



## Atividades bioativas e prospecção fitoquímica de *Philodendron adamantinum* Schott (Araceae): espécie endêmica da Cadeia do Espinhaço

Bioactive activities and phytochemical prospection of *Philodendron adamantinum* Schott (Araceae): An endemic species from the Espinhaço Range

Naide de Moura Santos Mota<sup>1</sup>  
Murilo Malveira Brandão<sup>2</sup>  
Vanessa de Andrade Royo<sup>3</sup>  
Veronica de Melo Sacramento<sup>4</sup>  
Maria Olívia Mercadante-Simões<sup>5</sup>  
Luiz Carlos Ferreira<sup>6</sup>  
Elytania Veiga Menezes<sup>7</sup>  
Dario Alves de Oliveira<sup>8</sup>  
Afrânio Farias de Melo Junior<sup>9</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Realizar estudos histoquímicos, fitoquímicos e quantificar flavonoides totais, avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante das folhas de *Philodendron adamantinum* (Araceae) espécie rupícola, endêmica da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. há uma boa dispersão de sementes/frutos com o aumento da distância, o que pode ser a principal causa de determinação do padrão espacial aleatório observado para *A. vitrivir*. **Metodologia:**

Recebido em	Aceito em	Publicado em
28-05-2024	20-08-2024	05-10-2024

<sup>1</sup>Mestrando em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [naide.mota@unimontes.br](mailto:naide.mota@unimontes.br). <https://orcid.org/0000-0002-7569-8867>.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [murilomalveira@yahoo.com.br](mailto:murilomalveira@yahoo.com.br). <https://orcid.org/0000-0003-1238-1042>.

<sup>3</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [vanroyo31@gmail.com](mailto:vanroyo31@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-4842-3569>.

<sup>4</sup>Doutoranda em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [veronica.sacramento.2014@gmail.com](mailto:veronica.sacramento.2014@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-5956-1457>.

<sup>5</sup>Doutora em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [omercadante@hotmail.com](mailto:omercadante@hotmail.com). <https://orcid.org/0000-0001-8423-1276>.

<sup>6</sup>Doutor em Ciência de Alimentos. Laboratório de Microbiologia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNM). Januária -MG -Brasil. [luiz.ferreira@ifnmg.edu.br](mailto:luiz.ferreira@ifnmg.edu.br). <https://orcid.org/0000-0001-6873-3567>.

<sup>7</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG-Brasil. [menezeselytania@gmail.com](mailto:menezeselytania@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0003-2574-9360>.

<sup>8</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [dario.aol@gmail.com](mailto:dario.aol@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-8161-4607>.

<sup>9</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [afraniofariasdemelo@gmail.com](mailto:afraniofariasdemelo@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0001-7899-3979>.

Prospecção histoquímica foi realizada com o material a fresco, e triagem fitoquímica a partir de folhas secas, submetidas à extração hidroalcoólica, seguido de partição com diclorometano e acetato de etila. Foram realizadas: quantificação de flavonoides totais; capacidade antioxidante pelo ensaio do radical livre DPPH; avaliação da atividade antimicrobiana em cinco linhagens de micro-organismos patogênicos (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans*), pelo método de difusão em disco impregnados com 10 µL do extrato hidroalcoólico dissolvido em dimetilsulfóxido (DMSO). **Resultados:** A triagem fitoquímica demonstrou a presença de alcaloides e flavonoides. O teor de flavonoides foi de 51,43 ( $\pm 0,022$ ) mgEqR/g. Na fração acetato de etila foi observada elevada capacidade antioxidante ( $EC_{50} = 13,9 \mu\text{g/mL} \pm 0,003$ ) em comparação as demais frações e extrato hidroalcoólico avaliados (extrato hidroalcoólico, partição diclorometano alcaloide e partição diclorometano flavonoide). No extrato hidroalcoólico não foi observada atividade antimicrobiana para os micro-organismos avaliados. **Considerações finais:** A espécie tem potencial antioxidante promissor para indústria cosmética e farmacêutica. Apresenta altos teores de fitocomponentes bioativos, como taninos, flavonoides e alcaloides, que justifica a continuidade de novas pesquisas com a espécie.

**Palavras-chave:** Antioxidantes; Flavonoides; Alcaloides; Histoquímica.

## ABSTRACT

**Objective:** To conduct histochemical and phytochemical studies, quantify total flavonoids, and evaluate the antimicrobial and antioxidant activity of the leaves of *Philodendron adamantinum* (Araceae), a rupicolous species endemic to the Espinhaço Range in Minas Gerais. **Methodology:** Histochemical prospection was performed with fresh material, and phytochemical screening was done with dried leaves, subjected to hydroalcoholic extraction followed by partitioning with dichloromethane and ethyl acetate. The following were carried out: quantification of total flavonoids; antioxidant capacity via the DPPH free radical assay; and evaluation of antimicrobial activity against five strains of pathogenic microorganisms (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans*), using the disk diffusion method with disks impregnated with 10 µL of hydroalcoholic extract dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO). **Results:** Phytochemical screening demonstrated the presence of alkaloids and flavonoids. The flavonoid content was 51.43 ( $\pm 0.022$ ) mgEqR/g. The ethyl acetate fraction showed high antioxidant capacity ( $EC_{50} = 13.9 \mu\text{g/mL} \pm 0.003$ ) compared to the other fractions and the hydroalcoholic extract evaluated (hydroalcoholic extract, dichloromethane partition alkaloid, and dichloromethane partition flavonoid). The hydroalcoholic extract showed no antimicrobial activity against the evaluated microorganisms. **Conclusions:** The species has promising antioxidant potential for the cosmetic and pharmaceutical industries. It exhibits high levels of bioactive phytocomponents, such as tannins, flavonoids, and alkaloids, which justifies the continuation of further research on the species.

