



AVALIAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO DA ESPÉCIE *BROSIMUM GAUDICHAUDII*

José William G. Dias¹; Mariana S. Silva¹; Mathews M. Rodrigues¹; Miriam O. da Silva¹; Josimelly G. Vaz¹; Henrique A. T. de Ávila¹; Melissa B. Rodrigues¹

¹Universidade Federal de Tocantins - UFT

prof.willdias@gmail.com

Palavras-Chave: Cumarinas, Espectroscopia FTIR, Extração por Soxhlet

Introdução

A *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (Moraceae), conhecida popularmente como mama-cadela, é uma espécie nativa e amplamente distribuída no Cerrado, com diferentes usos tradicionais. Suas raízes são comercializadas para uso em chás para dores de estômago e problemas intestinais ou cápsulas e também para o tratamento do vitiligo. Os frutos também são consumidos, tanto *in natura* quanto processados, e há registros de uso indígena da polpa macerada com farinha de mandioca. Além desses usos, a espécie ainda aparece em levantamento etnofarmacológico realizado com o povo indígena Krahô, no Tocantins, como parte do repertório vegetal empregado em práticas terapêuticas (Rodrigues; Carlini, 2005; Silva *et al.*, 2018).

Em se tratando do interesse fitoquímico, o maior foco na mama-cadela está ligado principalmente às furanocumarinas acumuladas na casca das raízes, com destaque para o psoraleno e o bergapteno, pois nessa parte da planta esses compostos podem chegar a cerca de 3% da massa seca, enquanto folhas, látex e casca do caule apresentam teores bem menores, muitas vezes descritos apenas como traços. A espécie também reúne outros constituintes, entre eles diferentes cumarinas e terpenoides; além disso, sabe-se que a extração da casca das raízes por Soxhlet com hexano permite obter extratos contendo psoraleno e bergapteno, o que demonstra que o solvente e o método de extração têm papel essencial no perfil químico obtido (Vilegas *et al.*, 1993; Silva *et al.*, 2018).

A concentração do uso nas raízes também traz uma preocupação que vai além da composição química, relacionada à retirada de grande parte do sistema radicular, que tem sido associada ao extrativismo predatório e à redução de populações naturais da espécie (Silva *et al.*, 2018). Nesse contexto, estudar folhas e casca do caule não significa tratá-las como substitutas diretas da raiz, mas verificar em que medida esses órgãos compartilham classes de metabólitos e características químicas já descritas para o material radicular, além de suscitar novas perspectivas (Jacomassi; Moscheta; Machado, 2007; Lourenço, 2001; Silva *et al.*, 2023). Essa comparação também depende do solvente utilizado, pois sua polaridade e afinidade pelos constituintes vegetais influenciam o rendimento e o perfil químico; o etanol pode solubilizar compostos de diferentes polaridades, enquanto o hexano tende a favorecer constituintes



lipofílicos (Tiwari *et al.*, 2011; Sasidharan *et al.*, 2011). O rendimento, sozinho, não é suficiente para compreender a composição química dos extratos. Por isso, a combinação de diferentes técnicas permite uma leitura mais completa do material vegetal. A triagem fitoquímica fornece uma indicação qualitativa das principais classes de metabólitos secundários, devendo seus resultados ser complementados por técnicas analíticas mais específicas (Godlewska *et al.*, 2022).

A cromatografia em camada delgada (CCD), por sua vez, permite comparar o perfil dos extratos e observar zonas compatíveis com cumarinas sob radiação ultravioleta (Wagner; Bladt, 1996; Moraes *et al.*, 2020). Já a espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) fornece informações sobre os grupos funcionais presentes nas amostras a partir das regiões de absorção observadas nos espectros (Silverstein; Webster; Kiemle, 2007). Em conjunto, essas análises ajudam a reconhecer semelhanças e diferenças entre os órgãos vegetais e os solventes empregados, sem atribuir a uma única técnica a identificação definitiva dos constituintes.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento e o perfil fitoquímico de extratos etanólicos e hexânicos da casca da raiz, casca do caule e folhas de *B. gaudichaudii*, integrando prospecção qualitativa de metabólitos, pesquisa de cumarinas por CCD e caracterização por FTIR, a fim de avaliar a influência da parte vegetal e do solvente sobre os resultados obtidos.

