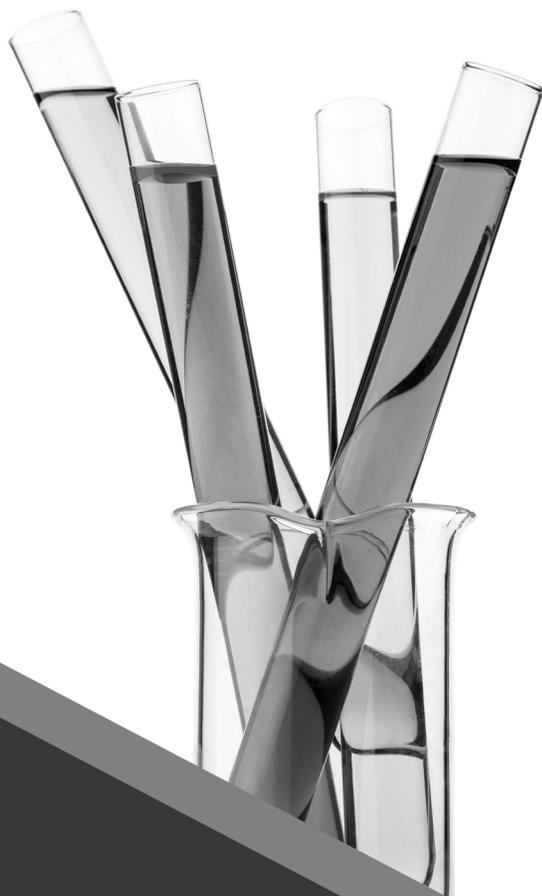




O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)


Ano 2020



O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)


Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 O conhecimento científico na química 2 / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-563-1

DOI 10.22533/at.ed.631202011

1. Química. 2. Conhecimento científico. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

O livro “O conhecimento científico na Química 2” apresenta artigos na área de ensino de química, tecnologia química, química verde, química ambiental e processos químicos.

O e-book contém 29 capítulos, que abordam temas sobre desenvolvimento e aplicação de jogos didáticos, aprendizagem significativa; análise de livros didáticos; história da química; reaproveitamento de resíduos agroindustriais; desenvolvimento de novos materiais de interesse ambiental; adsorventes sustentáveis; fotocatalise, tratamento de água e efluentes; síntese de líquidos iônicos; hidrólise enzimática e quantificação de enzimas; estudos de toxicidade; análise química de óleos essenciais; aplicação de extratos de frutos da região amazônica na atividade enzimática; desenvolvimento de eletrodo; desenvolvimento de compósitos a partir de resíduos; produção de fertilizantes de liberação controlada; tecnologias e técnicas para aplicação de plasma em química; síntese e aplicação de nanotubos de carbono.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos do conhecimento científico no Brasil e suas relações esta ciência. Nos tempos atuais é perceptível a importância da pesquisa acadêmica no Brasil para o desenvolvimento de novas tecnologias, fármacos e vacinas que auxiliem no combate às doenças e na qualidade de vida. Dessa forma, mais uma vez a Atena Editora reúne o conhecimento científico em forma de ebook, destacando os principais campos de atuação da química no país.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de química, tecnologia química, química ambiental e ensino de química.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “O conhecimento científico na Química 2”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A VIAGEM DA TEOBROMINA DO CACAU AO CHOCOLATE: UMA ABORDAGEM QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO

Jorge Hamilton Sena Dias

DOI 10.22533/at.ed.6312020111

CAPÍTULO 2..... 9

QUÍMICA AMBIENTAL, USO DE IMAGENS E DIALÓGICA DE PAULO FREIRE NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Priscila Ketlen Negreiros Sousa

Dorian Lesca de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6312020112

CAPÍTULO 3..... 17

ANÁLISE E ESTUDO DA APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO DE QUÍMICA INTITULADO “ UNO ELEMENTAR PERIÓDICO ” PARA O ENSINO MÉDIO DO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS PARANAÍ