**Keywords:** Antioxidants; Flavonoids; Alkaloids; Histochemistry.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Philodendron* Schott é de ocorrência neotropical e um dos mais importantes na família Araceae, com 487 espécies descritas<sup>1</sup>. Na medicina popular, espécies do gênero *Philodendron* são utilizadas para tratar micoses e conjuntivites<sup>2</sup>, febres, malária, problemas hepáticos, dores de cabeça, além de possuírem propriedades antiprotozoárias<sup>3</sup>, eficazes contra *Trypanosoma cruzi* e *Trichomonas vaginalis*, assim como atividades antiofídicas, antimicrobianas e antioxidantes<sup>4</sup>. Também há evidências biológicas das atividades antinociceptiva e anti-inflamatória<sup>5</sup>.

A identificação de novas biomoléculas a partir dos estudos sobre os metabólitos secundários das plantas apresenta um grande potencial de aplicação em diversas áreas. Além disso, é fundamental identificar os órgãos das plantas que contêm as substâncias ativas em maiores concentrações, a fim de direcionar o uso de fragmentos vegetais como fármacos<sup>6,7</sup>. Nesse contexto, a análise histoquímica possibilita uma rápida avaliação preliminar do potencial medicinal das plantas<sup>8,9</sup>, além de reduzir os custos na prospecção de novos medicamentos<sup>10,11</sup>.

A abrangência de atuação dos metabólitos secundários abre inúmeras possibilidades de estudo de compostos contra resistência microbiana às drogas sintéticas<sup>12,13</sup>, bem como contra doenças degenerativas decorrentes do estresse oxidativo, causado por radicais livres. Compostos antioxidantes presentes em muitas plantas podem proteger as células contra o desequilíbrio causado por Espécies Reativas de Oxigênio (EROs)<sup>14,15</sup>.

Dentre os compostos presentes nos metabólitos secundários estão aqueles que exibem capacidade antioxidante e antimicrobiana, como os flavonoides. Essas substâncias foram associadas com efeitos positivos no sistema cardiovascular, em células cancerígenas e enfermidades neurológicas e atividade antifúngica e antibacteriana<sup>16,17,18,19</sup>.

Amplamente utilizados nas descobertas de drogas, os alcaloides são metabólitos secundários, presentes em organismos vivos, com uma variedade de tipos de estrutura, caminhos biossintéticos e exibem um grande espectro de atividades farmacológicas<sup>20</sup>. Dos 27

tipos de alcaloides classificados, 22 são originados de plantas superiores, como a pirrolidina isolada de tubérculos de *Arisarum vulgare* (Araceae)<sup>21</sup>. A variedade de atividades biológicas dos alcaloides inclui: atividades anti-inflamatória e analgésica<sup>22</sup>; anti-amnésica<sup>23</sup>; antitumoral e citotóxica como relatadas em espécies do gênero *Pinellia* (Araceae)<sup>24</sup>, bem como atividade antidiabética, sedativa, analgésica, antipirética, antibacteriana, antifúngica, antiviral<sup>25</sup>.

Neste sentido, estudos de prospecção fitoquímica em espécies do gênero *Philodendron* são importantes, frente aos relatos das atividades atribuídas aos compostos secundários produzidos pela planta, e devido aos estudos limitados acerca da composição química e atividade biológica de espécies do gênero.

A espécie *Philodendron adamantinum* Mart. ex. Schott (1856) se destaca na família Araceae pelo seu endemismo, de ocorrência restrita do Cerrado na Cadeia do Espinhaço no estado de Minas Gerais. É uma espécie rupícola, cresce exclusivamente em afloramentos de quartzito e arenito, e possui porte arbustivo, que pode atingir até 1,5 m de altura<sup>26</sup>. O Cerrado apresenta diversos pontos de endemismo, como a Cadeia do Espinhaço, nomeada como reserva da biosfera pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)<sup>27</sup>. Estudos que compreendam desde os aspectos ecológicos ao possível potencial farmacológico de espécies endêmicas, como a *P. adamantinum*, são necessários. Assim, objetivou-se neste trabalho realizar estudos histoquímicos, fitoquímicos e quantificar flavonoides totais, avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante das folhas de *P. adamantinum*, com vista ao potencial farmacológico e utilização sustentável da espécie.

## MÉTODOS

### Material vegetal

Folhas de *P. adamantinum* foram coletadas no Parque Estadual do Rio Preto, localizado no município de São Gonçalo do Rio Preto (18°00'23.73"S; 43°23'42.72"O), Minas Gerais (Autorização da Coleta IEF 023/2015) e identificação botânica pelo professor Dr. Santos D'Angelo Neto (Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES). A exsicata foi depositada no herbário da UNIMONTES (*Voucher* 3818). O material foliar foi

acondicionado em sacos de papel e armazenado em câmara fria à 5° C até o momento das análises.

