

REVISTA TÓPICOS

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS A PARTIR DA ABORDAGEM FITOQUÍMICA DAS FOLHAS DE TERMINALIA BRASILIENSIS (CAMBESS.) EICHLER

DOI: 10.5281/zenodo.14758050

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

Terminalia brasiliensis (Cambess. ex A. St.-Hil.) Eichler, é conhecida popularmente como amêndoa-brava, cerne-amarelo, capitão-do-campo, catinga-de-porco, mussambé, entre outros. Sua utilização é amplamente difundida, sendo usada na medicina popular no tratamento de "barriga inchada e disenteria"; fornece madeira de lei, para construção civil, marcenaria e carpintaria. Este trabalho teve como objetivo identificar através de reações clássicas de determinação de classes de substâncias e espectrometria de massas a presença de compostos fenólicos no extrato hidroalcolico de folhas e suas frações. Foi verificado através de espectrometria de massas a presença dos compostos fenólicos pedunculagina I, ácido gálico, ácido metil elágico e um derivado da apigenina, 6-C-(2''-galoil)- β -D-glicopiranosil). Os dados obtidos estão de acordo com dados da literatura que indicam que as espécies do

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

gênero *Terminalia* apresentam diversas atividades farmacológicas reveladas por extratos ou substâncias isoladas, tais como antifúngica, antimicrobiana, antioxidante, antidiabética, anti-HIV-1, antimalárica e outras.

Palavras-chave: *Terminalia brasiliensis*. Compostos fenólicos. Espectrometria de massas.

ABSTRACT

Terminalia brasiliensis (Cambess. ex A. St.-Hil.) Eichler, is popularly known as wild almond, yellow heartwood, captain-of-the-field, catinga-de-porco, mussambé, among others. Its use is widespread, being used in folk medicine in the treatment of "swollen belly and dysentery"; it provides hardwood for civil construction, joinery and carpentry. This study aimed to identify, through classical reactions of determination of classes of substances and mass spectrometry, the presence of phenolic compounds in the hydroalcoholic extract of leaves and their fractions. The presence of the phenolic compounds pedunculagin I, gallic acid, methyl ellagic acid and an apigenin derivative, 6-C-(2"-galloyl)- β -D-glucopyranosyl) was verified through mass spectrometry. The data obtained are in agreement with literature data indicating that species of the *Terminalia* genus present diverse pharmacological activities revealed by extracts or isolated substances, such as antifungal, antimicrobial, antioxidant, antidiabetic, anti-HIV-1, antimalarial and others.

Keywords: *Terminalia brasiliensis*. Phenolic compounds. Mass spectrometry.

REVISTA TÓPICOS

INTRODUÇÃO

Os compostos fenólicos têm se tornando de grande interesse, devido as propriedades benéficas que trazem à saúde, dentre delas encontra-se a grande capacidade antioxidante para retardar ou inibir a oxidação de moléculas dentro do corpo humano causantes do estresse e algumas doenças, tais como o câncer. Ademais de apresentar efeitos biológicos como ação antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora dentro do organismo (ROSSA, 2013; REFOSCO et al., 2019).

Os efeitos terapêuticos de fontes vegetais são parcialmente explicados por metabólitos secundários fenólicos ou compostos polifenólicos. Portanto, compostos polifenólicos, que são amplamente distribuídos em plantas, são de grande interesse para o desenvolvimento de medicamentos específicos eficazes com efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios. Além disso, compostos polifenólicos não têm efeitos nocivos devido à sua biocompatibilidade e segurança naturais. Numerosos estudos destacaram o potencial de alguns resíduos alimentares industriais do processamento de materiais vegetais, incluindo cascas de maçã e purê de batata, cascas de uva, cascas de tomate e cenoura, cascas e sementes de romã e muitos outros. Esses subprodutos são considerados fontes de baixo custo de compostos biológicos naturais, incluindo antioxidantes, que têm efeitos benéficos na saúde humana.

O cerne-amarelo (*Terminalia brasiliensis*) é uma árvore brasileira pioneira (Figuras 1 e 2), nativa da Mata Atlântica, tanto na floresta ombrófila densa como na estacional semidecidual, e do cerrado. Ocorre nos estados

REVISTA TÓPICOS

da Bahia até São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e norte do Paraná.