Maiara dos S. Faria

Glaucio Testa

DOI 10.22533/at.ed.6312020113

CAPÍTULO 4..... 35

O CONCEITO DE LIGAÇÃO QUÍMICA NO LIVRO DIDÁTICO

Olívia Maria Bastos Costa

Gislene Santos Silva

Marcelo Alves Lima Júnior

DOI 10.22533/at.ed.6312020114

CAPÍTULO 5..... 49

A HISTÓRIA DA QUÍMICA COMO ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA PARA O APRENDIZADO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Ana Deuza da Silva Soares

Cliciane Magalhaes da Silva

Jamilla de Nazaré de Oliveira Almeida

Daniela Duarte de Sousa

Raimme Paola do Nascimento Pinto

Carlos Arthur Araújo Assunção

DOI 10.22533/at.ed.6312020115

CAPÍTULO 6..... 60

APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

Herbert Gonzaga Sousa

Patrícia e Silva Alves

Aline Aparecida Carvalho França

Maciel Lima Barbosa

Gilmânia Francisca Sousa Carvalho
Renata da Silva Carneiro
Dihêgo Henrique Lima Damacena
Beneilde Cabral Moraes
Valdiléia Teixeira Uchôa
Katiane Cruz Magalhães Xavier
Rita de Cássia Pereira Santos Carvalho
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.6312020116

CAPÍTULO 7..... 72

**O SÉCULO XX E UMA NOVA DIMENSÃO DAS ATIVIDADES CIENTÍFICAS NO BRASIL
POUCO INSERIDAS NOS CONTEXTO DIDÁTICO DOS LIVROS**

Alcione de Nazaré Dias Silva
Débora da Cruz Arruda

DOI 10.22533/at.ed.6312020117

CAPÍTULO 8..... 80

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA PARA PRODUÇÃO DE
NOVOS MATERIAIS: O CONHECIMENTO QUÍMICO À SERVIÇO DO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL, CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO**

Igor Andrade Rodrigues
Adilson de Santana Santos
Vanessa da Silva Reis
Márcio Souza Santos
Alexilda Oliveira de Souza
Marluce Oliveira da Guarda Souza

DOI 10.22533/at.ed.6312020118

CAPÍTULO 9..... 94

**ESTUDO COMPARATIVO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO E ATIVIDADE
FOTOCATALÍTICA DE α -Ag₂WO₄ PARA O CORANTE RODAMINA B**

Francisco das Chagas Marques da Silva
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.6312020119

CAPÍTULO 10..... 105

**DEGRADAÇÃO DA TETRACICLINA EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO PROCESSOS
OXIDATIVOS AVANÇADOS E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE INIBIÇÃO SOBRE *Escherichia
coli***

Ismael Laurindo Costa Junior
Marcia Antônia Bartolomeu Agustini
Felipe Augusto Barbieri
Letícia Maria Effting
Cesar Augusto Kappes
Kevin Augusto Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.63120201110

CAPÍTULO 11..... 126

PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE LARANJA ATIVADO COM CLORETO DE CÁLCIO E SUA APLICAÇÃO EM TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM NITRATO

Lucas Fernandes Domingues
Greice Queli Nardes Cruz
Idel Perpetua de Castro
Isadora Aparecida Archioli
Lorena Cristina Lopes

DOI 10.22533/at.ed.63120201111

CAPÍTULO 12..... 135

PREPARAÇÃO DE NOVOS LÍQUIDOS IÔNICOS ALCANOSULFONATOS DE INTERESSE AMBIENTAL

Michelle Budke Costa
Giselle Back
Melissa Budke Rodrigues
Paulo Rodrigo Stival Bittencourt
Fernando Reinoldo Scremin

DOI 10.22533/at.ed.63120201112

CAPÍTULO 13..... 146

AMIDO DE BATATA DOCE HIDROLISADO COM ENZIMAS DO MALTE DE CEVADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Renata Nascimento Caetano
Felipe Staciaki da Luz
Adrielle Ferreira Bueno
Cinthya Beatriz Fürstenberger
Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.63120201113

CAPÍTULO 14..... 158

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE LIPASE DE GRÃOS DE SOJA

Isabela Cristina Damasceno
Marcela Guariento Vasconcelos
Livia Piccolo Ramos Rossi

