

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
Flávia Maia Moreira

DOI 10.22533/at.ed.7341911118

CAPÍTULO 9 102

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques
Cláudia Regina Xavier

DOI 10.22533/at.ed.7341911119

CAPÍTULO 10 124

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques
Cláudia 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 NANOBIOTECNOLOGIA: 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 ANALÓGOS 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

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

Adonias Almeida Carvalho

Instituto Federal do Piauí – IFPI (Campus Piripiri)

Piripiri – Piauí

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Teresina – Piauí

Lucivania Rodrigues dos Santos

Universidade Federal do Piauí– UFPI

Teresina – Piauí

Gerardo Magela Vieira Júnior

Universidade Federal do Piauí– UFPI

Teresina – Piauí

Mariana Helena Chaves

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Teresina – Piauí

RESUMO: O estudo fitoquímico do extrato hexânico das folhas de *Bauhinia pulchella* Benth (Fabaceae-Caesalpinioideae) resultou no isolamento e identificação de três tocoferóis: δ -tocoferol (1), γ -tocoferol (2) e α -tocoferol (3), uma mistura de α -tocoferol (3) e óxido de cariofileno (4) e uma mistura de esteroides: colesterol (5), sitosterol (6) e estigmasterol (7). As estruturas destes compostos foram identificadas por CG-EM, RMN de ^1H e ^{13}C uni e bidimensionais e por comparação com dados da literatura. Este é o primeiro relato de isolamento dos compostos 1-7 na espécie *B. pulchella*.

PALAVRAS-CHAVE: tocoferóis, esteroides,

estudo fitoquímico, *Bauhinia pulchella*, Fabaceae

TOCOFEROIS AND ISOPRENOIDS FROM LEAF HEXANIC EXTRACT OF *Bauhinia pulchella*

ABSTRACT: The phytochemical study of the hexanic leaf extract of *Bauhinia pulchella* Benth (Fabaceae-Caesalpinioideae) resulted in the isolation and identification of three tocopherols: δ -tocopherol (1), γ -tocopherol (2) and α -tocopherol (3). α -tocopherol (3) and caryophyllene oxide (4) and a mixture of steroids: cholesterol (5), sitosterol (6) and stigmasterol (7). The structures of these compounds were identified by GC-MS, uni-two-dimensional ^1H and ^{13}C NMR and by comparison with literature data. This is the first report of isolation of compounds 1-7 in *B. pulchella* species.

KEYWORDS: tocopherols, steroids, phytochemical study, *Bauhinia pulchella*, Fabaceae.

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Bauhinia* Benth (Fabaceae-Caesalpinioideae) é constituído por cerca de 300 espécies distribuídas nas regiões tropicais do planeta (CECHINEL FILHO,

2009). No Brasil, o gênero *Bauhinia* é formado por 60 espécies, 2 subespécies e 6 variedades (VAZ; BORTOLUZZI; SILVA, 2010). Os constituintes químicos isolados de espécies do gênero *Bauhinia* incluem lactonas, triterpenos, esteroides, alcaloides, flavonoides, catequinas, antocianidinas, saponinas e taninos (SASHIDHARA et al., 2012; NOGUEIRA; SABINO, 2012). As atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, antiedematogênica, analgésica, antinociceptiva, hipoglicemiante, citotóxica, diurética, anti-hiperalgésica, antiulcerogênica e antimalárica têm sido relatadas em espécies do gênero *Bauhinia* (SILVA; CECHINEL FILHO, 2002; CECHINEL FILHO, 2009).

A espécie *Bauhinia pulchella* Benth, sinonímia *B. goyazensis*, é popularmente denominada de miroró, mororó de boi, mororó da chapada, embira de bode e pata de vaca (VAZ; TOZZI, 2003; QUEIROZ, 2009). Ocorre em regiões do cerrado do Piauí, Bahia, Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Tocantins, Rondônia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (VAZ; TOZZI, 2003). O chá das cascas desta espécie é usado no tratamento de diabetes (AGUIAR; BARROS, 2012). O extrato aquoso das folhas possui potencial antioxidante maior do que o extrato etanólico e apresenta os flavonoides miricitrina, quercitrina e afzelina (CARVALHO et al., 2018).

Tocoferóis e esteroides são amplamente distribuídos em espécies vegetais, inclusive da família Fabaceae (DEWICK, 2009). Tocoferóis ou vitamina E é a designação dada a oito compostos diferentes sintetizados pelos vegetais, divididos em duas classes: os α , β , γ , δ -tocoferóis de cadeia lateral saturada e os α , β , γ , δ -tocotrienóis de lateral insaturada. Estes compostos apresentam elevado potencial antioxidante devido a capacidade de doar hidrogênio fenólico a radicais livres lipídicos e que aumenta conforme a sequência de seus nomes ($\alpha > \beta > \gamma > \delta$). Os tocoferóis têm origem biossintética mista pois são formados a partir do ácido 4-hidroxifenilpirúvico (rota do chiquimato) e difosfato de fitila (rota do fosfato do metil eritritol), conforme mostrado na Figura 1.

