



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E BIODIVERSIDADE**

Michelle Mota Peixoto

**PANORAMA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO EXTRATO HIDROETANÓLICO
DAS FOLHAS E CAULES DE *Nymphaea rudgeana* G. MEY DE UM LAGO EM
REGIÃO DE SAVANA DE BOA VISTA, RORAIMA, BRASIL**

BOA VISTA, RR

2023

MICHELLE MOTA PEIXOTO

PANORAMA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DAS
FOLHAS E CAULES DE *Nymphaea rudgeana* G. MEY DE UM LAGO EM REGIÃO DE
SAVANA DE BOA VISTA, RORAIMA, BRASIL

Dissertação apresentada como pré-requisito para
obtenção do título de Mestre em Ciências da
Saúde e Biodiversidade no Programa de Pós-
Graduação em Saúde e Biodiversidade da
Universidade Federal de Roraima.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cléria Mendonça de
Moraes

Coorientador: Prof^ª. Dr. Wagner Vilegas

**BOA VISTA, RR
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

P379p

Peixoto, Michelle Mota.

Panorama da composição química do extrato hidroetanólico das folhas e caules de *Nymphaea rudgeana* G. Mey de um lago em região de savana de Boa Vista, Roraima, Brasil / Michelle Mota Peixoto. – Boa Vista, 2023.

51 f. il.

Orientadora: Profa. Dra. Cléria Mendonça de Moraes.

Coorientador: Prof. Dr. Wagner Vilegas.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Biodiversidade.

1 – Nymphaea. 2 – Macrófita. 3 – APCI/MS. 4 – Metabólitos secundários. 5 – Espectrometria de massas. I – Título. II – Moraes, Cléria Mendonça de (orientadora). III – Vilegas, Wagner (coorientador).

CDU – 581.526.3(811.4)

TERMO DE APROVAÇÃO

MICHELLE MOTA PEIXOTO

PANORAMA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DAS FOLHAS E CAULES DE *Nymphaea rudgeana* G. MEY DE UM LAGO EM REGIÃO DE SAVANA DE BOA VISTA, RORAIMA, BRASIL

Dissertação apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde e Biodiversidade no Programa de Pós-Graduação em Saúde e Biodiversidade da Universidade Federal de Roraima. Defesa em 24 de agosto de 2023 e avaliada pela seguinte banca:

Prof^a. Dr^a. Cléria Mendonça de Moraes
Orientadora/ Universidade Federal de Roraima - UFRR

Prof. Dr. Francisco dos Santos Panero
Universidade Federal de Roraima - UFRR

Prof^a. Dr^a. Raissa Maria Sampaio Rodrigues
Universidade Federal de Roraima – UFRR (suplente)

Prof^a. Dr^a. Amélia Carlos Tuler
Universidade Federal de Roraima - UFRR

Prof. Dr. Julio Cesar Fraulob Aquino
Universidade Federal de Roraima – UFRR (suplente)

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, sou eternamente grata a Deus. Ele foi a minha base, meu alicerce, e guiou cada passo desta jornada. Sua presença foi a luz que iluminou o meu caminho e me deu a força para superar as adversidades.

Este é um momento de alegria e realização, e não poderia ter chegado até aqui sem o apoio e incentivo de pessoas especiais que estiveram ao meu lado ao longo desta jornada.

Gratidão à Universidade Federal de Roraima por me proporcionar a oportunidade de realizar esta dissertação e concluir com sucesso a pós-graduação em saúde e biodiversidade.

Aos meus queridos familiares, amado e amigos (em especial Artur, Joel e Maria), sou profundamente grata pelo apoio incondicional que vocês me deram, tudo ficou mais leve com a presença de vocês. Vocês foram minha fonte de força e ânimo em cada passo dado, e compartilhar essa conquista com vocês torna tudo ainda mais especial.

Não posso deixar de mencionar meu sincero agradecimento aos técnicos e colegas que me auxiliaram de forma dedicada e incansável durante todo o processo de pesquisa e estudo. Suas orientações foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Um agradecimento especial à Professora Cléria, minha orientadora. Sua sabedoria, orientação e apoio foram cruciais em todos os momentos em que precisei. Sua orientação foi fundamental para o sucesso deste trabalho, e sou imensamente grata por sua contribuição para o meu crescimento como pesquisadora. Sou imensamente grata por ter tido a oportunidade de aprender com você e pela sua confiança em meu potencial.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao Professor Wagner Vilegas pela inestimável coorientação. Sua expertise, dedicação e orientação perspicaz foram fundamentais para moldar esta pesquisa e elevar sua qualidade. Sou verdadeiramente grata pela sua constante disponibilidade em compartilhar seu conhecimento. A oportunidade de trabalhar sob sua orientação foi um privilégio e enriqueceu minha trajetória acadêmica de forma incomparável.

Agradecer a Professora Lucilia e expressar mais uma vez a minha gratidão pelo seu valioso auxílio e apoio ao longo desta dissertação, você é minha inspiração.

Agradecer com muito carinho ao Professor Nascimento e toda sua equipe de laboratório em especial Rajá, Daniele e Neyla, pelo empenho e ensinamento a mim passado.

Expressar ainda meus sinceros agradecimentos à pesquisadora da Embrapa Roraima Rosemary Vilaça por sua valiosa contribuição nesta dissertação.

A CAPES pela bolsa de estudo, que foi de imensa importância para a conclusão deste estudo. A todos vocês, meu mais sincero obrigado por fazerem parte desta conquista e por tornarem este percurso tão significativo e enriquecedor.

Este momento é de alegria e gratidão, e dedico a vitória a cada um de vocês. Que sigamos sempre em busca de novos aprendizados e realizações.

"Buscamos conhecimento por simples questão de curiosidade; no entanto, a maioria dentre nós, cientistas neste mundo moderno, nutre também a esperança de que nossas pesquisas venham ser úteis à um mundo que tanto precisa de ajuda"

Gordon Riley

RESUMO

Nymphaea rudgeana (Família Nymphaeaceae), uma preciosa nenúfar, é uma planta aquática amplamente cultivada com alto valor ornamental, econômico, medicinal e ecológico; floresce recorrentemente e emite uma fragrância encantadora em sua flor. O objetivo deste estudo foi identificar o perfil químico e compreender a composição dos metabólitos secundários presentes em *N. rudgeana*, por meio de um panorama. O extrato hidroetanólico (AEE, 70%) foi investigado e realizado a identificação da sua composição através de espectrometria de massas e operado com ionização química a pressão atmosférica (APCI/MS), em modo de ionização positivo e negativo. Foram identificados preliminarmente trinta e sete compostos nos extratos de folhas e caules da planta, destacando-se ácido gálico, kaempferol e quercetina como principais constituintes. Além disso, outros grupos funcionais, como ésteres, flavonoides, açúcares, alcaloide e antocianidinas, foram identificados nos extratos.

Palavra-chave: *Nymphaea*; macrófita; APCI/MS; metabólitos secundários; espectrometria de massas.

ABSTRACT

Nymphaea rudgeana (Family Nymphaeaceae), a precious water lily, is an extensively cultivated aquatic plant with high ornamental, economic, medicinal, and ecological value; it blooms repeatedly and emits a charming fragrance from its flower. The aim of this study was to identify the chemical profile and comprehend the composition of secondary metabolites present in *N. rudgeana*, through an overview. The hydroethanolic extract (70% AEE) was investigated, and its composition was identified through mass spectrometry operated with atmospheric pressure chemical ionization (APCI/MS), in both positive and negative ionization modes. Thirty-seven compounds were preliminary identified in the leaf and stem extracts of the plant, with gallic acid, kaempferol, and quercetin standing out as the main constituents. Additionally, other functional groups such as esters, flavonoids, sugars, alkaloids, and anthocyanidins were identified in the extracts.

Keywords: *Nymphaea*; macrophyte; APCI/MS; secondary metabolites; mass spectrometry.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1. 2 NYMPHAEACEAE.....	14
1 INTRODUÇÃO	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS GERAIS.....	21
3.2 EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS	23
4 RESULTADOS.....	23
4.1 RENDIMENTO PERCENTUAL DO EXTRATO BRUTO DAS FOLHAS E CAULES DE <i>Nymphaea rudgeana</i>	23
4. 2 CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO DAS FOLHAS E CAULES DE <i>Nymphaea rudgeana</i>	24
5 CONCLUSÃO	36
Agradecimentos.....	37
Conflitos de Interesse	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 7, 11, 12, 18, 22, 26, 33, 36 .i	
APÊNDICE B – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 16, 18, 28, 30, 31.....	i
APÊNDICE C – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 8, 9, 12, 13, 16, 27, 28, 30	ii
APÊNDICE D – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 7, 9, 12, 14, 18, 21, 22, 29	ii
APÊNDICE E – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 4, 7, 8, 11, 17, 18, 21, 30 ...iii	
APÊNDICE F – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 5, 6, 8, 9, 13, 16, 20, 25, 28, 30.....	iii
APÊNDICE G – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 5, 6, 8, 9, 13, 16, 18, 25, 28, 30, 32.....	iv
APÊNDICE H – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 7, 8, 9, 14, 16, 19, 22, 24, 30.....	iv

APÊNDICE I – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 4, 7, 8, 10, 17, 18, 21, 22, 23, 27, 29.....	v
APÊNDICE J – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 6, 8, 13, 16, 18, 28, 30, 31, 34, 35.....	v
APÊNDICE K – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 4, 7, 8, 11, 17, 18, 21, 30, 32.....	vi
APÊNDICE L – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 30, 36.....	vi

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Formas biológicas de macrófitas aquáticas.....	12
Figura 2 Distribuição da <i>Nymphaea rudgeana</i> no Brasil	20
Figura 3 <i>Nymphaea rudgeana</i> na lagoa de coleta.....	21
Figura 4 Cromatograma dos espectro total trabalhados no modo positivo e modo negativo em APCI/MS.	25
Figura 5 Cromatograma do padrão dos íons totais e de fragmentação do espectro da quercetina	27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Rendimentos de extratos hidroetanólicos obtidos das folhas e caules de <i>Nymphaea rudgeana</i>	24
Tabela 2 Identificação preliminar dos principais constituintes em <i>N. rudgeana</i> AEE por APCI-MS no modo negativo.....	29
Tabela 3 Possíveis metabólitos identificados e partes da planta onde foram identificados.....	34

1. INTRODUÇÃO

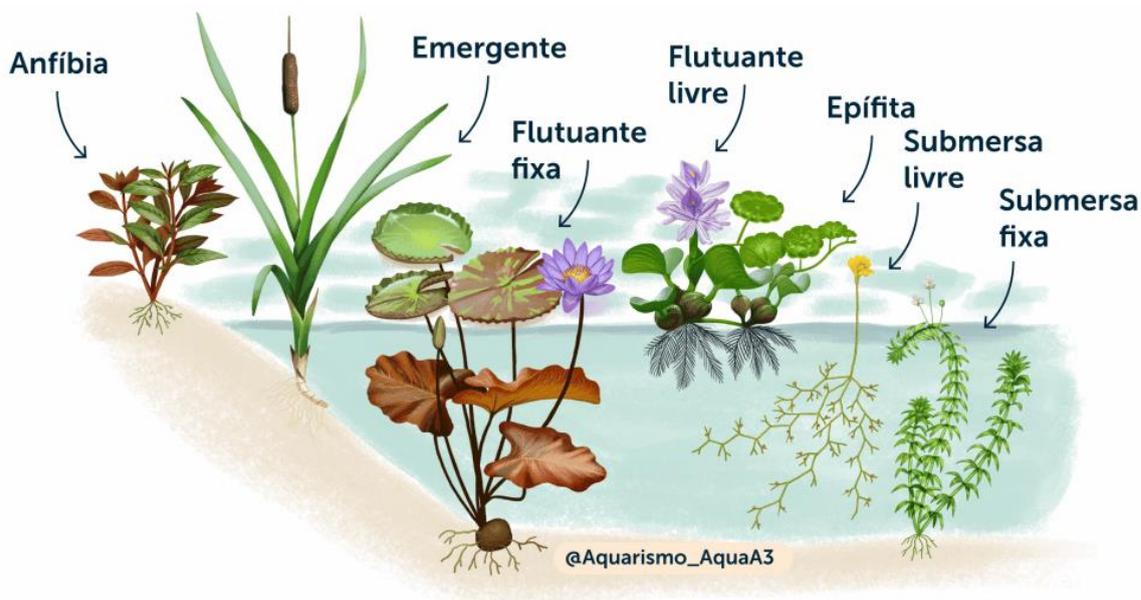
As plantas aquáticas são aquelas cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente ou por alguns meses, em cada ano, submersas ou flutuantes na coluna d'água (Cook, 1996a) e são preferencialmente classificadas quanto ao seu grau de adaptação (Fig. 1) ao meio aquático, podendo submersas, emergentes, com folhas flutuantes ou flutuantes livres (CEMIG, 2021).

Na literatura, podemos encontrar várias terminologias para descrever as plantas aquáticas, como hidrófitas, helófitas, euhidrófitas, limnófitos, plantas aquáticas, macrófitas, macrófitos aquáticos, e outras (MACEDO et al., 2015).

Conforme definido pelo Programa Internacional de Biologia (PIB), o termo macrófitas aquáticas, ou simplesmente macrófita (macro = grande, fita = planta), engloba uma designação abrangente para os vegetais que habitam desde brejos até ambientes completamente submersos. Essa terminologia genérica é fundamentada no contexto ecológico, independentemente, em primeiro lugar, de aspectos taxonômicos (ESTEVES, 1998).

No contexto brasileiro, é comum a adoção da classificação conforme descrito por Thomaz e Esteves (2011), assim como a abordagem proposta por Irgang, Pedralli e Waechter (1984) (Fig. 1).

Figura 1 Formas biológicas de macrófitas aquáticas.



Fonte: Adaptado de CEMIG, 2021.

As macrófitas são vegetais de formas macroscópicas que, ao longo de sua evolução, adaptaram-se ao ambiente aquático, demonstrando ampla capacidade de adaptação e diversidade ecológica (PIERINI; THOMAZ, 2004; IRGANG; GASTAL JR., 1996).

