

Flávia Noronha Dutra Ribeiro
Tania Pereira Christopoulos
Paulo Santos de Almeida
André Felipe Simões
Renata Colombo
(org.)

SUSTENTABILIDADE
CRÍTICAS E DESAFIOS DAS AGENDAS AMBIENTAIS

Appris
editora

Curitiba, PR
2025

Editora Appris Ltda.

1ª Edição - Copyright© 2025 dos autores

Direitos de Edição Reservados à Editora Appris Ltda.

Nenhuma parte desta obra poderá ser utilizada indevidamente, sem estar de acordo com a Lei nº 9.610/98. Se incorreções forem encontradas, serão de exclusiva responsabilidade de seus organizadores. Foi realizado o Depósito Legal na Fundação Biblioteca Nacional, de acordo com as Leis nºs 10.994, de 14/12/2004, e 12.192, de 14/01/2010.

Catálogo na Fonte

Elaborado por: Josefina A. S. Guedes

Biblioteca CRB 9/870

S964s
2025

Sustentabilidade: críticas e desafios das agendas ambientais / Flávia Noronha Dutra Ribeiro, Tania Pereira Christopoulos, Paulo Santos de Almeida, André Felipe Simões, Renata Colombo (orgs.). – 1. ed. – Curitiba: Appris, 2025.
437 p. ; 23 cm. – (Sustentabilidade, impacto e gestão ambiental).

Inclui referências.

ISBN 978-65-250-7230-2

1. Sustentabilidade. 2. Gestão ambiental. 3. Ciência. 4. Tecnologia ambiental. I. Ribeiro, Flávia Noronha Dutra. II. Christopoulos, Tania Pereira III. Almeida, Paulo Santos de IV. Simões, André Felipe. V. Colombo, Renata. VI. Título. VII. Série.

CDD – 363.7

Livro de acordo com a normalização técnica da ABNT

Appris
editorial

Editora e Livraria Appris Ltda.
Av. Manoel Ribas, 2265 – Mercês
Curitiba/PR – CEP: 80810-002
Tel. (41) 3156 - 4731
www.editoraappris.com.br

Printed in Brazil
Impresso no Brasil

FICHA TÉCNICA

EDITORIAL	Augusto Coelho Sara C. de Andrade Coelho	
COMITÊ EDITORIAL	Ana El Achkar (Universo/RJ) Andréa Barbosa Gouveia (UFPR) Antonio Evangelista de Souza Netto (PUC-SP) Belinda Cunha (UFPB) Délton Winter de Carvalho (FMP) Edson da Silva (UFVJM) Eliete Correia dos Santos (UEPB) Erineu Foerste (Ufes) Fabiano Santos (UERJ-IESP) Francinete Fernandes de Sousa (UEPB) Francisco Carlos Duarte (PUCPR) Francisco de Assis (Fiam-Faam-SP-Brasil) Gláucia Figueiredo (UNIPAMPA/ UDELAR) Jacques de Lima Ferreira (UNOESC) Jean Carlos Gonçalves (UFPR) José Wálter Nunes (UnB) Junia de Vilhena (PUC-RIO)	Lucas Mesquita (UNILA) Márcia Gonçalves (Unitau) Maria Aparecida Barbosa (USP) Maria Margarida de Andrade (Umack) Marilda A. Behrens (PUCPR) Marília Andrade Torales Campos (UFPR) Marli Caetano Patrícia L. Torres (PUCPR) Paula Costa Mosca Macedo (UNIFESP) Ramon Blanco (UNILA) Roberta Ecleide Kelly (NEPE) Roque Ismael da Costa Güllich (UFFS) Sergio Gomes (UFRJ) Tiago Gagliano Pinto Alberto (PUCPR) Toni Reis (UP) Valdomiro de Oliveira (UFPR)
SUPERVISORA EDITORIAL	Renata C. Lopes	
REVISÃO	Débora Sauaf	
DIAGRAMAÇÃO	Jhonny Alves dos Reis	
CAPA	Carlos Pereira	
REVISÃO DE PROVA	William Rodrigues	