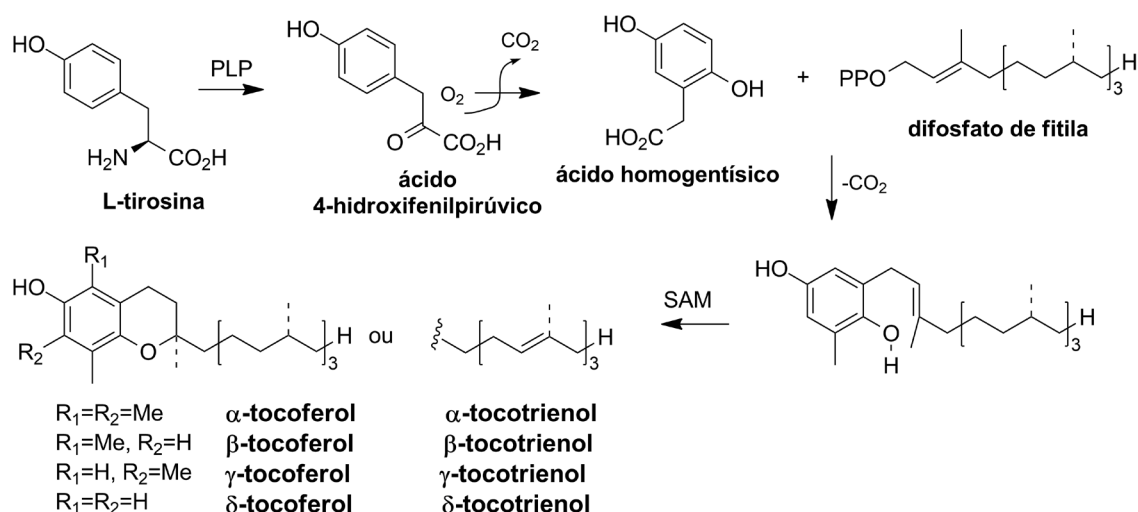


Figura 1. Rota biossintética dos tocoferóis. Adaptado de DEWICK, 2009. PLP: fosfato de piridoxal e SAM: S-adenosilmetionina.

Os esteroides compõem uma classe de produtos naturais amplamente distribuídos. Atuam como constituintes da membrana celular vegetal, reforçando suas estruturas e são intermediários na biossíntese de outros esteroides (EBRAHIMZADEH; NIKNAM; MAASSOUMI, 2001).

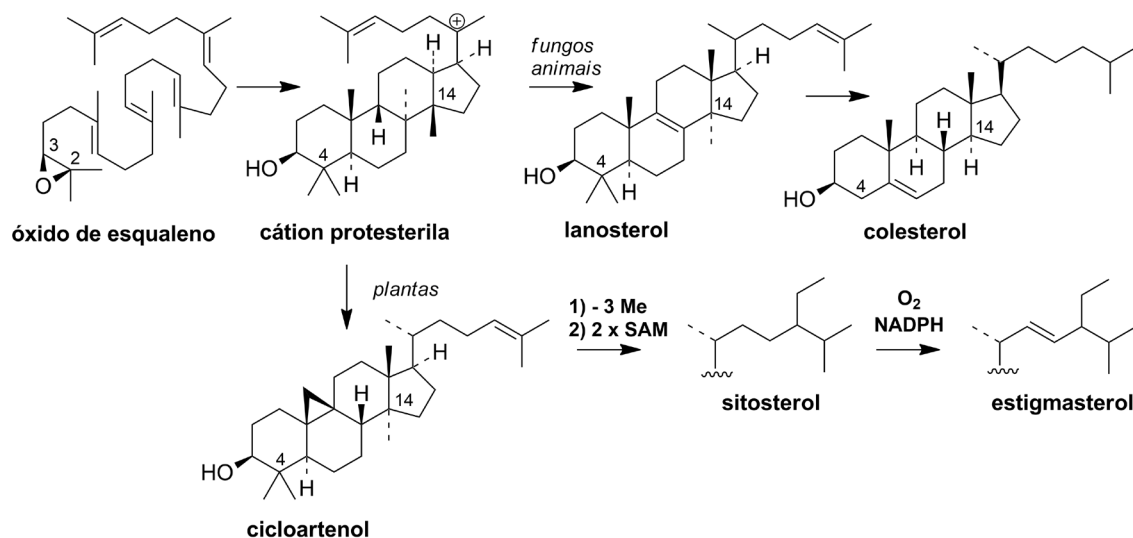


Figura 2. Rota biossintética dos esteroides. Adaptado de DEWICK, 2009.

Os esteroides contêm um sistema de anel tetracíclico e possuem de 27 a 29 carbonos em suas estruturas. São considerados triterpenóides modificados pela perda das metilas em C-4 e C-14 e são biossintetizados a partir da rota do mevalonato (DEWICK, 2009). A biossíntese de esteroides em animais e fungos, bem como, em plantas e algas está ligada a um precursor em comum, o óxido de esqualeno, conforme esquematizado na Figura 2.

