadelli *et al.*, 2020). Esse saber ancestral, aliado à ciência moderna, é fundamental para a pesquisa, pois pode levar à criação de soluções inovadoras e sustentáveis que beneficiem tanto o meio ambiente quanto a saúde humana. Dessa forma, as plantas Amazônicas representam uma valiosa fonte de tratamentos alternativos e de baixo custo, complementando os métodos convencionais de saúde (Silva; Rocha; Furtado, 2024).

Entre as espécies com potenciais terapêuticos da região Amazônica, destaca-se o gênero *Vismia* da família Hypericaceae. Popularmente, são conhecidas como goma-lacre, pau-de-lacre ou lacre-branco, devido ao látex alaranjado que produzem (Vogel Ely *et al.*, 2019). Essas plantas se caracterizam por terem a base do tronco reta e folhas com pilosidade ferrugínea, apresentando coloração verde na região superior e marrom na região inferior e geralmente ocorrem em vegetação secundária (Diel *et al.*, 2024). Na medicina tradicional, a seiva obtida da casca e a infusão das folhas são utilizadas no tratamento de dermatoses, como a impigen causada *Tinea corporea* e pano branco pela *Pitiriase versicolor* (Nunes, 2019). Além disso,

essas plantas são usadas como tônico, febrífugo e antireumático em tumores, contra úlceras crônicas e grafismo pela população nativa (Diel *et al.*, 2024).

As espécies desse gênero são conhecidas pela produção de antraquinonas, antronas, xantonas e benzofenonas, triterpenóides, diantraquinonas, benzofenonas e lignanas (Diel *et al.*, 2021). Entre esses compostos, as quinonas e os terpenos são particularmente importantes, sendo considerados marcadores químicos característicos do gênero (Tala *et al.*, 2013; Vizcaya *et al.*, 2012). Esses metabolitos não apenas conferem a planta suas propriedades terapêuticas, como também servem de referência química para identificação de compostos e estudo das espécies do gênero *Vismia* (Lopes *et al.*, 2023).

Estudos envolvendo espécies de *Vismia* relatam diversas atividades biológicas, tais como antioxidante, antibacteriana, citotóxica, antimalárica e antifúngicas (Nunes, 2019). Dentre essas atividades terapêuticas a antioxidante se destaca entre as várias espécies desse gênero. Lopes (2023) identificou o potencial antioxidante do extrato dos frutos de *Vismia cayennensis* frente ao radical DPPH. Em outro estudo realizado por Lins *et al.*, (2016), identificaram o potencial antioxidante dos extratos etanólicos de partes aéreas de *Vismia guianensis* frente ao radical livre ABTS⁺. Trindade e colaboradores (2023), utilizando extratos orgânicos de *Vismia aff guianensis*, observaram o potencial antioxidante presente na espécie através da quantificação de Fenólicos Totais. Esses vegetais como fontes de antioxidantes naturais, agem inibindo a formação de radicais livres provenientes da produção metabólica ou de fatores ambientais (Lins *et al.*, 2016).

A capacidade antioxidante é de grande importância, pois os radicais livres estão associados ao envelhecimento celular e ao desenvolvimento de diversas doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (Oliveira, *et al.*, 2021). O potencial antioxidante das espécies de *Vismia* ressalta a sua importância como uma fonte promissora de antioxidantes naturais. Além disso, a exploração sustentável dessas plantas contribui para a preservação da biodiversidade Amazônica e promove o desenvolvimento de produtos naturais com valor agregado, beneficiando principalmente as comunidades locais que dependem desses recursos naturais.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial antioxidante e realizar a caracterização química dos extratos aquosos do caule e das folhas de *Vismia guianensis* e *Vismia cayennensis*, buscando investigar a relação entre seus constituintes químicos e a atividade antioxidante. Esses dados podem orientar futuras pesquisas para melhor elucidação do perfil químico e do potencial biológico dessas espécies. Considerando que muitas plantas apresentam características antioxidantes bem estabelecidas e podem servir como fonte

de novos compostos bioativos, a investigação das espécies de *Vismia* se mostra relevante para o desenvolvimento de novos produtos com aplicações farmacológicas e nutracêuticas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A espécie *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy

A espécie *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy é conhecida popularmente como pau-de-lacre, goma-lacre e árvore da febre. Apresenta forma de vida arbórea e terrícola. Possui caule com exsudato amarelo, tecido fibroso e durabilidade regular. Os ramos variam de glabrescentes a pubescentes, com tricomas ferrugíneos, dendríticos e estrelados. As folhas possuem pecíolos de 7 a 15mm de comprimento e podem apresentar lâminas foliares mais coriáceas e glabras em áreas secas ou litorâneas, além de apresentarem nervuras secundárias de 8 a 12 pares, com nervuras intersecundárias pouco proeminentes (Figura 1A). As flores são heterostílicas, com cinco sépalas e cinco pétalas sem glândula diferenciando-a morfologicamente de outras espécies desse gênero (Figura 1B). O fruto é ovoide e globoso (Figura 1C) (Pio, 1996; Vogel *et al.*, 2020).

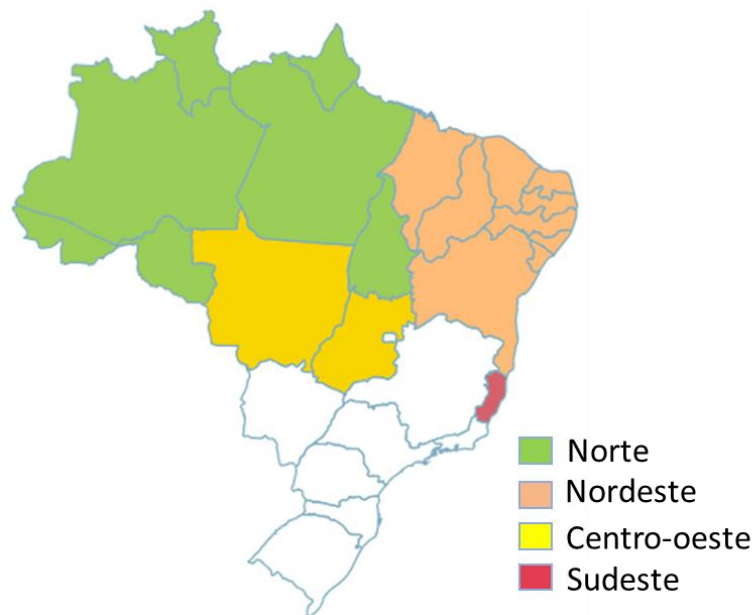
Figura 1 – Morfologia da espécie *Vismia guianensis*: (1A) folha, (1B) flor e (1C) fruto



Fonte: Vogel *et al.*, 2020.

As ocorrências confirmadas de *Vismia guianensis* abrangem diferentes regiões do Brasil, demonstrando sua ampla distribuição geográfica. A espécie está presente nas regiões norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí), centro-oeste (Goiás e Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo) (Figura 2).

Figura 2 - Distribuição geográfica de *Vismia guianensis* por regiões no Brasil

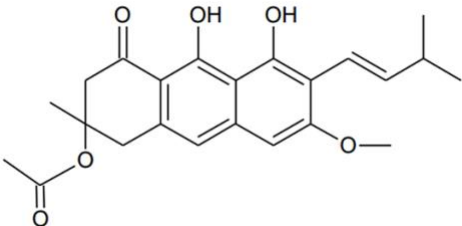
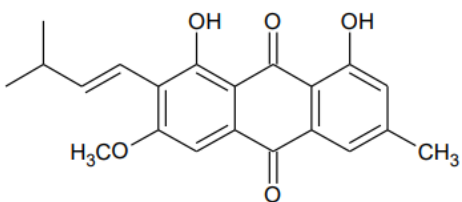
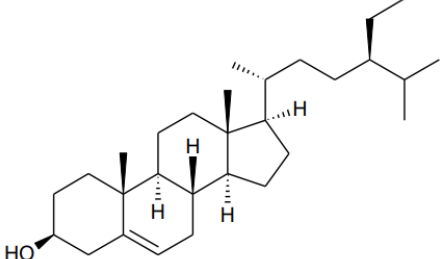


Fonte: Vogel *et al.* 2020.

A espécie *V. guianensis* tem sido investigada devido ao seu potencial farmacológico e a variedade de compostos bioativos presentes em suas partes vegetais, conforme apresentado no Quadro 1 (Lins *et al.*, 2016; Alvarez *et al.*, 2008; Motta, 2020).

Quadro 1- Compostos identificados nas espécies de *Vismia guianensis*.

Espécies	Composto	Estrutura	Autores
<i>Vismia guianensis</i>	Ácido quínico		Álvarez <i>et al.</i> , 2008
	Isovitexina		Lins <i>et al.</i> , 2016

	Vismiona A		Lins <i>et al.</i> , 2016
	Vismioquinona A		Álvarez <i>et al.</i> , 2008.
	β - sitosterol		Lins <i>et al.</i> , 2016

Fonte: Autor, 2025.

Diversos estudos apontam para suas atividades antimicrobiana, analgésica, antiinflamatória, citotóxica e alelopática, evidenciando sua relevância no campo da pesquisa fitoquímica e farmacológica. O extrato hidroetanólico das folhas de *V. guianensis*, apresentou atividade antimicrobiana contra diferentes cepas de *Escherichia coli*, conforme demonstrada por Muniz (2025). Nos ensaios *in vitro*, o extrato exibiu atividade antibacteriana e inibiu fatores de virulência, como a adesão e a formação de biofilmes. Em teste *in vivo* realizados com larvas de *Tenebrio molitor*, o tratamento com o extrato hidroetanólico prolongou significativamente a sobrevivência dos organismos infectados nesse estudo.

Segundo Nobre *et al.* (2015), extrato hexânico de *V. guianensis* apresentou efeitos analgésicos e antiinflamatórios em camundongos, reduzindo as contorções abdominais e o tempo de lambida da pata, o que sugere um mecanismo de ação duplo, atuando tanto no sistema nervoso central quanto periférico. A espécie também demonstrou potencial citotóxico relevante. Suffredini *et al.* (2007) observaram acentuada atividade letal dos extratos orgânicos e aquosos de *V. guianensis*, frente a linhagem MCF-7 de adenocarcinoma de mama humano. Enquanto Pasqua *et al.* (1995) identificaram que a vismiona, um metabólito presente na espécie, apresentou atividade *in vitro* contra linhagens tumorais experimentais, incluindo carcinoma de ovário (M5076) e melanocarcinoma (b16).

Além de suas propriedades farmacológicas, *V. guianensis* também pode exercer influência ecológica sobre o crescimento de outras espécies. Lima (2023) verificou que os extratos das folhas frescas de *Vismia guianensis*, nas concentrações de 50% e 100%, reduziram significativamente o comprimento médio da radícula de plantas de *Lactuca sativa*, indicando um efeito alelopático negativo. Isso significa que os compostos presentes nas folhas de *V. guianensis* inibem o crescimento de outras plantas, interferindo no desenvolvimento da raiz inicial (radícula) e mostrando que a espécie possui potencial de competição química no ambiente, concentrado especialmente nas folhas frescas. A diversidade de efeitos já observados, como o potencial alelopático, reforça a importância de novas investigações que possam revelar outras aplicações terapêuticas, ecológicas e biotecnológicas dessa planta promissora.

Estudos prévios com *Vismia guianensis* exploraram diferentes tipos de extratos. Mendonça (2025) investigou extratos etanólicos da folha e do caule, enquanto, em partes aéreas da mesma espécie, Lins *et al.* (2016) utilizaram extratos de acetato de etila e Oliveira (2009) extratos etanólicos. Ainda são escassas as informações sobre extratos aquosos do caule e das folhas, especialmente quanto à composição química e ao potencial antioxidante, evidenciando uma lacuna relevante para a investigação do uso tradicional da planta.

2.2 A espécie *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers

A espécie de *Vismia cayennensis* é conhecida popularmente como lacre-branco. Apresenta forma de vida arbórea e cresce como planta terrícola. O caule exsuda substâncias amareladas, enquanto os ramos são glabros sem indumento. As folhas são pecioladas, glabras de formato oval a oblongo, exibindo coloração verde-oliva quando vivas e marrom-escura em material seco (*in sicco*). Apresenta de 10 a 12 pares de nervura secundárias evidentes, e glândulas nigrescentes visíveis na face abaxial (Figura 3A). Os frutos têm formato ovoide a globoso, apresentam pontuações e linhas pretas visíveis, e adquirem coloração vinácea quando maduros (Figura 3B). As flores têm tamanho diferente entre si (heterotílicas), possuindo cinco pétalas e cinco sépalas. Os estames (as partes da flor que produzem o pólen) ficam agrupados em conjuntos chamados fascículos, que podem soltar-se quando a flor amadurece (Figura 3C). O ovário da flor possui glândulas e vários óvulos em cada compartimento interno (Vogel *et al.*, 2020).