Devido a essa notável flexibilidade adaptativa e estabilidade, as macrófitas ocupam uma ampla variedade de nichos e habitats, incluindo igarapés, lagos, lagoas, brejos, cachoeiras, rios, riachos, canais, tanques, reservatórios, mares e oceanos (ESTEVES, 1998; SCHIMIDT-MUMM, apud COELHO-NETO, 2019, p. 20).

Adicionalmente, as macrófitas também exibem certas características encontradas em plantas terrestres, demonstrando uma notável habilidade de adaptação a uma variedade de ambientes (Esteves, 1998). Esse grupo abrange uma diversidade de organismos macrofíticos, incluindo angiospermas, samambaias, musgos, hepáticas e algumas macroalgas (PADIAL; BINI; THOMAZ, 2008).

Essas plantas têm impacto significativo nos processos metabólicos dos ecossistemas de água doce, influenciando-os de várias formas. Por exemplo, elas desempenham um papel na diminuição da turbulência da água, o que resulta na sedimentação de uma proporção substancial dos materiais alóctones presentes (MENEZES, 1984).

Quando submetidas a estresse oxidativo, as macrófitas respondem por meio de processos bioquímicos antioxidantes. Um dos efeitos relatados na literatura é o aumento na produção de flavonoides, proporcional à intensificação da radiação UV-B (NOCCHI et al., 2020).

Tanto as macrófitas quanto os microrganismos associados, juntamente com suas enzimas correspondentes, são empregados em abordagens agronômicas para degradar, capturar, imobilizar ou reduzir contaminantes ambientais a níveis não prejudiciais. Essa aplicação tem o objetivo de restaurar a composição do solo ou das águas subterrâneas e estabilizar os contaminantes, sendo denominada fitorremediação (REZANIA et al., 2016; KATAGI, 2010; CUNNINGHAM et al., 1996).

As macrófitas aquáticas têm um ciclo de vida relativamente rápido. Sua estratégia reprodutiva abrange tanto a reprodução sexuada quanto a assexuada em alguns casos, o que contribui para um crescimento e disseminação mais eficazes. A taxa de crescimento varia conforme fatores climáticos, níveis de nutrientes, espaço disponível entre as plantas e características de agitação e turbulência. Nos sistemas lênticos de regiões tropicais, as plantas aquáticas frequentemente encontram condições propícias para o seu desenvolvimento contínuo ao longo do ano (MENEZES, 1984; CAMARGO; ESTEVES, 1995).

1.2 NYMPHAEACEAE

A ordem monofilética Nymphaeales divergiu como o segundo ramo na árvore de angiospermas (Magnoliophyta) e está dividida em três famílias: Nymphaeaceae, Cabombaceae e Hydatellaceae (NAKKUNTOD; SRINARANG; HILU, 2019).

A família Nymphaeaceae é composta de plantas aquáticas com folhas flutuantes longamente pecioladas. Algumas espécies podem apresentar folhas emergentes ou completamente submersas. Suas flores são vistosas, isoladas, com muitas pétalas, numerosos estames, carpelos e óvulos, produzindo grande quantidade de sementes (BOVE, 2002).

Esta família é também denominada de nenúfar, *Nymphaea* Darwin ou lírio-d'água (Moreira; Bove, 2017; Carod-Arta, 2015) e têm distribuição cosmopolita e agrupa cerca de 82 espécies distribuídas em 8 gêneros: *Trithuria*, *Cabomba*, *Brasenia*, *Barclaya*, *Euryale*, *Nuphar*, *Victoria* e *Nymphaea* (ZHANG et al., 2020).

Segundo Borsch e colaboradores (2011), embora tenha uma distribuição praticamente cosmopolita, as espécies pertencentes à família Nymphaeaceae estão predominantemente agrupadas em centros específicos, como América Central, Norte da América do Sul, a região Zambeziaca na África e o Norte da Austrália (apud LIMA, 2018).

No contexto brasileiro, a família Nymphaeaceae abarca dois gêneros: *Nymphaea* e *Victoria*, com este último englobando unicamente *Victoria amazonica* (LIMA, 2018).

A contagem de espécies varia conforme o autor. Souza e Lorenzi (2008) mencionam 10 espécies, ao passo que Amaral (2015) identifica 19. Além disso existem numerosos híbridos e variações, e muitos gêneros são cultivados no mundo todo como ornamentais (FERES; AMARAL, 2003).

1.2.1 *Nymphaea* sp.

O gênero *Nymphaea* é amplamente distribuído pelo mundo e compreende cerca de 45-50 espécies (Singh; Jain, 2017). De acordo com Lima (2015), o gênero *Nymphaea* inclui cinco subgêneros: N. subg. *Anecphyra* e N. subg. *Brachyceras*, com gineceu apocárpico e N. subg. *Hydrocallis*, N. subg. *Lotos* e N. subg. *Nymphaea*, com gineceu sincárpico (apud LIMA 2018).

De acordo com Moreira e Bove (2017), as distinções fundamentais entre eles residem na natureza de suas flores: o subgênero *Hydrocallis* exhibe flores que se abrem à noite e apresentam carpelos com paredes unidas lateralmente, enquanto o subgênero *Brachyceras* desenvolve flores diurnas com carpelos de paredes completamente unidas. Essas plantas prosperam em ambientes aquáticos lênticos, sendo eles de água doce ou salobra, caracterizados

pela riqueza em matéria orgânica. No Brasil está representado por 18 espécies nativas ou subespontâneas.

De acordo com estas pesquisadoras, *Nymphaea* apresenta folhas geralmente flutuantes; limbo sagitado a orbicular profundamente partido na base, venação radial. Flores entomófilas grandes, emergentes, diurnas ou noturnas; sépalas 4, verdes; pétalas numerosas (7-40), brancas, amarelas, rosas, azuis, vermelhas ou roxas, multisseriadas; estames numerosos (20-700) laminares, geralmente verdes, multisseriados; ovário semi-ínfero, superfície estigmática discóide, com apêndices carpelares triangulares, lineares, lingulados ou claviformes (MOREIRA; BOVE, 2017).

1.2.2 *Nymphaea rudgeana* G. Mey

Em relação à sua morfologia, a sua estrutura, *Nymphaea rudgeana* G. Mey. Prim. Fl. Esseq. p. 198. 1818, apresenta um tubérculo que varia entre a forma subglobosa e cilíndrica, sendo que estolões não estão presentes. Suas folhas flutuantes, que possuem pecíolo avermelhado e uma superfície glabra, exibem uma lâmina de textura coriácea, largo-elíptica, com ápice truncado ou arredondado, lóbulos em posição oposta, base dos lóbulos de formato obtuso e margens que são irregularmente serrilhadas com um ápice levemente revoluto. A face superior e a face inferior das folhas podem ser verdes ou avermelhadas, podendo ou não apresentar manchas enegrecidas, com nervura central e nervuras principais nitidamente salientes na face inferior e um padrão reticulado nas nervuras que não é do tipo aracnoide (LIMA et al., 2021).

Seu apêndice carpelar é encurvado fortemente clavado, creme, ápice globoso, róseo. Os frutos e sementes não são vistos (LIMA et al., 2021).

No que diz respeito às suas flores, estas apresentam pedúnculo avermelhado e desprovidos de pelos; as sépalas, em número de quatro, podem variar entre tonalidades de verde e rosa, podendo conter ou não faixas enegrecidas. As sépalas são de formato elíptico e possuem extremidades que vão de agudas a obtusas. As pétalas, que podem ser brancas ou rosadas, apresentam uma transição gradual para os estames. Os estames assumem uma forma elíptica, com filetes de coloração branca e anteras levemente creme. A característica apendicular do carpelo é notavelmente encurvada, com uma extremidade em formato globoso de cor rósea. Os frutos e sementes não são vistos (conforme detalhado por LIMA et al., 2021).

De acordo com Lima (2018), *Nymphaea rudgeana* é a única representante da família Nymphaeaceae no Brasil que se insere no subgênero *Hydrocallis*, caracterizada por suas folhas com margens serrilhadas, conferindo-lhe uma identificação simplificada. As nervuras

notavelmente destacadas, assim como as sépalas e pétalas em tonalidades rosadas e os apêndices carpelares clavados, constituem traços adicionais que facilitam o reconhecimento desta espécie quando em observação no campo.

O objetivo deste estudo foi determinar o perfil químico e avaliar o potencial biológico das folhas e caules dos extratos hidroetanólicos de *Nymphaea rudgeana* G. Mey. Além disso, buscamos correlacionar esses resultados com a escassa descrição disponível na literatura sobre o conhecimento e uso da planta como fitoterápico. Nosso intuito era responder à seguinte questão: O perfil químico da macrófita aquática *N. rudgeana* G. Mey são semelhantes aos de *Nymphaea* sp. descritos na literatura e atribuídos pela medicina popular?

Resultando na escrita do artigo abaixo, que será traduzido ao idioma inglês e submetido a publicação na revista *Journal Planta Medica*, classificada com Qualis A2 na plataforma Sucupira, sendo este intitulado:

PANORAMA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DAS FOLHAS E CAULES DE *Nymphaea rudgeana* G. MEY DE UM LAGO EM REGIÃO DE SAVANA DE BOA VISTA, RORAIMA, BRASIL.

Obedecendo as regras de publicação da revista, onde a estrutura deverá estar disposta em: Introdução, Resultados e Discussão, Materiais e Métodos, Agradecimentos, Declaração de Conflito de Interesses, Referências.

1 ARTIGO

Panorama da composição química do extrato hidroetanólico das folhas e caules de *Nymphaea rudgeana* G. Mey de um lago em região de Savana de Boa Vista, Roraima, Brasil

Autores

Michelle Mota Peixoto

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Biodiversidade, Universidade Federal de Roraima

Orcid: 0000-0003-3199-2295

M.e. Rosemary Vilaça

Laboratório de Biologia Molecular da unidade de Roraima da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

Orcid: 0000-0002-1780-3489

Dr. Felipe Moura Araújo da Silva

Laboratório de Cromatografia e Espectrometria de Massas, Universidade Federal do Amazonas

0000-0002-1809-1372

Dr. Francisco das Chagas do Nascimento

Departamento de Química, Universidade Federal de Roraima

Orcid:

Dr.^a Lucilia Dias Pacobahyba

Centro de Estudos da Biodiversidade, CBIO, Universidade Federal de Roraima

Orcid: 0009-0002-5374-2422

Dr. Wagner Vilegas

Instituto de Biociências (Câmpus do Litoral Paulista), Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Estadual Paulista

Orcid: 0000-0003-3032-2556

Dr.^a Cléria Mendonça de Moraes

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Biodiversidade, Universidade Federal de Roraima

Orcid: 0000-0001-5602-9601

RESUMO

Nymphaea rudgeana (Família Nymphaeaceae), um nenúfar e uma planta aquática amplamente cultivada com alto valor ornamental, econômico, medicinal e ecológico; floresce recorrentemente e emite uma fragrância encantadora em sua flor. O objetivo deste estudo foi identificar o perfil químico e compreender a composição dos metabólitos secundários presentes em *N. rudgeana*, por meio de um panorama. O extrato hidroetanólico (AEE, 70%) foi investigado e realizado a identificação da sua composição através do emprego da técnica espectrometria de massas com ionização química a pressão atmosférica (APCI/MS). Foram identificados preliminarmente trinta e sete compostos nos extratos de folhas e caules da planta, destacando-se nuciferina, ácido gálico, kaempferol e quercetina como principais constituintes. Grupos funcionais, como ésteres, flavonoides, açúcares, alcaloide e antocianidinas, foram identificados nos extratos.

Palavras-chave: *Nymphaea*; macrófita; APCI/MS; metabólitos secundários; espectrometria de massas.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está inserido dentre os países com a mais rica biodiversidade de fauna e flora do mundo. Já foram catalogadas cerca de 116 mil espécies animais e mais de 46 mil espécies vegetais, tendo sua distribuição feita entre três diferentes ecossistemas marinhos e em seis biomas, sendo estes biomas favorecidos pelas diferentes zonas climáticas em que o Brasil está inserido (Silva et al., 2021). Por conta desta riqueza da biodiversidade, o conhecimento sobre plantas medicinais pela população tradicional acabou sendo amplamente desenvolvido, comumente conhecido como fitoterapia (LEÃO et al., 2007).

Desde os primórdios, a humanidade utiliza plantas com propósitos medicinais, com registros de cultivo datando até mesmo antes de Cristo. Recentemente, houve um notável aumento no interesse voltado à investigação de novas substâncias ativas provenientes de fontes vegetais. Isso é evidenciado pelo aumento no número de projetos de pesquisa realizados por empresas privadas e organizações governamentais. Isso é claramente visível pelo incremento no número de empreendimentos de pesquisa empreendidos por entidades privadas e órgãos governamentais, bem como pelo aumento constante no volume de artigos publicados em periódicos científicos altamente respeitados nas áreas de farmacologia, química e fitoquímica. A prática tradicional de empregar plantas para tratar diversas enfermidades permanece de uma tradição oral transmitida de geração em geração (CABRAL et al., 2010).

O maior avanço da fitoterapia ocorreu a partir do século XIX, impulsionado pelos progressos científicos no campo da química, que possibilitaram a análise, identificação e isolamento dos princípios ativos das plantas (BRANDELLI, 2017).

Além do papel ancestral da fitoterapia, as práticas fitoterápicas desempenham um importante papel social e econômico devido ao seu baixo custo e facilidade de aquisição. Some-se a isso, é claro, a crença generalizada de que o que é natural não tem efeitos colaterais, e porque realmente tem potencial terapêutico e ajuda a prevenir doenças (MACIEL et al., 2002; AMOROZO, 2002; VEIGA JÚNIOR et al., 2005; OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2007).

De acordo com Veiga Júnior (2005), o conceito de "planta medicinal" é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma espécie vegetal que contém substâncias capazes de exibir propriedades terapêuticas e que também possa servir como precursor semissintético de medicamentos. O potencial terapêutico das plantas medicinais, por sua vez, está intrinsecamente ligado à presença de compostos biologicamente ativos e metabólitos secundários. A validação desse potencial frequentemente se apoia nas propriedades fitoquímicas da planta, as quais são discernidas através da caracterização fitoquímica da espécie (FIRMO et al., 2011; JORGE et al., 2022).