Material e Métodos

O material vegetal de mama-cadela (MC) foi coletado no município de Porto Nacional, Tocantins (10°41'50.84"S; 48°23'07.20"W), sendo utilizadas casca da raiz, casca do caule e folhas. Após a coleta, as partes vegetais foram separadas, secas inicialmente à temperatura ambiente e, quando necessário, em estufa a aproximadamente 40 °C; em seguida, foram trituradas para extração.

As extrações foram realizadas em aparelho Soxhlet com 20 g de cada matriz vegetal e 150 mL de etanol ou hexano, durante 6–7 h e 5–6 h, respectivamente. Após a remoção dos solventes em rotaevaporador, foram obtidos seis extratos, identificados como RMC para casca da raiz, CMC para casca do caule e FMC para as folhas, acrescidos dos sufixos -E e -H conforme o solvente empregado. O rendimento foi calculado pela relação entre a massa do extrato e a massa inicial do material vegetal, expressa em porcentagem. A extração com hexano foi adaptada de Vilegas *et al.* (1993).

A prospecção fitoquímica foi realizada qualitativamente nos seis extratos, utilizando 5 mg de amostra por ensaio. Para flavonoides, o extrato foi solubilizado em 5 mL de etanol 95%, previamente aquecido a 40 °C, seguido da adição de 1 mL de HCl concentrado e dois fragmentos de fita de magnésio. Para alcaloides, foram utilizados 5 mL de HCl a 1%, com aquecimento a 40 °C por 5 min e posterior adição de seis gotas do reagente de Dragendorff. Os terpenoides foram avaliados após solubilização do extrato em 2 mL de diclorometano e adição de 2 mL de H₂SO₄ concentrado. Para taninos e compostos fenólicos, o extrato foi aquecido em

5 mL de água deionizada; após resfriamento, uma alíquota de 1 mL recebeu 100 μ L de gelatina a 2% e solução saturada de acetato de chumbo, adicionada gota a gota, sendo posteriormente empregada solução de FeCl_3 a 1% para avaliação dos compostos fenólicos. As saponinas foram investigadas pela agitação do extrato em 5 mL de água deionizada e observação da formação e persistência de espuma (Matos, 1997; Harborne, 1998; Godlewska *et al.*, 2022).

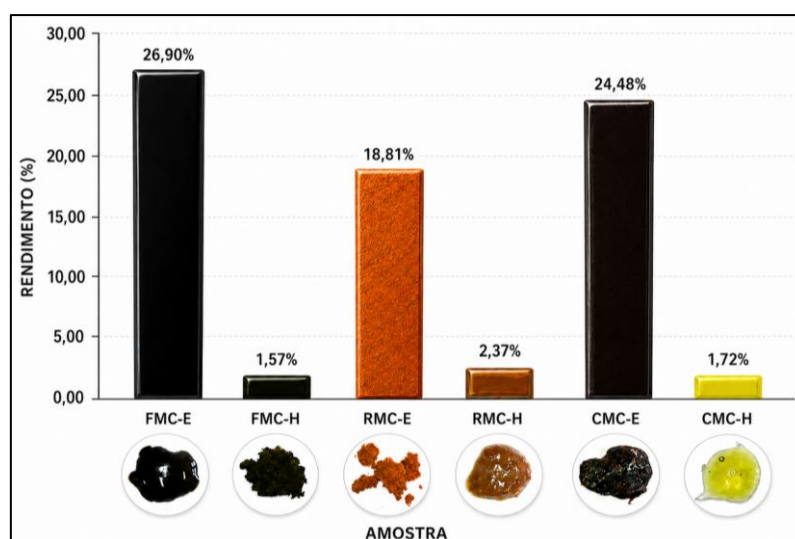
A pesquisa de cumarinas foi realizada por cromatografia em camada delgada (CCD), em placas de sílica gel 60 F₂₅₄, utilizando tolueno:acetato de etila (93:7, v/v) como fase móvel. Após o desenvolvimento, as placas foram observadas sob radiação UV a 254 nm e na faixa de 365–395 nm, com posterior revelação com KOH etanólico a 5% (Wagner; Bladt, 1996).