Figura 3 - Morfologia da espécie *Vismia cayennensis*: (1A) folha, (1B) fruto e (1C) flor



Fonte: Biodiversity4all, 2025.

A espécie de *Vismia cayennensis* apresenta ocorrências confirmadas nas regiões Norte, abrangendo os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins; Nordeste, com registro no Maranhão e Centro-Oeste, no estado do Mato Grosso (Figura 4). Essa ampla distribuição reflete sua capacidade de adaptação a diferentes ambientes e condições climáticas. A espécie ocorre principalmente nos domínios fitogeográficos da Amazônia e do Cerrado, onde integra a vegetação nativa dessas regiões (Vogel *et al.*, 2020).

Figura 4 - Distribuição geográfica de *Vismia cayennensis* em regiões no Brasil.

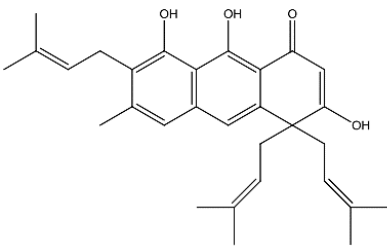
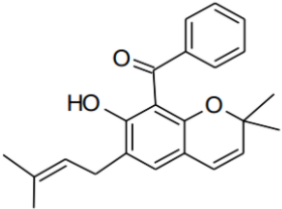


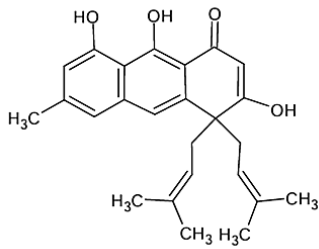
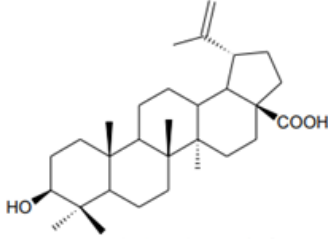
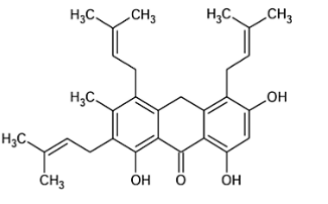
Fonte: Vogel *et al.*, 2020

As atividades biológicas de *Vismia cayennensis* ainda são poucos estudadas, mas alguns estudos já demonstraram resultados promissores. Entre os estudos realizados, destacam-se aqueles com óleos essenciais e extratos orgânicos, como hidroalcoólicos, diclorometano, acetato de etila e metanólicos (Lopes *et al.*, 2025). O estudo de Barbosa *et al.*, (2021) evidenciou o potencial antimicrobiano do óleo essencial de *V. cayennensis* contra o fungo *Candida parapsilosis* e as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. De forma semelhante, Marín *et al.* (2017) observaram que o extrato hidroalcoólico do caule da espécie apresentou atividade antibacteriana contra *E.coli*, *S.aureus* e *Shigella sp.* Além disso, Silva *et al.* (2022), em resultados preliminares, relataram atividades anti-Leishmania e antimalárica do extrato diclorometano dos frutos de *V. cayennensis*, frente às formas promastigotas de *L.amazonensis* (IC₅₀: 8,9 ± 2,75 µg/mL) e ao clone 3D7 de *Plasmodium falciparum* (IC₅₀: 5,83µg/mL). O mesmo extrato apresentou significativa atividade antioxidante frente ao radical ABTS, com valor de 1540,9 ± 5,2 µM ET.

A *V.cayennensis* é uma planta rica em compostos bioativos, sendo notável a presença de antraquinonas, xantonas, triterpenoide, benzofenona, antraquinona (quadro 2).

Quadro 2- Compostos identificados na espécie *Vismia cayennensis*.

Espécie	Composto	Estrutura	Autores
<i>Vismia cayennensis</i>	Ferruginina A		Silva, 2020; Álvarez <i>et al.</i> , 2008
	Isovismiafenona B		Magalhães, 2020; Silva, 2020.

	Vismina		Lopes, 2021
	Ácido betulínico		Miraglia <i>et al.</i> , 1981
	harunganol		Lopes <i>et al.</i> , 2021

Fonte: Autor, 2025.

2.3 Radicais livres e Estresse Oxidativo

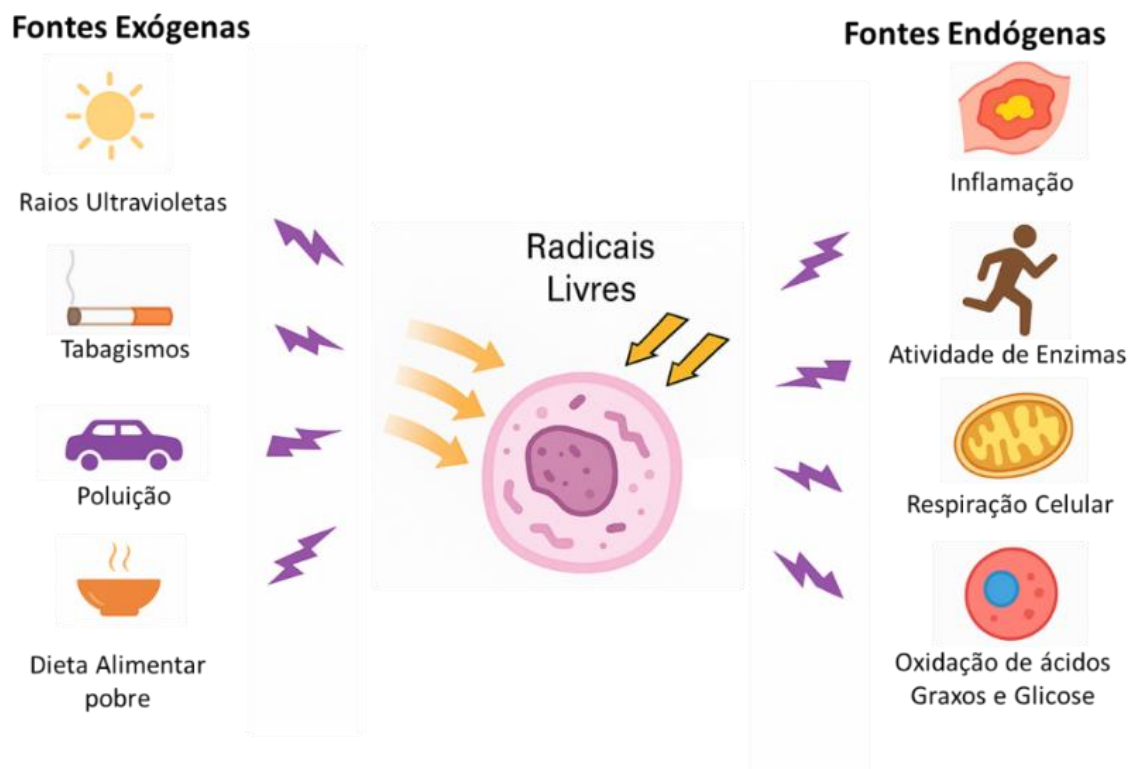
Radicaís livres são átomos ou moléculas que possuem um ou mais elétrons desemparelhados em sua camada mais externa, tornando-os altamente instáveis e reativos, pois tendem a doar o elétron desemparelhado ou a obter outro elétron para alcançar estabilidade. (Phaniendra, Jestadi, Periyasamy, 2014). Entre as principais espécies reativas encontram-se as espécies reativas de oxigênio (ROS), como ânion superóxido ($O_2^{\bullet -}$), o radical hidroxila ($\bullet OH$) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), e as espécies reativas de nitrogênio (RNS), como óxido nítrico ($NO\bullet$) e o peroxinitrito ($ONOO^-$) (Tumilaar, Hirofumi, Kurnia, 2025).

As características dos radicaís livres tornam-os mais propensos a interagir com biomoléculas essenciais, como lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, promovendo alterações estruturais e funcionais. No entanto, é importante destacar que os radicaís livres não são apenas prejudiciais, mas são naturalmente produzidos pelo corpo, participando de processos fisiológicos importantes, como produção de energia, resposta inflamatória, defesa contra microrganismos patogênicos, indução de apoptose controlada, resposta mitogênica e a sinalização celular (Franco e Chaves, 2022; Chandimali *et al.*, 2025). Um exemplo relevante de radical livre benéfico é o óxido nítrico, que atua como importante molécula sinalizadora. Ele

contribui para uma modulação adequada do fluxo sanguíneo, participa de mecanismos associados a trombose, é crucial para atividade neural e integra a defesa inespecífica do hospedeiro, auxiliando na eliminação de patógenos intracelulares e células tumorais (Pizzino *et al.*, 2017).

A formação de espécies reativas pode ocorrer a partir de fontes endógenas, que incluem reações metabólicas como, atividade das mitocôndrias, ação de enzimas e mecanismos de defesa do sistema imunológico. Por outro lado, a produção exógena de radicais livres, resulta da exposição à radiação ultravioleta, poluição, metais pesados e diversos produtos químicos presentes no ambiente (Figura 5) (Vasconcelos *et al.*, 2014; Zahra, e George 2024). Quando esses compostos exógenos entram no organismo, passam por processos de degradação ou metabolização que acabam gerando radicais livres como subproduto (Pizzino *et al.*, 2017).

Figura 5 - Principais fontes de radicais livres

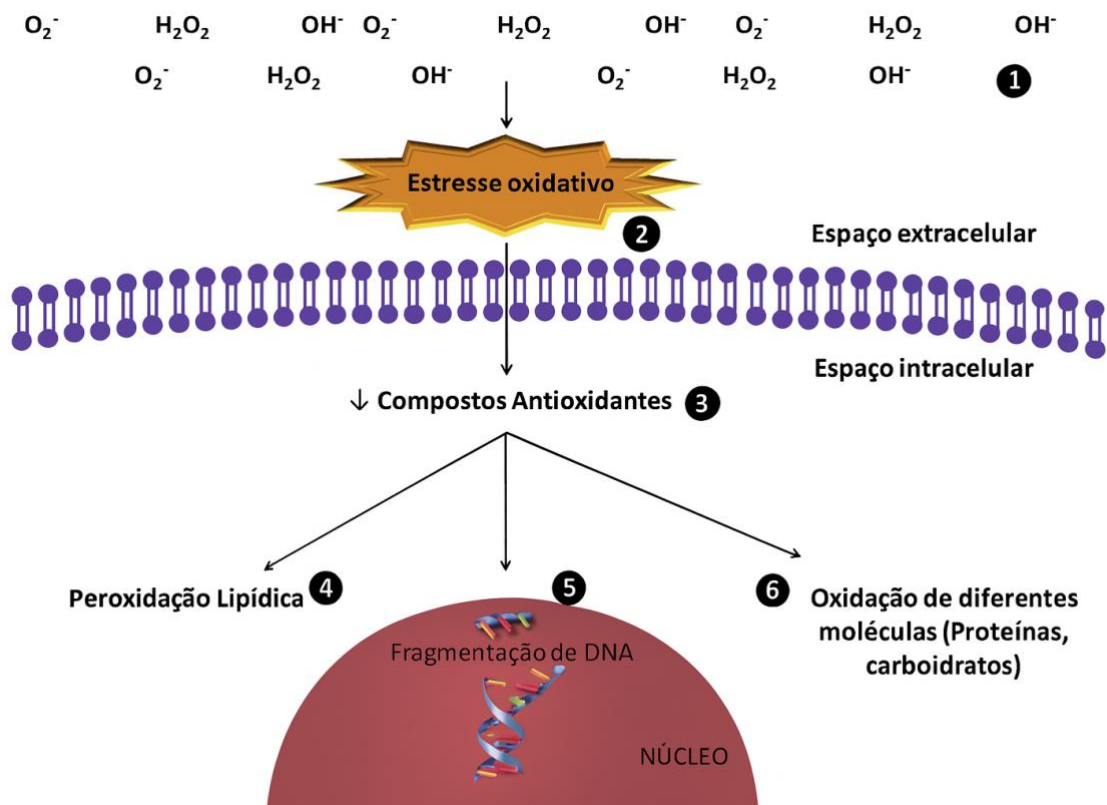


Fonte: Adaptado de Cubas *et al.*, 2008.