Os ensaios fitoquímicos se utilizam de técnicas convencionais e padrão, como bioprospecção e métodos cromatográficos, com o propósito de determinar a presença ou a ausência de grupos de substâncias bioativas (Braz Filho, 2010). Adicionalmente, são incorporados outros critérios para avaliar a eficácia das plantas, tais como a caracterização das características estruturais, a avaliação das propriedades físico-químicas e bioquímicas, bem como a análise da atividade biológica, seja *in vivo*, *in vitro* ou *in silico* (ROSÁRIO, 2016).

Ao analisar as evidências científicas e compará-las com o conhecimento geral e tradicional sobre plantas medicinais, percebe-se uma discrepância entre esses dois pontos, pois a população utiliza o bom senso para determinar a finalidade do tratamento a que cada espécie se destina. No entanto, embora amplamente divulgadas, essas propriedades farmacológicas ainda carecem, em grande parte, de comprovação científica, uma vez que a maioria delas não possui estudos técnico-científicos que demonstrem sua eficácia em estudos pré-clínicos e clínicos (Santos et al., 2011). Além desse fato, existe uma lacuna de conhecimento acerca dos elementos que desencadeiam a ação farmacológica ou potenciais interações com as diversas moléculas contidas nos extratos vegetais (TUROLLA; NASCIMENTO, 2006).

Dentre as diversas plantas medicinais, têm-se os representantes do gênero *Nymphaea*, encontrada na Amazônia, sendo considerada uma planta medicinal pela população tradicional (ISHRAT et al., 2021).

A *Nymphaea rudgeana* G. Mey (Fig. 3) é uma espécie vegetal pouco estudada pela comunidade científica, mas amplamente utilizada pela população tradicional. Pertencente à

família Nymphaeaceae, essa planta desperta interesse devido ao seu uso ancestral (LIMA, 2018).

Conforme mencionado por Lima (2018) e BFG (2015), a ocorrência da espécie foi relatada em quase todos os Estados da região norte, com exceção do Acre, em todos os Estados da região nordeste, em todos os Estados da região sudeste e no Paraná, na região sul (Fig. 2).

Figura 2 Distribuição da *Nymphaea rudgeana* no Brasil



Adaptado de Lima, 2018; Pellegrini, 2023.

As partes da planta são usadas para infundir ou decocção de raízes, cascas e folhas, ou através do desenvolvimento de pomadas, tônicos e tinturas. (COOK, 1996a,b).

Na medicina tradicional, as partes de *N. rudgeana* são utilizadas em terapias medicinais, tanto como tônico digestivo, antidiabético, anti-inflamatório, hepato protetor, antioxidante, antipirético, anti dermatite, desintoxicante do sangue, gripe, bronquite, diurético, antidiabético (Ishrat et al., 2021; Devi; Thongam; Handique, 2014). Segundo a crença popular, a raiz é a parte da planta com maior concentração de metabólitos farmacológicos e terapeuticamente importantes, sendo usadas ainda por monges esmagadas com o vinho e utilizado como afrodisíaco (POZETTI, 2005; JACOMASSI, 2007).

A literatura mostra que a bioprospecção de todas as partes (flores, rizoma, raízes e folhas) das diferentes espécies do gênero *Nymphaea* revelaram uma enorme diversidade de fito moléculas, tais como os alcaloides, glicosídeos, flavonoides glicosados, taninos hidrolisáveis, lignanas, fitoesteróis, triterpenos, saponinas (Fajemirov et al., 2018; Singh; Jain, 2017). Com base em estudos anteriores do gênero, pode-se dizer que *N. rudgeana* seria uma boa fonte de

novos isolados com alto potencial antioxidante, anti-inflamatório e citotóxico (PEIXOTO, 2018).

Estudos anteriores sobre a composição fitoquímica das folhas da espécie revelaram a presença de taninos, ácidos fenólicos, saponinas, antocianinas, chalconas, auronas, catequina nas folhas da espécie, porém, as informações sobre a fitoquímica das folhas de *N. rudgeana* são muito escassas e apenas a presença dos metabólitos do gênero é descrita a fundo na literatura (PEIXOTO, 2018).

Os estudos que visam avaliar as propriedades farmacológicas da planta ainda são escassos, porém, a maioria deles tem mostrado que as folhas possuem uma interessante atividade antimicrobiana e baixa toxicidade *in vivo* (PEIXOTO, 2018).

Figura 3 *Nymphaea rudgeana* na lagoa de coleta



FOTO: CALEFFI/UFRR

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS GERAIS

3.1.2 Coleta e preparação do extrato vegetal

A coleta ocorreu em Boa Vista, Roraima, a uma distância de 7 km do Campus Paricarana, nas coordenadas geográficas Latitude: 2;52;39.888 e Longitude: 60;43;19.662.

As amostras frescas (folhas e caules) de *N. rudgeana* foram coletadas em abril de 2022, seguindo a legislação nacional, em um lago localizado no Campus Cauamé da UFRR. Esse campus está inserido no Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBIO, criado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, que começou sua implementação nas regiões da Amazônia e do Semiárido, com o compromisso de ser estendido a todas as regiões e biomas do Brasil. Na

Amazônia, o objetivo principal do PPBIO é criar um sistema integrado de informações sobre a biodiversidade para facilitar a gestão do patrimônio natural e fortalecer ações de pesquisa para o desenvolvimento sustentável da região (PPBIO, 2011).

Antes de coletar esta planta, foi realizado o registro no sistema do SISBIO com o objetivo de obter uma amostragem mais representativa, seguindo a recomendação de Bôas et al., 2002.

O material obtido foi acondicionado em sacos de papel Kraft, devidamente rotulados e marcados, e posteriormente encaminhado ao Laboratório de Ecologia Vegetal da UFRR, localizado no Campus Paricarana-RR.

As folhas foram submetidas ao processo de secagem em uma estufa, onde foram colocadas em camadas delgadas sobre papel absorvente, mantendo-se a temperatura entre 35 e 40°C, durante um prazo de até sete dias (conforme descrito por Simões et al., 2004). Após essa etapa, o material foi triturado em um moinho e armazenado em sacos plásticos, devidamente identificados.

Obteve-se então após secagem e moagem, 216g do pó das folhas com associação de flores, folhas sem associação de flores 156.92g, caule com associação de flores 52.61g e caule sem associação de flores com 32.60g de *N. rudgeana*, no qual o pó obtido da moagem das folhas e caules secos em estufa de *N. rudgeana* foram submetidos a extração a frio exaustivamente utilizando como líquido extrator com etanol (70% v/v) por um período de 72 a 48 horas. Após isso o material foi filtrado utilizando um papel filtro estéril (CUNHA et al., 2020).

A fase líquida ou extrato etanólico aquoso foi submetida ao evaporador rotativo, mantendo uma temperatura constante entre 60°C e 70°C para eliminar o solvente e separar o extrato. Após a evaporação dos quatro filtrados, obteve-se o extrato bruto hidroetanólico (70% v/v).

O etanol foi submetido a evaporação completa para a eliminação total do solvente, e em seguida, o extrato bruto resultante foi acondicionado em um recipiente âmbar para ser utilizado nos testes subsequentes (CUNHA et al., 2020).

O solvente extrator foi recuperado a cada etapa de concentração.

O rendimento total dos extratos foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$Re = (P_{ext} / P_{folhas}) \times 100.$$

Onde: Re = Rendimento total do extrato (%);

P_{ext} = Peso do extrato seco (g);

P_{folhas} = Peso das folhas frescas ou secas (g).

3.2 EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.2.1 Condições de detecção do perfil químico por espectrometria de massas de alta resolução com ionização química à pressão atmosférica (APCI-MS)

As análises por espectrometria de massa foram realizadas em equipamento Thermo Scientific modelo LCQ Fleet, equipado com fonte analisadora com trapeamento de íons (APCI) e elétron-spray (ESI). Os dados obtidos foram processados por meio do software Xcalibur versão 2.0.7. Uma solução estoque de 1.000 ppm (g/v) foi feita a partir do extrato hidroetanólico de *N. rudgeana* solubilizado em metanol grau HPLC. Desta solução, 10 µL foram transferidos para *viais* contendo 1 mL de MeOH. Um volume de 5 µL, desta segunda diluição, foi injetado diretamente no espectrômetro de massas.

Foi realizada uma aquisição na faixa de m/z 100-1.000, utilizando a varredura completa (*full-scan*) dos espectros de massa para a obtenção dos íons nas faixas estabelecidas para cada amostra analisada. O espectrômetro de massa operou nos modos positivo e negativo, seguindo as seguintes condições: temperatura do capilar de 220 °C, temperatura de vaporização de 320 °C, voltagem do capilar de 5 µA, gás de arraste a 30 psi e gás auxiliar a 10 arb.

As análises de espectrometria de massas foram conduzidas no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria de Massas (LABCEM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), sob a supervisão do TAE Dr. Felipe Moura Araújo da Silva e da Prof.^a Dra. Rita de Cássia Saraiva Nunomura.

Os espectros de massa foram obtidos com a utilização de hélio como gás de colisão, aplicando-se uma energia variável entre 20% e 30%.

4 RESULTADOS

4.1 RENDIMENTO PERCENTUAL DO EXTRATO BRUTO DAS FOLHAS E CAULES DE *Nymphaea rudgeana*

O objetivo geral da extração é liberar compostos da estrutura da matriz vegetal, permitindo obter extratos com altas concentrações desses componentes que estão naturalmente presentes em baixas quantidades na matriz sólida. Nesse sentido, a escolha adequada da técnica de extração e do solvente é uma das etapas mais importantes para melhorar o rendimento da extração (VIERA, 2016; COÊLHO et al., 2017).

Devido a essa razão, optou-se pelo uso do etanol 70° GL como solvente de extração para esses estudos, uma vez que é uma molécula anfifílica capaz de extrair tanto substâncias polares quanto apolares (OLIVEIRA et al., 2016).

Os resultados da extração revelaram rendimentos distintos de extrato bruto, com valores de 6,13% para folhas acompanhadas de flores, 10% para folhas sem associação de flores, 14% para caule associado a flores e 14,2% para caule sem associação de flores, conforme detalhado na tabela 1.

Tabela 1 Rendimentos de extratos hidroetanólicos obtidos das folhas e caules de *Nymphaea rudgeana*.

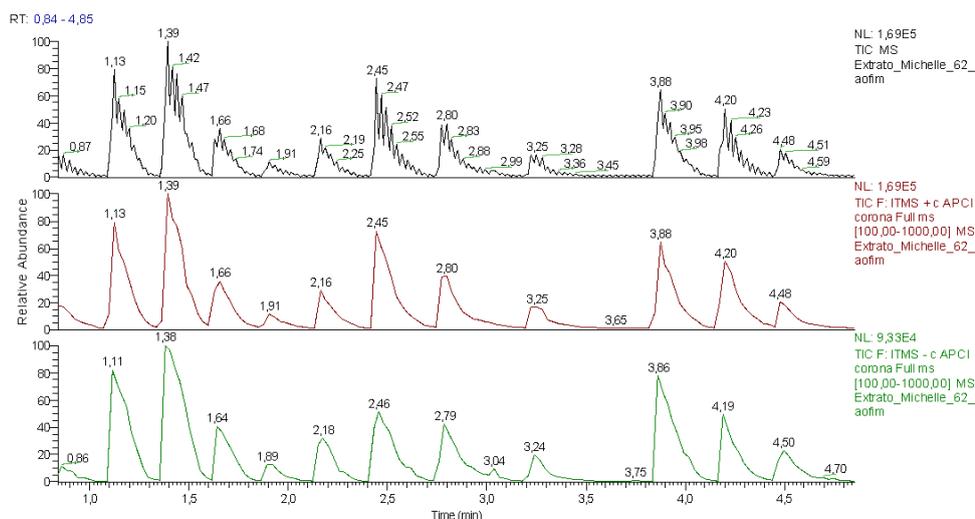
Parte Coletada	Material seco (gramas)	Extrato bruto (gramas)	Rendimento (%)
Folhas com associação de flores	216,32	13,254	6,13
Folhas sem associação de flores	156,92	15,696	10
Caule com associação de flores	52,61	7,37	14
Caule sem associação de flores	32,60	4,63	14,2

Conforme observado por Dapkevicius et al., (1998), a quantidade de material extraído pode ser impactada pela composição química específica do substrato utilizado, bem como pela técnica de extração selecionada para o procedimento. Esses fatores entrelaçados podem contribuir de maneira significativa para as variações nos rendimentos de extração observados durante o processo.

4. 2 CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO DAS FOLHAS E CAULES DE *Nymphaea rudgeana*

O extrato foi caracterizado quimicamente por APCI-MS no modo de íons negativos e positivo (Fig. 4), revelando a presença de 37 constituintes, que foram identificados preliminarmente com base em valores de razão m/z e comparações com perfis de fragmentação com as informações descritas e disponibilizadas em literaturas e datas-bases.

Figura 4 Cromatograma dos espectro total trabalhados no modo positivo e modo negativo em APCI/MS.



A quantificação dos extratos foi realizada a partir das análises no MS-APCI. Os metabólitos das amostras do extrato hidroetanólico apresentaram grande similaridade, podendo ser observados na tabela 3 conforme sua indicação de localização na planta. Os padrões de fragmentação dos compostos identificados estão listados na tabela 2, onde estão descritos 37 compostos, entre eles flavonoides, polifenóis, esteroide.

Após a análise preliminar dos espectros dos compostos de *N. rudgeana*, foi viável identificar a presença de diversos derivados do ácido gálico e quercetina. Essas identificações iniciais fornecem indícios importantes sobre a composição química da planta em questão.

Dentre os compostos identificados, o ácido gálico e quínico já foram previamente descritos em extratos do gênero *Nymphaea* por Fossen et al., 1999.

No composto 1 (conforme tab. 2) foi possível identificar um agente aromatizante, o maltol, presente tanto no extrato das folhas como do caule de *N. rudgeana*, este mesmo composto foi identificado no caule de *N. nouchali* por Alam, 2021.

