



Caracterização fitoquímica de extrato aquoso de folhas de espécies vegetais do Cerrado e implicações farmacológicas

Phytochemical characterization of aqueous extract of leaves of Cerrado plant species and pharmacological implications

Otávio Cardoso Filho¹
Franciellen Moraes-Costa²
Mylena Oliveira Andrade³
Juliana Pimenta Cruz⁴
Eduardo Robson Duarte⁵
Viviane de Oliveira Vasconcelos⁶

RESUMO

Objetivo: Realizar a caracterização fitoquímica dos extratos de folhas de cinco espécies vegetais do Cerrado (*Casearia sylvestris*, *Schinopsis brasiliensis*, *Serjania lethalis*, *Piptadenia viridiflora* e *Ximenia americana*) e discutir suas implicações farmacológicas. **Métodos:** O estudo foi feito utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), os extratos aquosos das folhas foram analisados para identificar as classes de compostos bioativos presentes. As amostras foram preparadas por infusão com água destilada, seguidas de separação e análise por HPLC. **Resultados:** A análise por HPLC revelou os flavonoides como a classe mais abundante presente nas espécies estudadas. Entretanto classes como alcaloides, taninos, saponina e triterpenos/esteroides também foram evidenciadas de forma a

¹Doutor em Ciências e saúde. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Professor do Departamento Geral de Biologia, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG -Brasil. otaviobio@hotmail.com . <https://orcid.org/0000-0001-7694-0590>

²Doutora em Ciências biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).Montes Claros- MG-Brasil. Professora do Departamento Geral de Biologia, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG -Brasil. Franciellen.costa@unimontes.br. <https://orcid.org/0000-0002-6690-987X>

³Graduada em ciências biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).Montes Claros- MG-Brasil. Mestranda em Botânica aplicada. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG -Brasil. mylenaandradebioo@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0004-8925-0264>

⁴Mestre em Botânica aplicada. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Doutoranda em Biotecnologia. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG -Brasil. julianapimenta97@outlook.com. <https://orcid.org/0000-0001-5115-3136>

⁵ Doutor em Ciências Biológicas (Microbiologia). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Montes Claros –MG –Brasil. Professor do Instituto de Ciências agrárias Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG -Brasil. duartevet@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5507-0677>.

⁶Doutora em Imunologia. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte –MG –Brasil. Professora do Departamento de Fisiopatologia Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros -MG -Brasil. viviane.vasconcelos@unimontes.br. <https://orcid.org/0000-0001-5126-3124>

Recebido em	Aceito em	Publicado em
01-07-2023	12-08-2023	21-09-2024

ser destacadas no estudo. A presença desses compostos nas espécies estudadas sugere um amplo espectro de atividades biológicas e potenciais aplicações terapêuticas, como propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas, imunomoduladoras e antitumorais. **Conclusão:** A presença de metabólitos como flavonoides, alcaloides, taninos, saponina e triterpenos/esteroides demonstra a diversidade fitoquímica das espécies do Cerrado do presente estudo, destacando o potencial do bioma para o desenvolvimento de novos fármacos baseados em compostos naturais, enfatizando a importância da conservação e exploração científica contínua desse ecossistema.

Palavras-Chave: Leveduras selvagens; não-*Saccharomyces*, *Pichia kudriavzevii*, Panã, Mangaba e Araçá, Cerveja Artesanal.

ABSTRACT

Objective: To perform the phytochemical characterization of the leaf extracts of five plant species from the Cerrado (*Casearia sylvestris*, *Schinopsis brasiliensis*, *Serjania lethalis*, *Piptadenia viridiflora* and *Ximenia americana*) and to discuss their pharmacological implications. **Methods:** The study was done using high performance liquid chromatography (HPLC), the aqueous extracts of the leaves were analyzed to identify the classes of bioactive compounds present. The samples were prepared by infusion with distilled water, followed by separation and analysis by HPLC. **Results:** The HPLC analysis revealed the flavonoids as the most abundant class present in the species studied. However, classes such as alkaloids, tannins, saponin and triterpenes/steroids were also evidenced in order to be highlighted in the study. The presence of these compounds in the species studied suggests a broad spectrum of biological activities and potential therapeutic applications, such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, immunomodulatory and antitumor properties. **Conclusion:** The presence of metabolites such as flavonoids, alkaloids, tannins, saponin and triterpenes/steroids demonstrates the phytochemical diversity of the Cerrado species in the present study, highlighting the potential of the biome for the development of new drugs based on natural compounds, emphasizing the importance of conservation and continuous scientific exploration of this ecosystem.