Em São Paulo é encontrada na floresta ombrófila do sudeste e do litoral sul, na floresta semidecídua e no cerrado do centro e do oeste do estado, nas matas ciliares do centro, e nas matas paludosas do Sudoeste.

Outros nomes populares: amarelinho, merendiba, amêndoa-brava (CE), capitão-do-campo, chunava, mussambé (BA), canoé-de-botão, imbu-d'anta, capitão. A dispersão de suas sementes se dá por anemocoria (TAMASHIRO, 2012).

Este trabalho teve como objetivo traçar o perfil químico preliminar através das reações clássicas de identificação de classes de substâncias no extrato hidroalcoólico e frações das folhas da espécie vegetal, bem como utilizar a espectrometria de massas (FIA-ESI-IT-MS) para identificação de compostos fenólicos na infusão de folhas.

REVISTA TÓPICOS



Figura 1. Aspecto da árvore inteira de *Terminalia brasiliensis*.

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/mauroguanandi/10777165613/in/photostream/>

REVISTA TÓPICOS



Figura 2. Aspecto geral das sementes de Terminalia brasiliensis.

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/mauroguanandi/10777165613/in/photostream/>

Na Tabela 1, encontram-se a classificação científica de Terminalia brasiliensis.

Tabela 1. Classificação botânica de Terminalia brasiliensis.

CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA	
Reino	Plantae

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Infrarreino	Streptophyta
Superdivisão	Embryophyta
Divisão	Tracheophyta
Subdivisão	Spermatophytina
Classe	Magnoliopsida
Superordem	Rosanae
Ordem	Myrtales
Família	Combretaceae
Gênero	Terminalia
Espécie	T. brasiliensis
Nome binomial Terminalia brasiliensis (Cambess. Ex A. St.-Hil.) Eichler	

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

As plantas do gênero Terminalia são extensamente distribuídas nas áreas tropicais do mundo e conhecida como uma fonte rica de metabólitos

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

secundários, tais como triterpenóides pentaclicos e seus derivados glicosilados, flavonoides, taninos e outros compostos aromáticos (SALEEM et al, 2002; KATERETE et al, 2003).

Estudos de sua morfologia indicam que possui altura de 8-16 m, com tronco de 40-50 cm de diâmetro. Folhas alternadas espiraladas, estreitamente obovadas a espatuladas, subcoriáceas, glabras e glabrescentes na face superior, esparso glandulado-pontuadas a tomentoso-ferrugíneas na inferior, com nervuras e pecíolo pilosos quando novas, de 6-9 cm de comprimento; entrenós alongados próximo ao ápice braquiblastico. Inflorescências em racemos terminais denso-tomentosos. Flores amarelas, actinomorfas. Os frutos são sâmaras.

A avaliação e confirmação das propriedades curativas de várias espécies de plantas do gênero *Terminalia* com base em seus usos tradicionais e alegações clínicas são de extrema importância. O gênero *Terminalia* recebeu mais atenção para avaliar e validar o potencial terapêutico e aprovação clínica devido às suas imensas aplicações medicinais populares e tradicionais. Várias espécies do gênero *Terminalia* são usadas na forma de fitoterapia e formulações, no tratamento de doenças, incluindo dor de cabeça, febre, pneumonia, gripe, geriatria, câncer, para melhorar a memória, dor abdominal e nas costas, tosse e resfriado, conjuntivite, diarreia, distúrbios cardíacos, hanseníase, doenças sexualmente transmissíveis e distúrbios do trato urinário. São relatadas como possuidoras de inúmeras propriedades biológicas, contando: antibacteriana, antifúngica, antiinflamatória, antiviral, antirretroviral,

REVISTA TÓPICOS

antioxidante e antiparasitária. Esta revisão de pesquisa atual tem como objetivo atualizar as atividades biológicas detalhadas, estudos pré-clínicos e clínicos de vários extratos e metabólitos secundários de diversas espécies de plantas do gênero *Terminalia*, juntamente com informações sobre os usos tradicionais e composição química para desenvolver uma estratégia promissora para suas potenciais aplicações na forma de medicamentos ou uso em formulações modernas de medicamentos para tratar doenças como pneumonia, gripe e outros tipos de infecções virais ou controlar contágios humanos (DAS, 2020).