Para a caracterização por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), os extratos foram secos em estufa a 25 °C até massa constante, triturados e homogeneizados com brometo de potássio (KBr) para obtenção das pastilhas. Os espectros foram registrados entre 4000 e 400 cm^{-1} , e as principais bandas de absorção foram comparadas entre os seis extratos.

Resultados e Discussão

A primeira diferença ficou evidente no rendimento dos extratos. FMC-E, CMC-E e RMC-E apresentaram 26,90%, 24,48% e 18,81%, respectivamente, enquanto FMC-H, CMC-H e RMC-H alcançaram 1,57%, 1,72% e 2,37% (Figura 1). Em todas as matrizes, os extratos etanólicos apresentaram maior rendimento que os hexânicos, indicando que, nas condições adotadas, o solvente exerceu influência mais marcada sobre a quantidade de material extraído. Esse comportamento pode estar relacionado à capacidade do etanol de solubilizar constituintes com diferentes características de polaridade, enquanto o hexano apresenta maior afinidade por compostos de natureza lipofílica (Sasidharan *et al.*, 2011).

Figura 1. Rendimento e aspecto macroscópico dos extratos etanólicos e hexânicos de folhas, casca da raiz e casca do caule de mama-cadela.



Fonte: Acervo autoral.



A prospecção fitoquímica mostrou perfil qualitativo semelhante entre os extratos, com respostas positivas para flavonoides, alcaloides, taninos, terpenoides e compostos fenólicos nas seis amostras; para saponinas, apenas FMC-H apresentou resposta negativa. A pesquisa de cumarinas por CCD, incluída na Tabela 1 para comparação, foi positiva em CMC-E, CMC-H, FMC-H, RMC-E e RMC-H e negativa em FMC-E. Por se tratar de triagem qualitativa, esses resultados indicam respostas compatíveis com as classes avaliadas, sem determinar a identidade ou a concentração dos constituintes (Matos, 1997; Harborne, 1998; Godlewska *et al.*, 2022).

Tabela 1. Prospecção fitoquímica qualitativa dos seis extratos de mama-cadela.

Classes de metabólitos	CMC-E	CMC-H	FMC-E	FMC-H	RMC-E	RMC-H
Flavonoides	+	+	+	+	+	+
Alcaloides	+	+	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+	+	+
Terpenoides	+	+	+	+	+	+
Saponinas	+	+	+	-	+	+
Compostos fenólicos	+	+	+	+	+	+
Cumarinas	+	+	-	+	+	+

Nota: Cumarinas avaliadas por CCD sob radiação UV; demais classes investigadas por testes fitoquímicos qualitativos.

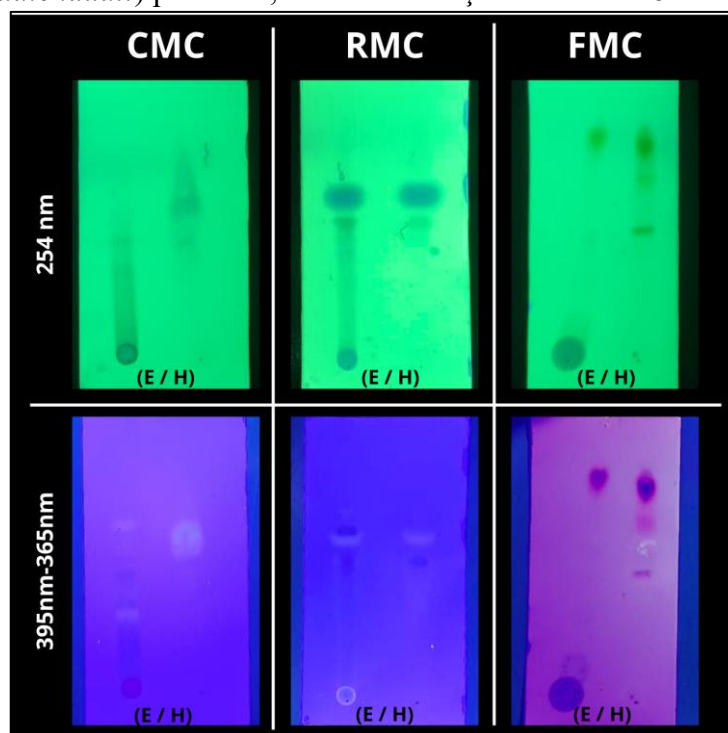
Fonte: Acervo autoral.