Com o intuito de explorar o potencial químico de plantas do cerrado do Piauí e contribuir com o conhecimento quimiotaxonômico do gênero *Bauhinia*, este estudo teve como objetivo realizar o isolamento e identificação de constituintes químicos do extrato hexânico das folhas de *B. pulchella*.

2 | METODOLOGIA

As folhas de *B. pulchella* foram coletadas em janeiro de 2012, no município de Jatobá do Piauí - PI (S 04° 51' 48,6" e W 42° 04' 17", altitude: 90 m). A espécie foi identificada pelo botânico Dr. Luciano Paganucci de Queiroz (Universidade Estadual de Feira de Santana) e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso da Universidade Federal do Piauí – UFPI, com o número de registro TEPB 17161 e cadastro de acesso SisGen nº AAB530D. O material vegetal foi seco, moído (891 g) e submetido a extração por maceração com hexano por 3 vezes consecutiva. Cada extração permaneceu por 72 horas. O solvente foi removido em evaporador

rotativo à pressão reduzida gerando o extrato hexânico (EHF, 5,7 g, 0,64%).

O EHF de *B. pulchella* quando analisado em cromatografia em camada delgada (CCD) utilizando hexano-acetato de etila (AcOEt) (8:2) e como revelador solução de sulfato cérico ($\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$) apresentou manchas azul, rosa e amarela características de compostos da classe dos esteroides, terpenoides e tocoferóis, respectivamente (CHAVES, 1997). Uma alíquota de 3,0 g foi fracionada em cromatografia em coluna (3,0 x 60 cm) de gel de sílica (100 g), eluída com hexano e AcOEt em gradiente de polaridade crescente fornecendo 60 frações de 80 mL cada. Após remoção do solvente e análise por CCD, as frações foram reunidas em 10 grupos, de acordo com a cor observada nas cromatoplasmas e os fatores de retenção.

Os grupos B-4 (4-5, 557,6 mg), B-6 (6, 147,4 mg), B-7 (7-9, 188,2 mg), B-10 (10-17, 604,2 mg) e B-19 (19-26, 264,4 mg) foram submetidos a sucessivos fracionamentos em cromatografia em coluna de Sephadex LH-20 (1,5 x 54 cm), eluídas em hexano-diclorometano (1:4), levando ao isolamento da mistura M1 (3 e 4) e dos compostos 1-3 e M2 (5-7), respectivamente.

As análises por ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13 (RMN de ^1H e de ^{13}C) foram realizadas em espectrômetro Varian INOVA-modelo 400, operando a 400 MHz para o ^1H e 100 MHz para o ^{13}C . Foi utilizado CDCl_3 como solvente e TMS como referência interna.

A mistura M2 foi derivatizada com N,O-bis(trimetilsilil)trifluoroacetamida (BSTFA) de acordo com Prytyk et al. (2003) adaptado. A uma alíquota de 1,0 mg da mistura M2 foi adicionado 250 μL de piridina tratada e 50 μL de BSTFA. A mistura reacional foi aquecida por 1 hora a 55 °C. Após o término da reação, adicionou-se 1,0 mL de AcOEt e a fase orgânica com os derivados sililados foi analisada em um cromatógrafo GCMS-QP2010 SE, AOC-5000 auto injetor da Shimadzu, coluna SLB-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,10 μm), fase estacionária difenildimetilpolissiloxano (5% de difenil e 95% de dimetilpolissiloxano) e hélio como gás de arraste (1 mL min^{-1}). O detector de massas operou com ionização por elétrons (EI) 70 eV, modo *scan* no intervalo de m/z 50 a 600 Da (Daltons). Para análise foi usada a seguinte programação: temperatura inicial de 71 °C por 2 min, com taxa de aquecimento de 6 °C min^{-1} até 315 °C, mantido por 30 min. As temperaturas do injetor e interface foram 290 °C e 310 °C, respectivamente. A identificação dos constituintes foi realizada por comparação dos espectros de massas obtidos com os registrados na biblioteca do aparelho (Willey229).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fracionamento cromatográfico do extrato hexânico das folhas de *B. pulchella*, por técnicas convencionais, seguido de análise das frações por RMN de ^1H e ^{13}C uni e bidimensionais, CG-EM e comparação com dados relatados na literatura possibilitou identificar sete compostos (Figura 3) três tocoferóis: δ -tocoferol (1), γ -tocoferol (2)

e α -tocoferol (**3**), uma mistura (M1) de α -tocoferol (**3**) e óxido de cariofileno (**4**) e uma mistura (M2) de esteroides: colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). Em análise por CCD, revelada com solução de $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ a mistura M1 (**3** e **4**) apresentou mancha de coloração rosa, os compostos **1-3** apresentaram manchas de coloração amarela, enquanto que M2 (**5-7**) mostrou uma mancha de coloração azul que muda para rosa com a continuação do aquecimento da cromatoplaça.

