

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas
(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2019

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas
(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A872	Atividades de ensino e de pesquisa em química [recurso eletrônico] / Organizadores Juliano Carlo Rufino de Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-773-4 DOI 10.22533/at.ed.734191111 1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Freitas, Juliano Carlo Rufino de. II. Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de. CDD 540
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A área de Ensino e de Pesquisa em Química, nessas últimas décadas, tem possibilitado grandes avanços no que tange as investigações sobre a educação química, devido as contribuições de estudos com bases teóricas e práticas referentes aos aspectos fenomenológicos e metodológicos da aprendizagem, que tem se utilizado da investigação na sala de aula possibilitando os avanços nas concepções sobre aprendizagem e ensino de química.

Atualmente, a área de Ensino e de Pesquisa em Química conta com inúmeras ferramentas e materiais didáticos que tem corroborado para uma educação química de qualidade, isso, devido ao desenvolvimento dessas pesquisas que tem contribuído expressivamente na capacitação desse profissional docente e na confecção e desenvolvimento de recursos didáticos e paradidáticos relativos à sua prática.

O *e-Book* “**Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química**” é composto por uma criteriosa coletânea de trabalhos científicos organizados em 26 capítulos distintos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para atender os interesses de acadêmicos e estudantes tanto do ensino médio e graduação, como da pós-graduação, que procuram atualizar e aperfeiçoar sua visão na área. Nele, encontrarão experiências e relatos de pesquisas teóricas e práticas sobre situações exitosas que envolve o aprender e o ensinar química.

Esperamos que as experiências relatadas, neste *e-Book*, pelos diversos professores e acadêmicos, contribuam para o enriquecimento e desenvolvimento de novas práticas pedagógicas no ensino de química, uma vez que nesses relatos são fornecidos subsídios e reflexões que levam em consideração os objetivos da educação química, as relações interativas em sala de aula e a avaliação da aprendizagem.

Juliano Carlo Rufino de Freitas
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
Gabriela Martins Piva Gustavo Bizarria Gibin	
DOI 10.22533/at.ed.7341911111	
CAPÍTULO 2	15
PRODUÇÃO DE KITS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COM OS ALUNOS DA EJA	
Cristiele de Freitas Pereira Valeria Bitencourt Pinto Luely Oliveira Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.7341911112	
CAPÍTULO 3	29
QUÍMICA, TEATRO E MÚSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO NÃO-FORMAL	
Fernanda Marur Mazzé Bianca Beatriz Bezerra Victor Lorena Gabriele Bezerra dos Santos Fabrícia Dantas Carolina Rayanne Barbosa de Araújo Grazielle Tavares Malcher	
DOI 10.22533/at.ed.7341911113	
CAPÍTULO 4	36
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SEQUENCIAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E POLARIMETRIA	
Grazielle Tavares Malcher Nayara de Araújo Pinheiro Clarice Nascimento Melo Gerion Silvestre de Azevedo Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira Fernanda Marur Mazzé Renata Mendonça Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.7341911114	
CAPÍTULO 5	48
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DESTA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA	
Bianca Mendes Carletto Ana Nery Furlan Mendes Gilmene Bianco	
DOI 10.22533/at.ed.7341911115	

CAPÍTULO 6 62

A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM NO ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES: AVALIAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO DE CONCEITOS A SITUAÇÕES COTIDIANAS

Rebeca Castro Bighetti
Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani
Alexandre de Oliveira Legendre

DOI 10.22533/at.ed.7341911116

CAPÍTULO 7 76

ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA NA FEIRA LIVRE

Luis Carlos de Abreu Gomes
Jorge Cardoso Messeder
Maria Cristina do Amaral Moreira

DOI 10.22533/at.ed.7341911117

CAPÍTULO 8 87

CONSUMO, CONSTITUIÇÃO E ADULTERAÇÕES DO LEITE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Nathan Roberto Lohn Pereira
Flavia Maia Moreira

DOI 10.22533/at.ed.7341911118

CAPÍTULO 9 102

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques
Claudia Regina Xavier

DOI 10.22533/at.ed.7341911119

CAPÍTULO 10 124

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques
Claudia Regina Xavier

DOI 10.22533/at.ed.73419111110

CAPÍTULO 11 135

AROMAS: UMA ABORDAGEM SENSORIAL PARA O ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉSTERES

Larissa Santos Silva
Alvaro Vieira Dos Santos
Larissa Santos Silva
Lorena Maria Gomes Lisbôa Brandão
Vitor Lima Prata
Daniela Kubota
Tatiana Kubota
Márcia Valéria Gaspar de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.73419111111

CAPÍTULO 12 147

CONSTRUINDO UMA TABELA PERIÓDICA SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Alexandra Souza de Carvalho
Geórgia Silva Xavier

Clecineia Lima Santos
Geisa Leslie Chagas de Souza
Aline da Cruz Porto Silva

DOI 10.22533/at.ed.73419111112

CAPÍTULO 13 154

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS NO ENSINO PARA ALUNOS COM SÍNDROME DE DOWN

Thiago Perini
Débora Lázara Rosa

DOI 10.22533/at.ed.73419111113

CAPÍTULO 14 158

A OPINIÃO DE SURDOS E OUVINTES SOBRE O SEU PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE PROVENIENTE DE QUESTIONÁRIOS

Ivoni Freitas-Reis
Jomara Mendes Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.73419111114

CAPÍTULO 15 173

A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES EXPERIENTES E EM FORMAÇÃO SOBRE O USO DE UM MATERIAL DIDÁTICO ORGANIZADO A PARTIR DE TEMAS DO CONTEXTO

Daniela Martins Buccini
Ana Luiza de Quadros
Aline de Souza Janerine

DOI 10.22533/at.ed.73419111115

CAPÍTULO 16 186

MODELOS DIDÁTICOS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA E EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO FORMATIVO

Terezinha Iolanda Ayres-Pereira
Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Marco Antônio Montanha
Ronan Gonçalves Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.73419111116

CAPÍTULO 17 199

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DO PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

José Vieira do Nascimento Júnior

DOI 10.22533/at.ed.73419111117

CAPÍTULO 18 209

NANOCIÊNCIA, NANOTECNOLOGIA E NANOBIOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM RIO BRANCO – ACRE

Najara Vidal Pantoja
Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

DOI 10.22533/at.ed.73419111118

CAPÍTULO 19 222

DEBATE NA TERMOQUÍMICA

Líria Amanda da Costa Silva
Fabiana Gomes

Alécia Maria Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.73419111119

CAPÍTULO 20 235

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE *Humirianthera ampla*: TESTANDO POSITIVIDADE PARA ALCALOIDES