Em relação a sua Fitoquímica, a literatura descreve o isolamento de onze triterpenos do tipo oleanano, ursano e lupano foram isolados das folhas de *Terminalia brasiliensis*, daturadiol, 6-beta-di-hidroxi-olean-12-eno, 3beta-hidroxi-30-norlupan-20-ona, lupenona, beta-amirenona, alfa-amirenona, lupeol, beta-amirina, alfa-amirina, betulina, eritrodiol e uvaol, além de esqualeno, sitosterol e alfa-tocoferol. As estruturas desses compostos foram identificadas por análise espectral de RMN de ^1H e ^{13}C e comparação com dados da literatura (ARAÚJO et al, 2005).

2 METODOLOGIA

O material coletado (folhas de *Terminalia brasiliensis*) foi seco em temperatura ambiente e triturado em moinho de facas e martelo. A partir de 6,3 kg do material vegetal seco e estabilizado, o extrato bruto etanólico (355,98 g) foi obtido por meio de extração etanólica exaustiva em aparelho de Soxhlet e posteriormente concentrado em evaporador rotatório, com pressão reduzida, a temperatura de 65 °C e 150 rpm. A partir do extrato

REVISTA TÓPICOS

bruto foram obtidas as frações n-hexano (57,98 g), acetato de etila (3,36 g) e hidroalcoólica remanescente (291,73 g) por partição líquido/líquido com solventes de polaridade crescente (CARVALHO et al., 2009).

As frações do extrato hidroalcoólico da espécie *S Terminalia brasiliensis* foram submetidas ao ensaio fitoquímico de acordo com Moreira (1979). Os grupos químicos pesquisados foram os fenóis, taninos, flavonoides, flavonóis, flavonas.

Para uma avaliação inicial, analisou-se o extrato hidroalcoólico 7:3 (v/v) por meio de FIA-ESI-IT-MS no modo de inserção direta da amostra e análise por full scan em modo negativo. O extrato hidroalcoólico seco (1 mg) foi dissolvido em 1 mL de metanol grau HPLC, aplicado em cartucho SPE (RP18) e filtrado através de membrana PTFE 0,45 μm . A eluição do suporte RP18 foi feita com a mistura $\text{H}_2\text{O}:\text{MeOH}$, 8:2, v/v. O filtrado foi introduzido diretamente na fonte ESI através de uma seringa de vidro impulsionada por meio de um sistema de bombeamento em fluxo de 10 $\mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$. O mesmo procedimento foi realizado com o extrato em etanol absoluto e posteriormente com a fração aquosa proveniente do extrato em etanol absoluto.

O desenvolvimento de métodos analíticos que combinam menor tempo de análise, maior sensibilidade e seletividade, simplicidade de manuseio, baixo custo e potencialidade adequada para automação constitui-se num campo de pesquisa amplo e em constante expansão na área de Química Analítica. Nesse contexto, a análise por injeção em fluxo, FIA - Flow Injection Analysis tem sido explorada com sucesso na análise de grande

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

diversidade de substâncias, proporcionando várias vantagens, tais como, uso de instrumentação versátil, baixo custo dos componentes do sistema, elevada frequência de amostragem, consumo reduzido de reagentes e amostras e, conseqüentemente, redução na geração de resíduos (RUZICKA & HANSEN, 2008; DANET et al.,2001). Além disto, o sistema FIA pode ser automatizado, minimizando os riscos de intoxicação do analista devido a uma menor exposição aos reagentes e amostras em comparação aos procedimentos manuais.

Nos últimos anos, vários trabalhos vêm demonstrando que análises por MS usando o modo de inserção direta da amostra (FIA), sem a necessidade de complexas etapas de preparação e clean up, resguardando somente as etapas mais simples que envolvem: filtração, diluição e/ou adição de um modificador para auxiliar a ionização. Este método tem se destacado como uma forma mais representativa e rápida de estabelecer a composição química de uma determinada matriz e essa abordagem tem sido empregada no controle de qualidade e na verificação da autenticidade de diversos tipos de amostras, incluindo bebidas, alimentos e até mesmo extratos de plantas (MAURI & PIETTA, 2000; GOODACRE et al., 2002; CATHARINO et al., 2006).