COMITÊ CIENTÍFICO DA COLEÇÃO SUSTENTABILIDADE, IMPACTO, DIREITO E GESTÃO AMBIENTAL

DIREÇÃO CIENTÍFICA Belinda Cunha

CONSULTORES	Dr. José Renato Martins (Unimep) Dr. José Carlos de Oliveira (Unesp) Fernando Joaquim Ferreira Maia (UFRPE) Sérgio Augustin (UCS) Prof. Dr. Jorge Luís Mialhe (Unesp-Unimep) José Farias de Souza Filho (UFPB) Zysman Neiman (Unifesp)	Maria Cristina Basílio Crispim da Silva (UFPB) Iranice Gonçalves (Unipê) Elisabete Maniglia (Unesp) Prof. Dr. José Fernando Vidal de Souza (Uninove) Hertha Urquiza (UFPB) Talden Farias (UFPB) Caio César Torres Cavalcanti (FDUC)
INTERNACIONAIS	Edgardo Torres (Universidad Garcilaso de la Veja) Ana Maria Antão Gerales (Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança) Maria Amélia Martins (Centro de Biologia Ambiental Universidade de Lisboa) Dionisio Fernández de Gatta Sánchez (Facultad de Derecho. Universidad de Salamanca) Alberto Lucarelli (Università degli Studi di Napoli Federico II) Luiz Oosterbeek (Instituto Politécnico de Tomar)	

ANÁLISE METABOLÔMICA DE SAPONINAS EM *MACHAERUM ACUTIFOLIUM* POR UHPLC-ESI-MS/MS

Charlyana de Carvalho Bento

Gabriel Sardinho Greggio

Renan Canute Kamikawachi

Ângela Lúcia Bagnatori Sartori

Miriam Sannomiya

2.1 Introdução

A Metabolômica é a ciência que estuda o metabolismo e os metabólitos, moléculas importantes para a fisiologia celular e respostas ao ambiente onde o organismo está inserido. Esses dados são geralmente obtidos por meio de experimentos de cromatografia associados a espectrometria de massas, como Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS) ou Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). A identificação dos metabólitos secundários presentes nessas espécies é realizada através de comparações com banco de dados, como o caso do *Global Natural Product Social Molecular Networking* (GNPS) (Pilon *et al.*, 2020). Os metabólitos secundários são moléculas orgânicas produzidas por microrganismos ou plantas, que não são essenciais para suas atividades primárias, como obtenção de energia e mantimento de funções vitais, mas podem trazer vantagens para o crescimento, proteção e adaptação deles (Seker; Erdogan, 2023).

A exploração do potencial dessas moléculas oriundas de plantas permite sua aplicação em diversas áreas e com efeitos promissores, desde a agricultura até a saúde humana. O aproveitamento desse potencial biológico pode gerar desde agroquímicos com menor potencial destrutivo, o que poderia colaborar ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 (Vida na água) e a ODS 3 (Saúde e bem-estar), através do desenvolvimento de fármacos sustentáveis e importantes para a saúde humana

(Menezes *et al.*, 2019). Assim, pesquisas que vislumbram contribuir para o conhecimento da metabolômica da biodiversidade brasileira, valorizam os conhecimentos tradicionais e podem agregar valor econômico ao material vegetal de nosso país. O estudo de espécies do gênero *Machaerium*, integrante da família da Fabaceae, conhecido popularmente como jacarandá, pode ser de grande relevância (Flora do Brasil, 2024).