A comparação com os rendimentos destaca o comportamento das folhas: FMC-E apresentou o maior rendimento (26,90%), mas resposta negativa para cumarinas, enquanto FMC-H apresentou o menor rendimento (1,57%) e resposta positiva. Assim, maior quantidade de extrato não corresponde necessariamente à maior recuperação de uma classe específica, pois a composição obtida também depende da afinidade dos constituintes pelo solvente (Sasidharan *et al.*, 2011).

Na CCD, foram observadas zonas fluorescentes compatíveis com cumarinas em CMC-E, CMC-H, FMC-H, RMC-E e RMC-H, enquanto FMC-E não apresentou resposta semelhante (Figura 2). Esse perfil é coerente com a composição descrita para *B. gaudichaudii*, especialmente na casca das raízes, da qual foram isoladas cumarinas como psoraleno, bergapteno, 3-hidroximarmesina, xantiletina e luvangetina (Vilegas; Pozetti; Vilegas, 1993; Vieira *et al.*, 1999). A literatura relata maior concentração de furanocumarinas na região radicular e menores teores em folhas, látex e casca do caule (Silva *et al.*, 2018). As zonas

observadas foram, entretanto, interpretadas apenas como compatíveis com a classe, sem atribuição individual dos compostos (Wagner; Bladt, 1996; Morais *et al.*, 2020).

Figura 2. Perfil cromatográfico dos extratos etanólicos e hexânicos de mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*) por CCD, com visualização em UV a 254 nm e 365–395 nm.

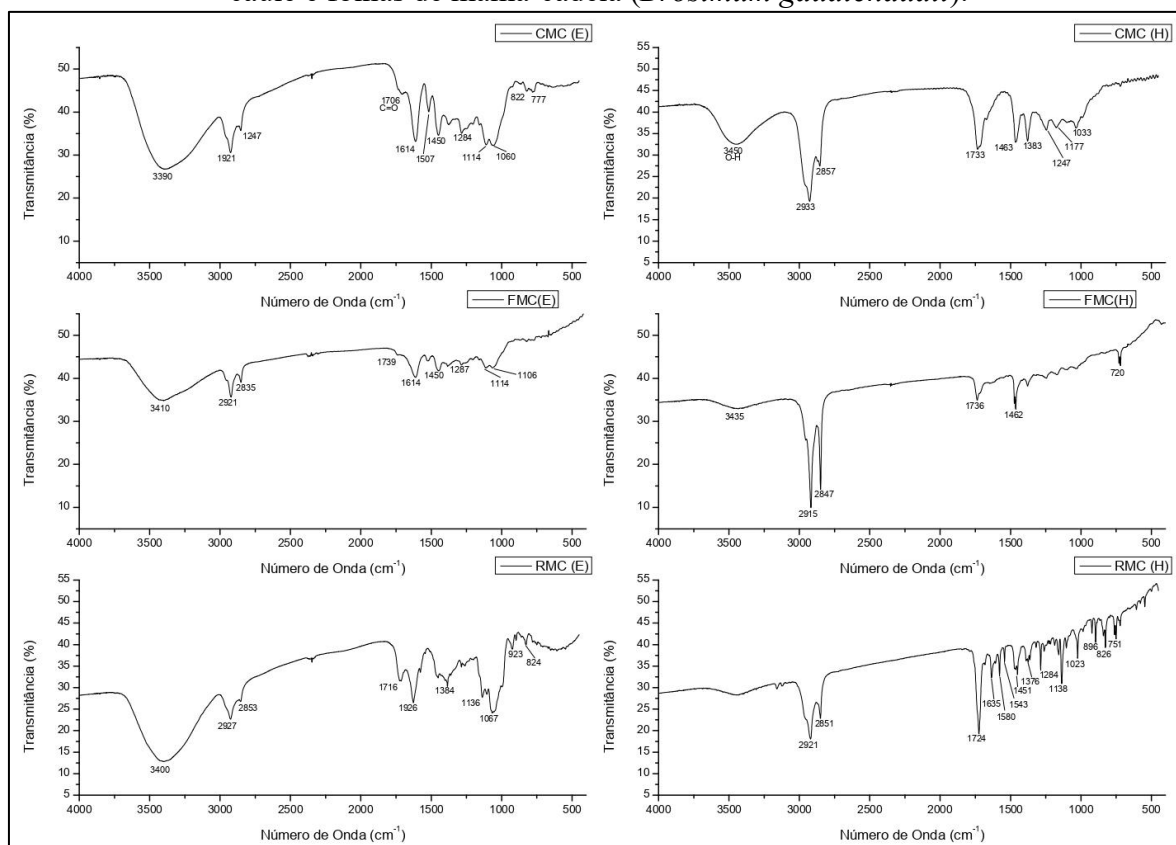


Fonte: Acervo Autoral.