Antonia Eliane Costa Sena
Ketlen Luiza Costa da Silva
Dagmar mercado Soares
Ricardo de Araújo Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111120

CAPÍTULO 21 241

TRITERPENÓIDES, ESTEROIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS CASCAS DO CAULE DE *Luehea divaricata*

Lildes Ferreira Santos
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Mateus Lima Neris
Gerardo Magela Vieira Júnior
Samya Danielle Lima de Freitas
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111121

CAPÍTULO 22 252

TOCOFERÓIS E ISOPRENOIDES DO EXTRATO HEXÂNICO DAS FOLHAS DE *Bauhinia pulchella*

Adonias Almeida Carvalho
Lucivania Rodrigues dos Santos
Gerardo Magela Vieira Júnior
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111122

CAPÍTULO 23 265

DOCAGEM MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR DE ANALOGOS DE NEOLIGNANAS CONTRA ENZIMA CRUZAÍNA DE *Trypanosoma cruzi*.

Renato Araújo da Costa
Sebastião Gomes Silva
Alan Sena Pinheiro
João Augusto da Rocha
Andreia do Socorros Silva da Costa
Gustavo Francesco de Moraes Dias
Diego Raniere Nunes Lima
Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho
Davi do Socorro Barros Brasil
Fábio Alberto de Molfetta

DOI 10.22533/at.ed.73419111123

CAPÍTULO 24 278

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E TURBIDIMÉTRICO PARA A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFATO EM ÁGUAS INDUSTRIAIS

Polyana Cristina Nogueira Gomes
Luciano Alves da Silva
Fabiana de Jesus Pereira
Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111124

CAPÍTULO 25 291

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE RECARGA RESULTANTE DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Hellena de Lira e Silva

Luciano Alves da Silva

Fabiana de Jesus Pereira

Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111125

CAPÍTULO 26 303

PRODUÇÃO DE CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON HETEROGÊNEO

Erlan Aragão Pacheco

Alexilda Oliveira de Souza

Henrique Rebouças Marques Santos

Lucas Oliveira Santos

Claudio Marques Oliveira

Abad Roger Castillo Hinojosa

Luiz Nieto Gonzales

DOI 10.22533/at.ed.73419111126

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 310

ÍNDICE REMISSIVO 311

TRITERPENÓIDES, ESTEROIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS CASCAS DO CAULE DE *Luehea divaricata*

Lildes Ferreira Santos

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Lucivania Rodrigues dos Santos

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Adonias Almeida Carvalho

Instituto Federal do Piauí – IFPI (Campus Piri-piri)
Piri-piri – Piauí

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Renato Pinto de Sousa

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Mateus Lima Neris

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Gerardo Magela Vieira Júnior

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Samya Danielle Lima de Freitas

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Mariana Helena Chaves

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

divaricata Mart & Zucc resultou no isolamento e identificação dos triterpenóides pentacíclicos friedelina (1), lupenona (2), lupeol (3), hop-17(21)-en-3-ona (4), hop-17(21)-en-3-ol (5), taraxasterol (6), ácido 3-*O*-acetil-oleanólico (7) e ácido 3-*O*-acetil-ursólico (8) e dos esteroides sitosterol (9) e estigmasterol (10). O extrato etanólico e suas frações da partição apresentaram atividade antioxidante no ensaio frente ao radical DDPH, sendo o extrato e a fração acetato de etila mais ativos e com os maiores teores de fenóis totais, determinado pelo método de Folin-Ciocalteu.

PALAVRAS-CHAVE: *Luehea divaricata*, triterpenóides, atividade antioxidante, Fabaceae

TRITERPENÓIDS, STEROIDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY FROM STEM BARK OF *Luehea divaricata*

ABSTRACT: The phytochemical investigation of the ethanolic extract of the stem bark of *Luehea divaricata* Mart & Zucc resulted in the isolation and identification of pentacyclic triterpenoids: friedelina (1), lupenone (2), lupeol (3), hop-17(21)-en-3-one (4), hop-17(21)-en-3-ol (5), taraxasterol (6), 3-*O*-acetyl oleanolic acid (7) and 3-*O*-acetyl ursolic acid (8) and the steroids sitosterol (9) and stigmasterol (10). The ethanolic extract and its partition fractions

RESUMO: A investigação fitoquímica do extrato etanólico das cascas do caule de *Luehea*

showed antioxidant activity in the assay against the DDPH radical, and the ethyl acetate extract and fraction were more active and had the highest total phenol content, determined by the Folin-Ciocalteu method.

KEYWORDS: *Luehea divaricata*, triterpenoids, antioxidant activity, Fabaceae

1 | INTRODUÇÃO

Luehea divaricata Mart & Zucc (Malvaceae), sinónímias *L. speciosa* Wild, *Brotera mediterranea* Vell e *L. parvifolia* Mart., é conhecida popularmente como açoita cavalo (TANAKA et al., 2005). É uma espécie não endêmica, com ocorrência no Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, principalmente nos estados da Bahia, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FORZZA et al., 2010). As folhas desta espécie são utilizadas no tratamento de disenteria, reumatismo, blenorragia, leucorréia e tumores, sendo comercializadas para estes fins. Além disso, as flores são usadas na medicina tradicional contra bronquite e a raiz como depurativa (TANAKA et al., 2005).

Estudos químicos realizados anteriormente relatam a ocorrência do flavonoide rutina, identificado por CLAE no extrato etanólico das folhas (ARANTES, 2012). Os compostos vitexina, ácido 3β -*p*-hidroxibenzoiltormêntico, ácido maslínico e glicopiranosilsterol foram isolados do extrato metanólico das folhas e (-)-epicaquetina do extrato metanólico das cascas do caule (TANAKA et al., 2005).

Os triterpenoides e esteroides são comuns em plantas e já foram isolados nas folhas de *L. divaricata*. Estas classes de compostos são biossintetizadas pela rota do mevalonato em animais e plantas. O precursor é o óxido de esqualeno na conformação *cadeira-cadeira-cadeira-barco* formando triterpenoides com diversos esqueletos carbônicos, dos quais, os mais comuns são lupano, oleanano e ursano (Figura 1). Dióxido de esqualeno na conformação *cadeira-barco-cadeira-barco* gera os esteroides (DEWICK, 2009).