Na medicina tradicional, o chá de cascas de espécies pertencentes a esse gênero é utilizado para fins antidiarreicos, antiúlcera e tratamento de cólicas (Amen *et al.*, 2015). Até o presente momento, cerca de 130 espécies foram descritas no gênero (WFO Plant List, 2024). Cerca de 17% dessas espécies foram estudadas sob o ponto de vista químico ou biológico. Dentre as espécies estudadas estão *Machaerium acutifolium*, *M. amplum*, *M. aristulatum*, *M. eriocarpum*, *M. floribundum*, *M. hirtum*, *M. incorruptibile*, *M. kuhlmannii*, *M. multiflorum*, *M. nictitans*, *M. pedicellatum*, *M. vestitum* e *M. villosum* (Alves *et al.*, 1966; Bento *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2022; Dourado *et al.*, 2024; ElSohly; Joshi; Nimrod, 1999; Imamura *et al.*, 1982; Kurosawa *et al.*, 1978; Lopes *et al.*, 2020; Muhammad *et al.*, 2001; Tahira *et al.*, 2022; Waage; Hedin; Grimley, 1984). De acordo com as análises químicas dessas espécies foram isolados ou identificados sesquiterpenos, triterpenos, esteróides, cinamifenóis, ubiquinonas, hexahidrocanabinóis, alcalóides, proantocianidinas, flavonóides e saponinas. Os extratos apresentam uma variada atividade biológica, tais como antimalárica contra *Plasmodium falciparum* W-2 com IC₅₀ de 120 ng/mL (Muhammad *et al.*, 2001). O extrato de *M. multiflorum* apresentou atividade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* (IC₅₀ 0,65 µg/mL). Enquanto o extrato das folhas de *M. hirtum* apresenta ação anti-inflamatória e efeito anti-inoceptivo (Lopes *et al.*, 2020). O extrato das folhas de *M. villosum* apresentou ação antifúngica frente a *Cryptococcus neoformans* com CIM de 16 µg/mL. As isoflavonas isoladas do extrato de *M. aristulatum* apresentaram atividade anti-giardial com IC₅₀ de 0,28 a 1,9 µg/mL (ElSohly; Joshi; Nimrod, 1999). A proatocianidina isolada de *M. floribundum* apresentou atividade contra a bactéria *Pseudomonas maltophilia*.

Esses dados evidenciam a relevância da continuidade dos estudos que envolvem extratos de espécies de *Machaerium*. Conforme a literatura, o extrato das folhas da espécie *M. acutifolium* já foi previamente estudada por injeção direta em um espectrômetro de massa com um analisador de armadilha de íons equipado com uma fonte de ionização por eletrospray (DI-ESI-MS/MS). Os autores descreveram a identificação de flavonóis,

isoflavonóides e um biflavonóide. De acordo com a medicina tradicional, as cascas do caule de *M. acutifolium* são adstringentes, enquanto suas folhas são empregadas como cataplasma para feridas e contusões (Filardi; Garcia; Carvalho-Okano, 2007). No entanto, até o momento não se tem estudos que envolvam o extrato dos galhos dessa espécie. Assim, esse trabalho tem como objetivo realizar o estudo metabolômico dos extratos dos galhos e folhas de *M. acutifolium* por HPLC-ESI-ITMS/MS.

2.1 Metodologia

Material vegetal

A coleta de galhos e folhas de *Machaerium acutifolium* foi realizada pela taxonomista Prof.^a Dr.^a Ângela Lúcia Bagnatori Sartori nas coordenadas geográficas: 20°30'18" S e 54°37'2" W, região do Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. A exsicata desse material vegetal encontra-se depositada no Herbário CGMS da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul sob a identificação CGMS 78108 e seu registro no SisGen tem o protocolo AAC0301.

Obtenção dos extratos

O material vegetal foi seco em uma estufa de ventilação a 40 °C por 15 dias. Em seguida, galhos e folhas foram separados, cortados em pedaços menores e moídos separadamente em um moinho de facas. O pó de cada órgão foi submetido ao processo de extração por percolação exaustiva utilizando etanol 70% (Migliato *et al.*, 2011). O processo envolveu 510 g do pó das folhas e 300 g do pó dos galhos com etanol 70% (v/v), separadamente. A taxa de fluxo do percolador foi ajustada para aproximadamente 30 gotas/min. Após a extração, o solvente foi removido em um evaporador rotativo sob pressão reduzida a uma temperatura de 40 °C. Após a secagem, obteve-se um sólido marrom escuro de 106,0 g para o extrato das folhas de *M. acutifolium* (Macf, 20,8%) e 48,0 g do extrato dos galhos de *M. acutifolium* (Macg, 16,0%).