Quando a geração de radicais livres excede a capacidade antioxidante endógeno, ocorre o estresse oxidativo. Esse excesso de espécies reativas leva ao ataque e a modificação de biomoléculas essenciais, como lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos. Nessa condição, a superprodução de radicais livres e a redução de antioxidantes intracelulares desencadeiam uma

série de danos celulares (Figura 6). Entre eles, destacam-se a peroxidação lipídica, que comprometendo a integridade das membranas; danos ao DNA, que pode gerar alterações, incluindo quebras e modificações de bases que aumentam os riscos de mutações; e a oxidação de proteínas e outras biomoléculas, afetando funções enzimáticas e processos metabólicos essenciais (França *et al.*, 2013; Silva e Jasiulionis, 2014; Franco e Chaves, 2022).

Figura 6 - Impactos do Estresse Oxidativo nas estruturas celulares



1 – Produção excessiva de Radicais Livres; 2 – estresse oxidativo; 3 – redução dos compostos antioxidantes intracelulares; 4 – Peroxidação lipídica; 5 - fragmentação do DNA; 6 – oxidação de diferentes moléculas.

Luz *et al.*, 2011.

O acúmulo de espécies reativas e dos danos oxidativos que elas causam contribuem para respostas inflamatórias e alterações metabólicas associadas ao desenvolvimento de diversas doenças crônicas e degenerativas, como câncer, diabetes, aterosclerose, Alzheimer, patologias cardiovasculares, doenças respiratórias e o próprio envelhecimento celular e tecidual. (Figura 7). Além disso, exposições ambientais e hábitos de vida podem tanto intensificar a produção de espécies reativas quanto comprometer os sistemas antioxidantes, favorecendo a progressão dessas patologias (Phaniendra, Jestadi, Periyasamy, 2014).

Figura 7 - Efeitos do estresse oxidativo sobre o organismo humano



Fonte: Adaptado Fleming e Yangchao 2021.

Torna-se evidente que o controle do excesso de radicais livres é essencial para preservar a funcionalidade celular e prevenir o desencadeamento de processos degenerativos. Quando o equilíbrio redox é rompido, o organismo perde a capacidade de manter suas estruturas íntegras, favorecendo danos progressivos que comprometem a saúde a longo prazo. Por essa razão, compreender como espécies reativas atuam e quais fatores intensificam sua produção é indispensável. A partir desse entendimento, surge a necessidade de explorar os mecanismos capazes de neutralizar ou minimizar esses efeitos, destacando o papel central dos antioxidantes, que constituem a principal linha de defesa contra o estresse oxidativo (Franco e Chaves, 2022).

2.4 Antioxidantes

Os antioxidantes são substâncias capazes de neutralizar ou reduzir os efeitos nocivos causados pelo excesso de espécies reativas, atuando como principal linha de defesa do organismo contra o estresse oxidativo (Bitwell *et al.*, 2024). Eles podem ser produzidos naturalmente pelo corpo ou obtidos por meio da alimentação e de outras fontes externas. Sua

função central é manter o equilíbrio redox celular, preservando a integridade de biomoléculas e evitar ou prevenir disfunções metabólicas (Halliwell, 2024). Além de sua relevância biológica, os antioxidantes também são amplamente empregados na indústria alimentícia para reduzir a oxidação lipídica, prolongar a vida útil dos produtos e minimizar perdas. Na área farmacêutica, seu uso está relacionado a prevenção de alterações celulares associadas ao desenvolvimento de doenças crônicas e degenerativas (Muscolo *et al.*, 2024).

Quanto a classificação, os antioxidantes podem ser divididos em enzimáticos e não enzimáticos. Os enzimáticos compõem a defesa endógena do organismo e são essenciais para eliminar espécies reativas de forma eficiente. A superóxido dismutase (SOD) converte o ânion superóxido ($O_2^{\bullet-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que é menos reativo e a catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx), responsáveis por remover o peróxido de hidrogênio e impedir a formação de espécies altamente reativas, como radical hidroxila. Já os antioxidantes não enzimáticos, por sua vez, podem ser endógenos, como glutathione (GSH), ácido úrico e bilirrubina ou obtidos da dieta, incluindo vitaminas C e E, carotenoides, minerais e diversos compostos fenólicos, como flavonoides, catequinas e quercetina (Barreiro *et al.*, 2022).

Os antioxidantes atuam por diferentes mecanismos que permitem neutralizar ou impedir a formação de radicais livres e uma das principais formas de ação é a doação de elétrons ou átomos de hidrogênio, pela qual o antioxidante reage diretamente com o radical livre, estabilizando-o e reduzindo sua reatividade. Após essa interação o radical formado torna-se menos agressivo, pois sua estrutura química permite estabilização por ressonância, interrompendo a propagação de reações oxidativas em cadeia (Lawi *et al.*, 2021). Outra estratégia é a capacidade que muitos antioxidantes possuem de quelarem íons metálicos, como ferro e cobre, que participam de reações pró-oxidantes, incluindo a reação de Fenton, conhecida por gerar espécies altamente reativas como o radical hidroxila. Ao formar complexos estáveis com esses metais, os antioxidantes impedem que eles catalisem a produção de novos radicais (Lawi *et al.*, 2021; Losada *et al.*, 2022).

Os antioxidantes também podem inibir a atividade de enzimas geradoras de espécies reativas, como xantina oxidase e a NADPH oxidase ao bloquear a montagem desses complexos enzimáticos ou a inibir enzimas sinalizadoras envolvidas em sua ativação (Panche; Diawan, Chandra, 2016; Chenchula *et al.*, 2024). Outro mecanismo relevante é a regeneração de antioxidantes previamente oxidados, como ocorre com a vitamina C ao restaurar a forma ativa da vitamina E, prolongando a capacidade antioxidante do sistema (Kazmierczak-Branska *et al.*, 2020)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Analisar a relação entre os constituintes químicos e o potencial antioxidante dos extratos aquosos do caule e folha de *Vismia spp*

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o perfil químico dos constituintes presentes nos extratos aquosos do caule e folha *Vismia spp* através da Espectrometria de Massas com ionização por electrospray (ESI-MS)
- Avaliar a atividade antioxidante dos extratos aquosos do caule e folha *Vismia spp* frente aos radicais DPPH• e ABTS⁺
- Identificar a presença de compostos Fenólicos nos extratos aquosos do caule e folha *Vismia spp* por meio da determinação do teor dos fenólicos totais
- Relacionar o teor de compostos fenólicos totais e os constituintes químicos caracterizados com atividade antioxidante observada nos ensaios DPPH• e ABTS⁺

4. METODOLOGIA

4.1 Coleta da amostra vegetal

As espécies *V. guianensis*, *V. cayennensis* foram coletadas no entorno de Itacoatiara-AM, sob as coordenadas 03° 07' 35" S de latitude e 58° 28' 54" W. Os ramos férteis foram herborizados e as exsiccatas depositadas na coleção do Herbário da Universidade Estado do Amazonas-UEA (Figura 8).

Figura 8 - Exsicata de espécie de *V. guianensis* (A), *V. cayennensis* (B)

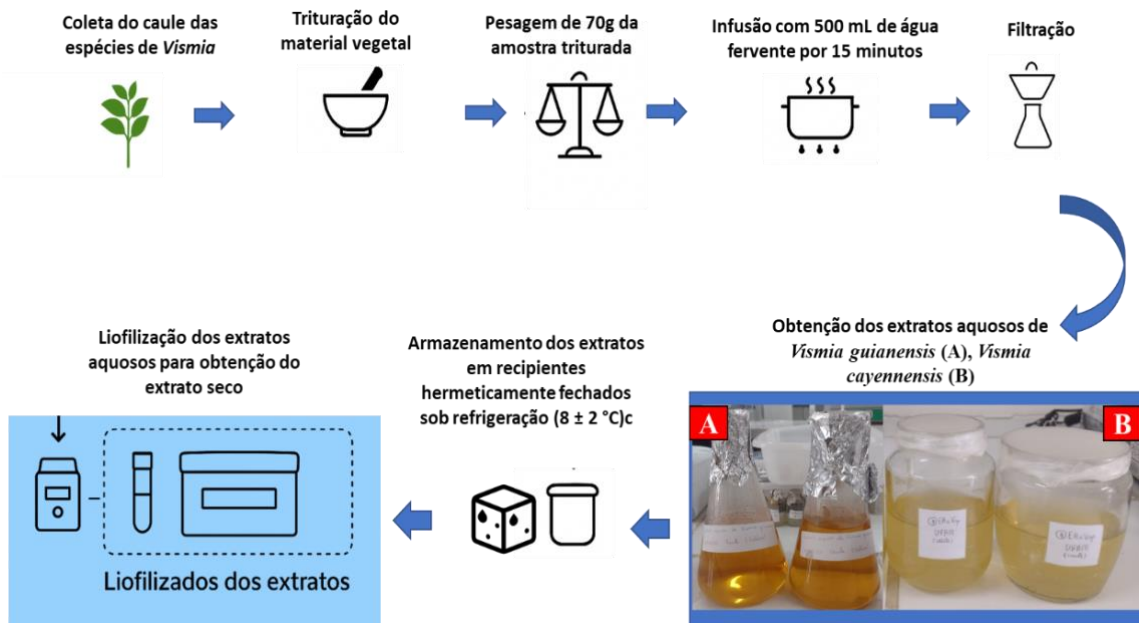


Fonte: Autor, 2025.

4.2 Preparo dos extratos aquosos do caule

Amostras do caule das espécies de *Vismia* foram coletados, triturados, pesados (70g) e foram submetidos ao processo de infusão, com 500mL de água fervente (15 minutos). Após esse processo, o líquido foi filtrado e transferido para recipientes hermeticamente fechados e conservados sob refrigeração (8 ± 2 °C). Em seguida, os extratos aquosos do caule e folha de *V. guianensis* (EACvg e EAFvg, respectivamente) e *V. cayennensis* (EACvc e EAFvc, respectivamente) foram enviados à Central Analítica da Universidade Federal do Amazonas para serem liofilizados (Figura 9). O rendimento do extrato aquoso foi realizado a partir da relação massa do extrato seco e o peso do material vegetal.

Figura 9 - Metodologia para obtenção do extrato aquoso do caule de *Vismia guianensis* e *Vismia cayennensis*.



Fonte: Autor, 2025.

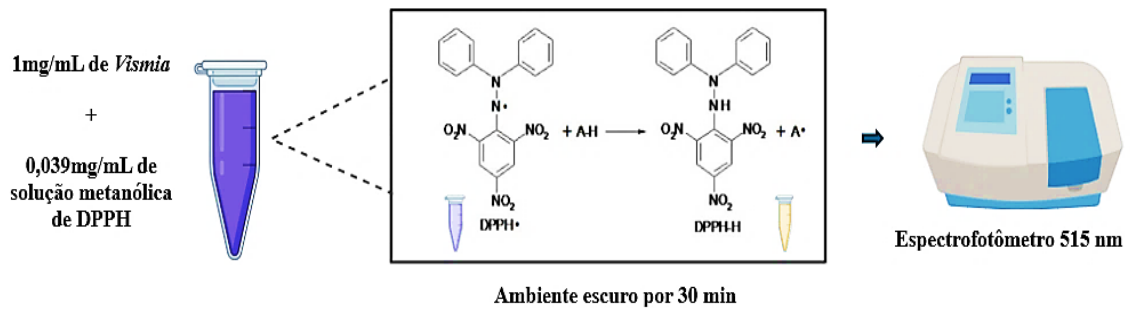
4.3 Análise por espectrometria de massas com ionização por eletrospray (ESI-MS)

A análise foi realizada na Central Analítica da UFAM-Manaus, e os espectros de massas foram obtidos a partir da injeção direta 1mg/mL da amostra padronizada, com fonte de ionização por eletrospray e analisador íon trap modelo LCQ Fleet (Thermo Scientific), usando coluna 5 μ m C18 (100A, 150 x 4,6 μ m) com pós coluna da mesma fase. Os espectros foram processados através do programa Xcalibur® 2.0.7.