### **Análise Histoquímica**

Testes histoquímicos foram realizados em secções transversais de folhas frescas, obtidas, à mão livre, com auxílio de uma lâmina de barbear. Foram realizados testes com p-dimetilaminocinamaldeído (DMACA) para a identificação de flavonoides<sup>28,29</sup> e com reagente de Dragendorff para a identificação de alcaloides<sup>30,31</sup>. Testes controle foram realizados segundo recomendação dos autores. A documentação fotográfica foi realizada com câmera digital e software de captura de imagem MoticImages Plus 2.0 (Motic Electric Group, Xiamen, China), acoplada à microscópio óptico Eclipse E-200 (Nikon, Tokio, Japão).

### **Análise Fitoquímica**

O material vegetal foi desidratado por 48h em estufa a 60°C, triturado em moinho mecânico, armazenado em saco de papel devidamente identificado e refrigerado a -10 °C. O material pulverizado foi submetido à triagem fitoquímica quanto à presença de flavonoides, taninos e alcaloides, de acordo com protocolos<sup>12,32</sup>.

### **Preparação do Extrato e Partições**

O material vegetal pulverizado foi utilizado para a obtenção do extrato hidroalcolico (EH)<sup>33</sup>, com modificações. Foram utilizadas 10 g do material vegetal pulverizado em 100 mL de uma solução de etanol/água (7:3 v/v). Em seguida, foram preparadas as partições<sup>34</sup> de flavonoides em diclorometano e acetato de etila (F1 e F2), utilizando 2,5 g do material pulverizado, solubilizado em 30 mL de metanol/água (9:1). O material foi então filtrado e particionado com diclorometano (3x 50 mL) e acetato de etila (3x 50 mL). Para a obtenção da partição de alcaloides<sup>35</sup> em diclorometano (F3), 2,5 g do material pulverizado foram adicionados a 50 mL de uma solução de metanol/água 70%, sendo a mistura submetida a ultrassom por 20 minutos. Em seguida, a solução foi centrifugada a 500 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi retirado com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e, posteriormente, filtrado. O pH do filtrado foi ajustado para 10, com a adição de hidróxido de amônio 0,1

mol/L. A solução ajustada foi transferida para um funil de separação e foi realizada uma extração com diclorometano (3x 50 mL) à temperatura ambiente. A fase diclorometano (mais densa) foi separada da fase aquosa e o solvente foi evaporado em estufa a 40 °C até completa desidratação.

### **Quantificação de Flavonoides Totais**

O teor de flavonoides totais<sup>36</sup> do extrato hidroalcoólico foi determinado por espectrofotometria de UV, visível a 425 nm com cloreto de alumínio. O teor de flavonoides foi mensurado através da equação da reta obtida pela curva padrão de rutina ( $y = 0,0134x - 0,0213$  e  $R^2 = 0,9953$ ), nas concentrações 20, 25, 30, 35, 40 e 45 µg/mL e foram expressos em mg de rutina/g extrato. As análises de regressão linear e comparação de médias foram realizadas a partir dos resultados em triplicata, registradas e avaliadas com auxílio do programa BioEstat 5.3 e Microsoft-Excel 2010.

### **Capacidade Antioxidante**

A capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico e partições foram mensuradas pelo ensaio do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), com modificações definidas na bancada<sup>37</sup>. Foram preparadas soluções estoque do extrato hidroalcoólico e das partições F1, F2 e F3 a 500 µg/mL em etanol PA. Para os testes foi utilizada solução etanólica de DPPH (40 µg/mL).

Alíquotas de 0,5 mL do EH (10, 20, 30, 40, e 50 µg/mL), da fração F1 (200, 220, 240, 260, 280 e 300 µg/mL), F2 (10, 12, 14, 16, 18, e 20 µg/mL) e F3 (50, 100, 150, 200, 250, 300 µg/mL) foram misturados com 3 mL de solução de DPPH (40 µg/mL). As análises foram realizadas em triplicata com utilização de ácido gálico como solução padrão. Os valores de  $EC_{50}$  foram calculados<sup>38,39</sup> pela equação da reta, gerada da plotagem da porcentagem de capacidade (ação) antioxidante (%AA) x concentração da amostra, em que o valor da variável y é substituído por 50, para obter-se a concentração da amostra capaz de reduzir em 50% o DPPH.