Análise por UHPLC-ESI-IT-MS/MS

As análises de espectrometria de massas foram realizadas em um espectrômetro de massas LCQ FLEET (UHPLC-PDA-ESI-IT-MSⁿ, Thermo

Scientific®). Para a separação cromatográfica, foi utilizado o sistema UHPLC-ESI-IT-MSⁿ, com uma coluna de fase reversa Acquity UPLC® BEH C18 (2,1 x 50 mm 1,7 µm), no modo gradiente: 0-1,5 min (12-15% ACN); 1,5-4 min (15-25% ACN); 4-5,5 min (25-29% ACN); 5,5-7 min (29-32% ACN); 7-8,5 min (32-50% ACN); 8,5-10 min (50-65% ACN); 10-12,5 min (65-70% ACN); 12,5-14 min (70% ACN); 14-17 min (70-100% ACN) e 17-20 min (100% ACN) com uma taxa de fluxo de 0,350 mL/min, temperatura do capilar de 350 °C, nitrogênio como gás de nebulização e vácuo de 1,14 Torr. As fases móveis utilizadas foram água (A) e acetonitrila (B), ambas acidificadas com 0,1% de ácido fórmico. As matrizes estudadas foram analisadas no modo de ionização por electrospray (ESI) e as fragmentações em múltiplos estágios (MS², MS³ e MSⁿ) foram realizadas em uma interface do tipo armadilha de íons (IT). O modo negativo foi escolhido para a geração e análise dos espectros de massas de primeira ordem (MS), bem como para os outros experimentos de múltiplos estágios (MSⁿ) nas seguintes condições: voltagem do capilar -4 V, voltagem de spray -5 kV. A faixa de aquisição foi de *m/z* 50-2000, com dois ou mais eventos de varredura realizados simultaneamente no espectrômetro de massas LCQ.

O primeiro evento foi uma varredura completa do espectro de massas para adquirir os dados dos íons na faixa de *m/z* estabelecida. Os outros eventos de MSⁿ foram realizados a partir dos dados dessa primeira varredura para íons precursores pré-selecionados com energias de colisão de 25 e 30% da energia total do instrumento. A FIA-ESI-IT-MSⁿ foi realizada nas seguintes condições: nitrogênio como gás de nebulização; temperatura do capilar ajustada a 350 °C; vácuo de 1,14 Torr e taxa de fluxo de 5 µL/min. Para a aquisição e processamento dos dados espectrométricos, foi utilizado o software Xcalibur (Thermo Scientific®).

3 Resultados e discussões

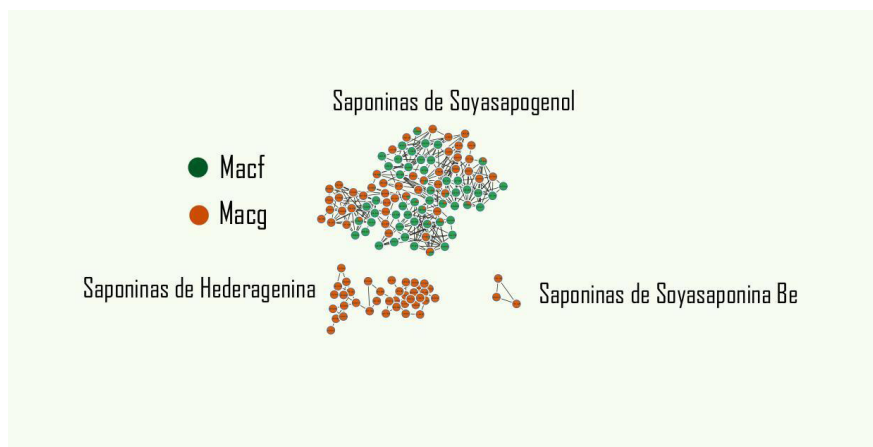
As técnicas de análise UHPLC-IT-ESI-MS/MS e de redes moleculares do GNPS foram aplicadas para identificar a composição química dos extratos de *M. acutifolium*. Para a identificação putativa dos metabólitos secundários, estabeleceu-se um score de cosseno maior que 0,7 na análise de redes moleculares. Conforme a rede molecular, observa-se que as saponinas com esqueleto de hederagenina são observadas apenas nos galhos, enquanto as soyasaponinas são observadas em ambos os órgãos dessa espécie (Figura 1).