O processo de ionização por ESI ocorre quando um solvente volátil contendo os analitos é bombeado através de um fino capilar de aço inoxidável. Uma alta tensão é aplicada à ponta deste capilar, e como consequência deste forte campo elétrico, a amostra que sai pelo capilar estará dispersa em um aerossol composto por gotículas de solvente e

REVISTA TÓPICOS

analito altamente carregadas (YAMASHITA e FENN, 1984). Este processo é auxiliado por um gás inerte (geralmente nitrogênio e chamado de gás de nebulização) que é introduzido na fonte ESI, fluindo externamente ao capilar. Este fluxo de gás está em temperaturas elevadas (150-200 °C) e auxilia na evaporação do excesso solvente e na formação do aerossol.

Embora os mecanismos que estão envolvidos nos processos de ionização por ESI não tenham sido completamente elucidados, existem dois principais mecanismos propostos. O modelo do resíduo carregado (CRM – charged-residue model) e o modelo da desorção de íons (IDM – ion-desorption model). Nestes dois mecanismos, a ionização tem início pela formação do aerossol, produzido por um processo que envolve a formação do cone de Taylor, a partir da ponta do capilar. O cone de Taylor foi descrito por Geoffrey Ingram Taylor, em 1964, baseado nos trabalhos de Zeleny. O cone começa a se formar quando as microgotas de um solvente eletricamente condutivo são expostas a fortes campos elétricos, causando uma deformação em sua superfície, que então surge como um cone com os lados convexos e ponta arredondada. Conforme o campo elétrico aumenta excedendo a tensão do solvente, o cone se inverte e um jato é lançado, formando um spray. Neste momento ocorre a formação de minúsculas gotas de solvente contendo o analito e repleto de cargas elétricas positivas ou negativas (de acordo com o modo de análise). Como as microgotas de solvente sofrem ação de um fluxo de N₂ aquecido, elas passam a evaporar, tendo seu diâmetro reduzido rapidamente. Com isso as cargas ali contidas passam a ter maior proximidade, e conseqüentemente maior repulsão eletrostática. Quando esta repulsão atinge uma força maior do que a tensão

REVISTA TÓPICOS

do solvente ocorre um colapso, que promove ruptura da microgota com consequente formação de outras gotas de solvente e analito menores ainda (Figura 10). Esse processo é chamado de fissão Coulômbica porque ocorre por forças de repulsão Coulômbicas (eletrostáticas). A partir deste ponto os dois mecanismos se diferenciam. Segundo o CRM, as microgotas continuam a sofrer a evaporação e fissão num processo contínuo até que tenha ocorrido a total dessolvatação das moléculas, e assim ocorre a transferência das cargas que estavam contidas no solvente para o analito, para formação de um íon isolado (Figura 10A). Já o modelo IDM considera que com a evaporação, as gotículas de solvente chegam o determinado raio em que a densidade elétrica na sua superfície é grande o suficiente para expulsar os analitos diretamente para fora da gotícula, neste momento ocorreria a transferência de carga entre o solvente e o analito (Figura 10B). Existe ainda muita discussão quanto ao mecanismo exato de transferência de cargas entre o solvente e o analito, mas acredita-se que ambos os mecanismos ocorram de acordo com o tipo de analito, ou seja, CRM ocorre em quando o analito é composto por moléculas hidrofílicas, enquanto o IDM se aplicaria melhor para moléculas hidrofóbicas (YAMASHITA e FENN, 1984).