Triterpenoides de esqueleto hopano geralmente são encontrados em membranas de bactérias e em samambaias e são biossintetizados a partir do esqualeno. Os hopanoides que têm função oxigenada em C-3 são também biossintetizados a partir do óxido de esqualeno na conformação *cadeira-cadeira-cadeira-cadeira* gerando o cátion hopila (DEWICK, 2009; XU et al., 2004).

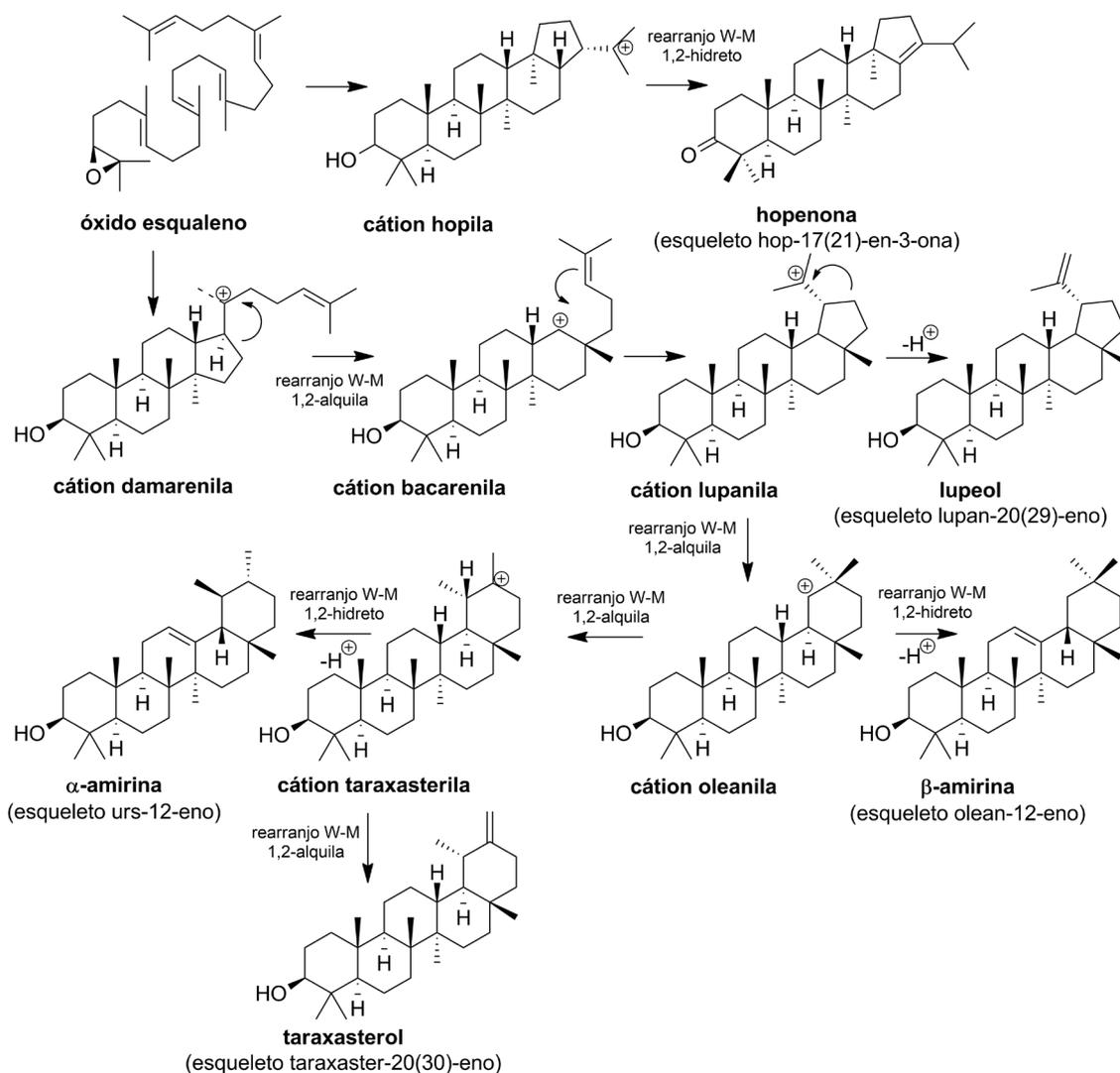


Figura 1. Rota biossintética dos triterpenóides. Adaptado de Dewick (2009) e Xu et al. (2004). W-M: Wagner-Meerwein.

Estudos farmacológicos comprovaram as atividades antioxidante, mutagênica, antinociceptiva, analgésica, antifúngica, antimicrobiana e anti-inflamatória da espécie *L. divaricata* (ALICE et al., 1991; BATISTA et al., 2016; MULLER, 2006; ROSA et al., 2014; ZACCHINO et al., 1998).

O presente trabalho teve como objetivo realizar o estudo fitoquímico e avaliar o potencial antioxidante do extrato etanólico das cascas do caule de *L. divaricata* e de suas frações.

2 | METODOLOGIA

As cascas do caule de *L. divaricata* foram coletadas no povoado Bebedouro, no município de Nazária - PI, em dezembro de 2013. O material vegetal foi identificado pelo biólogo Felipe Sousa Queiroz Barbosa da Universidade Federal do Piauí e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso com o número TEPB 30119 e cadastro de acesso SisGen nº AAB530D.

As cascas foram secas, moídas (3,4 kg) e submetidas à maceração exaustiva com etanol. O solvente foi removido em evaporador rotativo obtendo-se 170 g (5%) do extrato etanólico da casca do caule (EECC). Uma alíquota de 160 g do EECC foi suspensa em 1,5 L da mistura MeOH/H₂O (1:2) e submetido a partição, resultando nas frações hexânica (FHCC, 7 g, 4%), acetato de etila (FAECC, 35 g, 21%) e aquosa (FACC, 113 g, 67%).

A FHCC (6,5 g) foi fracionada por meio de cromatografia em coluna de gel de gel de sílica e eluída com hexano, hexano-acetato de etila e metanol, em ordem crescente de polaridade, fornecendo 106 frações. Após análise em cromatografia em camada delgada (CCD) reveladas com sulfato cérico foram reunidas em 26 grupos.

O grupo HLd-14 trata-se da mistura M1 (**1**, **2** e **4**). Os grupos HLd-25, HLd 47-16 e HLd 37-9 foram fracionados em coluna de Sephadex LH-20, eluída em hexano-diclorometano (1:4), fornecendo as misturas dos compostos M2 (**3**, **5** e **6**), M3 (**7** e **8**) e M4 (**9** e **10**), respectivamente.