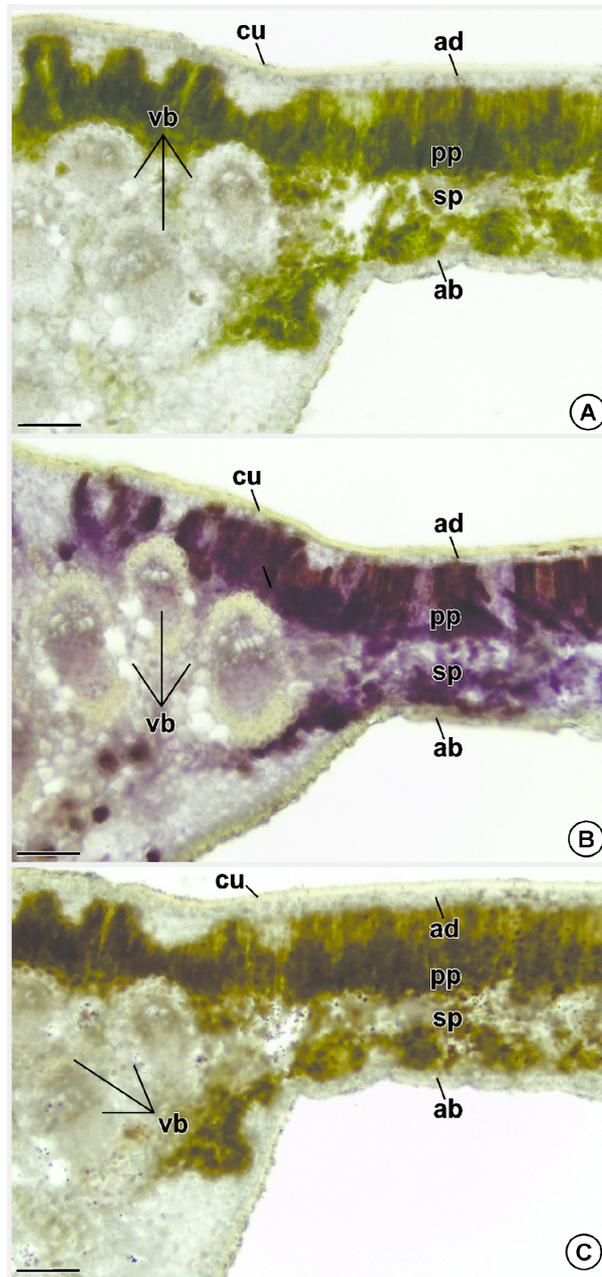
### **Atividade Antimicrobiana do Extrato Hidroalcoólico**

A avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada pelo método de difusão em disco conforme preconizado pelo *Clinical and Laboratory Standards Institute*<sup>40</sup>. Foram utilizadas cinco linhagens de micro-organismos patogênicos, duas gram-negativas: *Escherichia coli* (ATCC 8739) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853); duas gram-positivas: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 13883); e uma levedura: *Candida albicans* (ATCC 18804). As suspensões de micro-organismos-testes foram preparadas em solução de água peptonada 0,1% com turvação equivalente a escala de McFarland<sup>40</sup> 0,5 ( $1,5 \times 10^8$  células/mL). Os micro-organismos foram inoculados com auxílio de um *swab* estéril, em placas de Petri previamente preparadas com ágar *Brain Heart Infusion* (BHI) e ágar biológico. Disco *Blank* estéreis de 6 mm de diâmetro (Cecon) foram impregnados com 10 $\mu$ L do extrato hidroalcoólico dissolvido em dimetilsulfóxido (DMSO) e, posteriormente, colocados sobre a superfície do ágar inoculado. Após incubação das placas a 35 °C por 48 horas, foi verificada a presença dos halos de inibição em torno dos discos. Foi utilizado o DMSO como controle negativo e, como controles positivos, os antibióticos cloranfenicol (30  $\mu$ g) e tetraciclina (30  $\mu$ g).

## **RESULTADOS**

### **Análises Histoquímica e Prospecção Fitoquímica**

A análise histoquímica (Fig. 1A-C) evidenciou acúmulo de alcaloides (Fig. 1C) e flavonoides (Fig. 1B) na nervura mediana e no mesófilo. A prospecção fitoquímica evidenciou a presença de alcaloides e flavonoides (Tabela 1). Os alcaloides constituem um vasto grupo de metabólitos secundários nas plantas, que acumulam-se nos vacúolos, em especial nas células epidérmicas e hipodérmicas e laticíferos. Para detecção de alcaloides, o reagente de Dragendorff é o mais utilizado, pois permite detectar a presença do azoto da molécula. Esse reagente cora a maioria dos alcaloides de laranja-acastanhado<sup>30,31</sup>.



**Figura 1.** Testes histoquímicos em secções de folhas de *Philodendron adamantinum*. (A) Branco. (B) Flavonoides (vermelho com DMACA). (C) Alcaloides (castanho com Dragendorff). ab: epiderme abaxial; ad: epiderme adaxial; cu: cutícula; pp: parênquima paliçádico; sp: parênquima lacunoso; vb: feixe vascular. Barras = 100  $\mu$ m.

A triagem fitoquímica realizada no extrato hidroalcolóico de *P. adamantinum* indicou a presença de taninos, flavonoides e alcaloides (Tabela 1).

**Tabela 1** – Triagem fitoquímica em folhas de *P. adamantinum*

Metabólitos	Reagentes	Resultado
Taninos	Cloreto férrico	+
	Solução aquosa de alcaloides	-
	Acetato neutro de chumbo	+
	Ácido acético glacial + acetato de chumbo	+
Flavonoides	Shinoda	+++
	Cloreto de alumínio	+++
Alcaloides	Drangendorff	++

(-) Negativo, (+) fracamente positivo, (++) Moderadamente positivo, (+++) fortemente positivo.

### Flavonoides Totais e Capacidade Antioxidante

O conteúdo de flavonoides totais encontrado nas folhas de *P. adamantinum* foi de  $51,43 \pm 0,022$  mgEqR/g. Foi observada capacidade antioxidante nas amostras do EH e das partições de *P. adamantinum*, quando comparada ao padrão ácido gálico ( $EC_{50} = 1,22 \mu\text{g/mL} \pm 0,022$ ). Dentre as amostras avaliadas, a partição F2 foi a que evidenciou maior capacidade antioxidante ( $EC_{50} = 13,9 \mu\text{g/mL} \pm 0,003$ ), seguido do EH ( $EC_{50} = 53,6 \mu\text{g/mL} \pm 0,002$ ), F3 ( $EC_{50} = 275,9 \mu\text{g/mL} \pm 0,002$ ) e F1 ( $EC_{50} = 337,1 \mu\text{g/mL} \pm 0,229$ ).