A resposta negativa de FMC-E não permite concluir pela ausência de cumarinas nas folhas, pois esses compostos já foram relatados em menores teores nessa parte da planta e a resposta cromatográfica pode variar com a concentração, a seletividade do solvente e a sensibilidade da técnica (Silva *et al.*, 2018; Wagner; Bladt, 1996; Morais *et al.*, 2020). A positividade de FMC-H reforça a influência do solvente sobre o conjunto de constituintes recuperados.

Os espectros de FTIR apresentaram diferenças entre os extratos e regiões de absorção recorrentes (Figura 3). Bandas largas entre aproximadamente 3390 e 3450 cm^{-1} foram observadas em CMC-E, CMC-H, FMC-E, FMC-H e RMC-E, compatíveis com estiramentos O–H de constituintes hidroxilados. Embora coerentes com a presença de compostos fenólicos, flavonoides e taninos indicada na prospecção, essas bandas não são específicas dessas classes e podem resultar de diferentes substâncias presentes nos extratos brutos (Silverstein; Webster; Kiemle, 2007; Mimi *et al.*, 2025).

Figura 3. Espectros de FTIR dos extratos etanólicos e hexânicos da casca da raiz, casca do caule e folhas de mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*).



Fonte: Acervo Autoral.

Nos extratos hexânicos, observaram-se ainda absorções de C-H alifático em 2933 e 2857 cm^{-1} para CMC-H, 2915 e 2847 cm^{-1} para FMC-H e 2921 e 2851 cm^{-1} para RMC-H. Essas bandas são associadas principalmente a estiramentos de CH_2 e CH_3 e são compatíveis com constituintes de natureza lipofílica, favorecidos por solventes de baixa polaridade como o hexano (Tiwari *et al.*, 2011; Sasidharan *et al.*, 2011). Estudos de *B. gaudichaudii* também relataram terpenoides em extratos obtidos com hexano, sem que essas absorções constituam marcadores exclusivos da classe (Vilegas *et al.*, 1993; Silverstein; Webster; Kiemle, 2007).

Absorções de carbonila entre 1706 e 1739 cm^{-1} foram observadas nos seis extratos e são compatíveis com estiramentos $\text{C}=\text{O}$ de diferentes funções orgânicas, incluindo grupos lactônicos presentes em cumarinas (Silverstein; Webster; Kiemle, 2007; Karcz *et al.*, 2021). Entretanto, FMC-E apresentou banda em 1739 cm^{-1} mesmo com resposta negativa para cumarinas na CCD, indicando que essa absorção pode estar associada a outros constituintes carbonilados e reforçando a necessidade de interpretar o FTIR em conjunto com a análise cromatográfica.

Em conjunto, os resultados mostram que rendimento e perfil fitoquímico não variaram de forma diretamente proporcional. O etanol proporcionou maior quantidade de material



extraído, enquanto a prospecção revelou ampla ocorrência das classes avaliadas e a CCD evidenciou diferenças mais específicas para cumarinas. O FTIR adicionou informações sobre grupos funcionais, mas também mostrou que bandas isoladas não acompanham necessariamente a resposta cromatográfica, como observado em FMC-E. Essa integração pode subsidiar a seleção de extratos para análises posteriores por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC, do inglês High-Performance Liquid Chromatography), com padrões de referência para confirmação e quantificação de constituintes de interesse, incluindo psoraleno e bergapteno (Morais *et al.*, 2018).