DOI 10.22533/at.ed.63120201114

CAPÍTULO 15..... 172

DETERMINAÇÃO DA CITOTOXIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Origanum vulgare*

Daiane Einhardt Blank
Gabriela Hörnke Alves
Rogério Antonio Freitag
Silvia de Oliveira Hübner
Marlete Brum Cleff

DOI 10.22533/at.ed.63120201115

CAPÍTULO 16.....	180
AVALIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INIBIÇÃO DE ACETILCOLINESTERASE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALOYSIA GRATISSIMA	
Adílio Macedo Santos	
Adonias de Oliveira Teixeira	
Vilisaimon da Silva de Jesus	
Luan Souza Santos	
Moacy Selis Santos	
Clayton Queiroz Alves	
Djalma Menezes de Oliveira	
Rosane Moura Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.63120201116	
CAPÍTULO 17.....	192
OBTENÇÃO E ANÁLISE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES MEDICINAIS UTILIZADAS NA REGIÃO DE MARABÁ	
Aristides Anderson Pereira Reis	
Sebastião da Cruz Silva	
DOI 10.22533/at.ed.63120201117	
CAPÍTULO 18.....	198
INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS BRUTOS DE AÇÁI E PITANGA SOBRE A ATIVIDADE DE GLUTATIONA S-TRANSFERASE ESPECÍFICA CEREBRAL DE RATO	
Tais da Silva Rosa	
Felipe Boz Santos	
Cristiane Martins Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.63120201118	
CAPÍTULO 19.....	203
SELETIVIDADE E SENSIBILIDADE EM ELETRODOS COMPÓSITOS MODIFICADOS USANDO POLÍMEROS COM IMPRESSÃO MOLECULAR: O CASO DO DICLOFENACO	
Priscila Cervini	
Abigail Vasconcelos Pereira	
Éder Tadeu Gomes Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.63120201119	
CAPÍTULO 20.....	216
PRODUÇÃO DE COMPÓSITO TRICOMPONENTE A PARTIR DA CASCA DE AMENDOIM E RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Giovanna Coelho Bosso	
DOI 10.22533/at.ed.63120201120	
CAPÍTULO 21.....	231
CELULOSE NANOFRIBRILADA FUNCIONALIZADA COM GRUPOS DICIANOVINIL: REDUÇÃO ELETROQUÍMICA DE CO₂	
Robson Valentim Pereira	
Thais Eugênio Gallina	
Aparecido Junior de Menezes	

Kênia da Silva Freitas

DOI 10.22533/at.ed.63120201121

CAPÍTULO 22.....242

DETERMINAÇÃO BIOQUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E MINERAL DE POLPA E CASCA DO FRUTO DE *Endopleura uchi*

Charline Soares dos Santos Rolim

Leonardo do Nascimento Rolim

Régis Tribuzy de Oliveira

Eyde Cristianne Saraiva-Bonato

Maria das Graças Gomes Saraiva

Roseane Pinto Martins de Oliveira

Cláudia Cândida Silva

Carlos Victor Lamarão

DOI 10.22533/at.ed.63120201122

CAPÍTULO 23.....253

DESENVOLVIMENTO DE FERTILIZANTE ALTERNATIVO CONSTITUÍDO DE MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS CARREADORAS DE NPK

Júnior Olair Chagas

Gilmare Antônia da Silva

Fabiana Aparecida Lobo

DOI 10.22533/at.ed.63120201123

CAPÍTULO 24.....265

SÍNTESE DE COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO CONTENDO COBRE(II) COM LIGANTES DICARBOXILATOS: ESTUDO DE SUAS PROPRIEDADES VAPOCRÔMICAS

Eduardo Dias Albino

Bruno Ribeiro Santos

Alessandra Stevanato

DOI 10.22533/at.ed.63120201124

CAPÍTULO 25.....282

NÍVEIS DE COBRE EM AMOSTRAS AMBIENTAIS DA REGIÃO CACAUEIRA NO SUL DA BAHIA POR USO DA MICROEXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO DISPERSIVA