Keywords: Alkaloids; Liquid Chromatography; Flavonoids; Bioactive Compounds.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando uma extensa área de aproximadamente 2.036.448 km² e abrangendo a porção central do Brasil, estendendo-se até a região Nordeste e partes dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná¹. É caracterizado por formações vegetais que incluem floresta, savana e formações gramíneas². O clima, os

solos, a disponibilidade de água e nutrientes, geologia e geomorfologia são alguns dos fatores relevantes para a formação deste bioma peculiar e único³.

Além disso, esse bioma é caracterizado por alta riqueza de espécies e endemismo⁴, apresentando uma vegetação rica em variedades de compostos, sendo considerados bancos fitoquímicos de interesse científico capazes de promover a inovação⁵, com destaque para as classes de fitoquímicos do metabolismo secundário, como os grupos dos alcaloides, compostos fenólicos e terpenóides⁶. Esses compostos geralmente estão relacionados com os sistemas de defesa das plantas contra a radiação ultravioleta ou agressões de insetos ou outros patógenos⁷.

Os metabólitos secundários apresentam baixo peso molecular, estrutura complexa, alta atividade biológica e baixas concentrações, contribuindo para a diferenciação de espécies e sendo restritos a organismos específicos⁸. Esses compostos químicos, presentes em plantas, são conhecidos como compostos bioativos devido à sua alta atividade biológica e oferecem diversos benefícios à saúde humana⁹. Suas atividades biológicas variadas têm sido aproveitadas há séculos na medicina popular para prevenção, tratamento e cura de doenças¹⁰. Destacam-se especialmente pela capacidade de combater radicais livres, protegendo o organismo do estresse oxidativo e ajudando na prevenção de doenças crônicas degenerativas, graças às suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antitumorais¹¹.

O Bioma Cerrado possui uma riqueza de espécies vegetais com diversidade de compostos bioativos com potencial farmacológico. Entre elas destaca-se as espécies escolhidas para o estudo: *Casearia sylvestris*, *Schinopsis brasiliensis*, *Serjania lethalis*, *Piptadenia viridiflora* e *Ximenia americana* com ricas tradições de uso na medicina popular e ao seu potencial farmacológico.

C. sylvestris é conhecida por suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas, frequentemente utilizada em tratamentos de condições dermatológicas e gastrointestinais¹². *S. brasiliensis* se destaca pelas suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, sendo valorizada na fitoterapia tradicional¹³. *S. lethalis* possui compostos com ação potencial contra células tumorais¹⁴, enquanto *P. viridiflora* é reconhecida por suas propriedades anti-inflamatórias e analgésicas¹⁵. Por fim, *X. americana* tem uma vasta gama de usos terapêuticos, incluindo atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes, justificando a sua inclusão no estudo pela promessa de descobertas de novos agentes

bioativos¹⁶. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi realizar a caracterização fitoquímica dos extratos de folhas de espécies vegetais do Cerrado, bem como discutir suas respectivas implicações farmacológicas.

MÉTODOS

Área de estudo e preparação de extrato

Folhas de indivíduos adultos de *S. lethalis*, *S. brasiliensis*, *X. americana*, *P. viridiflora* e *C. sylvestris* foram coletadas no mês de janeiro do ano 2023 no período da manhã, no estado de Minas Gerais, Brasil, em zona rural, norte do município de Montes Claros (W 44° 04' 54"; S 16° 30' 93"). O clima da região é classificado como tropical úmido com verão seco (As), com < 25 mm de precipitação anual (INMET 2024). As espécies foram depositadas no Herbário (HMCMG) da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) sob números de registro (Figura 1).