As análises por ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13 (RMN de ¹H e de ¹³C) foram realizadas em espectrômetro Varian INOVA-modelo 400, operando a 400 MHz para o ¹H e 100 MHz para o ¹³C. Foram utilizados CDCl₃ como solvente e TMS como referência interna e somente para a mistura M3 foi usado CDCl₃ com gotas de CD₃OD.

A avaliação da atividade antioxidante do EECC e das frações foi realizada pelo método do sequestro do radical livre DPPH como descrito por Sousa et al. (2007). Os controles positivos utilizados foram rutina e BHT.

O conteúdo de fenóis totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Sousa et al. (2007) e o teor de flavonoides totais por espectrofotometria de absorção molecular utilizando solução metanólica de AlCl₃ de acordo com Ferreira et al. (2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo fitoquímico do extrato etanólico das cascas do caule de *L. divaricata* resultou no isolamento e identificação de três misturas de triterpenóides (M1 a M3) e uma mistura (M4) de esteroides (Figura 2). Em análise por CCD revelada com solução de sulfato cérico, M1 apresentou uma mancha alaranjada, enquanto M2 mostrou mancha de coloração rósea, M3 mancha alongada lilás e M4 mancha azul que muda para rosa com a continuação do aquecimento. Estas cores observadas são características de compostos de natureza isoprênica, como triterpenoides e esteroides (CHAVES, 1997).

As estruturas dos compostos foram identificadas por RMN de ¹H e ¹³C (Tabela 1) e por comparação com dados da literatura. Todos os compostos são inéditos na espécie.

Os espectros de RMN de ^1H das misturas M1-M3 apresentaram sinais na região de δ 0,7 a 2,7, atribuídos a hidrogênios de grupos metílicos, metilênicos e metínicos característicos de triterpenoides. Para M1 observou-se ausência de um duplo duplete em aproximadamente δ 3,2 que descartou a ocorrência de triterpenoide do tipo 3 β -OH. Os dupletos em δ 4,56 e 4,68 ($J=2,5$ Hz) dos hidrogênios (H-29a e H-29b) da ligação dupla *gem*-dissubstituída e o simpleto em δ 1,68, correspondente a hidrogênios metílicos (H-30) ligados a carbono sp^2 , sugerem a existência do esqueleto lup-20(29)-eno (OLEA; ROQUE, 1990).

O espectro de RMN de ^{13}C da mistura M1 (Tabela 1) apresentou 58 sinais de maior intensidade. O par de sinal em δ 151,0 e 109,5 confirma a ligação dupla do esqueleto lup-20(29)-eno e o sinal em δ 218,3 indica a presença de carbonila em C-3. Esta análise permitiu identificar a lupenona (**2**) (MAHATO; KUNDU 1994). Foi possível observar ainda, os sinais em δ 7,0 atribuído a C-23, característico de esqueleto friedelano e em 213,3 de carbonila em C-3 (OLEA; ROQUE, 1990) permitindo identificar a friedelina (**1**). Na mistura M1, foi possível identificar ainda, o hop-17(21)-en-3-ona (**4**), pela presença dos sinais em δ 139,8 (C-17) e 136,4 (C-21) típico de triterpenoide de esqueleto hop-17(21)-eno e um sinal em δ 218,3 de carbonila em C-3 (OLEA; ROQUE, 1990; SHEN et al., 2002).

A friedelina (**1**) possui propriedades antifúngica, antimicrobiana e hipolipidêmica (DURAI PANDIYAN et al, 2016). A lupenona (**2**) possui atividades antidiabética, antiparasitária e adipogênica (AHN et al, 2013; GACHET et al., 2011; NA et al., 2009). Não há relato de atividades farmacológicas na literatura para hop-17(21)-en-3-ona (**4**).

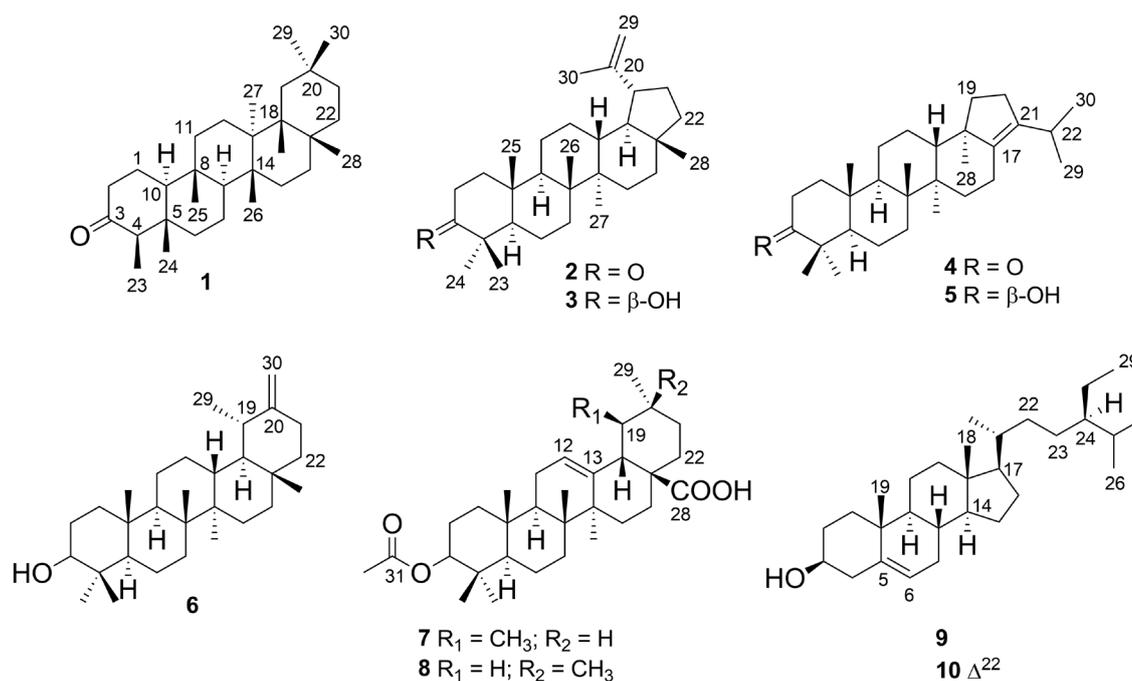


Figura 2. Estruturas dos compostos obtidos das cascas do caule de *L. divaricata*

O espectro de RMN de ^1H da mistura M2 foi semelhante ao de M1. Os sinais em δ 4,56 e 4,68 (d, $J=2,5$ Hz, H-29a e H-29b) e em δ 1,68 (s, H-30) indicam o esqueleto lup-20(29)-eno. Adicionalmente, apresentou um multipletto em δ 3,19 (H-3), indicativo de hidrogênio oximetínico em triterpenoides $3\beta\text{-OH}$ sugerindo o lupeol (**3**) (ARAÚJO; CHAVES, 2005).