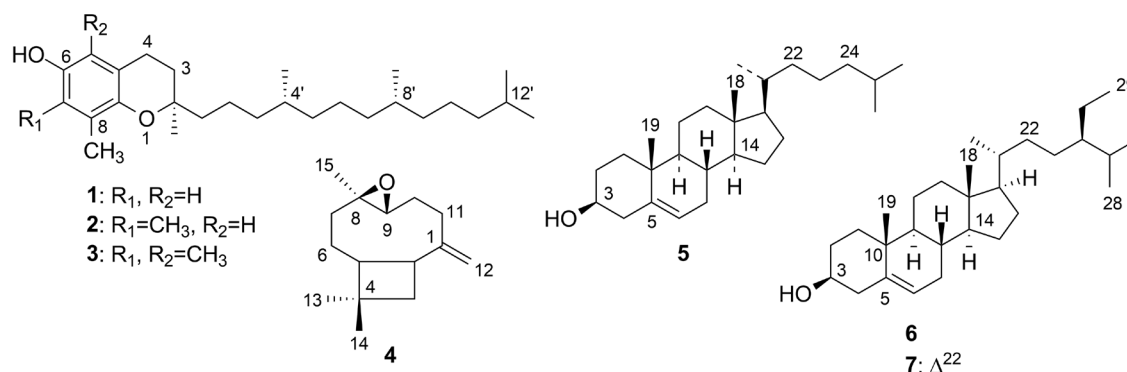


Figura 3. Fórmulas estruturais dos compostos isolados no extrato hexânico das folhas de *B. pulchella*.

Os espectros de RMN de ^1H para os compostos **1-3** sugeriram um perfil de substância pertencente à classe dos tocoferóis (Tabela 1), exibindo sinais entre δ 0,85 e 0,88 característicos de hidrogênios dos grupos metílicos da cadeia isoprênica. O composto **1** apresentou dois sinais, sendo um em δ 2,12 (s, Me-C-8) correspondente a hidrogênio metílico em anel aromático e o segundo em δ 1,26 (s, Me-C-2) de metila em carbono carbinólico. Adicionalmente mostrou um multipletto em δ 2,69 referente aos hidrogênios metilênicos *alfa* a anel aromático (H-4) e dois dubletos em δ 6,38 e 6,47 com $J=2,8$ Hz característico de hidrogênios posicionados *meta* no anel aromático (Tabela 1). O espectro de RMN de ^{13}C (Tabela 2) apresentou 26 sinais, sendo um deles (δ 37,6) correspondente a três carbonos. A análise conjunta com os espectros de DEPT 90° e 135° (Tabela 2) permitiu identificar para composto: 6 sinais de carbonos metílicos (CH_3), 10 metilênicos (CH_2), 5 metínicos (CH) e 5 carbonos não hidrogenados (C). O sinal em δ 75,7 é referente ao carbono carbinólico (C-2) e seis sinais foram atribuídos a carbonos aromáticos δ 121,5 (C-4a), 112,7 (C-5), 115,8 (C-7), 127,5 (C-8), 147,8 (C-6) e 146,2 (C-8a), sendo os dois mais desblindados de carbonos ligados a oxigênio (COSTA, 2003). Estes dados permitiram atribuir a fórmula molecular $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}_2$ com equivalente de instauração igual a 5, referente a um anel aromático e um heterocíclico. Esta análise em comparação com os dados relatados por Costa (2003) e Matsuo e Urano (1976) permitiu identificar o δ -tocoferol (**1**).

H	δ -tocoferol (1)	γ -tocoferol (2)	α -tocoferol (3)
3		1,72 (m)	1,77 (m)
4	2,68 (m)	2,67 (m)	2,61 (m)
5	6,38 (d, $J = 2,8$)	6,36 (s)	
7	6,47 (d, $J = 2,8$)		
1'		1,53 (t)	
Me-C-2	1,26 (s)	1,25 (s)	1,26 (s)
Me-C-4'	0,85 (d)	0,85 (d)	0,84 (d)
Me-C-8'	0,86 (d)	0,86 (d)	0,86 (d)
Me-C-12'	0,88 (d)	0,87 (d)	0,88 (d)
MeC-5	-	-	2,06 (s)
Me-C-7		2,13 (s)	2,16 (s)
Me-C-8	2,12 (s)	2,11 (s)	2,11 (s)

Tabela 1. Dados de RMN de ^1H (400 MHz, CDCl_3) dos compostos **1-3**.

O espectro de RMN de ^1H do composto **2** (Tabela 1) apresentou três sinais, sendo dois correspondentes a hidrogênios metílicos em anel aromáticos em δ 2,11 e 2,13 e o terceiro em δ 1,25 de metila em carbono carbinólico. Adicionalmente mostrou um multipeto em δ 2,67 referente aos hidrogênios metilênicos *alfa* a anel aromático e, diferentemente do espectro de RMN de ^1H do δ -tocoferol (**1**), só apresentou um sinal de hidrogênio de anel aromático (d 6,36), sugerindo ser de H-5 por comparação com o espectro do composto **1**. O espectro de RMN de ^{13}C (Tabela 2) apresentou 27 sinais, um a mais que o composto **1**, devido a presença da metila em C-7 (COSTA, 2003). Estes dados permitiram atribuir a fórmula molecular $\text{C}_{28}\text{H}_{48}\text{O}_2$ com equivalente de insaturação igual a 5, referente a um anel aromático e um anel heterocíclico. Esta análise em comparação com os dados relatados por Costa (2003) e Matsuo e Urano (1976) permitiu sugerir como possibilidade as estruturas do γ -tocoferol ou β -tocoferol.