Mayara Costa dos Santos

Ívero Pita de Sá

Marina Santos de Jesus

Julia Carneiro Romero

Fábio Alan Carqueija Amorim

DOI 10.22533/at.ed.63120201125

CAPÍTULO 26.....292

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES A PARTIR DE ESCÓRIA DE ACIARIA

Josielle Vieira Fontes

Liliane Nogueira Silva

José Augusto Martins Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.63120201126

CAPÍTULO 27.....301

LINEARIZAÇÃO DA CURVA DE ESFRIAMENTO DA GLICERINA

Vinicius Canal de Carvalho

Roberto Vargas de Oliveira

Abiney Lemos Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.63120201127

CAPÍTULO 28.....306

O PLASMA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Leila Cottet

Luís Otávio de Brito Benetoli

Nito Angelo Debacher

DOI 10.22533/at.ed.63120201128

CAPÍTULO 29.....319

NANOTUBOS DE CARBONO – UMA VISÃO GERAL

Leila Cottet

Luís Otávio de Brito Benetoli

Nito Angelo Debacher

DOI 10.22533/at.ed.63120201129

SOBRE A ORGANIZADORA.....333

ÍNDICE REMISSIVO.....334

DETERMINAÇÃO DA CITOTOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Origanum vulgare*

Data de aceite: 01/11/2020

Daiane Einhardt Blank

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química, Viçosa-Minas Gerais

Gabriela Hörnke Alves

Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas-Rio Grande do Sul

Rogério Antonio Freitag

Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas-Rio Grande do Sul

Silvia de Oliveira Hübner

Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, Departamento de veterinária, Pelotas-Rio Grande do Sul

Marlete Brum Cleff

Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, Departamento de veterinária, Pelotas-Rio Grande do Sul

RESUMO: A determinação da citotoxicidade do óleo essencial extraído de planta é fundamental para garantir a segurança na utilização. O presente estudo teve como objetivo identificar a composição química e determinar a toxicidade do óleo essencial de *Origanum vulgare* em diferentes linhagens celulares, Madin Darby bovine kidney (MDBK), Rabbit kidney (RK 13), Madin Darby canine kidney (MDCK) e Crandell feline kidney (CRFK), pelo método brometo de

3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazólio (MTT). A identificação química do óleo essencial foi realizada por cromatografia gasosa com ionização de chama (GC/FID). Os compostos encontrados no óleo essencial de orégano foram α -terpineno, γ -terpineno, linalol, 4-terpineol e timol. A concentração máxima não tóxica do óleo essencial de *Origanum vulgare* frente as células RK 13 e MDCK foi de 0,013 $\mu\text{g/mL}$, utilizando as células MDBK o resultado foi de 0,052 $\mu\text{g/mL}$ e nas CRFK foi de 0,023 $\mu\text{g/mL}$. As análises demonstraram que a citotoxicidade foi dependente da linhagem celular.

PALAVRAS-CHAVE: *Origanum vulgare*, citotoxicidade, óleo essencial.

DETERMINATION OF THE CYTOTOXICITY OF THE ESSENTIAL OIL OF ORIGANUM VULGARE

ABSTRACT: The determination of the cytotoxicity of the essential oil extracted from the plant is essential to ensure safe use. The present study aimed to identify the chemical composition and determine the toxicity of the essential oil of *Origanum vulgare* in different cell lines, Madin Darby bovine kidney (MDBK), Rabbit kidney (RK 13), Madin Darby canine kidney (MDCK) and Crandell feline kidney (CRFK), by the 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium (MTT) bromide method. The chemical identification of the essential oil was performed by gas chromatography with flame ionization (GC / FID). The compounds found in oregano essential oil were α -terpinene, γ -terpinene, linalool, 4-terpineol and thymol. The maximum non-toxic concentration of the essential

oil of *Origanum vulgare* against RK 13 and MDCK cells was 0.013 $\mu\text{g/mL}$, using MDBK cells the result was 0.052 $\mu\text{g/mL}$ and in CRFK was 0.023 $\mu\text{g/mL}$. The analyzes showed that the cytotoxicity was dependent on the cell line.

KEYWORDS: *Origanum vulgare*, cytotoxicity, essential oil.