REVISTA TÓPICOS

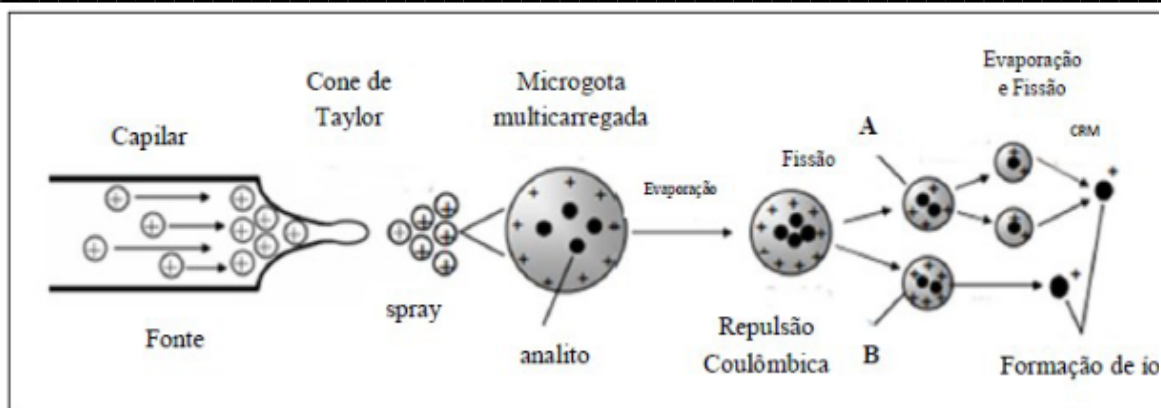


Figura 3. Modelo de ionização por electrospray: (A) modelo do resíduo carregado, e (B) modelo de dessorção de íons.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A abordagem fitoquímica do extrato hidroalcoólico e suas frações mostraram os resultados indicados na Tabela abaixo:

Tabela 2. Análise fitoquímica preliminar do extrato hidroalcoólico bruto e suas frações.

Classe de compostos	Extrato hidroalcoólico bruto	Fração Hexânica	Fração Acetato de Etila
Fenóis	+	+	+
Taninos			

REVISTA TÓPICOS

	+	+	+
Flavonóis, Flavonas	+	+	-
Flavonoides	+	+	+

(+) presença e (-) ausência

O primeiro evento foi uma varredura completa (full-scan) do espectro de massas para adquirir os dados dos íons na faixa m/z estabelecida. A partir dos dados da primeira varredura, obteve-se os próximos eventos (experimentos MS_n) para íons precursores pré-selecionados com energia de colisão entre 25 e 30% da energia total do instrumento. Utilizou-se o software Xcalibur versão 1.3 (Thermo Finnigan®) durante a aquisição e processamento dos dados espectrométricos. A Figura 11 mostra o espectro de massas em full-scan apresentando os íons precursores das moléculas desprotonadas ($[M - H]^-$) do extrato hidroalcoólico das folhas de *Terminalia brasiliensis*.

O método ESI-MSⁿ foi utilizado para identificar os compostos predominantes no extrato bruto de folhas de *Terminalia brasiliensis*. Dessa forma, o íon $[M-H]^-$ de m/z 783 foi reconhecido por sua fragmentação MS/MS em m/z 419 como isômero de pedunculagina I. O íon em m/z 315 correspondente ao ácido metil elágico, o íon em m/z 169 correspondente ao

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

ácido gálico e o íon em m/z 619 correspondente ao derivado galoilado da apigenina.

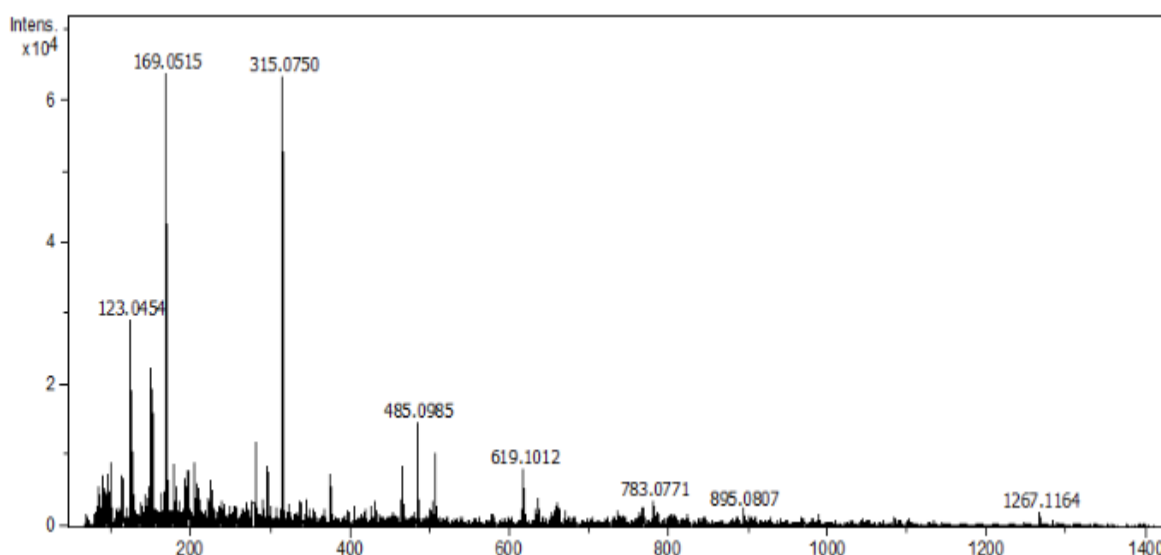


Figura 4. Espectro de massas em modo full scan da infusão das folhas de *Terminalia brasiliensis*.