O mapa de contornos gHMBC mostrou, entre outras, as correlações de H-4 (δ 2,67) com C-5 (δ 112,3) e de H-5 (δ 6,36) com C-4 (δ 22,5), C-6 (δ 146,4), C-7 (δ 121,7) e C-8a (δ 145,9). Esta análise permitiu definir o composto **2** como o γ -tocoferol e não o β -tocoferol.

C	δ -tocoferol (1)	γ -tocoferol (2)	α -tocoferol (3)
2	75,7 (C)	75,6 (C)	74,7 (C)
3	31,5 (CH_2)	31,6 (CH_2)	31,7 (CH_2)
4	22,7 (CH_2)	22,5 (CH_2)	20,9 (CH_2)
4 ^a	121,4 (C)	118,5 (C)	117,5 (C)
5	112,7 (CH)	112,3 (CH)	118,6 (C)
6	147,8 (C)	146,4 (C)	144,7 (C)
7	115,7 (CH)	121,7 (C)	121,2 (C)
8	127,5 (C)	125,9 (C)	122,8 (C)
8 ^a	146,2 (C)	145,9 (C)	145,7 (C)

1'	40,1 (CH ₂)	40,2 (CH ₂)	40 (CH ₂)
2'	21,1 (CH ₂)	21,2 (CH ₂)	21,2 (CH ₂)
3'	37,6 (CH ₂)	37,6 (CH ₂)	37,6 (CH ₂)
4'	32,8 (CH)	33 (CH)	33 (CH)
5'	37,6 (CH ₂)	37,6 (CH ₂)	37,6 (CH ₂)
6'	24,6 (CH ₂)	24,6 (CH ₂)	24,6 (CH ₂)
7'	37,4 (CH ₂)	37,4 (CH ₂)	37,4 (CH ₂)
8'	32,9 (CH)	32,8 (CH)	32,9 (CH)
9'	37,6 (CH ₂)	37,6 (CH ₂)	37,6 (CH ₂)
10'	24,9 (CH ₂)	25 (CH ₂)	25 (CH ₂)
11'	39,5 (CH ₂)	39,5 (CH ₂)	39,5 (CH ₂)
12'	28,1 (CH)	28,1 (CH)	28,1 (CH)
13'	22,8 (CH ₃)	22,8 (CH ₃)	22,8 (CH ₃)
Me-C-2	24,2 (CH ₃)	24,2 (CH ₃)	24,0 (CH ₃)
Me-C-4'	19,8 (CH ₃)	19,9 (CH ₃)	19,9 (CH ₃)
Me-C-8'	19,9 (CH ₃)	19,8 (CH ₃)	19,8 (CH ₃)
Me-C-12'	22,9 (CH ₃)	22,9 (CH ₃)	22,9 (CH ₃)
Me-C-5	-	-	11,4 (CH ₃)
Me-C-7	-	12,0 (CH ₃)	12,4 (CH ₃)
Me-C-8	16,2 (CH ₃)	12,1 (CH ₃)	11,9 (CH ₃)

Tabela 2. Dados de RMN de ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **1-3**.

O espectro de RMN de ¹H do composto **3** (Tabela 1) apresentou quatro simpletos, sendo três em δ 2,06, 2,11 e 2,16 correspondentes a hidrogênios metílicos em anel aromáticos e o quarto em δ 1,26 de metila em carbono carbinólico. Também apresentou um multiplete em δ 2,61 referente aos hidrogênios metilênicos *alfa* a anel aromático. No entanto, não mostrou sinais na região característica de hidrogênios aromáticos (δ 6-8) indicando um anel totalmente substituído.

O espectro de RMN de ¹³C do composto **3** (Tabela 2) apresentou 28 sinais, diferindo do composto **2** pela presença de uma metila adicional em C-5 (COSTA, 2003). Estes dados permitiram atribuir a fórmula molecular C₂₉H₅₀O₂ com equivalente de instauração igual a 5, referente a um anel aromático e um anel heterocíclico. Esta análise em comparação com os dados relatados por Costa (2003) e Matsuo e Urano (1976) permitiu identificar o α-tocoferol (**3**).

Este é o primeiro relato de isolamento e identificação estrutural por RMN do δ-, γ- e α-tocoferol na espécie *B. pulchella*. Estes três compostos foram identificados, em estudos anteriores, no óleo de semente de *B. purpurea* utilizando CLAE modo analítica (ARAIN et al., 2010; RAMADAN et al., 2006) e apresentam comprovada propriedade antioxidante (DEWICK, 2009). O δ-tocoferol promove a inibição da carcinogênese (CERQUEIRA, MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). O γ-tocoferol possui propriedades anti-inflamatória, é mais facilmente absorvido pelo organismo e sua ausência no plasma sanguíneo está associada a incidência de doenças cardiovasculares e câncer de próstata (JIANG et al., 2001). O α-tocoferol apresenta

ação anti-inflamatória e retarda o desenvolvimento da aterosclerose. No entanto, em concentrações elevadas possui atividade pró-oxidante (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007).