No estudo de Cudalbeanu e colaboradores, realizado em 2018, um derivado de ácido cinâmico foi identificado em flores, folhas, caules e raízes de *N. alba*. Coincidentemente, esse mesmo composto foi também identificado nas folhas de *N. rudgeana* neste presente estudo.

Na análise de fragmentação de íons do composto 11, foi possível identificar no extrato do caule e folhas de plantas com associação floral e folhas sem a associação floral, a presença de um alcaloide de significativa relevância farmacológica, a nuciferina. Kumari, (2012) também constatou a existência desse mesmo composto em *Nelumbo nucifera* e *Nymphaea pubescens*.

Yang et al., (1972) isolaram do receptáculo de lótus alguns alcaloides, entre eles a nuciferina.

Zhao et al., (2023) também isolaram e testaram a atividade de nuciferina extraída da folhas de *N. nucifera*.

No caso do composto 18, é evidente a detecção de Nymphaiol nas folhas e caules de *N. rudgeana*. Raja e colaboradores, em 2010, não apenas identificaram e isolaram o Nymphaiol de *N. stellata*, mas também elucidaram sua estrutura por meio de técnicas como UV, IR, RMN e espectrometria de massas, composto esse descrito com uma gama ampla de resposta de atividade antidiabética e o esteroide de crescimento da planta.

Os flavonoides representam um dos grupos fenólicos mais relevantes e variados entre os compostos presentes naturalmente. Essa categoria de metabólitos secundários está amplamente distribuída no reino vegetal. Uma variedade de atividades biológicas é associada a esses polifenóis, incluindo ação antitumoral, antioxidante, antiviral e anti-inflamatória, entre outras, conferindo-lhes uma considerável importância na área farmacológica (LOPES et al., 2022).

Da classe dos flavonoides, foram encontrados nas amostras de *N. rudgeana* os seguintes compostos: catequina (m/z 289), que também foi identificada em folhas de *N. alba* (Cudalbeanu et al., 2018), quercetina-3-O-glicosídeo (m/z 463) em caules e folhas de plantas com e sem associação de flores, que também foi encontrada por Agnihotri et al., (2008) em flores de *N. caerulea*; kaempferol-3-O-glucosídeo (m/z 533) juntamente com o composto kaempferol-3-coumaroil glucosídeo (m/z 593), que foi encontrado em nosso estudo

Os íons identificados no perfil de fragmentação da substância A (Fig. 5) demonstram uma concordância exata com os íons distintivos associados à quercetina, incluindo o íon molecular em m/z 301.11 (RORIZ et al., 2014).

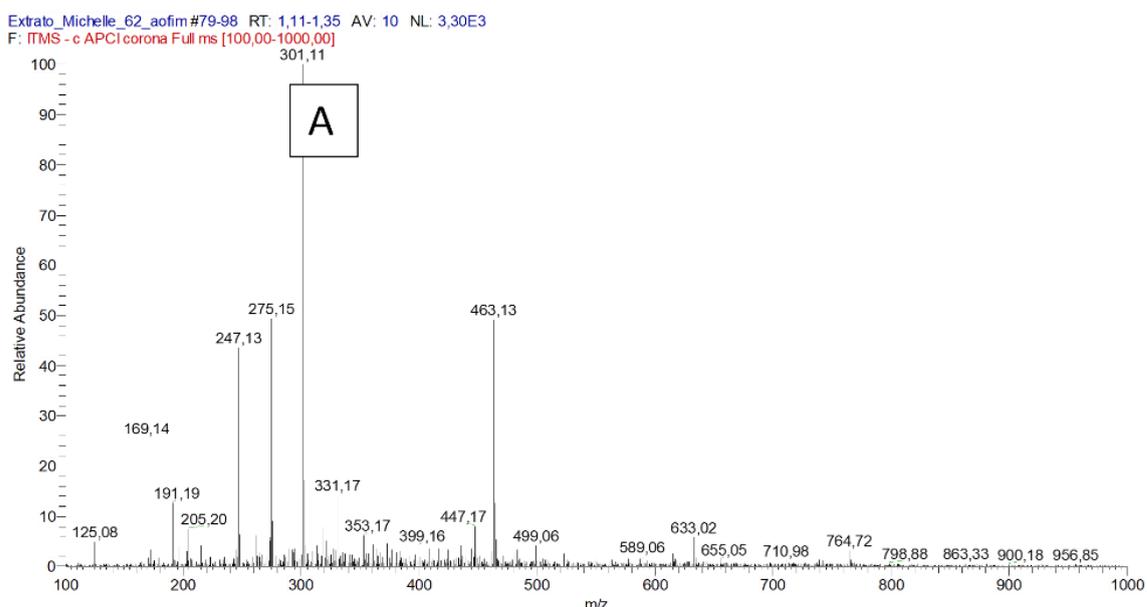
Além disso, é digno de nota que a quercetina, um flavonoide amplamente estudado, apresenta uma gama de atividades biológicas relatadas, incluindo propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e potencial terapêutico em diversas doenças (Michodjehoun-Mestres et al., 2009). A identificação precisa da substância A como quercetina não apenas enriquece a compreensão química da amostra, mas também a conecta a uma gama de atividades biológicas descritas na literatura científica.

O ácido gálico (m/z 169.01420), considerado um dos polifenóis mais elementares presentes nos tecidos vegetais, existe tanto de forma livre quanto integrando outros compostos, como taninos, elagitaninos e epigallocatequina-3-galato, conforme apontado por Jayamani e Shanmugam (2014). Essa ampla presença em diferentes contextos químicos destaca a versatilidade e a importância desse composto nos sistemas vegetais.

Fossen et al., (1999), utilizando técnicas espectroscópicas de RMN identificaram no extrato metanólico de pétalas de *N. caerulea* metabólitos como 3-O-a-ramnopiranosídeos de miricetina, quercetina e kaempferol.

A análise a partir do pico do íon molecular com uma massa de 499 u (Fig. 5) permitiu a identificação do ácido 3-cafeoil-5-p-cumaroil-p-quinico. Esse composto exibe uma razão m/z que é característica dos ácidos cafeoil-p-cumaroilquinicos. Através do processo de fragmentação desse íon, resultou na formação de um pico fundamental de íon secundário com uma massa de 353 u e, adicionalmente, em um fragmento com massa de 337 u, ambos contribuindo para a confirmação da substância em questão, conforme abordado por Jaiswal et al., (2011). Essa sequência de identificação é fundamental para compreender as características químicas e a composição da substância analisada.

Figura 5 Cromatograma do padrão dos íons totais e de fragmentação do espectro da quercetina



Além disso, os resultados da análise revelaram um padrão de fragmentação consistente e tempos de retenção coerentes com aqueles previamente documentados para a isovitexina (m/z 431). Essa concordância entre os dados obtidos nesta análise e os resultados reportados na literatura reforça a identificação preliminar da substância, alinhando-se aos compostos de referência avaliados. Esse alinhamento confirma a confiabilidade das identificações e fortalece a compreensão da isovitexina como parte integrante da amostra, conforme previamente descrito em referências científicas.

A produção de compostos bioativos em plantas pode ser influenciada pelo estágio de desenvolvimento da planta, incluindo a presença ou ausência de flores. Compostos bioativos são substâncias químicas naturais presentes em plantas que têm efeitos benéficos à saúde, como

propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. A diferença na produção desses compostos entre plantas que estão florescendo e as que não estão pode ser significativa e está relacionada a diversos fatores como: metabolismo, ciclo de vida, comunicação química, fotoperíodo, hormônios, resposta ao estresse, variação dentro da espécie, entre outros (FOTSING, et al., 2022).

A partir da elaboração da tabela 3, conclui-se que, no âmbito deste método experimental, não se pode determinar se a presença de flores na fase da planta no momento da coleta afeta a produção de compostos bioativos. Portanto, é recomendável incorporar diferentes variáveis de coleta e observação, bem como utilizar métodos analíticos adicionais, a fim de possibilitar respostas abrangentes a essa análise.

Tabela 2 Identificação preliminar dos principais constituintes em *N. rudgeana* AEE por APCI-MS no modo negativo.

Pico	Grupo funcional	Parte da Planta	Nome do composto observado	[M-H]⁻	m/s fragmentos	Atividade	Referência
1	Agente aromatizante	Caule, folha	Maltol	125.0227	97.03, 95.01, 83.04, 79.01	Antioxidante, anti-inflamatória	[Alam et al., 2021]
2	Polifenóis	Caule, folha	Ácido Gálico	169	125.02, 117.06	Antioxidante, antibacteriana, antimutagênica	[Alam et al., 2021] [Loiola et al., 2022] [Wu et al., 2012]
3	Ácido carboxílico	Folha	Ácido chiquímico	173.0445	155.03, 137.02, 111.04, 93.03	Antioxidante	[Alam et al., 2021]
4	C. Fenólico	Caule, folha	Ácido quínico	191.0553	173.05, 171, 127.04, 109	Antioxidante, antibacteriana, antiviral	[Alam et al., 2021] [Golveia et al., 2010]
5	C. Fenólico	Folha	Derivado ácido cinâmico	197	169, 102	Antioxidante, anti-inflamatória, fotoprotetor	[Bakr et al., 2017]
6	Flavonoide	Caule, folha	Catequina	289	245, 205, 151, 137	Antioxidante, anti-inflamatória, cárdio protetora, neuro protetora	[Williamson; Clifford, 2010]
7	Ácido carboxílico	Caule, folha	Derivado de brevifolina	247.02	219, 191	Antiviral, antitumoral	[Breda et al., 2016]
8	Flavonoide	Caule, folha	Kaempferol	285.19	69.0 17.30 257.0 8.30 65.0 8.30	Antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, antiviral, antifúngica, antiapoptótica e neuro protetora	[Martucci et al., 2014] [Ilk; Saglam; Özgen, 2016] [Kim; Choi, 2013] [Zhang et al., 2015]

Pico	Grupo funcional	Parte da Planta	Nome do composto observado	[M-H]⁻	m/s fragmentos	Atividade	Referência
9	Antocianina	Caule	Cianidina 3-O-Glu-Ara	615	287	Antioxidantes, anti-inflamatórias, inibição da oxidação do LDL, diminuição dos riscos de doenças cardiovasculares e de câncer	[Zhu et al., 2012] [Chang et al., 2006] [Toufektsian et al., 2008] [Xia et al., 2009] [Chen et al., 2006]
10	C. fenólico	Caule	Galato de pirogalol	293.03	169.01, 125.02	Antioxidante	[Alam et al., 2021] [Latos-Brozio; Masek, 2019]
11	Alcaloide	Caule, folha	Nuciferina	294,43	191, 105	Anti-inflamatória, antidiabético, anti HIV, antineoplásica, atiparasitária, citotóxica, analgésico, antimicrobiano, anticonvulsante	[Kumari, 2012] [Rinaldi, 2007] [Zhao et al., 2023]
12	Flavonoide	Caule, folha	Quercetina3-alpha-L-arabinofuranosideo	301	56.9532 229.0427 57.0379 153.0172	Antioxidante e anti-inflamatória	[Brito et al., 2007], [Michodjehoun-Mestres et al., 2009]
13	C. fenólico	Caule	Monogaloil hexose	313	271, 211, 180	Antioxidante	[Wyrepkowski et al., 2014]
14	Flavonoide	Caule, folha	Miricetina3-O-galactosideo	481	319	Antioxidante	[De Brito et al., 2017]
15	Flavonoide	Caule, folha	Galoil glicose	331	241.03, 211.02, 169.01, 125.02	Antioxidante e anti-inflamatória	[Da Silva et al., 2014]
16	Flavonoide	Caule	Isorhamnetina	347	308, 299, 169,146	Antioxidante	[Silva et al., 2008]

17	C. fenólico	Caule, folha	Ácido 5-O-cafeoilquínico	353	173.04, 127, 111, 93	Antioxidante, anti-inflamatória	[Alam et al., 2021] [Golveia et al., 2010]
18	Esteróide	Caule, folha	Nymphayol	361		Anti hiperglicêmico, anti-inflamatória	[Subash-Babu et al., 2015] [Raja et al., 2010]
19	Flavonoide	Folha	Derivado de isovitexina	363	283	Antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, antiviral e anticancerígena	[Roza et al., 2015]
20	Flavonoide	Caule	Derivado de kaempferol	371	285	Antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, antiviral, antifúngica, antiapoptótica e neuro protetora	[Roza et al., 2015]
21	Açúcar	Caule	6-O-β-D-galactopiranosil-D-galactose	377	179.05, 113.02, 101.02, 89.02, 71.01	energia	[Alam et al., 2021] [Golveia et al., 2010]
22	Flavonoide	Caule	Derivado de quercetina	385	301	Antioxidante, anti-inflamatória	[Bakr et al., 2017]
23	Flavonoide	Caule	Trans-resveratrol-3-O-glucoside	389	227, 185	Antioxidante, anti-inflamatória	[Bakr et al., 2017]
24	Flavonoide	Folha	Derivado do ácido cumárico	409	267, 257, 255, 229, 169, 151, 107	Antioxidante, anti-inflamatória	[Golveia et al., 2010]

25	C. Fenólico	Caule	Derivado do ácido cafeico	425	179, 135	Antioxidante antimicrobiana e	[Alam et al., 2021] [Golveia et al., 2010]
26	Flavonoide	Caule	Isovitexina	431	413, 341, 311, 283	Antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, antiviral e anticancerígena	[Gomes et al., 2016]
27	Flavonoide	Caule, folha	Q-O-Rhamnosideo	447	301	Antioxidante, anti-inflamatória	[Loiola et al., 2022] [Gomes et al., 2022]; [Yin et al., 2015]
28	C. fenólico	Caule	Ácido elágico-galoil hexosideo	451	425.26 509.16	569.22 Antioxidante anti-inflamatória e	[Bakr et al., 2017] [Yin et al., 2015]
29	Flavonoide	Caule, folha	Quercetina-O-hexosideo	463	301	Antioxidante anti-inflamatória e	[Da Silva et al., 2014] [Gomes et al., 2022]
30	Flavonoide	Folha	4-O-cafeoil-5-O-ácido cumaroilquínico	499	191, 161, 173	Antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, antiviral	[Golveia et al., 2010] [Jaiswal et al., 2011]
31	Antocianidina	Folha	Delfinidina 3-O-(6-O-acetyl-bglucopyranoside)	507	465, 303	Antioxidante, anti-hipertensivo, anticancerígeno, neuro protetora, antimicrobiana, hepatoprotetora	[Zhu et al., 2012] [Dametto, 2014]