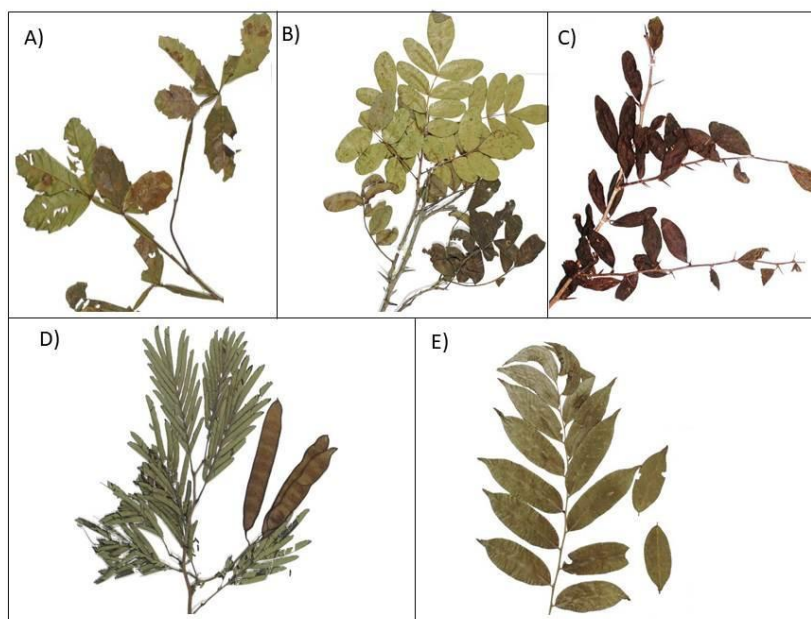


Figura 1: Espécies estudadas e depositadas no herbário da Universidade Estadual de Montes Claros e seus respectivos números de registros. A) *Serjania lethalis* (2380). B) *Schinopsis brasiliensis* (377). C) *Ximenia americana* (211). D) *Piptadenia viridiflora* (2283). E) *Casearia sylvestris* (3008).

Folhas totalmente expandidas e saudáveis foram selecionadas e secas até peso constante em secador de circulação de ar forçado (TE 394/4, Equipamentos Científicos Tecnal, Piracicaba, SP, Brasil), a 40 °C, por 72 h. As folhas secas foram moídas em moinho Wiley e armazenadas em sacos de papel, protegidos da incidência de luz¹⁷. O extrato aquoso (EA) foi preparado por infusão com água destilada (30 g/300 mL), a 40 °C, por 60 min, em extração estática.

Caracterização dos extratos

A separação dos compostos químicos das espécies vegetais foi realizada por HPLC (High-performance liquid chromatography) em equipamento Merck-Hitachi (Alemanha) composto de bomba L-6200A, injetor automático AS-2000A, detector UV-VIS L-4250 e integrador D-2500. Utilizou-se uma coluna de ODS (250 x 4,0 mm d.i., 5 mm, Merck, Alemanha), fluxo de 1,0 mL/min, temperatura de 40°C, procedendo-se à eluição com gradiente linear de H₂O (A) e CH₃CN (B): 0 min 90% A, 10% B; 60 min 10% A, 90% B, seguido de 5 min de eluição isocrática. A detecção foi realizada no UV a 220 nm.

Foram utilizados solventes grau HPLC (Merck, Alemanha) e a remoção do ar foi realizada por sonificação¹³. Para as análises da separação dos compostos químicos, as amostras foram dissolvidas em metanol grau HPLC, para concentrações de 10 mg/mL e 5 mg/mL, respectivamente, para extratos e frações, sendo as soluções centrifugadas a 10.000 rpm, durante 10 min, previamente à injeção. Alíquotas destas soluções (5mL) foram injetadas de modo automático¹⁸.

RESULTADOS

Os cromatogramas obtidos por HPLC dos extratos aquosos vegetais das espécies estudadas revelaram a presença de diversos compostos com base em seus picos de absorção UV característicos. Para as espécies *C. sylvestris*, *S. brasiliensis* e *S. lethalis*, o composto predominante foi o da classe dos flavonoides com picos de 304,2 nm, 326,8 nm e 376,8 nm respectivamente (Figura 2A- C). Estes resultados reforçam mais uma vez a identificação de flavonoides como os compostos majoritários neste extrato. *P. viridiflora* revelou vários picos principais de absorção UV aproximadamente em 212,0 nm, 262,7 nm, 274,5 nm e 376,8 nm

(Figura 2 D). Os picos em 212,0 nm e 262,7 nm podem indicar a presença de compostos fenólicos ou alcaloides. O pico em 274,5 nm é característico de flavonoides, enquanto o pico em 376,8 nm também sugere a presença de flavonoides ou outras estruturas conjugadas. Por fim, *X. americana* apresentou picos principais de absorção UV aproximadamente em 323,3 nm, 255,6 nm e 348,3 nm (Figura 2 E). Os picos em 323,3 nm e 348,3 nm indicam a presença de flavonoides. O pico em 255,6 nm pode sugerir a presença de saponinas ou compostos fenólicos.