1 | INTRODUÇÃO

Origanum vulgare, conhecido popularmente como orégano é uma planta perene pertencente a família Lamiaceae, sua altura varia entre 25 cm e 40 cm, sendo cultivada em solos calcários e secos. As folhas do orégano são verde-escuras que medem aproximadamente 1 a 5 cm (Lorenzi et al., 2006; Raven et al., 2007; Costa, 2009; Lukas et al., 2015). Na composição química do óleo essencial extraído das folhas de *Origanum vulgare* podem ser encontrados diversos compostos bioativos, sendo algumas responsáveis por atividades terapêuticas e ou tóxicas (Chun et al., 2005). O óleo essencial é um líquido com aroma característico formado por uma mistura complexa de compostos lipofílicos voláteis (Teixeira et al., 2013), presentes no tecidos vegetais, para proteção da planta contra ataques de patógenos e radiação ultra-violeta (Janczyk et al., 2009). Os constituintes majoritários do óleo essencial de *Origanum vulgare* são α -terpineno, γ -terpineno, linalol, 4- terpineol e timol (Cleff, 2008). *Origanum vulgare* (orégano) tem sido utilizado na culinária como tempero e conservante de alimentos, devido a presença de compostos bioativos com ação antimicrobiana (Kalemba e Kunicka, 2003; Lorenzi; Matos, 2006; Bona et al., 2012). Vários estudos relatam na literatura a composição química e as atividades biológicas dos óleos essenciais de orégano, no entanto, pouco tem sido relatado com relação a citotoxicidade desse óleo essencial (Angioni, et al., 2004; Cleff, 2008). Estudo avaliou a citotoxicidade do óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e seu composto majoritário eugenol e relatou a citotoxicidade do óleo essencial em baixas concentrações, mostrando a importância dos ensaios de citotoxicidade e dos cuidados na utilização (Prashar et al., 2006). A partir dos relatos na literatura sobre atividade biológica e citotoxicidade de óleos essenciais evidencia-se a necessidade de pesquisa e estudos em relação a citotoxicidade do óleo essencial de orégano. O objetivo deste estudo foi investigar a composição química e citotoxicidade do óleo essencial de *Origanum vulgare* em diferentes linhagens celulares.

2 | METODOLOGIA

2.1 Planta

As folhas de *Origanum vulgare* foram adquiridas comercialmente da Empresa Luar Sul Indústria e Comércio de Produtos Alimentícios – Santa Cruz do Sul/RS, com número de lote 001/2011.

2.2 Método de extração

Para a obtenção dos óleos essenciais 100 g das folhas secas foram submetidas à extração com arraste de vapor em aparelho Clevenger durante 4 horas, em triplicata. No óleo essencial extraído foi adicionado sulfato de sódio anidro concentrado sob N₂ (ultra puro) e armazenado em frasco âmbar e mantido sob refrigeração até a realização da caracterização química.

2.3 Identificação química

A identificação química dos óleos essenciais obtidos foi pela técnica de cromatografia gasosa com equipamento CG/FID (Schimadzu, modelo 2010) equipado com coluna de sílica DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), nas seguintes condições cromatográficas: temperatura inicial de 40 °C, aumentando na taxa de 10 °C min⁻¹ até atingir 80 °C, depois a taxa foi de 2 °C min⁻¹ até atingir 90 °C e finalmente 5 °C min⁻¹ até 280 °C, permanecendo nesta temperatura por 10 min; Td = 300 °C; Tinj = 300 °C; Tcol = 40 °C; Split = 1:50. Foi preparada a solução do óleo essencial a 5000 mg L⁻¹ em hexano e a solução de 40 mg L⁻¹ de mix de padrões cromatográficos, dos quais foram injetadas 1 µL. Os constituintes foram identificados por comparação entre o tempo de retenção dos padrões e das amostras.