4.4 Ensaio de atividade antioxidante DPPH

A atividade foi avaliada por meio do ensaio utilizando o radical 1,1- difenil-2-picrilhidrazil (DPPH •). Para isso, foram adicionados 100 μ L dos extratos (1mg/mL) a 3900 μ L da solução metanólica de DPPH (100 μ M; Absorbância inicial de 0,996), realizando-se o procedimento em triplicata. As misturas foram incubadas por 30 minutos, na ausência de luz, e em seguida procedeu-se a leitura das absorbâncias em 515nm (Figura 10). Foi feita a curva padrão de Trolox para este ensaio $y = -0,0005x + 0,9674$, $R^2 = 0,9944$) e os resultados foram expressos em μ M de Equivalentes de Trolox (Molyneux, 2004; Re *et al.*, 1999).

Figura 10 - Análise da capacidade sequestrante dos radicais DPPH.



Fonte: Autor 2025.

4.5 Ensaio de atividade antioxidante ABTS

Enquanto para o ensaio com o radical ABTS iniciou-se com a preparação paralela da mistura contendo 19,2 mg do radical em 5 ml de água e 9,46 mg de persulfato de potássio ($K_2S_2O_8$) em 250 μ L de água. Para obtenção da solução estoque, foi realizada uma mistura de 2,5 mL da solução de ABTS e 44 μ L da solução de persulfato de potássio, que permaneceu em repouso por 16 horas no escuro. Para leitura das absorbâncias foi utilizado 30 μ L de amostra (1mg/mL) em 3000 μ L de solução de ABTS, deixando 6 minutos no escuro e a leitura foi realizada em espectrofotômetro (Medtherm) em 734 nm (Figura 11). Foi feita uma curva padrão de Trolox de 125 a 2000 μ M ($y = -0,0003x + 0,06636$, $R^2 = 0,9997$). Os resultados foram expressos em μ M de Equivalentes de Trolox (Molyneux, 2004; Re *et al.*, 1999).

Figura 11 - Análise da capacidade sequestrante dos radicais ABTS+

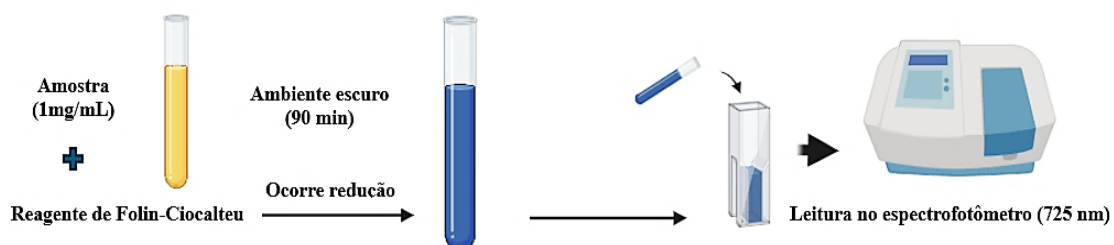


Fonte: Autor 2025

4.6 Fenólicos totais

No ensaio de atividade de Fenólicos Totais as amostras foram adicionadas a mistura reacional (1:1) do reagente de Folin Ciocalteu, após 5 minutos foi adicionado o carbonato de sódio (6%) e mantida no escuro por 90 min para posterior análise em Espectrofotômetro de ultravioleta visível a 725 nm (Epoch 2, Biotek) (Figura 12). O ácido gálico foi utilizado para a curva padrão em concentrações de 1000 a 31,5 μM ($y = 0,0074 x + 0,236$, $R^2 = 1$). Este ensaio foi realizado em triplicata e os resultados expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (Velioglu *et al.*, 1998).

Figura 12 - Determinação do teor dos Fenólicos Totais



Fonte: Autor 2025

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Rendimentos dos extratos

Os resultados indicam que os rendimentos dos extratos variam de acordo com a espécie e o órgão vegetal utilizado. Para os caules, *Vismia guianensis* apresentou um rendimento maior de 4,24% em comparação com *Vismia cayennensis* 2,03%. Já nas folhas, o maior rendimento também foi observado em *Vismia guianensis* (5,60%), superando *Vismia cayennensis* (3,79%) (Tabela1).

Tabela 1- Rendimentos dos extratos aquosos do caule de *Vismia spp*

Espécie vegetal	Código da amostra	Massa do vegetal	Rendimento
<i>Vismia guianensis</i> (Caule)	EACvg	70g	4,24%
<i>Vismia cayennensis</i> (Caule)	EACvc	70g	2,03%
<i>Vismia guianensis</i> (Folha)	EAFvg	70g	5,60%

<i>Vismia cayennensis</i> (Folha)	EAFvc	70g	3,79%
--------------------------------------	-------	-----	-------

Extrato aquoso do caule de *Vismia guianenses* (EACvg); Extrato aquoso do caule de *Vismia cayennensis* (EACvc); Extrato aquoso do caule de *Vismia guianenses* (EAFvg); Extrato aquoso da folha de *Vismia cayennensis* (EAFvc).

Fonte: Autor, 2025.

Esses dados mostram que cada espécie possui características próprias de composição e órgão vegetal, influenciando diretamente no rendimento de extrato obtido. A diferença nos rendimentos também pode ser atribuída ao método de extração utilizado, as condições de extração (temperatura e tempo), o solvente de extração usado e as características intrínsecas da planta (Piovesan, 2016). No estudo de Lopes (2023), os valores obtidos foram superiores aos do presente trabalho. Mesmo utilizando menor massa de material vegetal, os autores obtiveram massas de extrato de 12,5216 g para *Vismia guianensis* e 4,4885 g para *Vismia cayennensis*, com rendimentos de 4,43% e 6,98%, respectivamente. Esses resultados, provenientes de extratos hidroetanólicos dos frutos, demonstram maior eficiência dos solventes orgânicos quando comparados ao extrato aquoso empregado neste estudo. Apesar disso, optou-se pela preparação de extratos aquosos, pois essa abordagem reflete o modo tradicional de uso da planta (na forma de chá ou infusão), além de se utilizar um solvente seguro, acessível e não tóxico. Assim, mesmo que extratos etanólicos ou metanólicos possam extrair maior quantidade de compostos, o foco deste estudo foi avaliar o que é efetivamente liberado em água, refletindo o uso real da planta pela população (Nunes, 2019; Diel *et al.*, 2024).

5.2 Atividade Antioxidante

Os resultados obtidos demonstram que os extratos aquosos de *V. guianensis* e *V. cayennensis* possuem uma considerável atividade antioxidante pelos radicais DPPH • e ABTS⁺, evidenciando a capacidade dos extratos em neutralizar espécies reativas. O ensaio de Fenólicos Totais indicou um elevado teor de compostos fenólicos, correlaciona-se com a efetividade observada nos ensaios DPPH• e ABTS⁺, contribuindo para a compreensão do seu potencial bioativo. (Tabela 3).

Tabela 2 - Atividade antioxidante do extrato do caule de *Vismia spp*

Amostras de <i>Vismia</i>	ABTS ($\mu\text{M ET}^*$)	DPPH ($\mu\text{M ET}^*$)	Fenólicos Totais (mg EAG g^{-1})
Caule de <i>V. guianensis</i>	2212,023 \pm 0	1934,87 \pm 0	333,688 \pm 0
Caule de <i>V. cayennensis</i>	1404,024 \pm 0	1990,048 \pm 0	333,666 \pm 0
Folhas de <i>V. guianensis</i>	2212 \pm 0	1934,86 \pm 0	333,689 \pm 0
Folhas de <i>V. cayennensis</i>	1404,033 \pm 0	1990,04 \pm 0	333,666 \pm 0

*microlitro de Equivalente de Trolox; média \pm desvio padrão

Em relação ao teor do fenólicos totais, os valores foram semelhantes entre todas as amostras, variando de 333,66 a 333,69 mg EAG g⁻¹, sem diferença relevante entre as espécies ou partes da planta. A presença de compostos fenólicos, especialmente flavonoides, confere aos extratos potencial antioxidante, uma vez que esses compostos possuem grupos hidroxila em sua estrutura química, capazes de doar hidrogênios e estabilizar espécies reativas por ressonância, o que explica sua eficiência na neutralização de radicais livres (Chun *et al.*, 2005; Losada *et al.*, 2022).

No método ABTS+, os extratos aquosos de *V. guianensis* apresentaram maior atividade antioxidante, com valores de 2212, 23 $\mu\text{M ET}$ no caule e 2212 $\mu\text{M ET}$ nas folhas. Já *V. cayennensis* apresentou menores valores de 1404,013 $\mu\text{M ET}$ no caule e 1404,033 $\mu\text{M ET}$ nas folhas. Enquanto no método DPPH, observou-se que *V. cayennensis* apresentou maior capacidade antioxidante (\approx 1990 $\mu\text{M ET}$) em comparação com *V. guianensis* (\approx 1934 $\mu\text{M ET}$).

Essas diferenças entre os métodos ABTS e DPPH são explicadas pelo fato de que cada radical possui estrutura química, reatividade e afinidade distinta, o que influencia diretamente a forma como interagem com os compostos presentes nos extratos. No ensaio DPPH, o radical DPPH• é reduzido por antioxidantes capazes de doar hidrogênios ou elétrons, reduzindo o radical em DPPH-hidrazina, que perde a coloração violeta (Magalhães *et al.*, 2018). A eficiência nessa reação tende a ser maior em extratos ricos em compostos polares que apresentam grupos hidroxilas, capazes de neutralizar o radical (Buitrago, 2016). Já no método de sequestro do radical ABTS•+ é amplamente reconhecido por sua capacidade de avaliar a atividade antioxidante, abrangendo tanto antioxidantes de caráter hidrofílico quanto lipofílico. Esse método se baseia na estabilização do radical ABTS por meio da reação de oxidação entre o sal de persulfato de potássio (K₂SO₅) e a solução aquosa de 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (Rufino *et al.*, 2007). Apesar das diferenças entre os ensaios, os extratos de *V.*

guianensis e *V. cayennensis* apresentaram alta atividade antioxidante em ambos os métodos, evidenciando seu considerável potencial bioativo.

Nos estudos de Lopes (2023), o autor aplicou as mesmas metodologias utilizadas neste trabalho (DPPH, ABTS e Fenólicos totais) para avaliar a atividade antioxidante dos extratos dos frutos de *V. cayennensis* e *V. guianensis*. Para *V. cayennensis*, os valores obtidos foram $1291,4 \pm 28,3 \mu\text{M ET}$ (DPPH), $3001,5 \pm 74,24 \mu\text{M ET}$ (ABTS) e $105,53 \pm 1,62 \text{ mg EAG/g}$ (fenólicos totais). Para *V. guianensis*, os valores foram $1300,3 \pm 7,6 \mu\text{M ET}$ (DPPH), $3129 \pm 7,07 \mu\text{M ET}$ (ABTS) e $99,33 \pm 4,64 \text{ mg EAG/g}$. Ao comparar com os dados obtidos no presente estudo, verificou-se que apenas os valores do ensaio de ABTS foram superiores aos aqui encontrados, enquanto os resultados de DPPH e Fenólicos totais apresentaram-se superiores.

Outros estudos também tem investigado a atividade antioxidante em espécies do gênero *Vismia*. Alvarez *et al.*, (2008) ao avaliarem extratos metanólicos de *V. guianensis* e *V. baccifera*, pelos métodos ABTS•+ e DPPH• observaram excelente capacidade inibitória do cátion radical ABTS•+, com valores na faixa de $6,52 \pm 0,13$ e $17,63 \pm 0,63 \mu\text{g/ml}$, respectivamente e para o radical DPPH• $6,52 \pm 0,13$ e $17,63 \pm 0,63 \mu\text{g/ml}$. Resultados semelhantes foram detectados por Lins e colaboradores 2016, onde detectaram o potencial antioxidante dos extratos etanólicos das partes aéreas e a fração acetato de etila da espécie de *V. guianensis* sob os mesmos radicais.

Em síntese, os resultados obtidos evidenciam que as espécies analisadas do gênero *Vismia* apresentam atividade antioxidante expressiva nos extratos aquosos, corroborando os dados previamente reportados na literatura. As variações observadas entre os extratos refletem diferenças no perfil de compostos fenólicos e flavonoides, os quais desempenham papel central nos mecanismos de sequestro de radicais livres, sendo a atividade antioxidante proporcional ao teor de fenólicos presentes (Sharma *et al.*, 2025). Assim, os achados deste estudo reafirmam o potencial do gênero como fonte de metabólitos bioativos com relevante ação antioxidante, destacando a necessidade de investigações adicionais voltadas ao isolamento, identificação e elucidação dos compostos responsáveis por essa atividade.