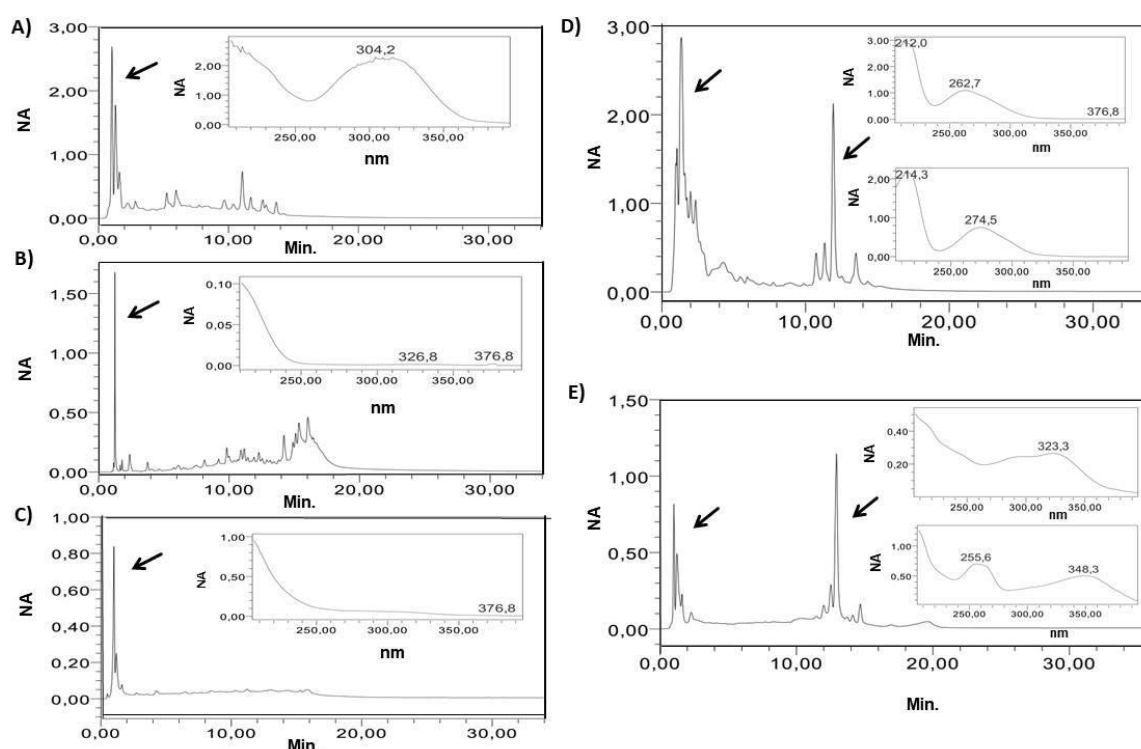


Figura 2. Cromatogramas de HPLC-DAD obtidos para os extratos aquosos das folhas de (A) *Casearia sylvestris*, (B) *Schinopsis brasiliensis*, (C) *Serjania lethalis*, (D) *Piptadenia viridiflora*, e (E) *Ximения americana*. As setas indicam os compostos marjoritários.

É importante ressaltar que espécies *P. viridiflora*, e *X. americana* apresentaram maior número de compostos em suas respectivas caracterizações fitoquímicas. Além dos grupos de compostos descritos e identificados como principais classes presentes nas espécies vegetais estudadas, outros detectados merecem destaque: taninos, saponinas e triterpenos/esteróides (Tabela 1).

Tabela 1. Diferentes classes de compostos bioativos presentes nas espécies vegetais do Cerrado.