2.4 Citotoxicidade

A triagem das concentrações com efeito citotóxico foi feita através do teste colorimétrico brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazólio (MTT). Para analisar a toxicidade as linhagens celulares Madin Darby bovine kidney (MDBK), Rabbit kidney (RK 13), Madin Darby canine kidney (MDCK) e Crandell feline kidney (CRFK) foram cultivadas em microplacas a 37 °C com 5% de CO₂ durante 24 horas, em meio essencial mínimo de Eagle (E-MEM) contendo 10 % de soro fetal bovino. As monocamadas celulares foram tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial de *Origanum vulgare*. Após 72 horas a viabilidade celular foi mensurada através do ensaio MTT (Mosmann, 1983), sendo as amostras lidas em espectrofotômetro a 540 nm. Células tratadas somente com E-MEM foram usadas como controles. Foram consideradas não tóxicas aquelas concentrações cuja viabilidade celular foi próxima a 100%, quando comparadas aos controles celulares não tratados, tanto mediante observação por microscopia quanto no ensaio com MTT.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados da identificação química do óleo essencial de *Origanum vulgare* podemos observar a presença de 21 compostos, sendo que 5 compostos são majoritários com predominância de terpenos. A concentração dos terpenos presentes nas amostras de óleo essencial de *Origanum vulgare* foi calculada em relação à área normalizada dos picos, cujos tempos de retenção eram iguais aos tempos dos padrões. De acordo com o cromatograma obtido da amostra do óleo essencial de orégano analisada, pode-se

constatar como compostos majoritários, α -terpineno, γ -terpineno, linalol, 4-terpineol e timol. A Figura 1 apresenta os picos identificados em comparação com os padrões para a análise da composição química do óleo essencial de *Origanum vulgare*, sendo numerados de acordo com a Tabela 1, que apresenta os padrões terpênicos e os seus respectivos tempos de retenção utilizados para a identificação dos compostos bioativos.

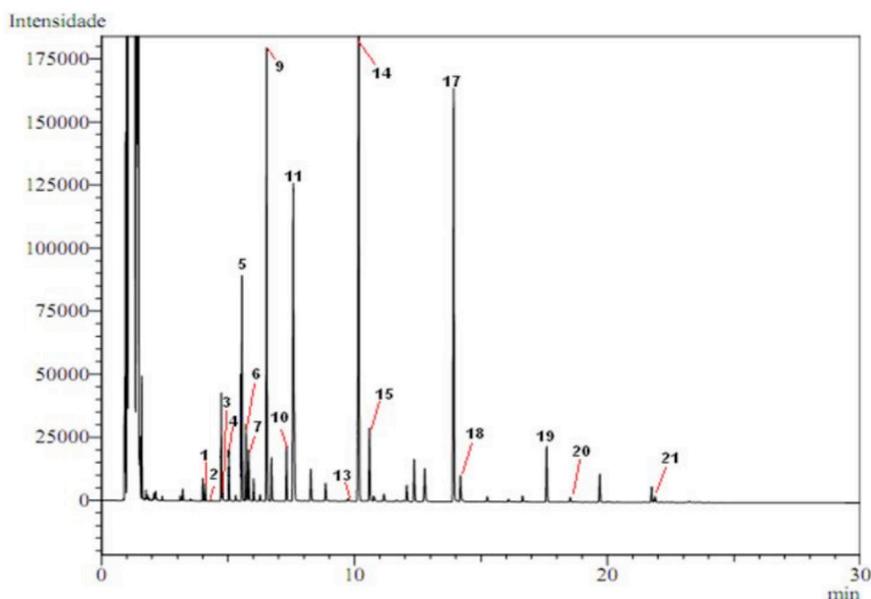


Figura 1. Cromatograma da amostra do óleo essencial de orégano obtidos via (GC/FID).