32	C. fenólico	Caule	1,5-O-Ácido dicafeoilquínico	515	353, 335, 191, 173	Antioxidante, anti- inflamatória	[Golveia et al., 2010]
33	C. Fenólico	Caule	Kaempferol-3-O- glucosídeo	533	371, 353, 285, 191	Antioxidante, antitrombose, anti- hipertensiva, anti- fibrótica, antiviral	[Golveia et al., 2010]
34	Flavonoide	Caule	Kaempferol-O-hexósido de cumaroil	593	447, 307, 288, 285	Antioxidante, anti- inflamatória	[Alam et al., 2021] [Golveia et al., 2010]
35	Flavonoide	Caule, folha	Kaempferol-O- cafeoilhexosídeo	609	323, 286, 285, 179	Antioxidante, anti- inflamatória	[Da Silva et al., 2014] [Passo et al., 2015]
36	Flavonoide	Caule, folha	Quercetina-O-galoil- glicosídeo	615	449, 448, 447, 301, 285	Antioxidante, anti- inflamatória, analgésico	[Golveia et al., 2010] [Sobeh et al., 2019]
37	Flavonoide	Caule	Derivado de Isorhamnetina	343	315 271.16 255.16 189.02 161.06	Neuroprotetor, antitumoral	[Bakr et al., 2017] [Du et al., 2019]

Tabela 3 Possíveis metabólitos identificados e partes da planta onde foram identificados

[M-H] ⁻	caule c/ flor	caule s/ flor	folha c/ flor	folha s/ flor
125	x	x	x	x
161		x		
169	x	x	x	x
173		x		
191	x	x	x	x
197			x	x
205		x	x	x
215	x	x		
247	x	x	x	x
275		x	x	x
287		x		
293		x		
294	x		x	x
301		x	x	x
313	x			
319	x		x	
331	x	x	x	x
347	x	x		
353	x	x	x	x
361	x			
363				x
371	x	x		
377	x	x		
385	x	x		
389	x			
409			x	x

425		X		
431		X		
447		X	X	X
451	X			
463	X	X	X	X
499			X	X
507			X	
561		X		
593		X		
609	X	X	X	X
615		X		X

5 CONCLUSÃO

Concluimos que o estudo da composição química dos extratos de *N. rudgeana* foi bem-sucedido, pois foi possível determinar o panorama da composição química presentes nas folhas e caules dessa planta aquática. Os resultados obtidos revelaram a presença de importantes metabólitos secundários, como derivados do ácido gálico, quercetina, kaempferol, nuciferina e outros grupos funcionais, que podem contribuir para as propriedades medicinais e ecológicas dessa espécie.

A utilização de técnicas de espectrometria, como a espectrometria de massas com ionização química a pressão atmosférica (APCI/MS), permitiu a identificação precisa dos compostos presentes nos extratos, proporcionando informações valiosas para futuros estudos, sobre as potenciais aplicações terapêuticas e farmacológicas da *N. rudgeana*.

A espécie *N. rudgeana* apresentou neste trabalho inicial ser uma excelente fonte de flavonoides, uma vez que esta classe de substâncias descritas em literatura apresenta múltiplas atividades biológicas tais como: inseticida, anti-inflamatória, citotóxica, antioxidante, atividade alelopática, hepatoprotetora entre outras. Portanto pode ser uma excelente fonte de substâncias bioativas visto que foram identificados flavonoides, antocianidina, composto fenólicos, ésteres e polifenóis e este pode ser o primeiro passo na busca de candidatos a fitoterápico, servindo ainda como alerta para a elaboração de estratégias de preservação da biodiversidade brasileira.

Esses achados representam um importante avanço no conhecimento da composição química dessa planta, podendo contribuir para o desenvolvimento de novos medicamentos fitoterápicos, bem como para a conservação e preservação dos ecossistemas aquáticos em que a *N. rudgeana* está presente. O estudo destaca ainda a relevância da utilização de técnicas de espectrometria como ferramentas poderosas para a investigação da biodiversidade e potencial terapêutico de plantas aquáticas.

Dessa forma, a pesquisa demonstra sua contribuição para o campo da fitoquímica e para a valorização da riqueza natural oferecida por essa espécie de planta, contribuindo ainda para a taxonomia da espécie *N. rudgeana*, pois até o presente momento este é o primeiro relato do estudo fitoquímico das folhas e caules descritos para esta região.

Agradecimentos

Agradecer ao Conselho de Administração de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela Bolsa de Mestrado.

Ao Laboratório de Cromatografia e Espectrometria de Massas (LABCEM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Ao Laboratório de Biologia Sintética da Unicamp, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Elizabeth Bisland.

A Laboratório de Fertilidade do Solo, Campus Cauamé, sob coordenação do Prof. Dr. Valdinar Ferreira Melo (UFRR).

Ao Laboratório de Ecologia Vegetal do CBio, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Lucilia Dias Pacobahyba.

Ao Laboratório de Produtos Naturais sob a coordenação do Prof. Dr. Francisco das Chagas Nascimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT) da UFRR.

A EMBRAPA Roraima pela disponibilização dos laboratórios da instituição para o uso e desenvolvimento da pesquisa.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- AGNIHOTRI, V. K., ELSOHLY, H. N., KHAN, S. I., SMILLIE, T. J., KHAN, I. A., & WALKER, L. A. Antioxidant constituents of *Nymphaea caerulea* flowers. **Phytochemistry**, 69(10), 2061–2066. 2008.
- ALAM, M. B.; NAZNIN, M.; ISLAM, S.; ALSHAMMARI, F. H.; CHOI, H.-J.; SONG, B.-R.; KIM, S.; LEE, S.-H. High Resolution Mass Spectroscopy-Based Secondary Metabolite Profiling of *Nymphaea nouchali* (Burm. f) Stem Attenuates Oxidative Stress via Regulation of MAPK/Nrf2/HO-1/ROS Pathway. **Antioxidants**, v. 10. 2021. <https://doi.org/10.3390/antiox10050719>.
- AMARAL, M. C. E. **Nymphaeaceae**. In **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015.
- AMOROZO, M. C. D. M. Uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Acta botânica brasílica**, 16, 189-203. 2002.
- BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**. v. 66, p. 1085-1113, 2015.
- BAKR, R. O., EL-NAA, M. M., ZAGHLOUL, S. S.; OMAR, M. M. Profile of bioactive compounds in *Nymphaea alba* L. leaves growing in Egypt: hepatoprotective, antioxidant and anti-inflammatory activity. **BMC complementary and alternative medicine**, 17(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1561-2>. 2017
- BÔAS, R. L.V.; MORAES M. H.; ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; CAMARGO, D. A.; DUENHAS, L. H. Teores de nutrientes na folha, qualidade do suco e massa seca raízes de laranja “valência” em função da irrigação e fertirrigação. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 24, n.1, p. 231-235, Jaboticabal. 2002.
- BORSCH, T.; LÖHNE, C.; WIERSEMA, J. H. Phylogeny and evolutionary patterns in Nymphaeales: integrating genes, genomes and morphology, **Taxon**, 57(4), 1052-E4. <http://www.jstor.org/stable/27756765>. 2011.
- BOVE, C. P. A família Nymphaeaceae no estado do Rio de Janeiro. **Habitat**, v. 10, n. 72, p. 45-48, 2002.
- BRANDELLI, Clara Lia Costa. Plantas Medicinais: Histórico e Conceitos. In: MONTEIRO, Siomara da Cruz; BRANDELLI, Clara Lia Costa (org) **Farmacobotânica: aspectos teóricos e aplicação**. Artmed. Porto Alegre: 2017. cap. 1.
- BRAZ FILHO, R. **Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente**. Química Nova. 33: 229-239, 2010.
- BREDA, C. A., GASPERINI, A. M., GARCIA, V. L., MONTEIRO, K. M., BATAGLION, G. A., EBERLIN, M. N., DUARTE, M. C. Phytochemical Analysis and Antifungal Activity of Extracts from Leaves and Fruit Residues of Brazilian Savanna Plants Aiming Its Use as Safe Fungicides. **Natural products and bioprospecting**, 6(4), 195–204. <https://doi.org/10.1007/s13659-016-0101-y>. 2016.

BRITO, E. S.; ARAÚJO, M. C. P.; LIN, L. Z.; HARNLY, J. Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. **Food Chemistry**, 105(3), 1112–1118. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.009>. 2007.

CABRAL, E. C. **Utilização da técnica de Fingerprinting por espectrometria de massas para a análise de extratos de produtos naturais**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo (USP). Conjunto das Químicas (IQ e FCF) (CQ/DBDCQ) São Paulo. 2010.

CAMARGO, A. F. M.; ESTEVES, F. A. Biomass and productivity of aquatic macrophytes in Brazilian lacustrine ecosystems. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA - TUNDISI, T. (Eds.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, p. 137-149, 1995.

CAROD-ARTAL, F. J. Hallucinogenic drugs in pre-Columbian Mesoamerican cultures. *Neurologia*. **Neurología**. v. 30, n. 1, p. 42-49, 2015.

CEMIG. COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Título: Macrófita. In: **Macrófitas Aquáticas. Caracterização e importância em reservatório hidrelétricos**. 1ª Edição. Belo Horizonte. 2021.

CHANG, Y. C.; HUANG, K. X.; HUANG, A. C.; HO, Y. C.; WANG, C. J. Hibiscus anthocyanins-rich extract inhibited LDL oxidation and oxLDL-mediated macrophages apoptosis. **Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**, 44(7), 1015–1023. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.12.006>. 2006.

CHEN, P. N.; KUO, W. H.; CHIANG, C. L.; CHIOU, H. L.; HSIEH, Y. S.; CHU, S. C. Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and u-PA expression. **Chemico-biological interactions**, 163(3), 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2006.08.003>. 2006.

COELHO-NETO, M. G. **Estudo da composição das comunidades de macrófitas aquáticas em dois lagos amazônicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura)- Universidade do Estado do Amazonas, Tabatinga. 51 f. 2019.

COÊLHO, M. D. G.; XAVIER, T. B.; COSTA J. F., et al. Avaliação do uso de extratos vegetais para controle da hemonose em ovinos naturalmente infectados. **Revista Ambiente e Água**, v.12, n.2, p.331-339, 2017.

COOK, C. D. K. **Water plants of the world**. Amsterdam. Academic Publishing. The Netherlands. 1996 (a).

COOK, C. D. K. **Aquatic plant book**. SPB Academic Publishing: Amsterdam, 1996(b).

CUDALBEANU, M.; GHINEA, I.O.; FURDUI, B.; DAH-NOUVLESSOUNON, D.; RACLEA, R.; COSTACHE, T.; CUCOLEA, I. E.; URLAN, F.; DINICA, R.M. Exploring New Antioxidant and Mineral Compounds from *Nymphaea alba* Wild-Grown in Danube Delta Biosphere. **Molecules**, 23, 1247. 2018.

CUNHA, A. L. et al. Chemical characterization of the species *Raphanus sativus* L. under different conditions of fertilization and water stress conditions. **Rev. Acta Brasiliensis**, vol., n. 4, p. 53, 2020.

CUNNINGHAM, S. D. et al. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. **Advances in Agronomy**, v.55, p. 56-114, 1996.

DAMETTO, A. C. **Estudo químico e avaliação da atividade biológica de *Eugenia brasiliensis* e *Eugenia involucrata* (Myrtaceae)**. 2014. 169 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/110857>>.

DAPKEVICIUS, A.; VENSKUTONIS, R.; VAN BEEK, T. A.; LINSSEN, J. Antioxidant Activity of Extracts Obtained by Different Isolation Procedures from Some Aromatic Herbs Grown in Lithuania. **Journal Sci. Agrícola Alimentar**. 77,140–146. 1998.

DA SILVA, N. A.; RODRIGUES, E.; MERCADANTE, A. Z.; DE ROSSO, V. V. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. **J Agric Food Chem**. 2014 Jun 4;62(22):5072-84. doi: 10.1021/jf501211p. Epub 2014 May 21. PMID: 24780053.

DE BRITO, E. S.; DE ARAÚJO, M. C.; LIN, L. Z.; HARNLY, J. (2007). Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. **Food chemistry**, 105(3), 1112–1118. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.009>. 2007.

DEVI, S. A.; THONGAM, B.; HANDIQUE, P. J. *Nymphaea rubra* Roxb. ex Andrews cultivated as an ornamental, food and vegetable in the North Eastern region of India. **Genet Resour Crop Evol**, v. 62, p. 315–320, fev. 2014. Disponível em: Acesso em: 07 fev. 2022.

DU, Q-Q. et al. Anti-tumor activity and mechanisms of isorhamnetin in combination with sorafenib for renal câncer. **Acta Pharmaceutica Sinica**; (12): 1424-1430, 2019.

ESTEVES, F. A., **Fundamentos de Limnologia**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Editora Interciência, 1998, 575p.

FAJEMIROYE, J. O. et al. Evaluation of anxiolytic and antidepressant-like activity of aqueous leaf extract of *Nymphaea lotus* Linn. in Mice. **Iran J Pharm Res.**, v. 17, n. 2, p. 613- 626, 2018.

FERES, F.; AMARAL, M. C. E. Nymphaeaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; MELHEM, T. S.; GIULIETTI, A. M.; KIRIZAWA, M. (org.). **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 3, p. 241-245, 2003.

FILHO, R. B. **Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente**. Química Nova, 33(1), 229-239. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000100040>. 2010.

FIRMO, W. C. A.; MENEZES, V. J. M.; PASSOS, C. E. C.; DIAS, I. C. L.; NETO, M. S.; OLEA, R. S. G. **Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais**. Caderno de pesquisa, 18. 2011.

FOSSEN, T.; LARSEN Å.; KIREMIRE, B. T.; ANDERSEN, Ø. M. Flavonoids from blue flowers of *Nymphaea caerulea*, **Phytochemistry**, Volume 51, Issue 8, 1999, Pages 1133-1137, ISSN 0031-9422.