5.3 Espectrometria de massas

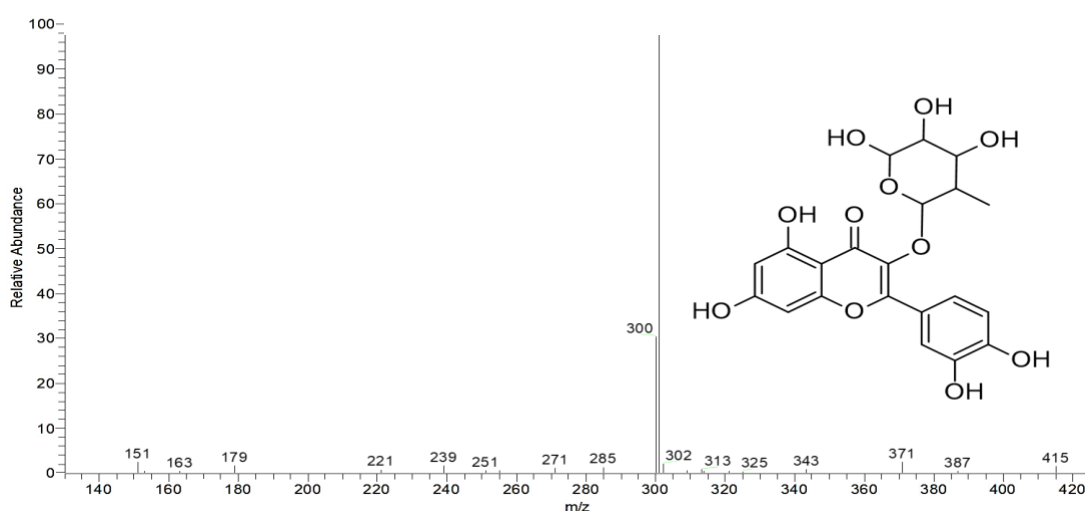
As substâncias identificadas por espectrometria de massas nos extratos de *Vismia spp.*, incluindo flavonóides, flavanóis, proantocianidinas e ácidos orgânicos, estão descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Análise de compostos bioativos de *Vismia spp* por Espectrometria de Massas

Amostra	m/z [M - H] ⁻	MS ²	Identificação	Fórmula molecular	Referência
Caule <i>V. guianensis</i>	447	301, 255, 179 e 151	Quercetina- <i>O</i> -desoxihexosídeo	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	Ribeiro <i>et al.</i> , 2015.
	449	431, 323, 303, 285 e 151	Taxifolina desoxihexosídeo	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	Ribeiro <i>et al.</i> , 2015
Caule <i>V. cayennensis</i>	577	559, 451, 425, 407 e 289	Dímero de proantocianidina	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Ribeiro <i>et al.</i> , 2015
Folhas <i>V. guianensis</i>	191	173, 111, 85	Ácido quínico	C ₇ H ₁₂ O ₆	Mota, 2022
	433	301, 283 e 179	Pentosídeo de quercetina	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₁	Ribeiro <i>et al.</i> , 2015; Rainha <i>et al.</i> , 2012
Folhas <i>V. cayennensis</i>	289	245, 205, 179	Catequina	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Ribeiro <i>et al.</i> , 2015

Fonte: Autores, 2025.

A análise do extrato aquoso do caule de *Vismia guianensis* revelou um pico majoritário em m/z 447 [M - H]⁻, com fragmentos em m/z 301, 255, 179 e 151 (Figura 13). Os dados espectrais permitiram identificar o flavonoide quercetina-*O*-desoxihexosídeo, de fórmula molecular C₂₁H₂₀O₁₁ e massa 448,38 g/mol. O fragmento em m/z 301 correspondente à glicona quercetina. Este constituinte já identificado anteriormente, em estudos conduzidos por Ribeiro *et al.*, 2015.

Figura 13 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular de m/z 447 [M - H]⁻

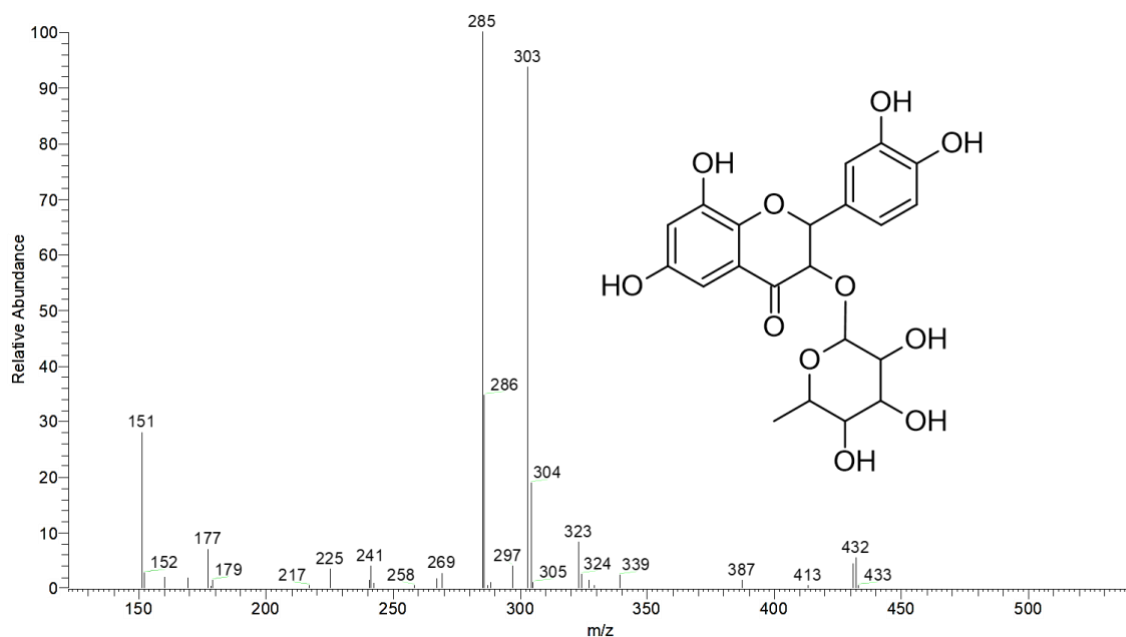
Fonte: Autor, 2025.

A quercetina possui propriedades de grande interesse, entre elas estão seus efeitos anticarcinogênicos, protetores do sistema renal, cardiovascular e hepático. Pesquisas têm

mostrado que alguns complexos metálicos com a quercetina possuem atividade antineoplásica e apresentam atividades antisséptica, anti-inflamatória e antioxidante (Simões *et al.*, 2013). A quercetina por se tratar de um flavonoide possui atividades antioxidantes devido à suas propriedades sequestrantes de radicais livres, protegendo assim os tecidos dos radicais livres e da peroxidação lipídica, através do sequestro dos radicais de oxigênio como radical hidroxil e o ânion superóxido, além de inibir a xantina oxidase e peroxidação lipídica e possui propriedades quelante e estabilizadora do ferro (Behling *et al.*, 2004).

Foi também observado um pico de íon molecular de m/z 449 $[M - H]^-$, correspondente a fórmula molecular $C_{21}H_{22}O_{11}$ e peso molecular de 450,39 g/mol. Além disso, foram observados os seguintes fragmentos 431, 323, 303, 285 e 151, indicando a presença de Taxifolina desoxihexosídeo (Figura 14). O perfil de fragmentação obtido é consistente com o pico previamente identificado por Ribeiro *et al* (2015) em amostras de extratos de *Vismia cauliflora*. A presença de fragmentos em m/z 285 $[M-H-146-18]^-$ e em m/z 151 $[M-H-146-152]^-$, ambos derivados da porção taxifolina, corresponde à perda de um grupo hidroxila (18 u.m.a) e um fragmento característico devido à fissão retro-Diels-Alder (152 u.m.a) também observado no padrão de taxifolina.

Figura 14 - Espectro MS/ referente ao íon molecular m/z 449 $[M - H]^-$

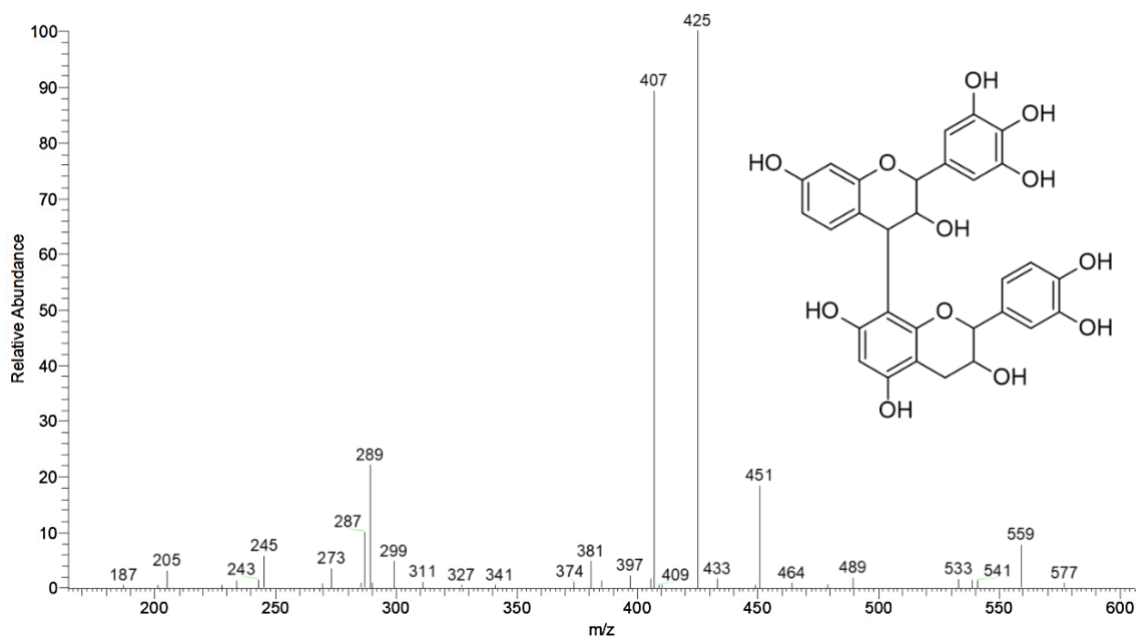


Fonte: Autor, 2025.

A Taxifolina é um flavonoide constituída por grupos fenólicos que são responsáveis pela sua alta atividade antioxidante. Além disso a taxifolina, possui diversas propriedades farmacológicas, incluindo anti-inflamatória, hepatoprotetora, anti-Alzheimer, antiangiogênica, anti-hiperglicêmica, cardiovascular, antimicrobiana, antipsoriática, anti-hiperuricêmica, pulmonar, genotóxica e anticancerígena (Das *et al.*, 2021).

O pico de íon molecular com m/z 577 $[M - H]^-$ e os resultados por MS² (m/z 559, 451, 425, 407 e 289) espectro do extrato do caule de *V. cayennensis* permitiram identificar o dímero de proantocianidina, de fórmula molecular C₃₀H₂₆O₁₂, relativo a massa molecular 578, 52 g/mol (Figura 15). O perfil de fragmentação observado é consistente com o identificado por Ribeiro *et al* (2015) em amostras das folhas de *Vismia cauliflora*. O fragmento em m/z 425 indica a perda característica de 152 u.m.a, associada à fissão retro-Diels-Alder (rDA) (Li & Deinzer, 2008). O fragmento em m/z 289, é atribuído à perda da molécula de catequina. Esse padrão de fragmentação reforça a identificação estrutural, uma vez que a formação de íons em m/z 289 é um marcador típico para flavonoides monoméricos nas análises de proantocianidinas. As proantocianidina são conhecidas por suas propriedades antioxidantes, que podem ajudar na proteção contra doenças cardiovasculares, câncer e outras condições associadas ao estresse oxidativo (Nie e Sturzenbaum, 2019; Chen *et al.*, 2023).