### Atividade Antimicrobiana

O extrato hidroalcolóico (EH) não demonstrou atividade antimicrobiana contra nenhum dos micro-organismos testados (bactérias e levedura), uma vez que nenhum halo de inibição não foi igual ou superior a 7 mm (referência do 7 mm)<sup>40</sup>. Os controles negativos (DMSO) e positivos (cloranfenicol e tetraciclina) tiveram os resultados esperados.

## DISCUSSÃO

### Análises Histoquímica e Fitoquímica

A caracterização anatômica e química de espécies de uso medicinal é uma exigência dos órgãos governamentais na formulação de novos fármacos (ANVISA, Resolução da Diretoria Colegiada RDC N° 26, 2014). As técnicas histoquímicas são rápidas, de baixo custo

e permitem uma avaliação preliminar da localização das classes de metabólitos, o que facilita o estudo de princípios ativos por meio da biotecnologia, além de minimizar os custos do desenvolvimento de novos fitoterápicos<sup>33,41,42</sup>. As análises histoquímicas e a triagem fitoquímica realizadas em folhas de *P. adamantinum* revelaram a presença de metabólitos de comprovada importância terapêutica: flavonoides e alcaloides.

Os flavonoides podem ser localizados em idioblastos secretores distribuídos pelo parênquima clorofiliano, como observado em seções transversais do mesófilo de espécies do gênero *Philodendron*. Esses compostos desempenham funções importantes na proteção das plantas contra herbivoria, radiação ultravioleta e ação de patógenos, além de estarem relacionados à atração de insetos polinizadores e atuarem como antioxidantes<sup>43,44</sup>.

Os alcaloides, na forma de sais orgânicos, constituem um vasto grupo de metabólitos secundários que podem ser encontrados em diversos órgãos, tecidos e estruturas secretoras de plantas<sup>11</sup>. Acredita-se que os alcaloides tenham função de proteção contra herbivoria e atuem como reserva para a síntese de proteínas<sup>45</sup>. Extratos vegetais contendo alcaloides de espécies do gênero *Lycopodium* demonstraram inibição significativa da enzima acetilcolinesterase, além de efeitos antioxidantes em áreas do cérebro relacionadas às funções cognitivas<sup>46</sup>. Essa ação pode representar uma importante estratégia terapêutica para o tratamento de doenças neurodegenerativas<sup>47,48</sup>, como a Doença de Alzheimer.

### **Flavonoides Totais e Capacidade Antioxidante**

Dentre os compostos fenólicos, os flavonoides compõem um dos grupos de polifenóis mais estudados, especialmente por suas propriedades antiproliferativas, anti-inflamatórias e imunomoduladoras, que têm sido amplamente atribuídas a esses compostos<sup>19,45</sup>. O teor de flavonoides da espécie em estudo foi cinquenta vezes superior ao encontrado em *Philodendron megalophyllum* Schott (Araceae), planta utilizada na medicina popular por suas propriedades antiofídicas<sup>4</sup>. Em *Colocasia esculenta* L. Schott (Araceae), conhecida por seu potencial antioxidante<sup>49</sup>, o teor de flavonoides foi de  $61 \pm 9$  mgEqAG/100 g. Estudos indicam que a presença de compostos fenólicos pode estar associada a características ambientais, como maior intensidade luminosa e escassez hídrica<sup>50</sup>.

Os extratos demonstraram grande potencial antioxidante, o que pode estar relacionado à presença de compostos fenólicos, como os flavonoides, tornando a espécie uma promissora fonte de fitoantioxidantes, com aplicações na indústria cosmética e farmacêutica. Entretanto, a vulnerabilidade da espécie merece destaque, pois ela ocorre em uma região com uma das vegetações de maior índice de endemismo, mas também sujeita a alta pressão antrópica.

Em estudos com extratos foliares de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae), planta utilizada no tratamento de distúrbios dolorosos, a capacidade antioxidante foi considerada significativa<sup>33</sup>. Em folhas de *Alocasia macrorrhiza* (Linn.) G. Don e *Alocasia fornicata* (Roxb.) Schott, espécies de Araceae importantes como alimento e na medicina popular da Ásia e África, análises fitoquímicas indicaram a presença de atividade antioxidante<sup>51</sup>.

Outra espécie de Araceae, *Culcasia angolensis* Welw. ex Schott, é tradicionalmente utilizada para controlar febre, dores e inflamações. Um estudo verificou que o extrato metanólico das folhas dessa planta é constituído por metabólitos farmacologicamente ativos com propriedades antinociceptivas, anti-inflamatórias e antipiréticas<sup>52</sup>.

Resultados sugerem que extratos foliares de *Mentha rotundifolia* L., utilizada na medicina popular argelina, possuem atividades analgésica e anti-inflamatória, podendo também proteger tecidos contra o estresse oxidativo devido às suas propriedades antioxidantes<sup>53</sup>.

O extrato hidroalcoólico (EH) apresentou um resultado significativo ( $EC_{50} = 53,6 \mu\text{g/mL} \pm 0,002$ ), superior às demais partições (F1 e F3). Isso sugere possíveis interações sinérgicas, uma vez que o extrato hidroalcoólico contém diversos princípios ativos com o mesmo efeito<sup>54</sup>, assim como já foi relatado para uma espécie do mesmo gênero, *P. scrubum*<sup>55</sup>.