FOTSING, S. Y. F. et al. Extraction of Bioactive Compounds from Medicinal Plants and Herbs. **IntechOpen**. 2022. doi: 10.5772/intechopen.98602.

GOMES, C. C. F.; OLIVEIRA, L. S.; RODRIGUES, D. C., RIBEIRO, P. R. V.; CANUTO, K. M.; DUARTE, A. S. G.; EÇA, K. S.; DE FIGUEIREDO, R. W. Evidence for antioxidant and anti-inflammatory potential of mango (*Mangifera indica* L.) in naproxen-induced gastric lesions in rat. **Journal of food biochemistry**, 46(3), e13880. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13880>. 2022.

GOMES, J. A. D. S., F'ELIX-SILVA, J., MORAIS FERNANDES, J., GERALDO AMARAL, J., LOPES, N.P., TABOSA DO EGITO, E.S., DA SILVA-JÚNIOR, A.A., MARIA ZUCOLOTO, S., FERNANDES-PEDROSA, M.D.F., 2016. Aqueous leaf extract of *jatropha mollissima* (pohl) bail decreases local effects induced by bothropic venom. **BioMed Res. Int.** <https://doi.org/10.1155/2016/6101742>. 2016.

ILK, S.; SAGLAM, N.; ÖZGEN, M. Kaempferol loaded lecithin/chitosan nanoparticles: preparation, characterization, and their potential applications as a sustainable antifungal agent. **Artificial Cells. Nanomedicine, and Biotechnology**, v. 0, n. 0, p. 1–10, 2016.

IRGANG B. E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J. L. Macrófitas aquáticas da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roesleria**, v. 6, n. 1, p. 935 – 404, 1984.

IRGANG, B. E.; GASTAL JR., C. V. S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS**. Edição dos autores, Porto Alegre. 1996. 290p

ISHRAT, N.; KHAN, H.; PATEL, O. P. S.; MAHDI, A. M.; MUJEEB, F.; AHMAD, S. "Role of Glycation in Type 2 Diabetes Mellitus and Its Prevention through *Nymphaea* Species". **BioMed Research International**, v. 2021, p. 1-14, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1155/2021/7240046>>. Acessado em 10 fev. 2023.

JACOMASSI, E.; MOSCHETA, I. S.; MACHADO, S. R. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica**, 21, 575-597. 2007.

JAISSWAL, R.; KIPROTICH, J.; KUHNERT, N. Determination of the hydroxycinnamate profile of 12 members of the Asteraceae family. **Phytochemistry** 72: 781-790. 2011.

JAYAMANI, J.; SHANMUGAM, G. Gallic acid, one of the components in many plant tissues, is a potential inhibitor for insulin amyloid fibril formation. **European journal of medicinal chemistry**, 85, 352–358. 2014.

JORGE, L. W. V. S. et al. Análise do perfil farmacológico, fitoquímico e microbiológico da *Brosimum gaudichaudii* Trécul: Uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**. 11. e498111436530. [10.33448/rsd-v11i14.36530](https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36530). 2022.

KATAGI, T. Bioconcentration, bioaccumulation, and metabolism of pesticides in aquatic organisms. **Rev Environ Contam Toxicol.**, v. 204, p. 1-132, 2010. Disponível em: Acesso em: 23 fev. 2022.

KIM, S.; CHOI, K. Anti-cancer Effect and Underlying Mechanism (s) of Kaempferol, a Phytoestrogen, on the Regulation of Apoptosis in Diverse Cancer Cell Models. **Toxicological Research**, v. 29, n. 4, p. 229–234, 2013.

KUMARI, E. S. **Studies on *Nymphaea pubescens* willd. (Nymphaeaceae) - a plant drug of aquatic flora interest.** Tese. The Tamil Nadu Dr. M.G.R. Medical University, Chennai. 2012.

LATOS-BROZIO, M.; MASEK, A. Structure-Activity Relationships Analysis of Monomeric and Polymeric Polyphenols (Quercetin, Rutin and Catechin) Obtained by Various Polymerization Methods. **Chem. Biodivers.** 2019.

LEÃO, R. B. A.; FERREIRA, M. R. C.; JARDIM, M. A. G. Levantamento de plantas de uso terapêutico no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Farmácia**, 88(1), 21-25. 2007.

LIMA, C. T. **Revisão taxonômica, estudo de biologia reprodutiva em *Nymphaea* L. (Nymphaeaceae) e análise filogenética de *Nymphaea* subgênero *Hydrocallis* Planch., para o Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2015.

LIMA, C. T. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Nymphaeaceae. **Rodriguésia**, v.69, n.1 (Especial), p. 153-156. 2018.

LIMA, C. T. et al. Nymphaeaceae do Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**. p.21-71. 2021.

LOIOLA, S. et al. Nutritional properties, determination of phenolic compounds and antioxidant potential of *Victoria amazonica* (Poepp.) **J.C. Sowerby petiole**. 10.21203/rs.3.rs-2239636/v1. 2022.

LOPES, T. S. et al. **Determinação da atividade antioxidante e do perfil químico por ionização por paper spray do morango.** Ciências agrárias: o avanço da ciência no brasil - volume 3. p. 124-137. 2022. 10.37885/220308039

MACEDO, C. C. et al. Levantamento de macrófitas aquáticas no reservatório Paiva Castro, Mairaporã, São Paulo. In: Pompêo et al. (Orgs.) **Ecologia de reservatórios e interfaces**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2015. p. 278-293.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química nova**, 25, 429-438. 2002.

MENEZES, C. F. S. **Biomassa e produção primária de três espécies de macrófitas aquáticas da represa do lobo (Broa), SP.** 1984. 253 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1984.

MICHODJEHOUN-MESTRES, L.; SOUQUET, J. M.; FULCRAND, H.; BOUCHUT, C.; REYNES, M.; BRILLOUET, J. M. Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry**, 112, 851–857. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.056>. 2009.

MOREIRA, A. D. R.; BOVE, C. P. Flora do Rio de Janeiro: Nymphaeaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 91-97, 2017.

NAKKUNTOD, M.; SRINARANG, S.; HILU, K. W. Systematics of Water Lilies (Genus *Nymphaea* L.) Using 18S rDNA Sequences. **Int. J. Biol., Life and Agr Sci.**, v. 13, n. 4, p. 85-90, 2019.

NOCCHI, N. et al. Effects of UV-B radiation on secondary metabolite production, antioxidant activity, photosynthesis and herbivory interactions in *Nymphoides humboldtiana* (Menyanthaceae). **J. Photochem. Photobiol. B, Biol.** v. 212, p. 11,20-21, 2020. Disponível em: Acesso em: 12 jan. 2022.

OLIVEIRA, A. L. S.; FIGUEIREDO, A. D. L. Prospecção Fitoquímica das Folhas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (LeguminosaeMimosoidae). **Revista Brasileira de Biociências**, 5(S2), 384-386. 2007.

OLIVEIRA, V. B.; ZUCHETTO, M.; OLIVEIRA, C. F., et al. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por CLAE-DAD de *Dicksonia sellowiana* (presl.) Hook, Dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, supl. I, p. 230-239, 2016.

PADIAL, A. A.; BINI, L. M.; THOMAZ, S. M. The study of aquatic macrophytes in Neotropics: scientometrical view of the main trends and gaps. **Braz. J. Biol.**, v. 68, suppl. 4, p. 1051-1059, 2008. Disponível em: Acessado em 12 jan. 2022.

PASSO, C. V. T. et al. Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (*Musa* sp.). **Food Chem.** p. 167:197-204. doi:10.1016/j.foodchem. 2015.

PEIXOTO, M. M.; PACOBAHYBA, L. D. *Nymphaea rudgeana* G. Mey - **fitoquímica, toxicidade e atividade antimicrobiana do extrato**. Republic of Moldova, Chisinau. Novas Edições Acadêmicas, 2021, v.1. p.88.

PELLEGRINI, M. O. O. **Nymphaeaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10949>>. Acesso em: 09 ago. 2023.

PIERINI, S. A, THOMAZ, S. M. Adaptações de plantas submersas à absorção do carbono inorgânico. **Acta Bot. Bras.** v. 18, v. 3, p. 629-641. Set 2004. DOI: 10.1590/S0102-33062004000300020. Acesso em: 09 jan. 2022.

PPBIO. **Programa de Pesquisa em Biodiversidade**. Disponível via <http://ppbio.inpa.gov.br>. 2011.

POZETTI, G. L. *Brosimum gaudichaudii* Trecul (Moraceae): da planta ao medicamento. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 26. 2005.

RORIZ, C. L., BARROS, L., CARVALHO, A. M., SANTOS-BUELGA, C., FERREIRA, I. C. F. R. *Pterospartum tridentatum*, *Gomphrena globosa* and *Cymbopogon citratus*: a phytochemical study focused on antioxidant compounds. **Food Res. Int.** 62, 684–693. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.04.036>. 2014.

RAJA, M. M.; KUMARADOSS, M.; SETHIYA, S.; SHRIHARI, M. (2010). A comprehensive review on *Nymphaea stellata*: A traditionally used bitter. **Journal of advanced pharmaceutical technology & research.** 1. 311-319. 10.4103/0110-5558.72424.

REZANIA, S. et al. Comprehensive review on phytotechnology: Heavy metals removal by diverse aquatic plants species from wastewater. **J Hazard Mater**, v. 318, p. 587-599, nov., 2016.

RINALDI, M. V. N. **Avaliação da atividade antibacteriana e citotóxica dos alcalóides isoquinolínicos de *Annona hypoglauca* Mart.** Dissertação de mestrado Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

ROSÁRIO, A. C. D. A. Análise fitoquímica da espécie *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedra). *Estação Científica (UNIFAP)*, 6(1), 35-41. 2016.

ROZA, L. A.; SOUZA, G. L. A.; SANTOS, W. M. **Levantamento de metabólitos secundários presentes nas folhas de *Senna spectabilis* (Fabaceae) por espectrometria de massas.** UNESP. 2015.

SANTOS, R. L.; GUIMARAES, G. P.; NOBRE, M. S. C.; PORTELA, A. S. Análise da fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista brasileira de plantas medicinais**, 13(4), 486-491. 2011

SCHMIDT-MUMM, U. **Vegetación acuática y palustres de la sabana de Bogotá y plano del río Ubaté.** Tese de Maestria. Universidad Nacional de Colombia. 1998.

SILVA, A. I.; SÁ-FILHO, G.; OLIVEIRA, L.; GUZEN, F.; CAVALCANTI, J.; CAVALCANTE, J. (2021). Perfil fitoquímico de extratos etanólicos e metanólicos do *Croton blanchetianus*. **Revista Brasileira Multidisciplinar - ReBraM**, 24(1), 134-142. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i1.1057>. 2021.

SILVA, B. M.; ANDRADE, P. B.; VALENTÃO, P.; FERRERES, F.; SEABRA, R. M. Phenolic profiles of in vivo and in vitro grown *Coriandrum sativum* L. **Food Chemistry**, 110(4), 901-907. doi:10.1016/j.foodchem.2008.02.079. 2008

SIMÕES C. M. O.; SCHENKEL E. P.; GOSMANN G.; MELLO J. C. P.; MENTZ L. A.; PETROVICK P. R. 2004. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 5.ed. Porto Alegre/ Florianópolis: UFRGS Editora/ Editora da UFSC. p. 230-239.

SINGH, M. et al. A review on genus *Nymphaea*: multi-potential medicinal plant. **Asian Journal of Pharmaceutical Education and Research.**, v. 6, Issue-4, out-dez., 2017.

SOBEH, M. et al. Albizia anthelmintica: HPLC-MS/MS profiling and in vivo anti-inflammatory, pain killing and antipyretic activities of its leaf extract. **Biomedicine and Pharmacotherapy**. 115. 10.1016/j.biopha.2019.108882. 2019.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2ª Ed. São Paulo: Nova Odessa, Instituto Plantarum. 2008, 704p.

SUBASH-BABU, P.; IGNACIMUTHU, S.; ALSHATWI, A. A. Nymphayol increases glucose-stimulated insulin secretion by RIN-5F cells and GLUT4-mediated insulin sensitization in type 2 diabetic rat liver. **Chemico-Biological Interactions**, v. 226, p. 72-81. 2015.

THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. A. Comunidades de macrófitas aquáticas. In: ESTEVES, F. A. (Org.). Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2011. 790 p.

TOUFEKTSIAN, M. C. et al. Chronic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemia-reperfusion injury. **J Nutr**. 2008. 138(4):747-752. doi:10.1093/jn/138.4.747

TUROLLA, M. S. D. R.; NASCIMENTO, E. D. S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, 42, 289-306. 2006.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura. *Química nova*, 28, 519-528. 2005.

VIERA, V. B. Compostos bioativos, atividade antioxidante e antimicrobiana na casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) submetidos a diferentes métodos de extração. 123p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

WILLIAMSON, G.; CLIFFORD, M. N. Colonic metabolites of berry polyphenols: the missing link to biological activity? **British Journal of Nutrition**, 104(S3), S48-S66. doi:10.1017/S0007114510003931. 2010

WYREPKOWSKI, C. C.; COSTA, D. L.; SINHORIN, A. P.; VILEGAS W, DEGRANDIS, R.A.; RESENDE, F. A.; VARANDA, E.A.; DOSSANTOS, L. C. (2014). Characterization and quantification of the compounds of the ethanolic extract from *Caesalpinia ferrea* stem bark and evaluation of their mutagenic activity. **Molecules**. 19:16039-16057.

XIA, M., LING, W., ZHU, H., MA, J., WANG, Q., HOU, M., TANG, Z., GUO, H., LIU, C.; YE, Q. Anthocyanin attenuates CD40-mediated endothelial cell activation and apoptosis by inhibiting CD40-induced MAPK activation. **Atherosclerosis**, 202(1), 41–47. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2008.04.005>

YANG, T. H.; CHEN, C. M.; LU, C.; LIAO, C. L. Studies on the alkaloids of lotus receptacle. **Journal of Chinese chemical Society**. 1972; 19: 143-147.

YIN, DAN-DAN et al. Assessment of flavonoids and volatile compounds in tea infusions of water lily flowers and their antioxidant activities, **Food Chemistry**, Volume 187, 2015.