A análise dos espectros de RMN de ^1H e ^{13}C de M1 mostrou que se tratava de uma mistura (**3** e **4**). Após a subtração dos sinais correspondentes ao α -tocoferol (**3**), verificou-se no espectro de RMN de ^1H (Tabela 3) a presença de três simpletos em δ 0,99, 1,01 e 1,21 referentes a grupos metílicos ligados a carbonos não hidrogenados. Os simpletos em δ 4,86 e 4,98 foram relacionados a hidrogênios geminais de ligação dupla exocíclica. Também foi observado um sinal em δ 2,88 (H-9, dd, $J=4,0$ e 12 Hz) atribuído ao hidrogênio ligado a carbono oximetínico de epóxido (SOUSA, 2012). O espectro de RMN de ^{13}C (Tabela 3) apresentou 15 sinais atribuídos a substância **3**, dos quais três são de carbonos metílicos (CH_3), seis metilênicos (CH_2), três metínicos (CH) e três de carbonos não hidrogenados (C), deduzidos a partir dos espectros de DEPT 90° e 135° . A presença da ligação dupla exocíclica foi confirmada pelos sinais em δ 152,0 (C-1) e 112,9 (C-11) e a do grupo epóxido pelos sinais em δ 60,0 (C-8) e 63,9 (C-9). Esta análise permitiu definir uma fórmula molecular igual a $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}_2$, com equivalente de instauração igual a 4, destas uma corresponde a uma ligação dupla e as demais foram atribuídas a uma estrutura tricíclica. Estas informações associadas à comparação com dados de RMN de ^{13}C relatados por Heymann et al. (1994) e Sousa (2012), permitiram identificar o sesquiterpenoide óxido de cariofileno (**4**).

Este é o primeiro relato de isolamento e identificação estrutural por RMN do óxido de cariofileno na espécie *B. pulchella*. Este sesquiterpenoide foi identificado no óleo essencial de *B. pentandra* utilizando CG-EM (DUARTE-ALMEIDA et al., 2004), sendo utilizado como conservante de alimentos, medicamentos, cosméticos e como antifúngico (YANG et al., 1999).

Carbono	Deslocamentos Químicos (δ)			Óxido de cariofileno*
	δ_{C} de 4	Mult.	δ_{H} de 4	
1	152,0	C		151,8
2	48,9	CH		48,7
3	39,9	CH_2		39,8
4	34,2	C		34,1
5	50,9	CH		50,8
6	27,4	CH_2		27,2
7	39,3	CH_2		39,2
8	60,0	C		59,8
9	63,9	CH	2,88 (dd; $J=4,0$ e 12 Hz)	63,7
10	30,3	CH_2		30,3
11	30,0	CH_2		29,8
12	112,9	CH_2	4,98 (s) e 4,86 (s)	112,8
13	21,8	CH_3		21,7
14	30,0	CH_3		29,9
15	17,1	CH_3		17,0

Tabela 3. Dados de RMN de ^1H e ^{13}C do composto **4** (400 e 100 MHz, d/ppm, J/Hz, CDCl_3).
*Dados obtidos em CDCl_3 , relatados por Heymann et al. (1994)

O espectro de RMN de ^1H (Tabela 4) da mistura M2 apresentou um perfil característico de esteroides Δ^5 com dois simpletos em δ 0,68 e 1,00 correspondentes aos hidrogênios metílicos em carbono não hydrogenado (H-18 e H-19); um multipletto em δ 3,52 atribuído ao hidrogênio oximetínico em C-3 e um dupletto largo em δ 5,35 ($J=5,2$ Hz) de hidrogênio olefínico ligado a C-6. Observou-se ainda, dois duplos dupletos de baixa intensidade em δ 5,02 e 5,12 ($J=8,5$ e 15 Hz) que sugeriu tratar-se dos hidrogênios olefínicos (H-22 e H-23) da cadeia lateral da substância **7**, indicando uma mistura.

Os espectros de RMN de ^{13}C e DEPT 90° e 135° (Tabela 4) apresentaram 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 e 129,4, foram atribuídos aos carbonos olefínicos C-22 e C-23, respectivamente, confirmando a presença da substância **7** na mistura (FERREIRA et al., 2014).