Classe	Espécie Vegetal				
	<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	<i>Serjania lethalis</i>	<i>Piptadenia viridiflora</i>	<i>Ximenia americana</i>
Alcalóides	-	-	-	+	+
Flavonóides	+	+	+	+	+
Taninos	+	+	-	+	+
Saponinas	+	-	+	+	+
Triterpenos/esteróides	+	+	+	-	+

DISCUSSÃO

A identificação de múltiplas classes de compostos, nas espécies vegetais do Cerrado, *S. lethalis*, *S. brasiliensis*, *X. americana*, *P. viridiflora* e *C. sylvestris*, sugere um amplo espectro de atividades biológicas e potenciais aplicações terapêuticas. Vale ressaltar que das espécies estudadas, *P. viridiflora* e *X. americana* merece destaque, tendo em vista a presença de compostos pertencentes a número maior de classes.

P. viridiflora e *X. americana* são duas espécies vegetais com significativas propriedades fitoquímicas. *P. viridiflora*, pertencente à família Fabaceae, é conhecida por conter compostos fenólicos, flavonoides e alcaloides que possuem atividades antioxidantes e antimicrobianas¹⁹. Estudos mostram que os extratos dessa planta exibem potencial terapêutico na inibição do crescimento de bactérias patogênicas, sugerindo seu uso em formulações antimicrobianas²⁰. Por outro lado, *X. americana*, da família Olacaceae, é amplamente estudada por suas propriedades medicinais. Esta planta contém ácidos graxos, taninos, saponinas e flavonoides, destacando-se pelo seu uso tradicional em tratamentos de inflamações e como antioxidante natural²¹. A caracterização fitoquímica de *X. americana* revelou a presença de ximenina, um ácido graxo que apresenta efeitos anti-inflamatórios e neuroprotetores²². Ambas as espécies mostram um vasto potencial para aplicações farmacológicas, reforçando a importância da pesquisa contínua sobre suas propriedades bioativas.

Em relação às outras espécies estudadas, *S. lethalis*, *S. brasiliensis* e *C. sylvestris*, resultados de estudos de caracterização fitoquímica corroboram com os nossos achados e ainda indicaram ações farmacológicas e uso tradicional de grande importância. *S. lethalis* contém saponinas que exibem atividades anti-inflamatórias e antimicrobianas, confirmando seu uso tradicional para tratar feridas²³. *S. brasiliensis* é rica em taninos, o que explica seu uso tradicional como adstringente e no tratamento de problemas respiratórios e reumatismo²⁴. *C. sylvestris* contém flavonoides que demonstraram atividade anti-inflamatórias e antioxidantes, corroborando seu uso tradicional para tratar úlceras e inflamações²⁵.

O estudo da caracterização fitoquímica de espécies vegetais do cerrado apresentou diferentes classes de compostos, incluindo flavonoides, taninos, saponinas, alcaloides e triterpenos/esteroides. Nesse sentido, além dos benefícios apontados, torna-se relevante caracterizar os compostos bioativos identificados e evidenciar outros apontamentos farmacológicos das espécies.

Flavonoides são compostos polifenólicos amplamente distribuídos nas plantas e conhecidos por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cardioprotetoras²⁶. Eles atuam como potentes eliminadores de radicais livres, protegendo as células do estresse oxidativo. Estudos têm mostrado que flavonoides podem contribuir na prevenção de doenças cardiovasculares, câncer e outras condições inflamatórias²⁷.

Os taninos são outro grupo importante de compostos encontrados nas plantas do Cerrado. Eles possuem propriedades adstringentes, antimicrobianas e antioxidantes. Taninos têm sido utilizados tradicionalmente para tratar diarreias e feridas, devido à sua capacidade de precipitar proteínas e formar uma camada protetora sobre os tecidos²⁷. Além disso, os taninos têm mostrado potencial para inibir o crescimento de bactérias patogênicas e fungos²⁸.

Saponinas são glicósidos naturais com atividades expectorantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras. Elas podem reduzir os níveis de colesterol no sangue e melhorar a função imunológica²⁹. Estudos recentes também indicam que saponinas possuem propriedades antitumorais, tornando-as compostos promissores na prevenção e tratamento do câncer³⁰.