### **Atividade Antimicrobiana**

Não foi observada ação antimicrobiana nas concentrações avaliadas do extrato hidroalcoólico (EH). Por outro lado, as frações F1, F2 e F3, bem como os compostos isolados da espécie, devem ser testados quanto à atividade antimicrobiana, considerando a riqueza em flavonoides e alcaloides presentes. Metabólitos como os flavonoides apresentam atividade antimicrobiana, demonstrada pela produção de fitoalexinas em resposta a ataques de micro-organismos à planta<sup>56</sup>, atuando como antifúngicos, antibacterianos e antivirais<sup>18</sup>. Já os

alcaloides possuem atividade antimicrobiana contra bactérias gram-positivas e gram-negativas<sup>57</sup>, além de também atuarem contra cepas de leveduras de *Candida* sp.<sup>58</sup>

Outras espécies do gênero *Philodendron* têm valor medicinal e são ricas em compostos fenólicos<sup>59</sup>. *P. adamantinum* é uma espécie endêmica do ambiente em que ocorre, considerado um hotspot para a conservação da biodiversidade. Considerando a inexistência de estudos químicos e microbiológicos sobre a espécie, bem como seu potencial medicinal e valor ecológico, o presente trabalho traz informações que indicam a espécie como candidata promissora para a prospecção de compostos bioativos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foi demonstrado que o extrato hidroalcoólico das folhas de *Philodendron adamantinum* (Araceae) contém fitocomponentes bioativos, como taninos, flavonoides e alcaloides. Embora a capacidade antioxidante e o teor de flavonoides sejam elevados, sugerindo possíveis ações farmacológicas, a atividade antimicrobiana não foi observada. Esses resultados indicam que o isolamento desses compostos em investigações futuras poderá contribuir para a elucidação de outras possíveis atividades farmacológicas.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela Bolsa de Incentivo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico, destinada a Servidor Público Estadual – BIPDT do professor pesquisador Murilo Malveira Brandão (BIP-00152-24). Ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia PPGB-UNIMONTES.

## REFERÊNCIAS

1. BOYCE, P.C.; CROAT, T.B. The Überlist of Araceae, Totals for Published and Estimated Number of Species in Aroid Genera, v. 2: p. 1–3, 2014. Disponível: <http://www.aroid.org/genera/140601uberlist.pdf>.

2. MUNOZ, V. et al. The search for natural bioactive compounds through a multidisciplinary approach in Bolivia. Part II. Antimalarial activity of some plants used by *Mosetene indians*, *Journal of Ethnopharmacology*, v. 69, p. 139-155, 2000. DOI: 10.1016/s0378-8741(99)00096-3.
3. FRAUSIN, Gina et al. Plants of the Araceae family for malaria and related diseases: a review. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, v. 17, p. 657-666, 2015. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/14\\_024](https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_024).
4. GUIMARÃES, Noranathan et al. Evaluation of the anti-snakebite, antimicrobial and antioxidant potential of *Philodendron megalophyllum* Schott (Araceae), traditionally used in accidents caused by snakes in the western region of Pará, Brazil. *Toxicon*, v. 184, p. 99-108, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.05.024>.
5. SCAPINELLO, Jaqueline et al. Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Philodendron bipinnatifidum* Schott ex Endl (Araceae). *Journal of Ethnopharmacology*, v. 236, p. 21-30, 2019. DOI: 10.1016/j.jep.2019.02.037.
6. FERREIRA, Perácio Rafael et al. Morphoanatomy, histochemistry and phytochemistry of *Psidium guineense* Sw. (Myrtaceae) leaves. *J. Pharm. Res*, v. 4, p. 942–944, 2011.
7. COELHO, Victor P.M. et al. Anatomy, histochemistry and phytochemical profile of leaf and stem bark of *Bathysa cuspidata* (Rubiaceae). *Aust. J. Bot*, v. 60, p. 49–60, 2012. DOI:10.1071/BT11315.
8. CARVALHO, Jarbas L. et al. Caracterização anatômica e histoquímica de caule e folhas de *Bauhinia pulchella* Benth.(Fabaceae). *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, p.1-8, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.273614> .
9. BESCHORNER, Amanda B; BÜNDCHEN, Márcia Análise anatômica e histoquímica das folhas de *Eugenia uniflora* L. *ScientiaTec*, v. 7, p. 146-153, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35819/scientiatec.v7i03.2563>.
10. ADAMS, Sebastian J. et al. Pharmacognostic and phytochemical studies on Ayurvedic drugs *Ativisha* and *Musta*. *Rev. Bras. Farmacogn*, v. 23, p.398–409, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000040>.
11. SANTOS, Ana C.F. et al. Estruturas secretoras da lâmina foliar de amapá amargo (*Parahancornia fasciculata*, Apocynaceae): histoquímica e doseamento de