C	Mult.	δ (ppm)			
		δ_c de 6	δ_H 6	δ_c de 7	δ_H de 7
1	CH_2	37,4		37,4	
2	CH_2	31,8		31,8	
3	CH	71,9	3,52, m	71,9	3,52, m
4	CH_2	42,5		42,4	
5	C	140,9		140,9	
6	CH	121,9	5,35, dl, $J=5,2$ Hz	121,9	5,35, dl, $J=5,2$ Hz
7	CH_2	32,1		32,1	
8	CH	32,1		31,8	
9	CH	50,3		50,3	
10	C	36,7		36,3	
11	CH_2	21,4		21,2	
12	CH_2	39,9		39,8	
13	C	42,5		42,4	
14	CH	57,0		56,9	
15	CH_2	24,5		24,4	
16	CH_2	28,4		29,3	
17	CH	56,2		56,1	
18	CH_3	12,1	0,68, s	12,0	0,68, s
19	CH_3	19,5	1,00, s	19,2	1,00, s
20	CH	36,3		40,6	
21	CH_3	18,9		21,2	
22	*CH/ CH_2	34,1		138,4	5,02, dd, $J=8,5$ Hz
23	*CH/ CH_2	26,2		129,3	5,12, dd, $J=15$ Hz)
24	CH	46		51,4	
25	CH	29,3		31,8	

26	CH ₃	20	21,4
27	CH ₃	19,5	19,2
28	CH ₂	23,2	25,6
29	CH ₂	12,2	12,4

Tabela 4. Dados de RMN de ¹³C (100 MHz, CDCl₃) de **6** e **7**. *composto **6**: CH₂, composto **7**: CH.

A comparação dos dados de RMN obtidos com os relatados por Ferreira et al. (2014) permitiu identificar a mistura dos esteroides sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**).

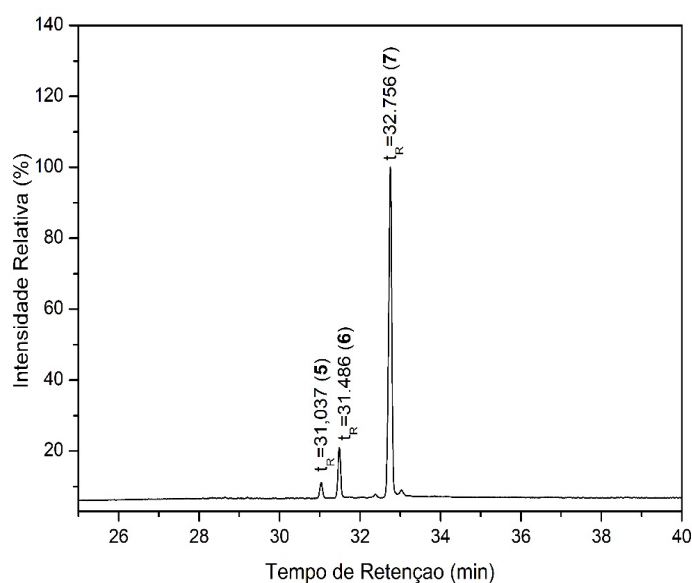


Figura 5. Cromatograma de íons totais da mistura M2.

O cromatograma de íons totais da análise por CG-EM de M2 após silição (Figura 4) mostrou 3 bandas. Os tempos de retenção, área integrada, índice de similaridade e o *m/z* do pico do íon molecular para os compostos identificados são apresentados na Tabela 5. A comparação do espectro de massas correspondente a cada banda, com os da biblioteca do aparelho sugeriu tratar-se dos derivados siliados dos esteroides colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). Embora a presença de colesterol em plantas seja rara, pois é geralmente encontrado em animais e fungos, há relatos de ocorrência deste esteroide nas cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum* (SILVA et al., 2007), cera de carnaúba, *Copernicia prunifera* (ALMEIDA et al., 2017) e em espécies de *Astragalus* (EBRAHIMZADEH; NIKNAM; MAASSOUMI, 2001).

Esteroides	Área (%)	Tempo de retenção (min)	Índice de similaridade (%)	M ⁺
ColesterolTMS	2,81	31,037	75	459
SitosterolTMS	10,93	31,486	83	487
EstigmasterolTMS	86,26	32,756	87	485

Tabela 5. Esteroides de M2 (5-7) identificados por CG-EM como derivados sililados.

Os esteroides **5-7** foram relatados em outras espécies de *Bauhinia* (LÓPEZ; SANTOS, 2015; SILVA et al., 2000; VIANA et al., 1999). O sitosterol e estigmasterol possuem atividade anti-inflamatória comprovada, quando associados com outros esteroides apresentam efeito no tratamento da hiperplasia benigna de próstata (CECHINEL FILHO, 2000). De acordo com Ju et al. (2004), o sitosterol apresenta ainda propriedade inibidora do estradiol e anticâncer de pulmão.

4 | CONCLUSÃO

O fracionamento cromatográfico do extrato hexânico das folhas de *B. pulchella* (Fabaceae-Caesalpinioideae) resultou no isolamento e identificação do δ -tocoferol (**1**), γ -tocoferol (**2**), α -tocoferol (**3**), do sesquiterpenoide óxido de cariofileno (**4**) e dos esteroides colesterol (**5**), sitosterol (**6**) e estigmasterol (**7**). Os compostos **1-7** estão sendo relatados pela primeira vez na espécie *B. pulchella* e contribuem para o conhecimento da composição química da espécie.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. G. G.; BARROS, R. F. M. **Plantas medicinais cultivadas em quintais de comunidades rurais no domínio do cerrado piauiense (Município de Demerval Lobão, Piauí, Brasil)**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.14, n.3, p. 419-434, 2012.