O espectro de RMN de ^{13}C de M2 (Tabela 1) apresentou 54 sinais de maior intensidade. O sinal de carbono oximetínico (C-3) em δ 79,1 confirma a presença de triterpenoides 3b-OH . Os pares de sinais em δ 151,1/109,4, 140,0/136,2 e 154,7/107,2 caracterizam os esqueletos lup-20(29)-eno, hop-17(21)-eno e urs-20(30)-eno, respectivamente (OLEA; ROQUE, 1990), permitindo identificar o lupeol (**3**), hop-17(21)-en-3-ol (**5**) e taraxasterol (**6**), respectivamente (MAHATO; KUNDU, 1994), sendo o lupeol (**3**) o constituinte majoritário.

O lupeol (**3**) tem atividades antioxidante, anti-inflamatória, antimutagênica, antimalárica, antitumoral, citotóxica, antiviral e antiprotozoária (BADAMI et al., 2003; SALEEM, 2009; SRIVASTAVA et al., 2016; TOLO et al., 2010; WAL, 2015). Para o hop-17(21)-en-3-ol (**5**), não há relatos de atividades biológicas. Estudos realizados com o taraxasterol (**6**) relataram as atividades anti-inflamatória, antiartrítica, antialérgica e antioxidante (SHARMA; ZAFAR, 2015; WANG et al., 2016).

A mistura M3 apresentou no espectro de RMN de ^1H , um duplo dupletto em δ 4,49 ($J=7,4$ e $15,9$ Hz) atribuído ao hidrogênio oximetínico em C-3, bastante desblindado quando comparado a triterpenóides 3b-OH da mistura M2, sugerindo um grupo éster ao invés de hidroxila em C-3. Adicionalmente, um simpleto em δ 2,04, com integração para três hidrogênios, indicou a presença do grupo 3b-O-acetil . Os multipletos em δ 5,24 e 5,27 são indicativos de hidrogênios olefinicos (H-12) em triterpenoides com esqueletos urs-12-eno e olean-12-eno, respectivamente (JO et al., 2005).

Os pares de sinais em δ 122,7/143,7 e 125,9/138,1 do espectro de RMN de ^{13}C da mistura M3 (Tabela 1), atribuídos a C-12 e C-13 da ligação dupla, confirmaram a mistura de triterpenoides com esqueletos olean-12-eno e urs-12-eno, respectivamente (OLEA; ROQUE, 1990). Em triterpenoides 3b-OH , o sinal referente a C-3 ocorre em aproximadamente δ 79,0 como na mistura M2. Entretanto, para M3, o C-3 encontra-se mais desblindado, em δ 81,0, que associado aos sinais em δ 21,3 de grupo metila e 171,2 de carbono carbonílico de éster confirmam a presença do grupo 3b-O-acetil . Estes dados, juntamente com a presença o sinal em δ 183,4 atribuído a uma carbonila de ácido localizada em C-28, permitiram identificar os ácidos $3\text{-O-acetil-oleanólico}$ (**7**) e $3\text{-O-acetil-ursólico}$ (**8**) (OLEA; ROQUE, 1990; MAHATO; KUNDU, 1994; JO et al., 2005).

O ácido $3\text{-O-acetil-oleanólico}$ (**7**) possui ação indutora de apoptose em células de carcinoma do cólon humano e na inibição da dermatite atópica e de contato alérgico (KIM et al., 2016). Enquanto o ácido $3\text{-O-acetil-ursólico}$ (**8**) apresenta ação citotóxica e antibacteriana (GOSSAN, et al., 2016).

Os dados de RMN de ^1H da mistura M4 apresentou um perfil característico de

esqueleto esteroidal D⁵ com dois simpletos em δ 0,67 e 0,99 correspondentes aos hidrogênios metílicos em carbono não hidrogenado (H-18 e H-19); um multipletto em δ 3,51 atribuído ao hidrogênio oximetínico em C-3 e um dupletto largo em δ 5,34 ($J=2,6$ e $5,1$ Hz) de hidrogênio olefínico ligado a C-6. Observou-se ainda dois duplos dupletos de menor intensidade em δ 5,0 e 5,13 ($J=8,6$ e $15,1$ Hz) que sugeriram tratar-se dos hidrogênios olefínicos H-22 e H-23, respectivamente, da cadeia lateral do composto **10**, indicando uma mistura (FERREIRA et al., 2014).

O espectro de RMN de ¹³C (Tabela 1) apresentou 28 sinais mais intensos, dos quais o sinal em δ 71,9 foi atribuído ao carbono oximetínico C-3 e os sinais em δ 140,9 e 121,8 são referentes aos carbonos olefínicos C-5 e C-6, respectivamente. Dois sinais de menor intensidade em δ 138,4 (C-22) e 129,4 (C-23), referente a carbonos olefínicos confirmaram a presença do composto **10** na mistura (FERREIRA et al., 2014). Estes dados permitiram identificar a mistura dos esteroides sitosterol (**9**) e estigmasterol (**10**).

Os compostos **9** e **10** são esteroides comumente isolados de plantas, já identificados em outras espécies do gênero *Luehea* (CALIXTO JUNIOR et al., 2016) e apresentam atividades tais como antidiabética, anti-inflamatória, estrogênica e anticâncer (RAMU et al., 2016; SRIRAMAN et al., 2015).