- flavonoides. *Acta Amaz.*, v. 43,n. 4,p. 407-413, 2013.  
<https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000400002>.
12. KEBEDE Taye; GADISA Eshetu; TUFA Abreham Antimicrobial activities evaluation and phytochemical screening of some selected medicinal plants: A possible alternative in the treatment of multidrug-resistant microbes. *PLoS ONE*, v.16 p. 1-16 2021.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249253>.
13. SILVA, Lillian O.P.; NOGUEIRA, Joseli M.R. Resistência bacteriana: potencial de plantas medicinais como alternativa para antimicrobianos. *Rev. bras. anal. clin.*, p. 21-27, 2021. Disponível:  
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1290915>.
14. DAS, Nandita et al. Antioxidant activities of ethanol extracts and fractions of *Crescentia cujete* leaves and stem bark and the involvement of phenolic compounds. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v. 14, p.1-9, 2014. Disponível:  
<https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-14-45>.
15. GAMA, Veronica S.G.; DE SOUZA, Ester V 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>.
16. YAO, L.H. et al. Flavonoids in Food and Their Health Benefits. *Plants Food Hum Nutr*, v. 59, p. 113–122, 2004. DOI: 10.1007/s11130-004-0049-7.
17. BALLARD, Cíntia R; JUNIOR, Mário R.M. Health benefits of flavonoids. *In: Bioactive compounds. Woodhead Publishing*, 2019. p. 185-201.  
DOI:10.1016/B978-0-12-814774-0.00010-4.
18. EKALU, Abiche, HABILA, James D. Flavonoids: isolation, characterization, and health benefits. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci*, v. 9, p. 1-14, 2020.  
<https://doi-org.ez287.periodicos.capes.gov.br/10.1186/s43088-020-00065-9>
19. SAXENA, Richa et al. Potential Pharmacological Health Benefits of Flavonoids. *In: The Flavonoids*. Apple Academic Press, p. 101-129, 2024.  
DOI:10.1201/9781003399964-9.

20. CHENG, Yongxian; QIN, Dapeng Classification of Diverse Novel Alkaloids. *In: Novel Plant Natural Product Skeletons*. Springer, Singapore. 2024  
[https://doi.org/10.1007/978-981-99-7329-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-99-7329-3_11).
21. MAJIK, Mahesh S. Bgugaine: An Account of Isolation, Biological Perspective and Synthetic Aspects. *Letters in Organic Chemistry*, v. 14, p. 147-152, 2017. Disponível: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/loc/2017/00000014/00000003/art00002>.
22. SILVA Larissa R. et al. Milonine, a Morphinandienone Alkaloid, Has Anti-Inflammatory and Analgesic Effects by Inhibiting TNF- $\alpha$  and IL-1 $\beta$  Production. *Inflammation*, v. 40, p. 2074 – 2085, 2017. DOI: 10.1007/s10753-017-0647-9.
23. JUNG, Hyun A. et al. Anti-amnesic activity of neferine with antioxidant and anti-inflammatory capacities, as well as inhibition of ChEs and BACE1. *Life Sciences*, v. 87, p. 420 – 430, 2010. DOI: 10.1016/j.lfs.2010.08.005.
24. JI, Xiao et al. The ethnobotanical, phytochemical and pharmacological profile of the genus *Pinellia*. *Fitoterapia*, v. 93, p. 1 – 17, 2024. DOI: 10.1016/j.fitote.2013.12.010.
25. MUHAMMAD, Ijaz et al. Antidiabetic activities of alkaloids isolated from medicinal plants. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 57, p. 1-14, 2021.  
<https://doi.org/10.1590/s2175-97902020000419130>.
26. PEREIRA, Juliana *Philodendron adamantinum* (Araceae) lures its single cyclocephaline scarab pollinator with specific dominant floral scent volatiles. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 111, p. 679–691, 2014.  
DOI:10.1111/bij.12232.
27. ECHTERNACHT, Livia et al. Areas of endemism in the Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil. *Flora*, v. 206, p. 782– 791, 2011. DOI: 10.1016/j.flora.2011.04.003.
28. ARNOUS, Anis; MAKRIS, Dimitris P.; KEFALAS, Panagiotis Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 15, p. 655-665, 2002.  
<https://doi.org/10.1006/jfca.2002.1070>.
29. FEUCHT, W. et al. Microspore development of three coniferous species: Affinity of nuclei for flavonoids. *Tree Physiol*, v. 28, p. 1783–1791, 2008. DOI: 10.1093/treephys/28.12.1783.

30. BAERHEIM-SVENDSEN, Anders; VERPOORTE, Robert Chromatography of alkaloids. *Distributors for the US and Canada*, Elsevier/North Holland, 1983.
31. FURR, Marion; MAHLBERG, Paul G. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Natural Products*, v. 44, p. 153 – 159, 1981. <https://doi.org/10.1021/np50014a002>.
32. ROYO, Vanessa A.; ARAÚJO, Bruna C.P.; BARROS, Beatriz P. Métodos fitoquímicos para identificação de metabólitos secundários. *Novas Edições Acadêmicas*, 2015.
33. ALVARENGA, Felipe Q. et al. In vivo analgesic activity, toxicity and phytochemical screening of the hydroalcoholic extract from the leaves of *Psidium cattleianum* Sabine. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 150, p. 280–284, 2013. DOI: 10.1016/j.jep.2013.08.044
34. SANTOS, Kamylla T. et al. In vitro Antitumor Effect on Melanoma Cell Line and Chemical Composition of *Diplopterys pubipetala* (A. Juss) W.R. Anderson and C. Davis. *Pharmacog Rev*, v. 14, p.146-54, 2020. DOI: 10.5530/phrev.2020.14.18.
35. RODRIGUES, Thyago R. Estudo de alcaloides harmônicos em sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (maracujá azedo) por SBSE/CLAE-Flu dual. São Carlos, 78p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo. 2013.
36. ALVES, Elizângela; KUBOTA, Ernesto H. Conteúdo de fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante de amostras de própolis comerciais. *Revista Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 34, p. 37-41, 2013. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-672214>.
37. BRAND-WILLIAMS, W; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technology*, v. 28, p. 25 – 30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
38. ALBUQUERQUE, Rafael N.O. et al. Evaluation of *Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) pollen as antioxidant and antibacterial potential. *Anales de Biología*, v. 45, p. 33–41, 2023. <https://doi.org/10.6018/analesbio.45.04>.