Conclusões

Os resultados evidenciaram que a parte vegetal e o solvente de extração influenciaram o rendimento e o perfil fitoquímico dos extratos de mama-cadela. O etanol proporcionou maiores rendimentos nas três matrizes, enquanto a prospecção fitoquímica indicou ampla ocorrência das classes avaliadas nos extratos etanólicos e hexânicos. A CCD apresentou resposta compatível com cumarinas em cinco dos seis extratos, e sua comparação com os rendimentos mostrou que maior quantidade de extrato não corresponde necessariamente à recuperação dessa classe, como observado entre FMC-E e FMC-H. O FTIR evidenciou grupos funcionais comuns e diferenças entre as amostras, contribuindo de forma complementar para a caracterização. Em conjunto, os dados sustentam o caráter comparativo e exploratório do estudo e podem orientar a seleção de extratos para análises posteriores de identificação e quantificação de constituintes de interesse fitoquímico.

Agradecimentos

À CAPES, pelo apoio financeiro; à UFT, pelo suporte institucional; e ao GEPEQuO, pelo apoio acadêmico.

Referências

- GODLEWSKA, K. *et al.* Methods for rapid screening of biologically active compounds present in plant-based extracts. **Molecules**, v. 27, n. 20, art. 7094, 2022. DOI: 10.3390/molecules27207094.
- HARBORNE, J. B. **Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis**. 3. ed. London: Chapman & Hall, 1998. 302 p.
- JACOMASSI, E.; MOSCHETA, I. S.; MACHADO, S. R. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 575–597, 2007. DOI: 10.1590/S0102-33062007000300006.
- KARCZ, D. *et al.* Novel coumarin-thiadiazole hybrids and their Cu(II) and Zn(II) complexes as potential antimicrobial agents and acetylcholinesterase inhibitors. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 18, art. 9709, 2021. DOI: 10.3390/ijms22189709.
- LOURENÇO, M. V. **Estudo comparativo dos constituintes químicos de *Brosimum gaudichaudii* Trécul e do medicamento V**. 2001. 120 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.



- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997. 141 p.
- MIMI, N. *et al.* Comparison of antioxidant and antibacterial properties of five plants with anti-diabetes and anti-cancer potential. **Microbiology Research**, v. 16, n. 6, art. 108, 2025. DOI: 10.3390/microbiolres16060108.
- MORAIS, M. C. de *et al.* Validation of a photostability indicating method for quantification of furanocoumarins from *Brosimum gaudichaudii* soft extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, n. 1, p. 118–123, 2018. DOI: 10.1016/j.bjp.2017.12.002.
- MORAIS, M. C. *et al.* Desenvolvimento e validação de um método por CCD/densitometria para quantificação de psoraleno e bergapteno em *Brosimum gaudichaudii* Trécul. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 165–176, 2020. DOI: 10.32712/2446-4775.2020.929.
- RODRIGUES, E.; CARLINI, E. A. Ritual use of plants with possible action on the central nervous system by the Krahô Indians, Brazil. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 2, p. 129–135, 2005. DOI: 10.1002/ptr.1636.
- SASIDHARAN, S. *et al.* Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 8, n. 1, p. 1–10, 2011.
- SILVA, A. F. L. da *et al.* Phytochemical analysis and antimicrobial potential of extracts and fractions of *Brosimum gaudichaudii* Trécul against bacteria of clinical importance. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 27, n. 7, p. 3343–3363, 2023. DOI: 10.25110/arqsaude.v27i7.2023-007.
- SILVA, D. B. da *et al.* *Brosimum gaudichaudii*: mamacadeira. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 707–716. (Série Biodiversidade, 44).
- SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- TIWARI, P. *et al.* Phytochemical screening and extraction: a review. **Internationale Pharmaceutica Scientia**, v. 1, n. 1, p. 98–106, 2011.
- VIEIRA, I. J. C. *et al.* A new coumarin from *Brosimum gaudichaudii* Trécul. **Natural Product Letters**, v. 13, n. 1, p. 47–52, 1999. DOI: 10.1080/10575639908048490.
- VILEGAS, J. H. Y. *et al.* Off-line supercritical fluid extraction-high resolution gas chromatography applied to the study of Moraceae species. **Phytochemical Analysis**, v. 4, n. 5, p. 230–234, 1993. DOI: 10.1002/pca.2800040508.
- VILEGAS, W.; POZETTI, G. L.; VILEGAS, J. H. Y. Coumarins from *Brosimum gaudichaudii*. **Journal of Natural Products**, v. 56, n. 3, p. 416–417, 1993. DOI: 10.1021/np50093a015.
- WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas**. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 384 p.