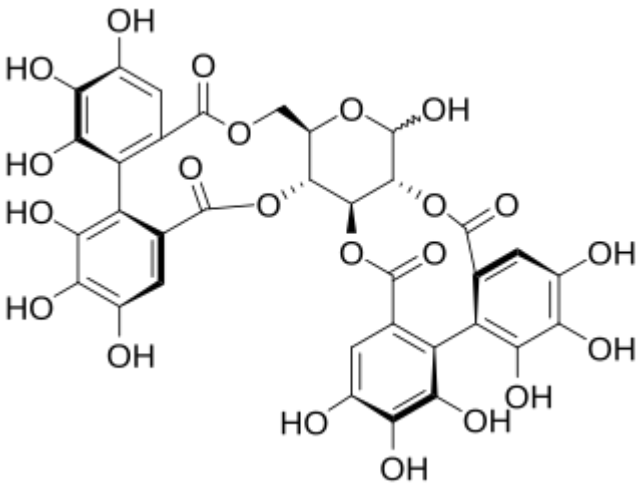
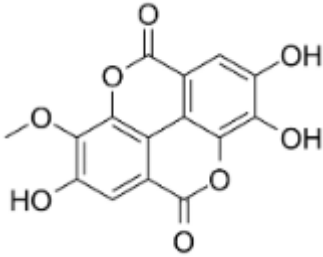
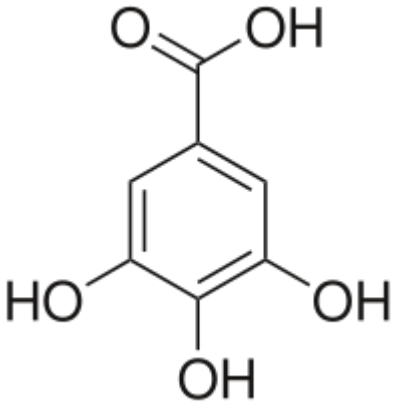
O espectro de massas de varredura completa do extrato hidroalcoólico no modo negativo (m/z 100-1500) mostrou a presença de íons moleculares $[M-H]^-$ relativos a uma variedade de compostos fenólicos, conforme indicado na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3. Compostos detectados por espectrometria de massas e respectivas fórmulas estruturais.

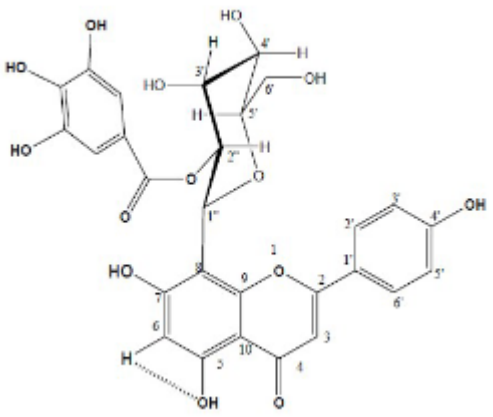
Composto detectado	m/z	Fórmula Estrutural

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Pedunculagina I	7 8 3	
Ácido metil elágico	3 1 5	
Ácido gálico	1 6 9	

REVISTA TÓPICOS

<p>6-C-(2''-galoil)- β-D- glicopiranosil</p>	<p>6 1 9</p>	
------------------------------------------------------	----------------------	------------------------------------------------------------------------------------

A Tabela 4 indica os íons filhos provenientes da fragmentação (MS-MS) e suas respectivas fórmulas moleculares.

Tabela 4. Substâncias detectadas por espectrometria de massas (FIA-ESI-IT-MS).