C	1	2	3	4	5	6	7*	8*	9	10
1	22,4	39,7	38,8	40,1	40,1	38,9	38,2	38,4	37,4	37,4
2	41,4	34,2	27,5	34,3	34,4	27,5	23,4	23,4	31,8	31,8
3	213,3	218,6	79,1	218,3	79,1	79,1	81,0	81,0	71,9	71,9
4	58,4	48,0	38,8	47,5	47,7	38,8	39,4	37,8	42,4	42,4
5	42,9	55,0	55,3	55,0	55,3	55,4	55,4	55,4	140,9	140,9
6	41,4	19,9	18,5	19,9	19,9	18,5	18,3	18,3	121,8	121,8
7	18,4	33,7	34,2	32,9	33,6	34,2	32,9	32,9	32,0	32,0
8	53,2	40,9	40,9	41,9	41,8	40,9	41,7	41,7	32,0	32,0
9	37,6	49,9	50,6	50,3	50,6	50,9	47,6	47,6	50,2	50,2
10	59,6	37,0	37,3	37,0	37,3	37,3	37,1	37,0	36,6	36,6
11	35,8	21,4	21,0	22,1	22,0	21,5	23,4	23,4	21,2	21,2
12	30,7	25,2	25,2	24,2	24,1	26,3	122,7	125,9	39,9	39,9
13	39,8	38,3	38,2	49,6	49,5	39,3	143,7	138,1	42,4	42,4
14	38,4	42,9	42,9	42,3	42,1	41,8	42,0	42,0	56,9	56,9
15	32,6	27,6	27,5	32,2	32,0	26,5	28,1	28,1	24,3	24,3
16	36,2	35,7	35,7	19,9	19,9	38,2	23,4	24,2	28,3	28,9
17	30,1	43,0	43,1	139,8	140,0	34,5	46,7	48,0	56,2	56,0
18	42,9	48,3	48,1	50,3	49,9	48,8	41,1	52,7	12,0	12,0
19	35,5	48,0	47,8	42,2	41,8	39,5	45,9	39,2	19,5	19,5
20	28,3	151,0	151,1	27,6	27,6	154,7	30,8	39,0	36,3	40,7
21	32,9	29,8	29,9	136,4	136,2	25,8	33,9	30,7	18,9	21,2
22	39,4	40,1	40,1	26,8	26,5	39,0	32,6	36,9	34,0	138,5
23	7,0	26,5	28,1	26,8	26,8	28,1	28,2	28,2	26,1	129,4
24	14,8	21,1	15,5	21,4	21,4	15,5	15,4	17,2	45,9	51,4
25	18,1	15,9	16,1	16,2	16,3	16,9	15,4	15,5	29,2	32,0

26	20,4	16,1	16,0	16,3	16,4	16,0	16,8	16,8	20,0	21,2
27	18,8	14,6	14,6	15,0	15,0	14,9	26,0	23,7	19,2	19,1
28	32,2	18,0	18,1	19,2	19,3	19,5	183,4	183,4	23,2	25,6
29	35,2	109,5	109,4	22,0	22,0	25,6	33,2	17,3	12,1	12,2
30	31,9	19,2	19,3	21,4	21,4	107,2	23,7	21,5	-	-
31	-	-	-	-	-	-	171,2	171,2	-	-
32	-	-	-	-	-	-	21,3	21,3	-	-

Tabela 1. Dados de RMN ^{13}C dos compostos 1-10 (CDCl_3 , 100 MHz; d em ppm; $^*\text{CD}_3\text{OD}$, 100 MHz; d em ppm;)

No ensaio com o radical DPPH, com exceção da fração hexânica, todas as amostras apresentaram elevado percentual de atividade antioxidante, mantendo-se constante a partir da concentração de $100 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Figura 3).

O extrato etanólico e as frações acetato de etila e aquosa das cascas do caule de *L. divaricata* apresentaram atividade antioxidante maior do que os controles positivos rutina e BHT (Tabela 2). O extrato etanólico e estas frações foram também mais ativas que o extrato etanólico das folhas desta espécie relatado por Muller (2006), bem como para o extrato etanólico das folhas e casca de *L. paniculata* (CALIXTO JÚNIOR et al., 2015).

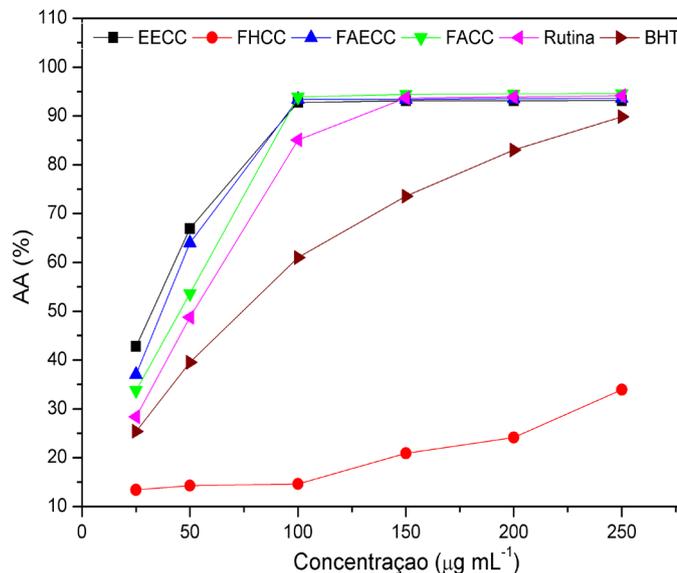


Figura 3. Percentual de atividade antioxidante (AA) do extrato etanólico (EECC) e das frações hexânica (FHCC), acetato de etila (FAECC) e aquosa (FACC) das cascas do caule de *L. divaricata* e dos padrões rutina e BHT.

O extrato etanólico e as frações acetato de etila e aquosa apresentaram altos teores de fenóis totais, sobretudo, o extrato etanólico e mostraram correlação positiva com a atividade antioxidante nos ensaios com o radical DPPH (Tabela 2). Os teores de fenóis totais determinados mostraram-se superiores aos relatados para

os extratos etanólico das folhas e das cascas da espécie *L. paniculata* relatados por Calixto Júnior et al. (2015).

A fração aquosa exibiu o maior teor de flavonoides totais dentre as amostras testadas. Os resultados obtidos sugerem que a partição do extrato etanólico distribuiu os compostos fenólicos igualmente entre as frações acetato de etila e aquosa, no entanto, os compostos flavonoídicos foram concentrados na fração aquosa.