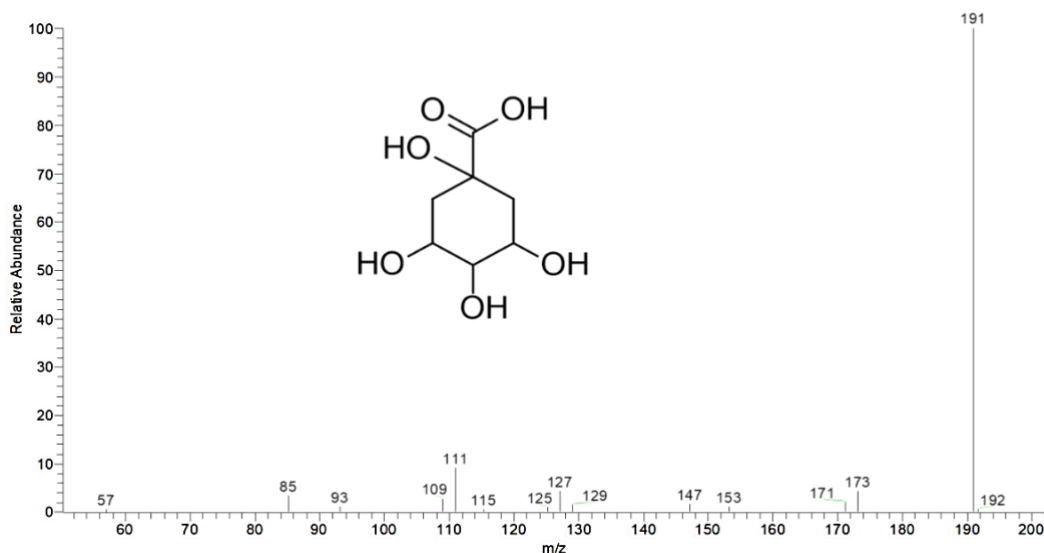
Figura 15 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular m/z 577 $[M - H]^-$



Fonte: Autor, 2025.

No espectro de massas do extrato obtido a partir das folhas de *V. guianensis* foi observado um pico predominante em m/z 191 $[M - H]^-$. A análise dos fragmentos obtidos, em m/z 173, 111 e 85, apresenta padrão característico do ácido quínico, com fórmula molecular $C_7H_{12}O_6$ (Motta 2020) (Figura 16). Os fragmentos de m/z 173 $[M - H_2O - H]^-$, foi formado pela perda de uma molécula de água (18 u.m.a); m/z 85 resulta de clivagens profundas do anel ciclohexano do ácido quínico, envolvendo perdas sucessivas de pequenas unidades neutras, principalmente H_2O , CO e CO_2 . Esse processo leva à formação de um íon alifático pequeno e relativamente estável, típico do padrão de fragmentação do ácido quínico.

Figura 16 - Espectro MS/MS referente ao íon molecular m/z 191 $[M - H]^-$



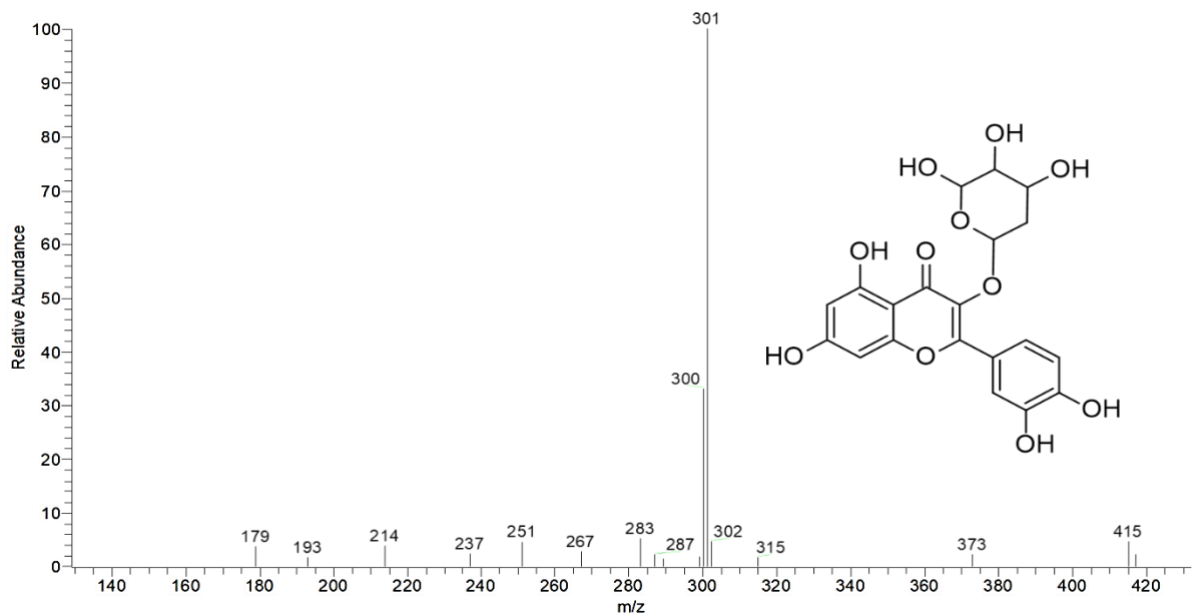
Fonte: Autor, 2025.

O ácido quínico é um ácido ciclohexanocarboxílico, que exibe diversas atividades biológicas, como antioxidante, antidiabético, anticancerígeno, antiviral, envelhecimento, protetor, antinociceptivo e analgésico. Além dessas propriedades também se mostra com um importante efeito antibacteriano que pode ser explicado pelo fato de que esta molécula modula as funções dos ribossomos e a síntese de aminoacil-tRNAs, modifica os níveis de glicerofosfolipídios e ácidos graxos e interrompe a via de fosforilação oxidativa, causando interferência na fluidez da membrana (Benali *et al.*, 2022).

Um pico de íon molecular em m/z 433 $[M - H]^-$ e fragmentos em m/z 301, 283 e 179, do espectro da amostra das folhas de *V. guianensis*, permitiram identificar o Pentosídeo de

quercetina de massa 434,35 g/mol e fórmula $C_{20}H_{18}O_{11}$ (Figura 17). O perfil de fragmentação corresponde ao pico já identificado por Ribeiro *et al* (2015) em amostras das folhas de *Vismia cauliflora* e por Rainha *et al.* (2012) no extrato aquoso de *Hypericum undulatum*. A presença de fragmento MS/MS intenso em m/z 301 (quercetina), ocorre após perdas respectivas de 132 u.m.a (pentose).

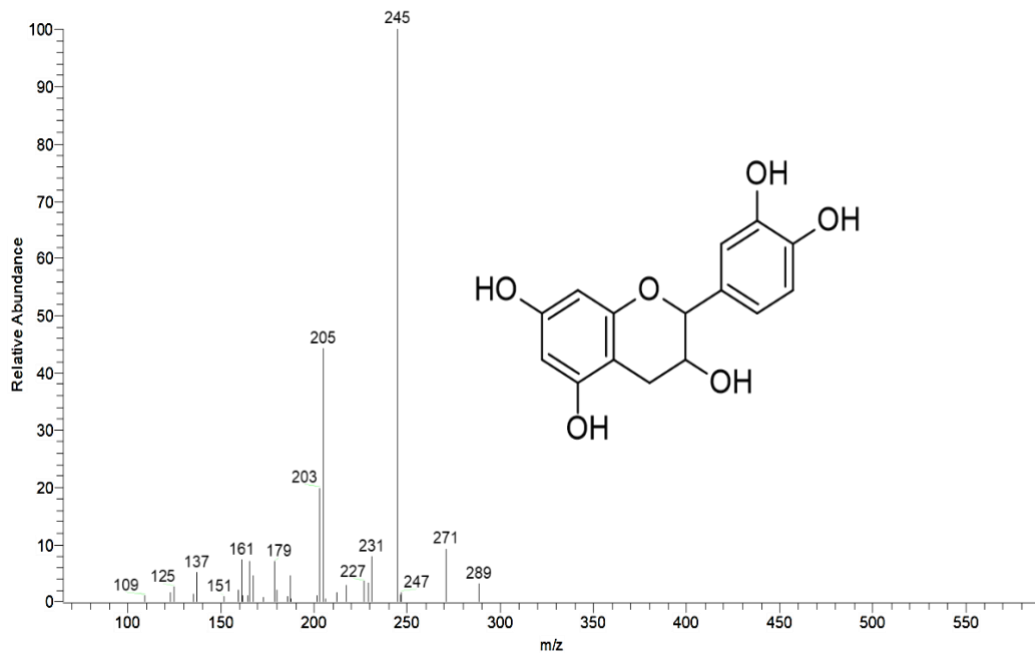
Figura 17 - Espectro de Massas em m/z 433 $[M - H]^-$



Fonte: Autor, 2025.

O perfil químico das folhas da espécie *V. cayennensis* revelou o pico em m/z 289 $[M - H]^-$ e os fragmentos em m/z 245, 205 e 179 (Figura 18). Estes resultados permitiram identificar a Catequina (290 g/mol; $C_{15}H_{14}O_6$), composto já detectado nos extratos hidroetanólicos dos frutos de *V. cayennensis* e nas folhas de *V. guianensis*, e aquosos de *Hypericum undulatum* (Lopes, 2023; Motta, 2022; Rainha *et al.*, 2012). O fragmento de m/z 245 pode ser atribuído à perda 44 Da, decorrente possivelmente da eliminação de uma unidade neutra como C_2H_4O . Os picos em m/z 205 e 179, podem ser resultantes das perdas de 84 e 110 Da, decorrentes de clivagens do anel heterocíclico (anel C), incluindo vias de fragmentação do tipo retro-Diels-Alder (RDA), padrão típico de flavan-3-óis como a catequina.

Figura 18 - Espectro de Massas em m/z 289 $[M - H]^-$



Fonte: Autor, 2025.

As catequinas constituem uma classe de flavan-3-óis amplamente estudada devido as suas propriedades biológicas. Esses compostos apresentam atividades antiinflamatórias, neuroprotetora, antioxidantes, antibacteriana e antiviral. Sendo consideradas ingredientes importantes em diversas formulações voltadas para aplicações farmacêuticas, nutracêuticas e cosméticas. Além disso, estudos indicam que as catequinas exercem múltiplos efeitos benéficos a saúde, incluindo ações antiobesidade, antidiabéticas, cardioprotetoras e hepatoprotetoras. No contexto do câncer, as catequinas tem recebido especial atenção por sua capacidade de atuar em diferentes vias celulares relacionadas ao desenvolvimento e progressão tumoral (Isemura, 2019; Shikha *et al.*, 2024).

Essa caracterização química realizada evidenciou a presença de substâncias pertencentes às classes de flavonóides, flavanóis, proantocianidinas e ácidos orgânicos nos extratos aquosos de *Vismia spp.*, compostos reconhecidos pelo seu potencial terapêutico, especialmente devido à atividade antioxidante. Essa atividade possui importância clínica, pois está associada à prevenção e mitigação de danos causados por espécies reativas de oxigênio, contribuindo para a proteção contra diversas condições de saúde, incluindo inflamação, doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer. A análise dos extratos aquosos, tanto do caule quanto das folhas, demonstra a presença de metabólitos antioxidantes, corroborada pelos

ensaios de fenólicos totais, ABTS+ e DPPH•. Com base em todos os ensaios realizados, foi possível correlacionar o teor de compostos fenólicos totais e os constituintes químicos caracterizados com a atividade antioxidante observada nos ensaios DPPH• e ABTS+, reforçando a relação direta entre o perfil químico dos extratos e seu potencial bioativo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que as espécies do gênero *Vismia*, da família Hypericaceae, possuem uma rica composição de constituintes químicos e apresentam significativa atividade antioxidante. Os resultados obtidos evidenciam que tanto *V. guianensis* quanto *V. cayennensis* possuem uma rica composição de compostos fenólicos e flavonoides, associada a significativa atividade antioxidante nos ensaios DPPH• e ABTS+, corroborada pelo elevado teor de fenólicos observado no ensaio de fenólicos totais. A análise por espectrometria de massas (ESI-MS) permitiu a identificação de quercetina-O-desoxihexosídeo, taxifolina desoxihexosídeo, ácido quínico e pentosídeo de quercetina em *V. guianensis*, e dímero de proantocianidina e catequina em *V. cayennensis*, evidenciando a diversidade química do gênero. Esses achados sustentam a hipótese de que os compostos identificados contribuem diretamente para a atividade antioxidante observada, reforçando a relevância do perfil químico dos extratos aquosos estudados.