Composto detectado	Fórmula Molecular	[M-H] ⁻	MS-MS (m/z)
Bis-HHDP-hex Pedunculagin I	C ₃₄ H ₂₄ O ₂₂	783	301, 602, 481
Ácido metil elágico	C ₁₅ H ₈ O ₈	315	300, 272,

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

			244
Ácido gálico	$C_7H_6O_5$	169	125
6-C-(2''-galoil)- β -D-glicopiranosil	$C_{28}H_{24}O_{14}$	619	582

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise fitoquímica de *Terminalia brasiliensis*, confirmou os dados apresentados pela literatura, indicando que os compostos majoritários encontrados no extrato hidroalcoólico das folhas são compostos fenólicos. Os compostos polifenólicos são um conjunto heterogêneo de moléculas que têm como característica ter estrutura composta por vários grupos benzênicos substituídos por hidroxilas. Muitos estudos relatam que os compostos fenólicos têm um grande papel como sequestradores de radicais livres e por isso, se tornam importantes para a prevenção e terapia de doenças. O ácido gálico detectado nesse estudo e os demais compostos são fortes antioxidantes naturais, uma vez que, diminuem a peroxidação lipídica e são conhecidos compostos antiulcerogênicos e antimutagênicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

ARAÚJO, Delton Sérvulo; CHAVES, Mariana H. Triterpenóides pentacíclicos das folhas de *Terminalia brasiliensis*. *Química Nova*, v. 28, pág. 996-999, 2005.

CARVALHO, J.L.S. et al. Termoestabilidade de processos extrativos de *Nasturtium officinale* R. Br., Brassicaceae por sistema Soxhlet modificado. *Química Nova*, v.32, n.4, p.1031-1035, 2009.

CATHARINO, R.R.; CUNHA, I.B.S.; FOGAÇA, A.O.; FACCO, E.M.P.; GODOY, H. T.; DAUDT, C.E.; EBERLIN, M.N.; SAWAYA, A.C.H.F. Characterization of must and wine of six varieties of grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, v.41, n. 2, p. 185-190, 2006.

DANET, A. F.; CHEREGI, M.; CALATAYUD, J. M.; MATEO, J. V. G.; ENEIN, H. Y. A.; *Crit. Rev. Anal. Chem.* 2001, 31, 191.

DAS, Gitishree et al. Plantas do gênero *Terminalia*: Uma visão sobre seus potenciais biológicos, estudos pré-clínicos e clínicos. *Frontiers in Pharmacology*, v. 11, p. 561248, 2020.

GOODACRE, R.; VAIDYANATHAN, S.; BIANCHI, G.; KELL, D.B. Metabolic profiling using direct infusion electrospray ionisation mass spectrometry for the characterization of olive oils. *The Analyst*, v. 127, n.11, p.1457-1462, 2002.

KATERERE, D.R; CINZA, I.A; NASH, R.J; WAIGH, R.D. *Fitoquímica*, 2003.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

MAURI, P.; PIETTA, P. Electrospray characterization of selected medicinal plant extracts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v. 66, n. 1, p.61-68, 2000.

MOREIRA, E.A. Marcha sistemática de análise em fitoquímica. *Tribuna farmacêutica*, v.47, n.1, p.1-19, 1979.

SALEEM, A.; HUSHEEM, M.; HÄRKÖNEN, P.; PIHLAJA, K. J. *ETNOFARMACOLOGIA*, 2002.

REFOSCO, E. K.; CHOCHUK, M. M.; GASPARETTO, N. R.; MAZUR, C. E. Compostos fenólicos na alimentação e seus benefícios para a saúde: uma revisão de literatura. *Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José*, v. 13, n. 1, 2019.

ROSSA, U. B. Produtividade e compostos foliares de erva-mate sob efeitos de luminosidade e fertilização. 2013, 208f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.

RUZICKA, J.; HANSEN, E. H.; *TrAC, Trends Anal. Chem.* 2008, 27, 390.

TAMASHIRO, JORGE YOSHIO. Árvores do campus da Unicamp: nativas do Brasil. [S.l.]: Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2012.

YAMASHITA, M.; FENN, J. B., Electrospray ion source. Another variation on the free-jet theme. *J. Phys. Chem.*, 88: 4451-4459, 1984.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

¹ Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis. Doutor em Química pelo Instituto de Química da UNESP, Campus de Araraquara-SP, e-mail: kmininel17@gmail.com

² Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Mestre em Química (PPGQUIM/UNESP), e-mail: silvana.mininel@ub.edu.br