ALMEIDA, B. C. et al. Dammarane Triterpenoids from Carnauba, *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (Arecaceae), Wax. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 28, n. 8, p. 1371-1376, 2017.

ARAIN, S. et al. Physicochemical characterization of *Bauhinia purpurea* seed oil and meal for nutritional exploration. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 60, n. 4, p. 341-346, 2010.

CARVALHO, A. A. et al. Phenolic derivatives and antioxidant activity of polar extracts from *Bauhinia pulchella*. **Quimica Nova**, v. 41, n. 4, p. 405-411, 2018.

CECHINEL FILHO, V. Chemical composition and biological potential of plants from the genus

Bauhinia. **Phytotherapy Research**, v. 23, p. 1347-1354, 2009.

CECHINEL FILHO, V. Principais avanços e perspectivas na área de produtos naturais ativos: estudos desenvolvidos no NIQFAR/UNIVALI. **Química Nova**, v. 23, n. 5, p. 680-685, 2000.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

CHAVES, M. H. Análise de extratos de plantas por CCD: uma metodologia aplicada à disciplina "química orgânica". **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 560-562, 1997.

COSTA, A. F. **Isoprenóides das folhas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. Var. *acuminata* Teles Freire (LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE)**. 2003. 188 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2003.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach**. 3. ed. Wiley, 2009, 539 p.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 747-753, 2004.

EBRAHIMZADEH, H.; NIKNAM, V.; MAASSOUMI, A. A. The sterols of *Astragalus* species from Iran: GLC separation and quantification. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, n. 4, p. 393-404, 2001.

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.

HEYMANN, H. et al. Constituents of *Sindora sumatrana* MIQ. I. Isolations and NMR Spectral Analyses of sesquiterpenes from the Dried pods. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v. 42, n. 1, p. 138-146, 1994.

JIANG, Q. et al. Gamma-tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 74, n. 6, p.714-722, 2001.

JU, Y. H. et al. β -sitosterol, β -sitosterol glucoside, and a mixture of β -sitosterol and β -sitosterol glucoside modulate the growth of estrogen-responsive breast cancer cells in vitro and in ovariectomized athymic mice. **Phytosterols on Breast Cancer**, v. 134, p. 1145-1151, 2004.

LÓPEZ, R. E. S.; SANTOS, B. C. *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae). **Revista Fitos**, v. 9, n. 3, p. 161-252, 2015.

MATSUO, M.; URANO, S. ^{13}C NMR spectra of tocopherols and 2,2-dimethylchromanol. **Tetrahedron**, v. 32, p. 229-231, 1976.

NOGUEIRA, A. C. O.; SABINO, C. V. S. Revisão do gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* L. de interesse para a indústria farmacêutica. **Revista Fitos**, v. 7, n. 2, p. 77-84, 2012.

PRYTZYK, E. et al. Flavonoids and trypanocidal activity of *Bulgarian propolis*. **Journal of Ethnopharmacol.** n. 88, p.189-193, 2003.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade de Feira de Santana, 2009. 913p.

RAMADAN, M. F. et al. Characterisation of fatty acids and bioactive compounds of kachnar (*Bauhinia purpurea* L.) seed oil. **Food Chemistry**, v. 98, p. 359-365, 2006.

SASHIDHARA, K. V. et al. Galactolipids from *Bauhinia racemosa* as a new class of antifilarial agents against human lymphatic filarial parasite, *Brugia malayi*. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 50, p. 230-235, 2012.

SILVA, K. L. et al. Phytochemical and pharmacognostic investigation of *Bauhinia forficata* Link (Leguminosae). **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 55c, p. 478-480, 2000.

SILVA, K. L.; CECHINEL FILHO, V. Plantas do gênero *Bauhinia*: composição química e potencial farmacológico. **Química Nova**, v. 25 n. 3, p. 449-454, 2002.

SILVA, H. R. et al. Constituintes químicos das cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum*: ocorrência de colesterol. **Química Nova**, v.30 n.8, p. 1877-188, 2007.

SOUSA, C. M. M. **Estudo químico e potencial farmacológico das cascas do fruto de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)**. 2012. 164 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

VAZ, A. M. S. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; SILVA, L. A. E. Checklist of *Bauhinia* in Brazil. **Plant Ecology and Evolution**, v. 143, n. 2, p. 212-221, 2010.

VAZ, A. M. S. F.; TOZZI, A. M. G. A. *Bauhinia* ser. *Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) no Brasil. **Rodriguésia**, v. 54, n. 83, p. 55-143, 2003.

VIANA, E. P. et al. Constituents of the stem bark of *Bauhinia guianensis*. **Fitoterapia**, v. 70, p. 111-112, 1999.

YANG, D. et al. Use of caryophyllene oxide as an antifungal agent in an in vitro experimental model of onychomycosis. **Mycopathologia**, v. 148, n. 2, p. 79-82, 1999.

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