As metodologias empregadas demonstraram-se eficazes para a análise e caracterização dos extratos aquosos, correspondendo à forma de uso tradicional da população e fornecendo informações relevantes sobre o potencial bioativo das espécies. Essas descobertas fornecem uma base sólida para pesquisas futuras, visando a utilização sustentável dessas plantas na indústria farmacêutica, bem como na conservação da biodiversidade amazônica, e ampliam o entendimento sobre o potencial antioxidante e os compostos bioativos presentes nas espécies, oferecendo dados relevantes para novas aplicações.

Nesse contexto, investigações futuras podem se concentrar no isolamento e na identificação detalhada de compostos ainda não caracterizados nos extratos, bem como na realização de testes *in vivo* e ensaios clínicos, com o objetivo de avaliar a efetividade da atividade antioxidante e de outras potenciais atividades terapêuticas, contribuindo para o desenvolvimento de tratamentos para condições ou doenças endêmicas da região amazônica.

REFERÊNCIAS

- OLIVEIRA, A.H.; DE OLIVEIRA, G. G.; CARNEVALE NETO, F.; PORTUONDO, D. F.; BATISTA-DUHARTE, A.; CARLOS, I. Z. Anti-inflammatory activity of *Vismia guianensis* (Aubl.) Pers. extracts and antifungal activity against *Sporothrix schenckii*. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 195, p. 266-274, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.11.030>
- ÁLVAREZ, E. R.; JÍMENEZ, O. J. G.; POSADA, C. M. A.; ROJANO, B. A.; GIL, J. H. G.; GARCÍA, C. M. P.; DURANGO, D. L. R. Actividad antioxidante y contenido fenólico de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del género *Vismia* (Guttiferae). *Vitae*, v. 15, n. 1, p. 165-172, 2008.
- ANDRADES, I. X. de; SANTOS, P. A.; MENDES, T. L.; MARINHO, L. C. Avaliação da segurança do extrato hexânico da folha de *Vismia guianensis* (Hypericaceae), uma planta medicinal brasileira, utilizando o modelo *Caenorhabditis elegans*. *Chemistry & Biodiversity*, set. 2025. DOI: 10.1002/cbdv.202501946.
- BARBOSA, A. T.; SILVA, V. H. N.; SILVA, B. Y. K.; LOPES, A. S. N.; GUESDON, I. R.; MAIA, P. J. S.; ABEGG, M. A.; CORRÊA, G. M.; CARMO, D. F. M. Composição química e atividades biológicas de óleos essenciais de folhas frescas de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy e *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, p. e37410817440, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17440.
- BARCELOS, G. O.; COSTA, P. M. da. Efeitos do estresse oxidativo na pele: a eficácia de antioxidantes e proteção solar na prevenção do envelhecimento cutâneo e danos causados pela radiação UV. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 6, p. 729–737, 2025.
- BITWELL, C.; SINGH, I. S.; RAMASAMY, S.; MASEKA, K. K. Natural antioxidants: A comprehensive elucidation of their sources, mechanisms, and applications in health. *Next Research*, v. 1, n. 2, p. 100086, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nexres.2024.100086>
- BRUZADELLI, R. F. D.; RODRIGUES, A. C. F. da S.; SANTOS, J. da S.; OLIVEIRA, N. C.; SILVA, J. C.; SILVA, F. C. Composição química, atividade antioxidante e qualidade microbiológica do extrato aquoso de *Mentha piperita*, de acordo com o tempo de decocção. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 17165-17171, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n4-039.
- CHANDIMALI, N.; BAK, S. G.; PARK, E. H.; YOO, J.; LEE, H.; KIM, D. J. Radicais livres e seu impacto na saúde e nas defesas antioxidantes: uma revisão. *Cell Death Discovery*, v. 11, p. 19, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41420-024-02278-8>
- CHARLTON, N. C.; MASTYUGIN, M.; TÖRÖK, B.; TÖRÖK, M. Structural Features of Small Molecule Antioxidants and Strategic Modifications to Improve Potential Bioactivity. *Molecules*, v. 28, n. 3, p. 1050-1057, 2023. DOI: 10.3390/molecules28031057.
- CHENCHULA, S.; ANITHA, K.; GARG, A.; ASHIQUE, S.; GHANTA, M. K.; MISHRA, N. Papel dos flavonoides em distúrbios cardiovasculares mediados por ROS. In: MISHRA, N.; ASHIQUE, S.; GOWDA, B. H. J.; FARID, A.; GARG, A. (ed.). *Flavonoids in Human Health and Disease*. Wiley, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781394238071>
- COELHO, G. J.; VARGAS, J. A. C.; ARAÚJO, T. C. de; MACIEL, R. P.; ALVES, K. S.; GOMES, D. I.; MEZZOMO, R. Perspectivas del uso de extractos de plantas y frutos amazónicos (açai, copaíba, salva-do-marajó, pupunha y bacuri) como potenciales moduladores de la fermentación ruminal: un breve panorama. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v. 17, n. 2, p. 93-107, 2022.
- CORREIA, D. C. C.; ASSUNÇÃO, C. T. de; DAMIÃO, V. H. B.; MARTINS, A. P. C.; COELHO, É. M. P. Métodos de extração de metabólitos secundários de planta jovem de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) para identificação por cromatografia líquida de alta eficiência. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 9, n. 7, p. 22251–22266, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n7-075>
- COSTA, A. A. C.; MOTTA, E. P.; OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, P. G.; FARIAS, J. R.; FRANCO, D. C. G.; SILVA, M. C. P.; BARBOSA, N. T.; MUNIZ, S. B.; SILVA, L. D. M.; SILVA, L. A.; ROCHA, C. Q.; NASCIMENTO, F. R. F.; GUERRA, R. N. M. *Vismia guianensis* improves survival of *Tenebrio molitor* and

mice during lethal infection with *Candida albicans*. *Antibiotics*, v. 14, n. 1, p. 72, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics14010072>.

CUBAS, ESTÉVÃO; VIEIRA, GABRIEL; DONIZETTE, JÚNIO; GODINHO, NATHAN; BORGES, RAQUEL. Radicais Livres e Antioxidantes. Blog Bioquímica e Biofísica – UnB. 2008. Disponível em: <http://biobioradicais.blogspot.com>. Acesso em: 7 set. 2025.

DAS, A.; BAIDYA, R.; CHAKRABORTY, T.; SAMANTA, A. K.; ROY, S. Pharmacological basis and new insights of taxifolin: a comprehensive review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 142, 2021. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.112004.

DIEL, K. A. P.; SANTANA FILHO, P. C.; SILVEIRA, P. P.; RIBEIRO, R. L.; TEIXEIRA, P. C.; RODRIGUES JÚNIOR, L. C.; MARINHO, L. C.; ROMÃO, P. R. T.; POSER, G. L. V. Antiprotozoal potential of *Vismia* species (Hypericaceae), medicinal plants used to fight cutaneous leishmaniasis. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 328, p. 118028, 28 jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.118028>

DIEL, K. DE C. M.; BRIDI, H. G.; POSER, G. L. V. Traçando um paralelo entre a fitoquímica e outras características das espécies de *Vismieae*. *Phytochemical Reviews*, v. 20, p. 1109–1159, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09740-w>

DISTASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2002.

FERRERA, T. S.; HELDWEIN, A. B.; DOS SANTOS, C. O.; SOMAVILLA, J. C.; SAUTTER, C. K. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em ervas sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 18, n. 2, p. 588–596, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_19

FLEMING, É.; LUO, Y. Co-entrega de antioxidantes sinérgicos de fontes alimentares para a prevenção do estresse oxidativo. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 3, n. 1, p. 100107, mar. 2021. DOI: 10.1016/j.jafr.2021.100107.

FRANÇA, B. K.; ALVES, M. R. M.; SOUTO, F. M. S.; TIZIANE, L.; BOAVENTURA, R. F.; GUIMARÃES, A.; ALVES. Peroxidação lipídica e obesidade: métodos para aferição do estresse oxidativo em obesos. *GE – Jornal Português de Gastreenterologia*, v. 20, n. 5, p. 199–206, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpg.2013.04.002>

FRANCENIA SANTOS-SÁNCHEZ, N.; SALAS-CORONADO, R.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Compostos antioxidantes e seu mecanismo antioxidante. In: *IntechOpen*, 2019. DOI: 10.5772/intechopen.85270.

FRANCO, F. N.; CHAVES, M. M. Estresse oxidativo: um fator chave do envelhecimento – uma revisão narrativa. *Periódico Interdisciplinar*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 58-81, 2022.

GOMES, S. DA G.; SOUZA, E. V. DE. Ação dos antioxidantes no retardamento do envelhecimento cutâneo ocasionado pelos radicais livres. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 10, p. 3253–3268, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.11837>

GULCIN, İ.; ALWASEL, S. Íons metálicos, quelantes metálicos e ensaio de quelação metálica como método antioxidante. *Processes*, v. 10, n. 1, p. 132, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr10010132>

HALLIWELL, B. Compreender os mecanismos de ação antioxidante em saúde e doença. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, v. 25, p. 13-33, 2024. HASSANPOUR SH, DOROUDI A. Revisão do potencial antioxidante dos flavonoides como subgrupo de polifenóis e substituto parcial dos antioxidantes sintéticos. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, v. 13, n. 4, p. 354–376, 2023. doi: 10.22038/AJP.2023.21774.

HUSSAIN, H.; HUSSAIN, J.; AL-HARRASI, A.; SALEEM, M.; GREEN, I. R.; VAN REE, T.; GHULAM, A. Química e biologia do gênero *Vismia*. *Pharmaceutical Biology*, v. 50, n. 11, p. 1448–1462, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3109/13880209.2012.680972>

- IGHODARO, O. M.; AKINLOYE, O. A. First line defence antioxidants – superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria Journal of Medicine*, v. 54, n. 4, p. 287-293, 2018.
- LAWI, Z. K. K.; MERZA, F. A.; BANOON, S. R.; AL-SAADY, M. A. J. Mechanisms of antioxidant actions and their role in many human diseases: a review. *Journal of Chemical Health Risks*, v. 11, p. 45-57, 2021. DOI: 10.22034/jchr.2021.683158.
- LIMA, N. K. Potencial alelopático de duas espécies de lacre: plantas medicinais amazônicas. 2023. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2023.
- LINS, A. C. S.; AGRA, M. F.; CONCEIÇÃO, D. C. O.; PINTO, F. C. T.; CAMARA, C. A.; SILVA, T. M. S. Constituintes químicos e atividade antioxidante das partes aéreas de *Clusia parvicola* (Clusiaceae) e *Vismia guianensis* (Hypericaceae). *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 1, p. 157-168, 2016.
- LOPES, A. S. N.; PAES, W. M.; BEZERRA, J. A.; MAR, J. M.; SANCHES, E. A.; MAIA, P. J. S.; CORRÊA, G. M.; DO CARMO, D. F. M. Chemical constituents and antioxidant capacity of fruit extracts from *Vismia cayennensis*. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 21, n. 3, p. 1482–1500, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n3-017.
- LOSADA-BARREIRO, S.; SEZGIN-BAYINDIR, Z.; PAIVA-MARTINS, F.; BRAVO-DÍAZ, C. Biochemistry of antioxidants: mechanisms and pharmaceutical applications. *Biomedicines*, v. 10, n. 12, p. 3051, 2022. DOI: 10.3390/biomedicines10123051.
- LUZ, H. K. M.; WANDERLEY, L. S.; FAUSTINO, L. R.; GOMES DA SILVA, C. M.; FIGUEIREDO, J. R.; RODRIGUE, A. P. R. Papel de agentes antioxidantes na criopreservação de células germinativas e embriões. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 39, n. 2, p. 956, 2011.
- MANDIM, F.; CAROCHO, M.; PETROPOULOS, S. A.; SANTOS-BUELGA, C.; BARROS, L. Efeito de diferentes estações e estágios de desenvolvimento na composição química e no potencial bioativo do cardoon. *Foods*, v. 13, p. 2536, 2024. DOI: 10.3390/foods13162536.
- MAGALHÃES, N. M. G.; et al. Combining chemometric and phytochemical tools to isolate and characterize activity of *Vismia gracilis* compounds against *Aedes aegypti*. *Natural Product Research*, v. 36, n. 10, p. 2620-2624, 2022.
- MARÍN, K.; et al. Estudio fitoquímico y biológico preliminar de la corteza (tallo) de *Vismia cayennensis* proveniente del estado Amazonas, Venezuela. *Revista Ciencia UNEMI*, v. 10, n. 24, p. 39-45, 2017.
- MARINHO, L. C.; ELY, C. V.; AMORIM, A. M. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Hypericaceae. *Rodriguesia*, v. 68, n. 3, p. 979–986, set. 2017. DOI: 10.1590/2175-7860201768333.
- MARINHO, L. C.; AMORIM, A. M.; DE QUEIROZ, L. P. Flora da Bahia: Hypericaceae. *Sitientibus – Série Ciências Biológicas*, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13102/scb1051>
- MENDONÇA, A. C. J. Análise fitoquímica e antimicrobiana dos extratos vegetais de *Vismia guianensis*. 2025. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Licenciatura) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2025.
- MIDDLETON, E., Jr.; KANDASWAMI, C.; THEOHARIDES, T. C. Os efeitos dos flavonoides vegetais em células de mamíferos: implicações para inflamação, doenças cardíacas e câncer. *Pharmacological Reviews*, v. 52, p. 673–751, 2000.
- MIRAGLIA, M. C. M.; MESQUITA, A. A. L.; GOTTLIEB, O. R.; GOTTLIEB, H. E. Anthraquinones from *Vismia* species. *Phytochemistry*, v. 20, n. 8, p. 2041-2042, 1981.
- MORAES, G. V.; JORGE, G. M.; GONZAGA, R. V.; DOS SANTOS, N. A. Potencial antioxidante de flavonoides e aplicações terapêuticas. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 14, p. e238111436225,

2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.36225. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/36225>. Acesso em: 7 set. 2025.