Amostras	%AA ± DP*	CE ₅₀	FT	FLAT
		µg mL ⁻¹ ± DP	(mg EAG/g de extrato) ± DP	(mg ER/g de extrato) ± DP
EECC	93,19±0,20	31,65±0,40	801,60±6,80	31,33±0,77
FHCC	33,93±0,96	nt	18,42±1,23	nt
FAECC	93,62±0,95	33,8±1,90	686,10±3,20	40,05±0,05
FACC	94,56±0,40	40,37±0,77	634,64±2,10	91,35±3,28
Rutina	94,14±0,25	47,08±4,65	nt	nt
BHT	89,88±0,83	69,34±5,53	nt	nt

Tabela 2. Teor de fenóis e flavonoides totais e atividade antioxidante (CE₅₀) do EECC e das frações das cascas do caule de *L. divaricata*. FT: fenóis totais; EAG: equivalente de ácido gálico; FLAT: flavonoides totais; ER: equivalente de rutina; CE: concentração eficiente; nt: não testado. * concentração testada 250 µg mL⁻¹

4 | CONCLUSÃO

O estudo químico da fração hexânica, resultante da partição do extrato etanólico, das cascas do caule de *L. divaricata* resultou no isolamento e identificação de três misturas de triterpenoides pentacíclicos: friedelina (1), lupenona (2), lupeol (3), hop-17(21)-en-3-ona (4), hop-17(21)-en-3-ol (5), taraxasterol (6), ácido 3-*O*-acetil-oleanólico (7) e ácido 3-*O*-acetil-ursólico (8) e dos esteroides sitosterol (9) e estigmasterol (10). Todos os compostos são inéditos na espécie *L. divaricata* e os compostos 4, 5, 7 e 8 estão sendo relatados pela primeira vez no gênero *Luehea*.

O extrato etanólico e as frações acetato de etila e aquosa apresentaram elevado potencial antioxidante, mostrando-se superior aos controles rutina e BHT. Estas amostras exibiram altos teores de fenóis totais, principalmente o extrato etanólico. O maior teor de flavonoides totais foi observado na fração aquosa. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento da composição química e do potencial antioxidante da espécie *L. divaricata*.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e INCTBioNat (465637/2014-0) pelo apoio financeiro e pelas bolsas de L. F. Santos, L. R. dos Santos, R. P. de Sousa e M. H. Chaves (302470/2018-2).

REFERÊNCIAS

- AHN, E. K.; OH, J. S. Lupenone isolated from *Adenophora triphylla* var. *japonica* extract inhibits adipogenic differentiation through the downregulation of PPAR γ in 3T3-L1 Cells. **Phytotherapy Research**, v. 27, p. 761-766, 2013.
- ALICE, C. B. et al. Screening of plants used in south Brazilian folk medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 35, p. 165-171, 1991.
- ARAÚJO, D. S.; CHAVES, M. H. Triterpenóides pentacíclicos das folhas de *Terminalia brasiliensis*. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 996-999, 2005.
- BADAMI, S. et al. In vitro cytotoxic properties of *Grewia tiliaefolia* bark and lupeol. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 35, p. 250-251, 2003.
- BATISTA, E. K. F. et al. Atividades antinociceptiva e antiinflamatória do extrato etanólico de *Luehea divaricata*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 2, p. 433-441, 2016.
- CALIXTO JUNIOR, J. T. et al. Phytochemical analysis and modulation of antibiotic activity by *Luehea paniculata* Mart. & Zucc. (Malvaceae) in multiresistant clinical isolates of *Candida* spp. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1-10, 2015.
- CHAVES, M. H. Análise de extratos de plantas por CCD: uma metodologia aplicada à disciplina "Química Orgânica". **Química Nova**, v. 20, n. 5, 1997.
- DURAI PANDIYAN, V. et al. Hypolipidemic activity of friedelin isolated from *Azima tetraacantha* in hyperlipidemic rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 187, p. 89-93, 2016.
- GACHET, M. S. et al. Antiparasitic compounds from *Cupania cinerea* with activities against *Plasmodium falciparum* and *Trypanosoma brucei rhodesiense*. **Journal of Natural Product**, v. 75, p. 559-566, 2011.
- GOSSAN, D. P. A. et al. Antibacterial and cytotoxic triterpenoids from the roots of *Combretum racemosum*. **Fitoterapia**, v. 110, p. 89-95, 2016.
- FERREIRA, E. L. F. et al. Phytochemical investigation and antioxidant activity of extracts of *Lecythis pisonis* Camb. **Journal Medicinal Plant Research**. v. 6, n. 8, p. 353-360, 2014.
- FORZZA, R. C.; et al. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, Rio de Janeiro. v. 2, 2010.
- JO, Y. et al. Jacaranone and related compounds from the fresh fruits of *Ternstroemia japonica* and their antioxidative activity. **Archives Pharmacal Research**, v. 28, p. 885-888, 2005.
- KIM, E. et al. Simultaneous determination of 3-O-acetyloleanolic acid and oleanolic acid in rat plasma using liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 118, p. 96-100, 2016.
- MAHATO, S. B.; KUNDU, A. P. ^{13}C spectra of pentacyclic triterpenoids – a compilation and some salient features. **Phytochemistry**, v. 37, p. 1517-1575, 1994.
- MULLER, J. B. **Avaliação das atividades antimicrobiana, antioxidante e antinociceptiva das folhas da *Luehea divaricata* Martius**. 2006, 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