Alcaloides são compostos nitrogenados conhecidos por suas potentes atividades biológicas. Muitos alcaloides têm efeitos analgésicos, antimaláricos e antitumorais. Eles atuam principalmente no sistema nervoso central e têm sido usados na medicina tradicional e

moderna para tratar uma variedade de doenças³¹. A presença de alcaloides em espécies do Cerrado sugere potencial uso farmacológico para condições neurológicas e infecciosas.

Triterpenos e esteroides são classes de compostos com propriedades anti-inflamatórias, hepatoprotetoras e anticancerígenas. Eles têm a capacidade de modular a resposta imunológica e proteger contra danos hepáticos³². Os esteroides vegetais, ou fitoesteróis, são conhecidos por reduzir os níveis de colesterol e têm sido associados à prevenção de doenças cardiovasculares³³.

A presença desses compostos é indicativa do vasto potencial medicinal das plantas do Cerrado, um bioma conhecido por sua biodiversidade e variedade fitoquímica.

CONCLUSÃO

A diversidade fitoquímica das espécies *Casearia sylvestris*, *Schinopsis brasiliensis*, *Serjania lethalis*, *Piptadenia viridiflora* e *Ximenia americana* revelam um vasto potencial terapêutico, com múltiplas classes de compostos bioativos contribuindo para uma ampla gama de atividades biológicas. O estudo dessas plantas não só amplia o conhecimento sobre a biodiversidade do Cerrado, mas também pode levar ao desenvolvimento de novos fármacos baseados em compostos naturais. A importância da ampliação do conhecimento sobre a flora e a valorização desse bioma para projetos de conservação são cruciais para o avanço da pesquisa científica e da medicina baseada em plantas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. BARBOSA, Antônio. Área do Cerrado. Estudos sobre a geografia e ecossistemas do Cerrado. 2017.
2. SANO, Shuichi M., Almeida, Spenser P., & Ribeiro, José F. Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Informação Tecnológica. 2010.

3. CASTRO, Antonia et al. How rich is the flora of the Cerrado and how many of its species are we losing? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 93, n. 2, p. 194-220, 2016.
4. CARMIGNOTTO, Ana P., & Aires, Caroline C. Mammals of the Cerrado and their conservation. In: Oliveira, Paulo S., Marquis, Robert J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press. 2012.
5. GODINHO, Letícia B., Costa, Gabriel M., & Borges, Mariana E. P. Phytochemical study of medicinal plants from the Cerrado. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.17, n. 2, p. 226-234, 2015.
6. CASTRO, Maria V., Eberlin, Marcos N., & Costa, Jorge L. Identification of chemical constituents of medicinal plants from Brazilian Cerrado by electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, v. 39, n. 8, p. 998-1003, 2014.
7. DELBONE, Cristina A. C., & Lando, Marcos. The defensive role of secondary metabolites in plants: a review of scientific literature. *Journal of Plant Biology*, v. 54, n. 3, p. 214-222, 2010.
8. SILVA, Fernanda C., Almeida, Victor P., & Barbosa, Luís C. A. Secondary metabolites: definition, function, and biosynthesis. *Natural Products Chemistry & Research*, v. 6, n. 2, p. 1-8, 2018.
9. BRAIBANTE, Maria E. F., Lima, Lucas P., & Ferreira, Ana G. Utilização de plantas medicinais no Cerrado brasileiro: uma abordagem etnobotânica. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 16, n. 2, p. 411-419, 2014.
10. DUARTE, Ana L. Phytochemistry and therapeutic applications of bioactive compounds from Cerrado plants. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, n. 2, p. 188-195, 2006.
11. LIMA, Vera L. A. G., Melo, Edna A., & Maciel, Mônica I. S. Antioxidant activity of bioactive compounds from Cerrado plants. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 21, n. 2, p. 260-267, 2011.
12. LOPES, Natália. P., KATO, Maria J., BOLZANI, Vitória. S. Antimicrobial and anti-inflammatory properties of *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, v. 245, p. 112123, 2020.
13. PEREIRA, Paulo Sérgio; LIMA, Roberto Almeida; LOPES, Daniel. Potential antitumor compounds from *Serjania lethalis*. **Phytotherapy Research**, v. 35, n. 3, p. 1300-1310, 2021.
14. MEDEIROS, Rodrigo Silva; FERREIRA, Maria Aparecida; MARTINS, João Ricardo. Anti-inflammatory and analgesic properties of *Piptadenia viridiflora* Benth. *Journal of Natural Products*, v. 81, n. 6, p. 1585-1591, 2018.
15. SANTOS, Rodrigo Marcos; OLIVEIRA, Rafaela Andrade; ALMEIDA, Mariana Costa. Therapeutic potential of *Ximenia americana* L.: Antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant activities. *Journal of Medicinal Plants Research**, v. 11, n. 13, p. 211-220, 2017.
16. MORAIS-COSTA, Fernanda, Oliveira, Daniel S., & Pimenta, Luís P. S. Preparation of aqueous extracts from Cerrado plants for phytochemical analysis. *Journal of Applied Sciences*, v. 10, n. 4, p. 315-321, 2015.
17. VALADARES, Maria C., Sousa, Cláudia M. M., & Costa, Jorge M. Chromatographic separation and analysis of bioactive compounds from medicinal plants. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry*, v. 30, n. 1, p. 42-48, 2003.
18. SANTOS, Paulo Marcos; et al. Analgesic and antimicrobial properties of *Piptadenia viridiflora*. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 13, p. 456-462, 2019.