ZHANG, K. et al. Preparation and evaluation of kaempferol-phospholipid complex for pharmacokinetics and bioavailability in SD rats. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 114, p. 168–175, 2015.

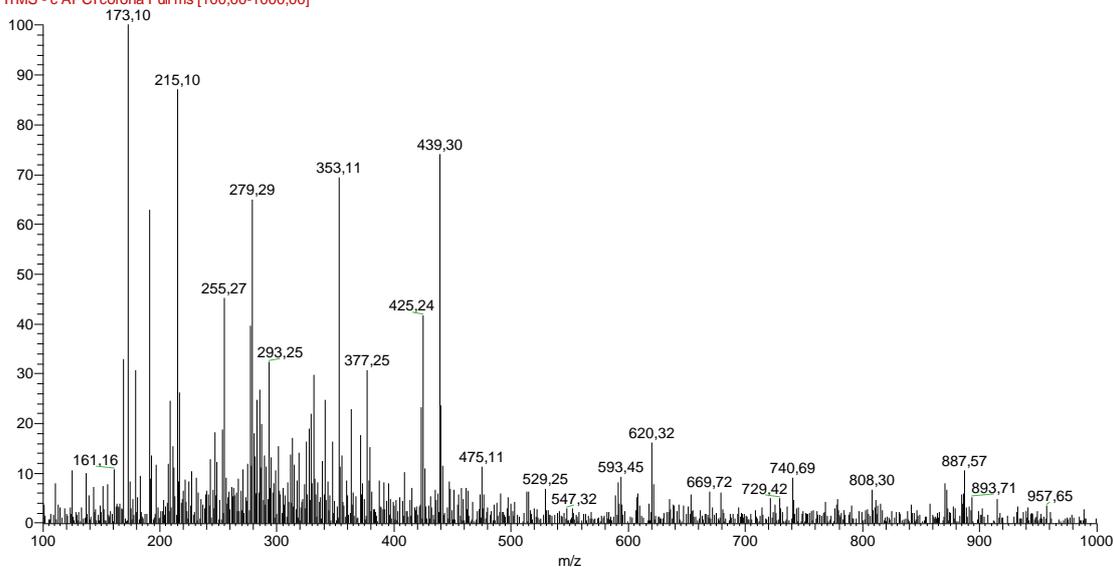
ZHANG, L. et al. The water lily genome and the early evolution of flowering plants. **Nature**, v. 577, p. 79–84. 2020.

ZHAO, T. et al. Structure-activity relationship, bioactivities, molecular mechanisms, and clinical application of nuciferine on inflammation-related diseases, **Pharmacological Research**, v. 193, 2023, ISSN 1043-6618,

ZHU M, ZHENG X, SHU Q, LI H, ZHONG P, ET AL. Relationship between the Composition of Flavonoids and Flower Colors Variation in Tropical Water Lily (*Nymphaea*) Cultivars. **PLoS ONE** 7(4): e34335. 2012. doi:10.1371/journal.pone.0034335.

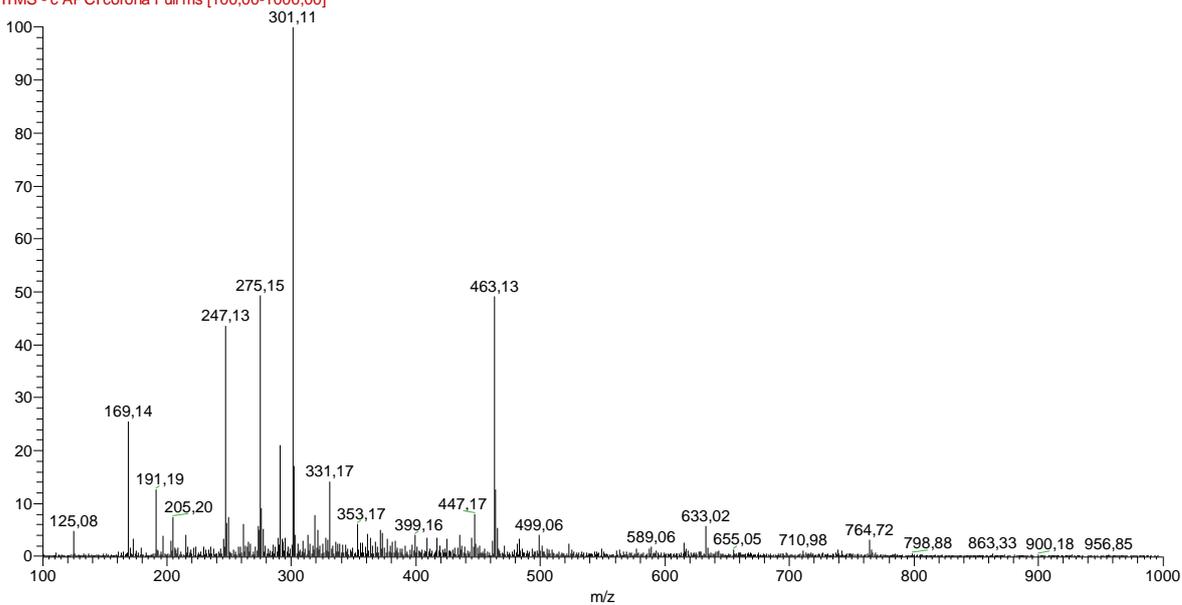
APÊNDICE A – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 7, 11, 12, 18, 22, 26, 33, 36

Extrato_Michelle_62_aofim #61-78 RT: 0,86-1,09 AV: 9 NL: 1,09E2
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



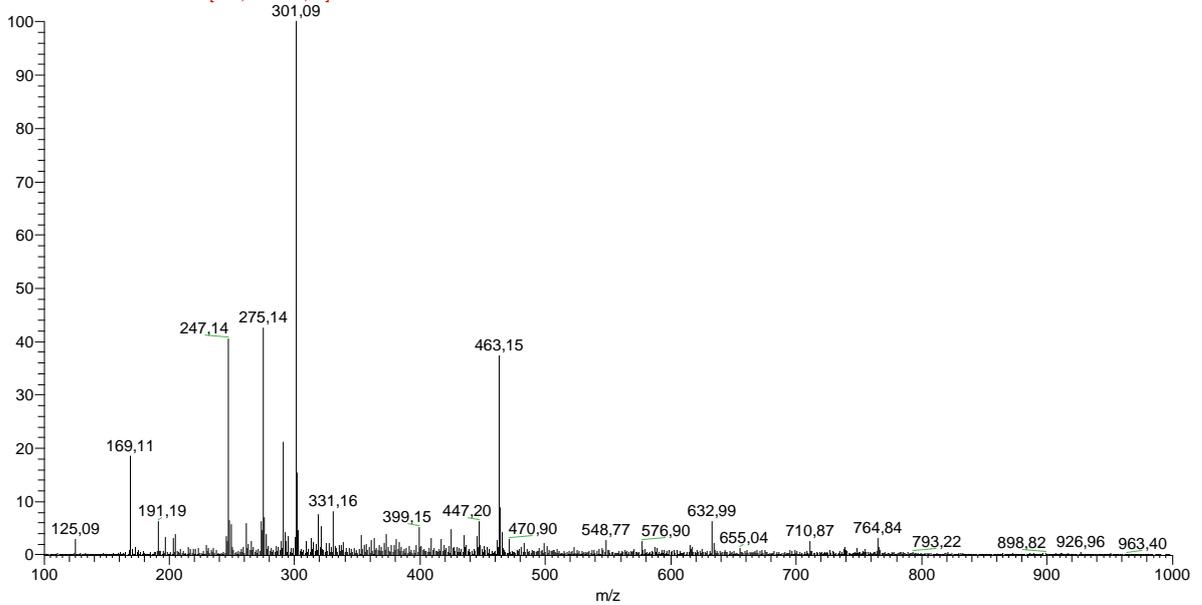
APÊNDICE B – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 18, 28, 30, 31

Extrato_Michelle_62_aofim #79-98 RT: 1,11-1,35 AV: 10 NL: 3,30E3
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



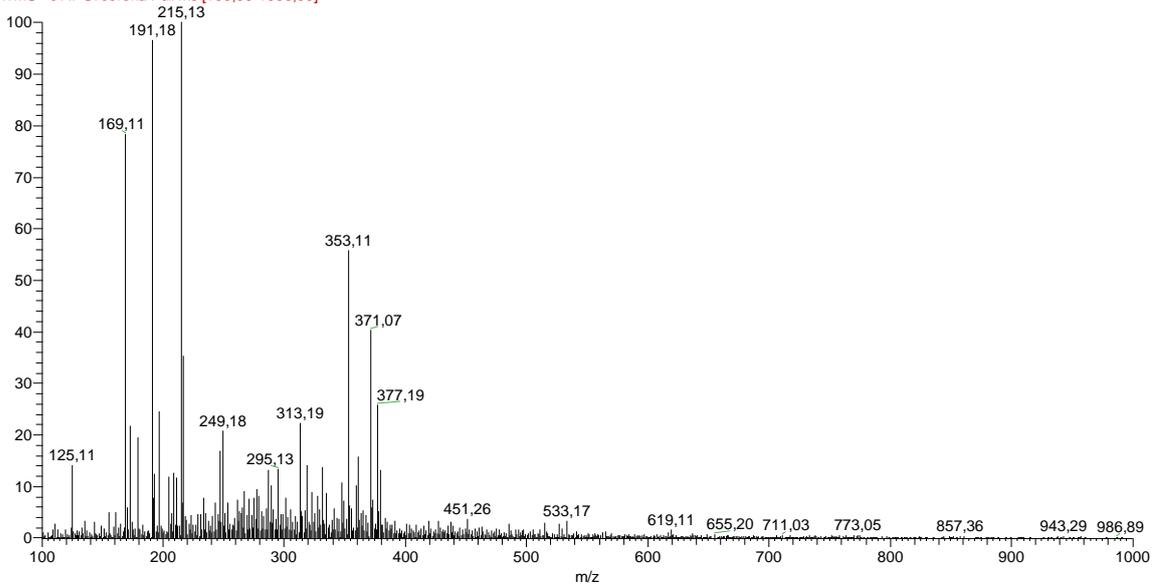
APÊNDICE C – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 8, 9,11, 12, 13, 16, 27, 28, 30

Extrato_Michelle_62_aofim #99-117 RT: 1,38-1,59 AV: 9 NL: 5,83E3
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



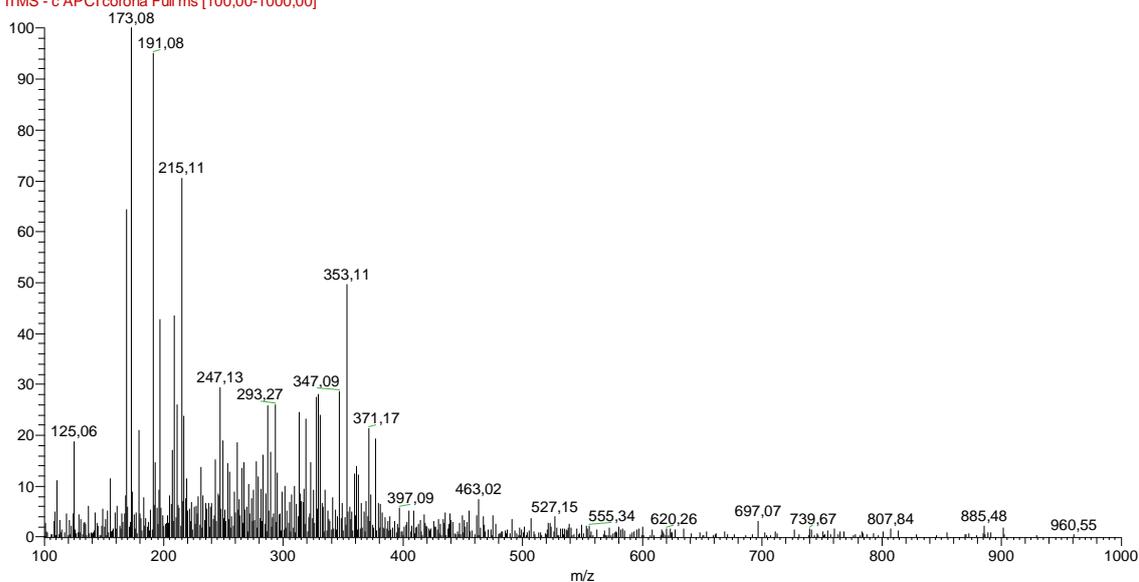
APÊNDICE D – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 7, 9, 12, 14, 18, 21, 22, 29

Extrato_Michelle_62_aofim #119-138 RT: 1,64-1,89 AV: 10 NL: 9,39E2
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



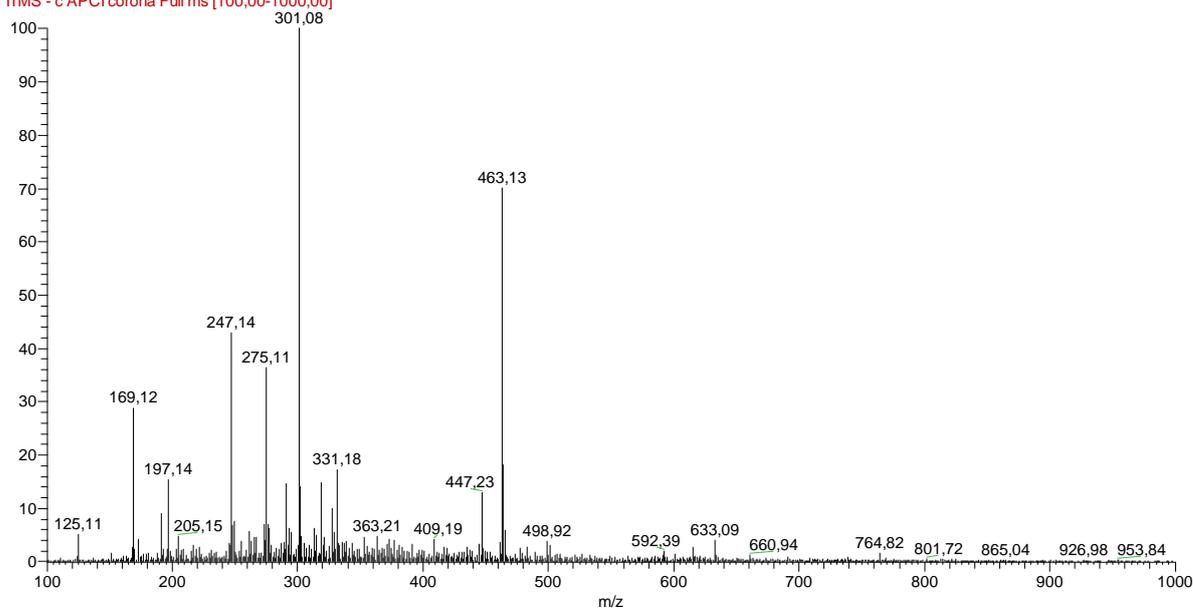
APÊNDICE E – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 4, 7, 8, 11, 17, 18, 21, 30