Para se obter mais informações sobre os constituintes químicos presentes nos extratos, foi realizada análise por UHPLC-IT-ESI-MS/MS e, conforme os estudos dos íons precursores e seus íons produtos, com dados da literatura e do banco de dados GNPS, foi possível identificar duas saponinas (**1 e 2**) no extrato das folhas de *M. acutifolium*. Enquanto nos galhos foram identificadas 9, sendo quatro delas de esqueleto do tipo soyasapogenol A (**3, 4, 5**), três do tipo Soyasapogenol B (**1, 2 e 8**), duas de esqueletos do tipo Soyasaponina Be (**9**), e dois esqueletos de hederagenina (**6 e 7**) (Tabela 1).

Identificação das saponinas por UHPLC-ESI-MS/MS

A identificação das *saponinas triterpênicas* foi realizada utilizando cromatografia líquida de ultra alta eficiência com ionização por eletrospray e espectrometria de massas em tandem (UHPLC-ESI-MS/MS) em modo negativo. As saponinas estão presentes nas folhas e galhos de *M. acutifolium*.

Figura 1 – Análise por rede molecular dos extratos de folhas e galhos de *M. acutifolium* destacando as saponinas identificadas por espectrometria de massas (modo negativo)



De acordo com Pollier *et al.* (2011), as clivagens glicosídicas das saponinas obtidas no espectro de MS/MS fornecem informações sobre os resíduos de açúcar e a aglicona da saponina. Normalmente, os resíduos de açúcar são hexoses (glicose e galactose), deoxi-hexoses (ramnose),

pentoses (xilose e arabinose) e ácido urônico (ácido glucurônico). Os espectros de MS/MS mostram perdas típicas, como água (-18 Da), resíduo de galactosídeo/glicosídeo (-162 Da), resíduo de ramnosídeo (-146 Da), arabinose (-150 Da) e ácido glucurônico (-158 Da), todas essas fragmentações são compatíveis com os grupos laterais mencionados.

Nos espectros de fragmentação de MS/MS das saponinas foram detectados os íons fragmentos de m/z 453 e 473 Da, os quais são característicos das agliconas triterpênicas. Doze dessas agliconas (Soyasapogenol A, B; Soyasaponina Be; Hederagenina) são do tipo oleanano. A literatura indica que apenas a saponina **1** foi previamente observada no extrato hidroetanólico das folhas de *M. amplum* (Tahira *et al.*, 2022), enquanto as outras estão sendo descritas pela primeira vez no gênero *Machaerium*.

Os triterpenos abrangem uma variedade de mais de 100 tipos diferentes de esqueletos, dentre eles pentacíclicos do tipo oleanano, os quais são abundantes em diversas plantas (Garg *et al.*, 2020). Eles quando associados a unidades glicosídicas são denominados saponinas. As saponinas são uma classe de substâncias de alto peso molecular que possui como aglicona triterpenóide e/ou de esteroide contendo açúcar(es) (Singh; Chaudhuri, 2018). A cadeia glicosídica pode ser consistida de açúcares como glicose, galactose, rhamnose, xilose etc. (Nguyen *et al.*, 2020).