- NA, M. et al. Inhibition of protein tyrosine phosphatase 1B by lupeol and lupenone isolated from *Sorbus commixta*. **Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry**, v. 24, p. 1056-1059, 2009.
- OLEA, S. G.; ROQUE, N. F. Análise de misturas de triterpenos por RMN de ^{13}C . **Química Nova**, v. 13, p. 278-281, 1990.
- RAMU, R. et al. The effect of a plant extract enriched in stigmasterol and β -sitosterol on glycaemic status and glucose metabolism in alloxan-induced diabetic rats. **Royal Society of Chemistry**, v. 7, p. 3999-4011, 2016.
- ROSA, R. L. et al. Anti-inflammatory, analgesic, and immunostimulatory effects of *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (Malvaceae) bark. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 50, p. 599-609, 2014.
- SALEEM, M. Lupeol, A Novel Anti-inflammatory and Anti-cancer Dietary Triterpene. **Cancer Letters**, v. 285, p. 109-115, 2009.
- SHARMA, K.; ZAFAR, R. Occurrence of taraxerol and taraxasterol in medicinal plants. **Pharmacognosy Reviews**, v. 9, p. 19-23, 2015.
- SHEN, C. C. et al. Antimicrobial Activities of Naphthazarins from *Arnebia euchroma*. **Journal of Natural Product**, v. 65, p. 1857-1862, 2002.
- SOUSA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante em cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, p. 351-355, 2007.
- SRIVASTAVA, A. K. et al. Protective effects of lupeol against mancozeb-induced genotoxicity in cultured human lymphocytes. **Phytomedicine**, v. 23, p. 714-724, 2016.
- SRIRAMAN, S. et al. Identification of beta-sitosterol and stigmasterol in *Bambusa bambos* (L.) Voss leaf extract using HPLC and its estrogenic effect *in vitro*. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 115, p. 55-61, 2015.
- TANAKA, J. C. A. et al. Constituintes químicos de *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae). **Química Nova**, v. 28, p. 834-837, 2005.
- TOLO, F. M. et al. The antiviral activity of compounds isolated from Kenyan *Carissa edulis* (Forssk.) Vahl. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, p. 1517-1522, 2010.
- WAL, A. et al. Lupeol as a magical drug. **Pharmaceutical and Biological Evaluation**, v. 2, p. 142-151, 2015.
- WANG, S. et al. Anti-inflammatory and anti-arthritic effects of taraxasterol on adjuvant-induced arthritis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 187, p. 42-48, 2016.
- XU, R. et al. On the origins of triterpenoid skeletal diversity. **Phytochemistry**, v. 65, p. 261-291, 2004.
- ZACCHINO, S. et al. *In vitro* antifungal evaluation and studies on mode of action of eight selected species from the *Argentine flora*. **Phytomedicine**, v. 5, p. 389-395, 1998.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JULIANO CARLO RUFINO DE FREITAS - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Obteve seu título de Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2010) e o de Doutor em Química também pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). É membro do núcleo permanente dos Programas de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (desde 2013) e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (desde 2015). Atua como Professor e Pesquisador da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG nas áreas da Síntese de Compostos Orgânicos; Bioquímica e Espectroscopia de Compostos Orgânicos. É consultor do Journal Natural Product Research, do Journal Planta Médica, do Journal Letters in Organic Chemistry e da Revista Educação, Ciência e Saúde. Em 2014, teve seu projeto, intitulado, “Aplicações sintéticas de reagentes de Telúrio no desenvolvimento de novos alvos moleculares naturais e sintéticos contra diferentes linhagens de células tumorais”, aprovado pelo CNPq. Em 2018 o CNPq também aprovou seu projeto, intitulado “Docking Molecular, Síntese e Avaliação Antitumoral, Antimicrobiana e Antiviral de Novos Alvos Moleculares Naturais e Sintéticos”. Atualmente, o autor tem se dedicado à síntese de compostos biologicamente ativos no combate a fungos, bactérias e vírus patogênicos, bem como contra diferentes linhagens de células cancerígenas com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

LADJANE PEREIRA DA SILVA RUFINO DE FREITAS - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Em 2011, obteve seu título de Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e em 2018, obteve o seu título de Doutora em Ensino das Ciências, também, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. É Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG em disciplinas da Educação Química. É avaliadora da Revista Educación Química. Atua como Pesquisadora dos fenômenos didáticos da aprendizagem no ensino das ciências. Coordena um grupo de pesquisa que desenvolve estudos sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem, sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino da Química, sobre a produção e avaliação de materiais didáticos e sobre linguagens e formação de conceitos. Atualmente, a autora, também tem se dedicado ao estudo das influências dos paradigmas educacionais na prática pedagógica. Além disso, possui vários artigos publicados em revistas nacionais e estrangeiras de grande relevância e ampla circulação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcaloides 235, 236, 237, 238, 239, 240, 253
Alimentação saudável 102, 103, 106, 110, 119, 124
Análise físico-química 291, 293
Aromas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145
Atividade antioxidante 241, 244, 248, 249, 251
Atividade experimental 23, 36, 37, 40, 79, 234

B

Bauhinia pulchella 252, 253, 262

C

Catalisadores 303, 304, 305, 306, 307
Contextualização 46, 53, 87, 88, 89, 90, 96, 101, 104, 117, 119, 121, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 176, 185, 209, 211, 230
Corantes 303, 304, 308
Cruzaína 265, 266, 269, 272, 273, 274

D

Dinâmica molecular 265, 270, 271, 273, 274, 275
Docagem 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 274

E

Educação inclusiva 147, 150, 151, 159
Energia 13, 69, 75, 115, 199, 200, 201, 205, 206, 207, 208, 226, 227, 228, 231, 267, 269, 270, 271, 274, 275, 282
Ensino-aprendizagem 15, 20, 27, 29, 31, 35, 49, 60, 91, 136, 150, 151, 194, 196, 198, 209, 216
Ensino de ciências 27, 47, 64, 74, 75, 77, 79, 80, 86, 119, 132, 133, 149, 150, 152, 153, 170, 174, 175, 184, 185, 191, 192, 196, 208, 209, 210, 211, 214, 234
Ensino de química 1, 2, 3, 26, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 47, 48, 49, 51, 52, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 139, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 158, 160, 161, 170, 177, 184, 186, 191, 192, 196, 222, 233, 234
Ensino não-formal 29, 35
Estequiometria 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 165, 166, 172
Ésteres 94, 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145
Esteroides 241, 242, 244, 247, 249, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 261, 262
Estudo fitoquímico 243, 244, 252

F

Fabaceae 241, 242, 252, 253, 262, 263

Feira livre 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Formação de professores 27, 47, 149, 152, 173, 175, 183, 184, 186, 187, 196, 220

Fraude do leite 97

G

Gravimetria 278, 279, 280, 281, 282, 285, 287, 288

H

Humirianthera ampla 235, 236, 238, 240

I

Interdisciplinar 60, 78, 83, 85, 97, 102, 105, 106, 116, 117, 119, 124, 126, 127, 131, 132, 213

K

Kits experimentais 15, 17

L

Luehea divaricata 241, 242, 250, 251

M

Matematização 199, 200, 201

Materiais alternativos 1, 15, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 147, 151

Material didático 1, 62, 147, 150, 151, 152, 153, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 182, 183, 184

Método ABP 48

Música 29, 30, 31, 33, 34, 35

N

Nanotecnologia 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 220

Neolignanas 265, 266, 267, 272

O

Óleo essencial 36, 39, 40, 41, 42, 43, 259

Oxidação 279, 281, 298, 303, 304

P

PIBID 15, 17, 29, 31, 32, 35, 69, 191, 222, 224, 233

Polarimetria 36, 38, 39, 40, 41, 43, 46

Propriedades físicas 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145

Q

Qualidade da água 278, 292, 293

Questões socioambientais 76, 77, 79, 85

S

Sequência didática 87, 88, 91, 92, 93, 95, 96, 99

Síndrome de Down 154, 155

T

Teatro 29, 30, 31, 32, 34, 35, 85, 86

Termoquímica 172, 222, 224, 230

Tocoferóis 252, 253, 255, 256

Tratamento de esgoto 291, 292, 293, 296, 301, 302

Triterpenoides 241, 242, 244, 245, 246, 249

Turbidimetria 278, 279, 280, 281, 282, 283, 287, 288, 289

V

Visita investigativa 76

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-773-4



9 788572 477734