Extrato_Michelle_62_aofim #139-154 RT: 1,92-2,12 AV: 8 NL: 1,62E2
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



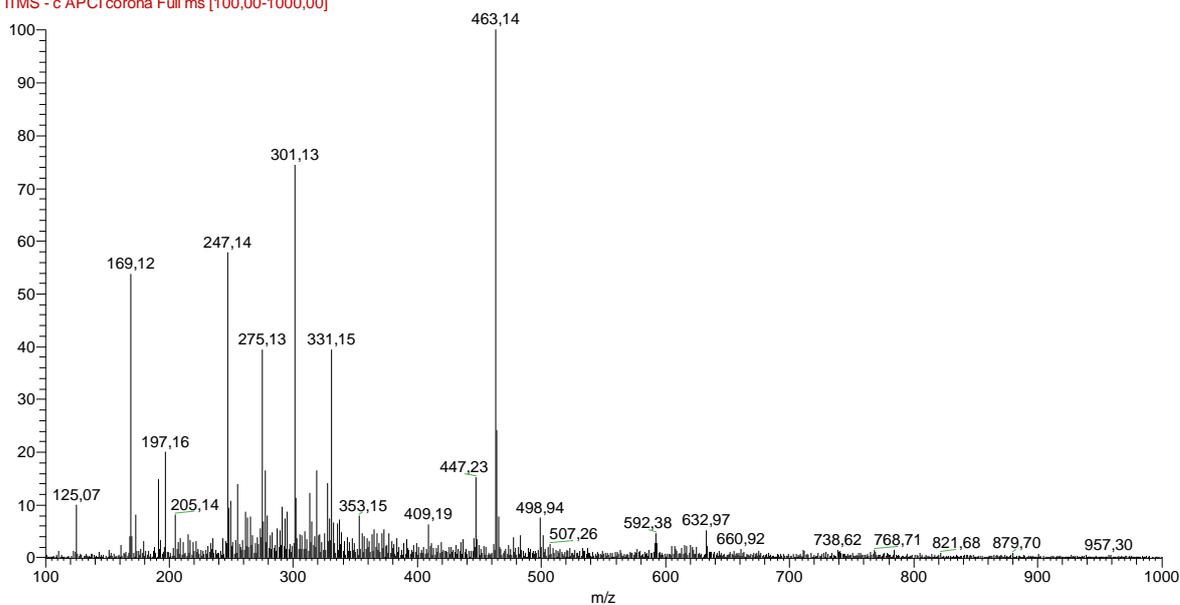
APÊNDICE F – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 5, 6, 8, 9, 13, 16, 20, 25, 28, 30

Extrato_Michelle_62_aofim #156-176 RT: 2,15-2,43 AV: 11 NL: 1,24E3
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



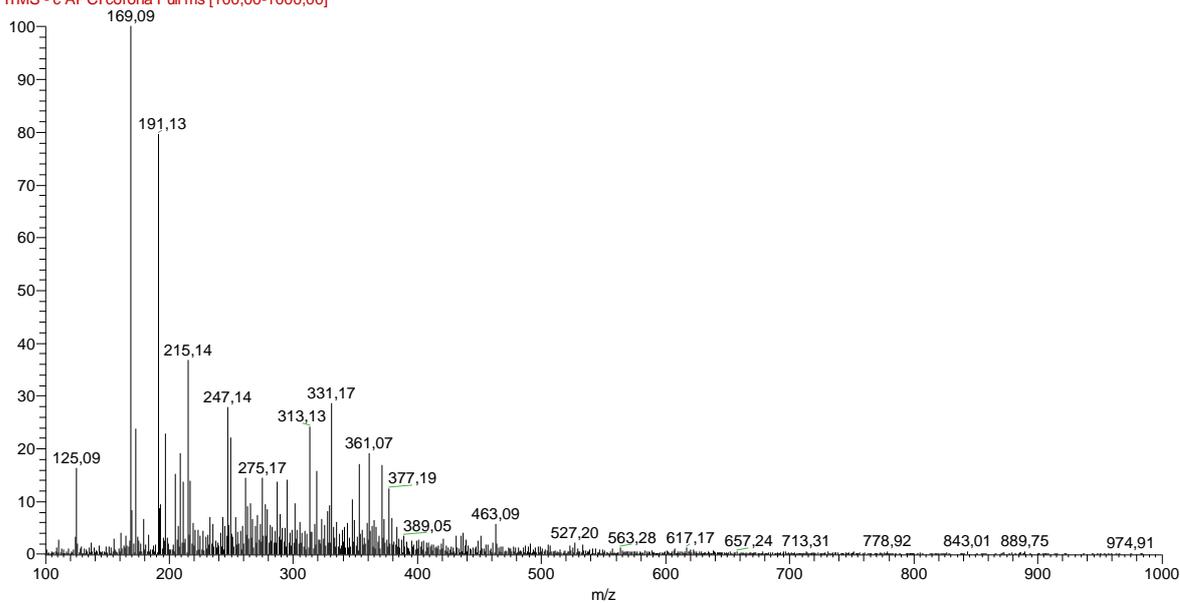
APÊNDICE G – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 16, 18, 25, 28, 30, 32

Extrato_Michelle_62_aofim #175-200 RT: 2,43-2,76 AV: 13 NL: 1,20E3
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



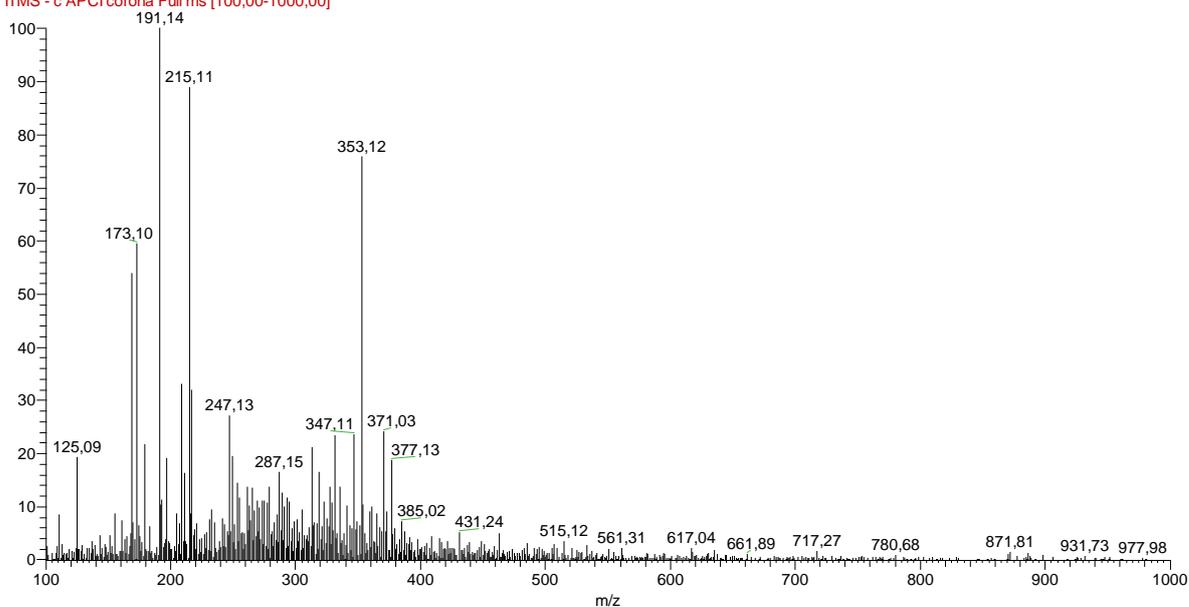
APÊNDICE H – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 7, 8, 9, 14, 16, 19, 22, 24, 30

Extrato_Michelle_62_aofim #201-233 RT: 2,79-3,21 AV: 16 NL: 6,89E2
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



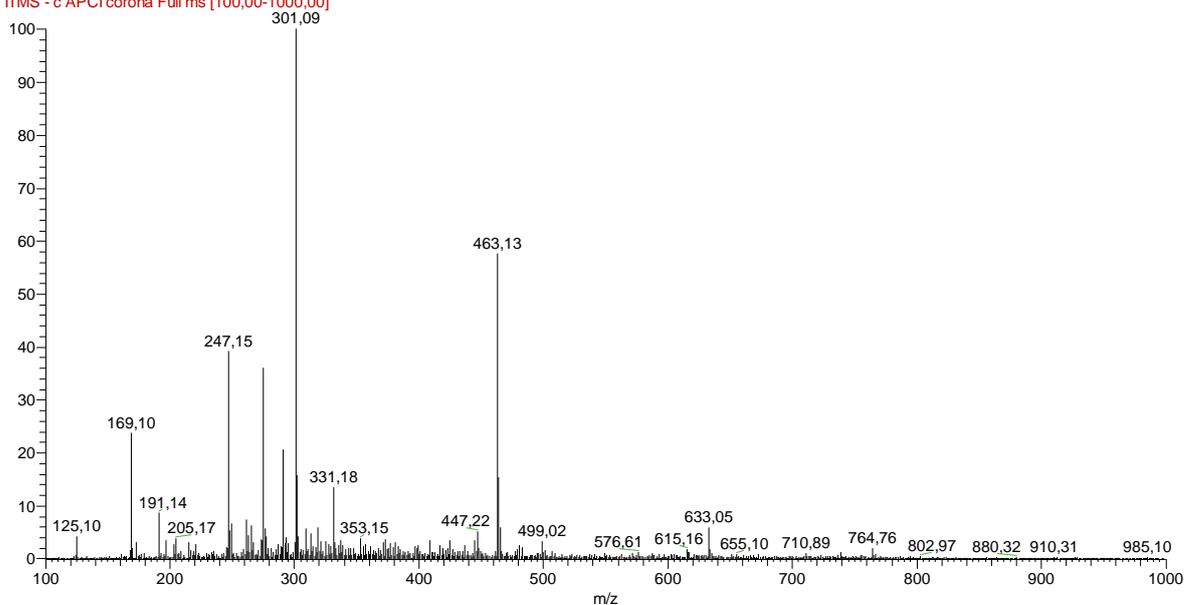
APÊNDICE I – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 4, 7, 8, 10, 17, 18, 21, 22, 23, 27, 29

Extrato_Michelle_62_aofim #233-276 RT: 3,24-3,84 AV: 22 NL: 1,39E2
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



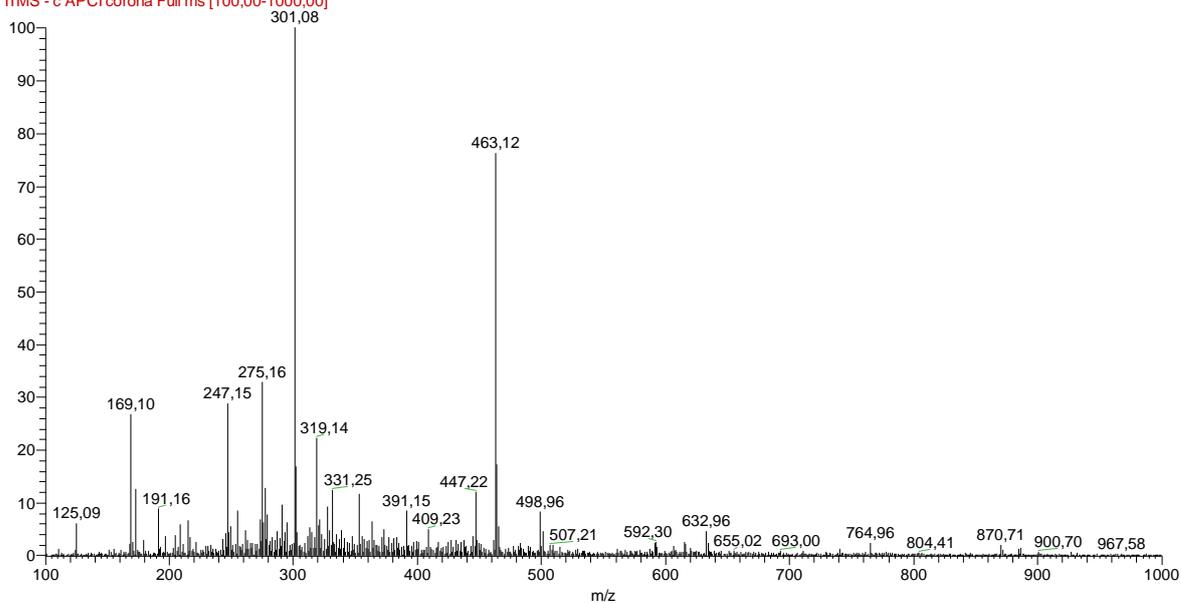
APÊNDICE J – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 4, 6, 8, 13, 16, 18, 28, 30, 31, 34, 35

Extrato_Michelle_62_aofim #277-300 RT: 3,86-4,16 AV: 12 NL: 2,81E3
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



APÊNDICE K – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 3, 4, 7, 8, 11, 17, 18, 21, 30, 32

Extrato_Michelle_62_aofim #301-322 RT: 4,19-4,47 AV: 11 NL: 1,32E3
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]



APÊNDICE L – Espectros de APCI/ MS dos compostos 1, 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 30, 36

Extrato_Michelle_62_aofim #321-344 RT: 4,47-4,78 AV: 12 NL: 3,78E2
F: ITMS - c APCI corona Full ms [100,00-1000,00]