Tabela 1 – Substâncias identificados por análise por UHPLC-IT-ESI-MS/MS do extrato hidroetanólico das folhas (Macf) e galhos (Macg) de *M. acutifolium* Vogel

Número Composto	Tempo de Retenção (min)	[M-H] ⁻	Íon fragmentos (m/z)	Compostos Identificados	Parte da Planta	Referências
1	35,95	941	923; 879; 733	dHex-Hex-HexA-Soyasapogenol B (isômero 1)	Macf	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Tahira, 2021
2	39,62	941	923; 879; 733	dHex-Hex-HexA-Soyasapogenol B (isômero 2)	Macf	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Tahira, 2021

Número Composto	Tempo de Retenção (min)	[M-H] ⁻	Íon fragmentos (<i>m/z</i>)	Compostos Identificados	Parte da Planta	Referências
<u>3</u>	33,7	957	939; 895; 811; 767; 749; 631; 613; 541; 473; 453	dHex-Hex-HexA-Soyasapogenol A (isômero 1)	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Llorent-Martínez <i>et al.</i> , 2015
<u>1</u>	34,7	941	923; 879; 733	dHex-Hex-HexA Soyasapogenol B (isômero 1)	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Tahira, 2021
<u>4</u>	35,1	811	793; 749; 649; 473	Hex-HexA-Soyasapogenol A (isômero 1)	Macg	Nascimento <i>et al.</i> , 2019
<u>5</u>	35,6	957	939; 895; 811; 649; 473	dHex-Hex-HexA-Soyasapogenol A (isômero 2)	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Llorent-Martínez <i>et al.</i> , 2015
<u>6</u>	35,6	955	937; 911; 893; 809; 747; 629; 611; 539; 471	dHex-Hex-HexA-Hederagenina	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011
<u>7</u>	37,3	809	747; 647; 629; 585; 567; 471; 451	Hex-HexA-Hederagenina	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011
<u>2</u>	40,0	941	923; 879; 733	dHex-Hex-HexA-Soyasapogenol B (isômero 2)	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Tahira, 2021
<u>8</u>	41,1	941	923; 879; 733	dHex-Hex-HexA-Soyasapogenol B (isômero 3)	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Tahira, 2021

Número Composto	Tempo de Retenção (min)	[M-H] ⁺	Íon fragmentos (m/z)	Compostos Identificados	Parte da Planta	Referências
<u>9</u>	44,2	939	921; 877; 793; 631; 455	Soyasaponina Be (isômero 1)	Macg	Pollier <i>et al.</i> , 2011; Negri; Tabach, 2013; Nascimento <i>et al.</i> , 2019

As soyasaponinas são basicamente divididas com base ao esqueleto e as formas do glicosídeo, sendo elas dos tipos A, B e 2,3-di-hidro-2,-5-di-hidroxi-6-metil-4H-pirano-4-ona. As soyasaponinas do grupo Be, apresentam na posição C-3 um monossacarídeo e ausência de um grupo hidroxílico em C-21.

A Soyasapogenol B, a parte aglicona do grupo B soyasaponina, pode ser encontrada na soja e pode ser obtida a partir de tratamento térmico e hidrólise ácida, fazendo que assim seja encontrada em produtos comerciais com base de soja. As soyasaponinas do grupo A, por sua vez tem uma hidroxila em C-21 e duas porções de açúcares ligadas separadamente nas posições C-3 e C-22 da soyasapogenol A (Guang *et al.*, 2014).

De acordo com Sasaki *et al.* (2005), a soyasapogenol A reduz o número de células inflamatórias infiltrantes no fígado e o nível elevado de TNF- α plasmático prevenindo os danos ao fígado no modelo de camundongo com hepatite induzida por ConA. A saponina soyasapogenol A e seus derivados exibem atividade inibitória na liberação de NO com valores de IC₅₀ de 16,70 a 22,09 μ M, indicando seu potencial anti-inflamatório (Zhou *et al.*, 2021). Duas saponinas do tipo soyasapogenol A diminuem a hipercolesterolemia e inflamação em camundongos APOE (Xie *et al.*, 2020). A saponina de esqueleto de Hederagenina isolado do extrato de *Stauntoni hexaphylla* apresentou atividade anti-inflamatória no ensaio de óxido nítrico (NO) com efeito inibitório de IC₅₀ = 0,59 μ M (Vinh *et al.*, 2019). A presença de mais derivados de soyasapogenol e hederagenina no extrato dos galhos pode indicar que ele tenha um maior potencial anti-inflamatório e justificar seu uso popular no tratamento de inflamações.