MORAES, H. S.; BUENO, C. F. O.; ROCHA, F.; SILVA, L. A. DA; BRASIL, M. R.; FLAUZINO, M. W. P.; PATEL, N. F.; OSIECKI, R.; MALFATTI, C. R. M. Plantas medicinales y estrés oxidativo en deportistas. Una revisión sobre compuestos antioxidantes. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, v. 30, n. 326, p. 219-236, 30 jun. 2025.

MOTTA, E. P.; FARIAS, J. R.; COSTA, A. A. C. D.; SILVA, A. F. D.; OLIVEIRA LOPES, A. J.; CARTAGENES, M. D. S. S.; NICOLETE, R.; ABREU, A. G.; FERNANDES, E. S.; NASCIMENTO, F. R. F. O efeito anti-virulência de *Vismia guianensis* contra *Candida albicans* e *Candida glabrata*. *Antibióticos*, v. 11, p. 1834, 2020.

MUNIZ, S. B. Atividade antimicrobiana do extrato de *Vismia guianensis* para *Escherichia coli* in vitro e in vivo. 2025. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, São Luís, 2025.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, v. 50, n. 2, 2004.

MUSCOLO, A.; MARIATERESA, O.; GIULIO, T.; MARIATERESA, R. Estresse oxidativo: o papel dos fitoquímicos antioxidantes na prevenção e tratamento de doenças. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 6, p. 3264, 2024. DOI: 10.3390/ijms25063264.

NOBRE, V. F.; ALMEIDA, D. M. M.; OLIVEIRA, A. T. S.; BARBOZA, A. C. M.; LUCCHESI, A. M.; ROCHA, M. L. Atividade antinociceptiva e anti-inflamatória do extrato hexânico das folhas de *Vismia guianensis* Aubl. em camundongos. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 14, n. 1, p. 69–73, 2015. DOI: <https://doi.org/10.9771/cmbio.v14i1.12559>

PANCHE, A. N.; DIWAN, A. D.; CHANDRA, S. R. Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, v. 5, p. 47, 2016.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; ENGEL, R. G. Química Orgânica Experimental: técnicas de escala pequena. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PHANIENDRA, A.; JESTADI, D. B.; PERIYASAMY, L. Radicais livres: propriedades, fontes, alvos e suas implicações em várias doenças. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, v. 30, n. 1, p. 11-26, 2015. DOI: 10.1007/s12291-014-0446-0.

PINHEIRO, R. M.; MAC-QUHAE, M. M.; BETOLLO, G. B. M.; MONACHE, F. D. Prenylated anthranoids from *Vismia* species. *Phytochemistry*, v. 23, n. 8, p. 1737-1740, 1984.

PIOVESAN, N. Influência de diferentes parâmetros em métodos de extração de compostos bioativos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e atividade antioxidante e antimicrobiana. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

PIO, Y. P. F. Isolamento e identificação de compostos ativos de *Vismia guianensis* com potencial inseticida contra formigas cortadeiras. Dissertação (Mestrado em Química) — Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, São Carlos, 2024.

PRESTES, C. F.; BRAGA, M. N. S.; BRITO, D. S.; BATISTA, F. A.; SOUZA, F. G.; SILVA, G. A.; CRUZ, P. B.; LIMA, R. A. Plantas medicinais utilizadas pelos povos ribeirinhos em comunidades no município de Manicoré-Amazonas, Brasil. *Revista Valore*, v. 8, 2023. DOI: 10.22408/rev8020231123e-8057.

PIZZINO, G.; IRRERA, N.; CUCINOTTA, M.; PALLIO, G.; MANNINO, F.; ARCORACI, V.; SQUADRITO, F.; ALTAVILLA, D.; BITTO, A. Estresse oxidativo: danos e benefícios para a saúde humana. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 2017, p. 1–13, 2017. DOI: 10.1155/2017/8416763.

- RAINHA, N.; LIMA, E.; BAPTISTA, J.; FERNANDES-FERREIRA, M. Content of hypericins from plants and in vitro shoots of *Hypericum undulatum* Schousb. ex Willd. *Natural Product Research*, v. 27, n. 10, p. 869–879, 2012. DOI: 10.1080/14786419.2012.688051.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; ANANTH PANNALA; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 26, p. 9–10, 1999.
- RIBEIRO, A. B.; BERTO, A.; RIBEIRO, D.; FREITAS, M.; CHISTÉ, R. C.; VISENTAINER, J. V.; FERNANDES, E. Stem bark and flower extracts of *Vismia cauliflora* are highly effective antioxidants to human blood cells by preventing oxidative burst in neutrophils and oxidative damage in erythrocytes. *Pharmaceutical Biology*, v. 53, n. 11, p. 1691–1698, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.974063>
- SALEHI, B.; MACHIN, L.; MONZOTE, L.; SHARIFI-RAD, J.; EZZAT, S. M.; SALEM, M. A.; MERGHANY, R. M.; EL MAHDY, N. M.; KILIÇ, C. S.; SYTAR, O.; SHARIFI-RAD, M.; SHAROPOV, F.; MARTINS, N.; MARTORELL, M.; CHO, W. C. Potencial terapêutico da quercetina: novos insights e perspectivas para a saúde humana. *ACS Omega*, v. 5, n. 20, p. 11849–11872, 2020.
- SHARMA, D.; CHAHAL, T. S.; GILL, P. P. S.; GREWAL, S. K.; KUMAR, A. Estudo comparativo dos fenólicos e da atividade antioxidante em diferentes estágios de crescimento de cítricos var. Tarocco, Moro e Vaniglia Sanguigno. *Medida Alimentar*, v. 19, p. 4610–4620, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03275-w>
- SANTOS, J. F.; SILVA, C. W. C.; SILVA, B. P. G.; BRITTO-COSTA, P. H.; COSTA, C. S.; OTUBO, L.; CARBONARI, A. W.; CABRERA-PASCA, G. A. Aprimoramento de bioplásticos de amido de mandioca com extrato alcoólico de *Vismia guianensis*: caracterização com potenciais aplicações. *Polymers*, v. 17, p. 419, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym17030419>
- SEO, E. K.; WANI, M. C.; WALL, M. E.; NAVARRO, H.; MUKHERJEE, R.; FARNSWORTH, N. R.; KINGHORN, A. D. New bioactive aromatic compounds from *Vismia guianensis*. *Phytochemistry*, v. 55, p. 35–42, 2000.
- SHIKHA, D.; SINGH, A.; RANGRA, N. K.; MONGA, V.; BATHIA, R. Insights sobre potenciais terapêuticos, formulações farmacêuticas, química e métodos analíticos da catequina. *Phytochemistry Reviews*, v. 23, p. 1557–1598, 2024. DOI: 10.1007/s11101-024-09929-9.
- SILVA NEVES LOPES, A.; ROLIM DA SILVA, R.; TRINDADE, Í. M.; BEZERRA DE ARAÚJO, J.; MAIA, P. J. S.; FERNANDES DE MOURA DO CARMO, D. Atividades biológicas de extratos de *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers. *Anais do Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, 2023*. Disponível em: <https://resumos.sbpmmed.org.br/index.php/spmb/article/view/164>. Acesso em: 5 set. 2025.
- SILVA, B. B.; ROCHA, E. B.; FURTADO, R. G. O berço de novas descobertas medicinais na Amazônia: o uso de plantas medicinais durante a pandemia do COVID-19 por comunidades tradicionais da Amazônia. *Ciências Biológicas*, v. 29, n. 141, p. 1-15, dez. 2024. DOI: 10.69849/revistaft/th102412291133.
- SILVA, C. T. DA; JASIULIONIS, M. G. Relação entre estresse oxidativo, alterações epigenéticas e câncer. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 66, n. 1, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252014000100015>
- SILVA, R. R. Identificação de potenciais antimaláricos a partir de compostos de coordenação com ligantes de produtos naturais. 2024. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara (AM), 2024.
- SILVA, M. L. C.; SILVA, M. L. C.; CARDOSO SILVA, M. L.; SILVA COSTA, R.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B.; et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.
- SIMÕES, V. N.; FAVARIN, L. R. V.; CABEZA, N. A.; OLIVEIRA, T. D.; FIORUCCI, A. R.; STROPA, J. M.; RODRIGUES, D. C. M.; CAVALHEIRO, A. A.; ANJOS, A. Dos. Síntese, caracterização e estudo das

propriedades de um novo complexo mononuclear contendo quercetina e íon Ga(III). *Química Nova*, v. 36, n. 4, p. 495–501, 2013. DOI: 10.1590/S0100-40422013000400002.

SUFFREDINI, I. B.; PACIÊNCIA, M. L. B.; FRANA, S. A.; VARELLA, A. D.; YOUNES, R. N.; et al. In vitro breast cancer cell lethality of Brazilin plant extracts. *Pharmazie*, v. 62, n. 10, p. 798-800, 2007.

TUMILAAAR, S. G.; HARDIANTO, A.; DOHI, H.; KURNIA, D. Uma revisão abrangente de radicais livres, estresse oxidativo e antioxidantes: visão geral, aplicações clínicas, perspectivas globais, direções futuras e mecanismos da atividade antioxidante dos compostos flavonoides. *Revista de Química*, v. 2024, n. 1, 31 maio 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2024/5594386>

VASCONCELOS, T. B.; CARDOSO, A. R. N. R.; JOSINO, J. B.; MACENA, R. H. M.; BASTOS, V. P. D. Radicais livres e antioxidantes: proteção ou perigo? *UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 16, n. 3, p. 213-219, 2014.

VELLOSA, J. C. R.; BIAVATTI, M.; FRANÇÓIA, P. C. O.; MELLO, B. J. DE; ALMEIDA, A. C. DE; BUENO, G. E. Oxidative stress: an introduction to the state of art. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 10152-10168, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-688.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 16.

VOGEL, E. L.; SHIMIZU, G. H.; MARTINS, M. V.; MARINHO, L. C. Hypericaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB84118>. Acesso em: 04 set. 2025.

VOGEL, E. L.; SHIMIZU, G. H.; MARTINS, M. V.; MARINHO, L. C. Hypericaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB25586>. Acesso em: 22 out. 2025.

ZAHRA, M.; ABRAHAMSE, H.; GEORGE, B. P. Flavonoides: potências antioxidantes e seu papel na nanomedicina. *Antioxidants*, v. 13, n. 8, p. 922, 2024. DOI: 10.3390/antiox13080922.

ZHAO, L.; ZHENG, L. A review on bioactive anthraquinone and derivatives as the regulators for ROS. *Molecules*, v. 28, n. 24, p. 8139, 2023. DOI: 10.3390/molecules28248139.