39. SACRAMENTO, Veronica M. et al. Métodos para determinação de capacidade antioxidante. *Atena Editora*. 2023. DOI 10.22533/at.ed.076230302 .
40. CLSI, Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically, Approved Standard, 9th ed., CLSI document M07-A9. Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087, USA, 2012.
41. MERCADANTE-SIMÕES, Maria Olívia et al. Structure, histochemistry and phytochemical profile of the sobol and aerial stem of *Tontelea micrantha* (Celastraceae – Hippocrateoideae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, p. 1167–1179, 2014. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130105>.
42. MATIAS, L.J. et al. Structure and histochemistry of medicinal species of *Solanum*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 26, p. 147-160, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.11.002>.
43. LIU, Weixin et al. The Flavonoid Biosynthesis Network in Plants. *Int. J. Mol. Sci*, v. 22, p. 1-18, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijms222312824>.
44. WU, Jieting et al. Advances in the study of the function and mechanism of the action of flavonoids in plants under environmental stresses. *Planta*, v. 257, p. 1-26, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00425-023-04136-w>.
45. DIVEKAR, Pratap A. et al. Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *Int. J. Mol. Sci*, v. 23, p.1-24, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijms23052690>.
46. KONRATH, Eduardo L. et al. Investigation of the in vitro and ex vivo acetylcholinesterase and antioxidant activities of traditionally used *Lycopodium* species from South America on alkaloid extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 139, p. 58– 67, 2012. DOI: 10.1016/j.jep.2011.10.042.
47. CORTES, Natalie et al. Neuroprotective activity and acetylcholinesterase inhibition of five Amaryllidaceae species: A comparative study. *Life Sciences*, v. 122, p. 42 – 50, 2015. doi: 10.1016/j.lfs.2014.12.011.

48. WIGHTMAN, Emma L. Potential benefits of phytochemicals against Alzheimer's disease. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 76, n. 2, p. 106-112, 2017. DOI 10.1017/S0029665116002962.
49. SIMSEK, Sebnem; EL, Sedef N. In vitro starch digestibility, estimated glycemic index and antioxidant potential of taro (*Colocasiae sculenta* L. Schott) corm. *Food Chemistry*, v. 168, p. 257–261, 2015. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.07.052.
50. NAIKOO, Mohd I. et al. Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: An overview. *Plant signaling molecules*, p. 157-168, 2019.
51. MANDAL, Palash; MISRA, Tarun K.; SINGH, I.D. Antioxidant Activity in the Extracts of Two Edible Aroids. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 72, p. 105 – 108, 2010. doi: 10.4103/0250-474X.62242.
52. NOCK, Doshu D.; ABRAHAM, Idagu G.; AHMAD, Mubarak H. Potential pharmacological properties of methanol leaves extract of *Culcasia Angolensis* (Araceae): antinociceptive, anti-inflammatory and antipyretic activities in laboratory animals. *JoBAZ*, v. 83, p. 1-11, 2022. <https://doi.org/10.1186/s41936-022-00269-8>.
53. BOUSSOUF, L. et al. Anti-inflammatory, analgesic and antioxidant effects of phenolic compound from Algerian *Mentha rotundifolia* L. leaves on experimental animals. *South African Journal of Botany*, v. 113, p. 77 – 83, 2017. DOI 10.1016/j.sajb.2017.07.003.
54. NEWMAN, David J.; CRAGG, Gordon M. Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2014. *Journal of Natural Products*, v. 69, p. 311-335, 2016. <https://doi.org/10.1021/np200906s>.
55. OTTOBELLI, Ivonei et al. Estudo químico de duas plantas medicinais da amazônia: *Philodendron scabrum* k. Krause (Araceae) e *Vatairea guianensis* aubl. (Fabaceae). *Acta Amazonica*, v. 41, p. 393-400, 2011. DOI:10.1590/S0044-59672011000300009.
56. AHUJA, Ishita; KISSEN, Ralph; BONES Atle M. Phytoalexins in defense against pathogens. *Trends Plant Sci*, v. 17, p.73-90, 2012. DOI:10.1016/j.tplants.2011.11.002.
57. LIU, Yang et al Natural indole-containing alkaloids and their antibacterial activities. *Arch Pharm*, v. 353, p. 1-10 ,2020. <https://doi-org.ez287.periodicos.capes.gov.br/10.1002/ardp.202000120>.

58. LU, Mengjiao et al. Antifungal effects of phytochemicals on *Candida* species alone and in combination with fluconazole. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 49, n. 2, p. 125-136, 2017. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2016.10.021.
59. DOLABELA, Maria F. et al. Uma revisão bibliográfica sobre Araceae com foco nos gêneros *Pistia*, *Philodendron* e *Montrichardia*: aspectos botânicos, fitoquímicos e atividades biológicas. *Revista Fitos*, v. 8, p. 79-93, 2015. Disponível: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19214>.