2.4 Considerações finais

O estudo de metabolômica dos extratos de galhos e folhas de *Machaerium acutifolium* indica uma maior diversidade de saponinas nos galhos. As análises revelaram a presença significativa de saponinas triterpênicas, destacando a predominância de *soyasaponinas* e derivados de hederagenina, com importantes propriedades anti-inflamatórias. Esses resultados não apenas justificam o uso tradicional dos galhos no tratamento de inflamações, mas também sugerem novas possibilidades para o desenvolvimento de produtos terapêuticos a partir de compostos naturais. A pesquisa contribui para o entendimento da diversidade química desta espécie, valorizando o conhecimento tradicional e potencializando seu uso em aplicações farmacêuticas futuras.

Referências

- ALVES, H. *et al.* Triterpenoids isolated from *Machaerium incorruptibile*. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 1327-1330, 1966. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)86130-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)86130-0)
- AMEN, Y. M. *et al.* The genus *Machaerium* (Fabaceae): taxonomy, phytochemistry, traditional uses and biological activities. **Natural product research**, [s. l.], v. 29, n. 15, p. 1388-1405, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.1003062>
- BENTO, C. C. *et al.* Chemical constituents and allelopathic activity of *Machaerium eriocarpum* Benth. **Natural product research**, [s. l.], v. 34, n. 6, p. 884-888, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2018.1508136>
- CARVALHO, A. A. *et al.* First report of flavonoids from leaves of *Machaerium acutifolium* by DI-ESI-MS/MS. **Arabian Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 103765, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.103765>
- DOURADO, C. P. *et al.* Exploring antifungal potential: The flavonoid composition of *Machaerium villosum* extracts against *Cryptococcus neoformans*. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. e1613144604, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/44604>. Acesso em: 11 fev. 2024.
- ELSOHLY, H.; JOSHI, A.; NIMROD, A. Anti-giardial Isoflavones from *Machaerium aristulatum*. **Planta Medica**, [s. l.], v. 65, n. 5, p. 490-490, jun. 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-960825>

FILARDI, F. L. R.; GARCIA, F. C. P.; CARVALHO-OKANO, R. M. Espécies lenhosas de Papilionoideae (Leguminosae) na Estação Ambiental de Volta Grande, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 363-378, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860200758211>

FLORA e Funga do Brasil [Jardim Botânico do Rio de Janeiro]. **Flora do Brasil**, Rio de Janeiro, c2024. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta/#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 11 fev. 2024.

GARG, A. *et al.* Analysis of triterpenes and triterpenoids. In: SILVA, A. S. *et al.* **Recent advances in natural products analysis**. Amsterdã: Elsevier, 2020. p. 393-426.

GUANG, C. *et al.* Biological functionality of soyasaponins and soyasapogenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 62, n. 33, p. 8247-8255, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf503047a>

IMAMURA, H. *et al.* A benzoquinone and two isoflavans from the heartwood of *Machaerium* sp. (Leguminosae). **Journal of the Japan Wood Research Society**, Japan, v. 28, n. 3, 1982.

KUROSAWA, K. *et al.* Vestitol and vesticarpan, isoflavonoids from *Machaerium vestitum*. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 1413-1415, jan. 1978. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9422\(00\)94599-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9422(00)94599-0)

LLORENT-MARTÍNEZ, E. J. *et al.* HPLC-ESI-MSn characterization of phenolic compounds, terpenoid saponins, and other minor compounds in *Bituminaria bituminosa*. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 69, p. 80-90, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.014>

LOPES, J. A. *et al.* *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld Alleviates Acute Pain and Inflammation: potential mechanisms of action. **Biomolecules**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 590, 11 abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/biom10040590>

MENEZES, H. R. Apresentando os objetivos de desenvolvimento sustentável. In: MENEZES, H. R. **Os objetivos do desenvolvimento sustentável e as relações internacionais**. João Pessoa: Editora UFPB, 2019. p. 11-19.