19. OLIVEIRA, Thiago Pereira; ALMEIDA, Valéria Fernandes; PEREIRA, Eduardo Santos. Antibacterial properties of *Piptadenia viridiflora* extracts. *Pharmacognosy Magazine*, v. 15, n. 3, p. 198-204, 2019.
20. SILVA, Maria Aparecida; LIMA, João Roberto; SOUZA, Marcos Roberto. Traditional uses and phytochemical profile of *Ximenia americana*. *Natural Product Research*, v. 32, n. 11, p. 1357-1365, 2018.
21. COSTA, Eduardo Marques; SANTOS, Ana Carolina; ANDRADE, Luís Nogueira. Ximenina: a bioactive compound from *Ximenia americana* with potential anti-inflammatory and neuroprotective effects. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 267, p. 113-120, 2021.
22. RIBEIRO, João Silva; et al. Saponins in *Serjania lethalis* and their biological activities. *Natural Product Research*, v. 31, p. 789-795, 2017.
23. DE SOUZA, Guilherme Rodrigues; et al. Phenolic compounds and biological activities of *Schinopsis brasiliensis*. *Phytochemistry Reviews*, v. 15, p. 637-645, 2016.
24. ARAUJO, Roberto Carlos; et al. Anti-inflammatory and antioxidant properties of *Casearia sylvestris*. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 213, p. 214-220, 2018.
25. KUMAR, Sanjay, & Pandey, Avinash K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *The Scientific World Journal*, v. 2013, Article ID 162750, p. 1-162013.
26. PANCHE, Anil N., Diwan, Anil D., & Chandra, Sanjay R. Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, e47. 2016.
27. BUZZINI, Pietro, Arapitsas, Panagiotis, Goretti, Michele, Branda, Elisa, Turchetti, Benedetta, Pinelli, Paola, ... & Romani, Annalisa. (2008). Antimicrobial and antiviral activity of hydrolysable tannins. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, v. 8, n. 12, p. 1179-1187, 2008.
28. SCALBERT, André. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, v. 30, n. 12, p. 3875-3883, 2018.
29. MAN, Shijun et al. Chemical study and medical application of saponins as anti-cancer agents. *Fitoterapia*, v. 81, n. 7, p. 703-714, 2010.
30. MILGATE, James, & Roberts, David C. K. The nutritional and biological significance of saponins. *Nutrition Research*, v. 15, n. 8, p. 1223-1249, 1995.
31. FACCHINI, Peter. Alkaloid biosynthesis in plants: biochemistry, cell biology, molecular regulation, and metabolic engineering applications. *Annual Review of Plant Biology*, v. 52, n. 1, p. 29-66, 2001.
32. MAHATO, Satyajit B., & Sen, Saikat. Advances in triterpenoid research, 1990-1994. *Phytochemistry*, v. 44, n. 7, p. 1185-1236, 1997.
33. OSTLUND, Richard E. Jr. Phytosterols and cholesterol metabolism. *Current Opinion in Lipidology*, v. 13, n. 1, p. 41-48, 2002.