MIGLIATO, K. F., *et al.* Factorial design of the optimization extraction of *Syzygium cumini* (L.) Skeels fruits. **Química Nova**, [s. l.], v. 34, p. 695-699, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000400024>

MUHAMMAD, I. *et al.* Antimalarial (+)-trans-Hexahydrodibenzopyran Derivatives from *Machaerium multiflorum*. **Journal Of Natural Products**, [s. l.], v. 64, n. 10, p. 1322-1325, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/np0102861>

NASCIMENTO, Y. M. *et al.* Rapid characterization of triterpene saponins from *Zornia brasiliensis* by HPLC-ESI-MS/MS. **Molecules**, [s. l.], v. 24, n. 14, p. 2519, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24142519>

NEGRI, G.; TABACH, R. Saponins, tannins and flavonols found in hydroethanolic extract from *Periandra dulcis* roots. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 851-860, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013000600001>

NGUYEN, L. T. *et al.* An Overview of Saponins – A Bioactive Group. **Bulletin Of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology**, [s. l.], v. 77, n. 1, p. 25-36, 24 maio 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2019.0036>

PILON, A. *et al.* Metabolômica de plantas: métodos e desafios. **Química Nova**, [s. l.], v. 43, p. 329-354, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170499>

POLLIER, J. *et al.* Metabolite profiling of triterpene saponins in *Medicago truncatula* hairy roots by liquid chromatography Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. **Journal of natural products**, [s. l.], v. 74, n. 6, p. 1462-1476, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1021/np200218r>

SASAKI, K. *et al.* Preventive effects of soyasapogenol B derivatives on liver injury in a concanavalin A-induced hepatitis model. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 13, n. 16, p. 4900-4911, ago. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmc.2005.04.074>

SEKER, M. E.; ERDOGAN, A. Phenolic and carotenoid composition of *Rhododendron luteum* Sweet and *Ferula communis* L. subsp. *communis* flowers. **Frontiers In Life Sciences and Related Technologies**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 37-42, 30 abr. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.51753/flsrt.1214172>

SINGH, D.; CHAUDHURI, P. K. Structural characteristics, bioavailability and cardioprotective potential of saponins. **Integrative medicine research**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 33-43, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.imr.2018.01.003>

TAHIRA, L. S. **Estudo químico e fitotóxico do extrato hidroetanólico das folhas de *Machaerium amplum* Benth.** 2021. 88 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

TAHIRA, L. S. *et al.* Phytotoxic action of *Machaerium amplum* Benth. leaves extract. **International Journal of Agriculture and Environmental Research**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 46-62, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.22004/AG.ECON.333818>

VINH, L. B. *et al.* Isolation, structural elucidation, and insights into the anti-inflammatory effects of triterpene saponins from the leaves of *Stauntonia hexaphylla*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, [s. l.], v. 29, n. 8, p. 965-969, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmcl.2019.02.022>

WAAGE, S. K.; HEDIN, P A.; GRIMLEY, E. A biologically-active procyanidin from *Machaerium floribundum*. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 23, n. 12, p. 2785-2787, jan. 1984. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422\(84\)83016-2](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422(84)83016-2)

WFO PLANT LIST - **World Flora Online**. Geneva: WHO, 2024. Disponível em: <https://wfoplantlist.org/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

XIE, Q. *et al.* Soyasaponins A1 and A2 exert anti-atherosclerotic functionalities by decreasing hypercholesterolemia and inflammation in high fat diet (HFD)-fed ApoE^{-/-} mice. **Food & Function**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 253-269, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1039/c9fo02654a>

ZHOU, X. *et al.* Derivatization of soyasapogenol A through microbial transformation for potential anti-inflammatory food supplements. **Journal Of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 69, n. 24, p. 6791-6798, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01569>