Resultados semelhantes do perfil cromatográfico do óleo essencial de *Origanum vulgare* foi relatado no trabalho de CLEFF, 2008. Foram observados como constituintes majoritários o 4-terpinenol, α -terpineol, timol e carvacrol, assim como p-cimeno, 1,8 cineol, limoneno, carvacrol, timol (Baranauskienė et al., 2006). Em outro estudo foram identificados os compostos 4-terpinenol, linalol, limoneno, α -terpineol em amostras de *Origanum majorana* L, e no *Origanum vulgare* L., timol, carvacrol, o-cimeno e α -terpineol através da cromatografia gasosa acoplada com espectrometria de massa (Hussain et al., 2011). Concordando com os resultados obtidos no presente estudo. Relatos na literatura demonstraram que o carvacrol, encontrado no óleo essencial de *Origanum vulgare*, tem sido o constituinte responsável pela citotoxicidade (Jaafari et al., 2007; Alviano et al., 2009). O metabolismo secundário das plantas pode variar devido a fatores bióticos e abióticos, tais como, condições de cultivo, características de solo, ambiente, clima, época do ano, local e horário de coleta, método de secagem, estocagem e extração, dificultando a comparação de resultados de outras pesquisas (Simões et al., 2003; Gobbo-Neto; Lopes, 2008; Barreto et al., 2008; Windisch et al., 2008; Mâthé, 2009).

	Composto	Tempo de Retenção
1	a-pineno	4.119
2	Canfeno	4.330
3	b-pineno	4.813
4	Mirceno	5.035
5	a-terpineno	5.573
6	p-cimeno	5.709
7	Limoneno	5.816
8	1,8-cineol	5.886
9	γ -terpineno	6.544
10	Terpinoleno	7.308
11	Linalol	7.623
12	Cânfora	9.022
13	Borneol	9.774
14	4-terpineol	10.140
15	α -terpineol	10.615
16	Acetato de bornyl	13.706
17	Timol	13.901
18	Carvacrol	14.177
19	Trans-cariofileno	17.627
20	α -humoleno	18.559
21	Óxido de cariofileno	21.909

Tabela 1. Relação dos padrões terpênicos e o tempo de retenção.

O óleo essencial causou um decréscimo na viabilidade celular, proporcional às concentrações testada. As concentrações não tóxicas detectadas nos ensaios para os óleos essenciais de *Origanum vulgare* foram 0,052 $\mu\text{g/mL}$ em MDBK, 0,013 $\mu\text{g/mL}$ em RK 13, 0,023 $\mu\text{g/mL}$ em CRFK, 0,013 $\mu\text{g/mL}$ em MDCK analisadas pelo ensaio MTT. Os resultados de citotoxicidade dos óleos essenciais podem estar relacionados a presença ou não de determinada substância química, ou um sinergismo entre as substâncias presentes no extrato, já que existiu uma variabilidade de compostos químicos nos extratos. Resultados semelhantes foram descritos em um estudo, onde 36,13% de viabilidade celular foi detectada com uso do óleo essencial de alecrim pertencente a família Lamiaceae na concentração de 0.0625% (v/v), em células SK-OV-3. Na concentração de 1% (v/v), a adição do óleo essencial resultou em viabilidade celular inferior a 11% (Wang et al., 2012). Outro estudo também realizou ensaio citotóxico com terpenos e com óleo essencial de *Eucalyptus benthamii*, de acordo com os resultados o α -pineno não apresentou citotoxicidade a partir 192,42 $\mu\text{g/mL}$, γ -terpineno na concentração de 136,6 $\mu\text{g/mL}$, 4-terpineol foi de 50,20 $\mu\text{g/mL}$ e com o óleo essencial foi de 54,96 $\mu\text{g/mL}$, demonstrando o aumento do efeito biológico pelo sinergismo entre os componentes individuais da planta ministrados na mesma dose (Boscardin et al., 2012). Outra pesquisa utilizou compostos voláteis isolados para avaliação da citotoxicidade *in vitro* em diferentes linhagens celulares hepáticas, epiteliais, linfócitos e fibroblastos, demonstrou que o 4 terpineol, α -terpineol, terpinoleno, α -pineno e 1,8 cineol

foram os responsáveis pela citotoxicidade. Em um estudo realizado com as espécies de *Origanum manjerona* e *Origanum vulgare* em diferentes células humanas pôde-se verificar maior citotoxicidade do óleo essencial de *Origanum manjerona* composto por 4 terpenol, linalol, limoneno e α -terpineol, na concentração de 70 $\mu\text{g/mL}$ na célula MCF-7, 85 $\mu\text{g/mL}$ na célula LNCaP, 300 $\mu\text{g/mL}$ na célula NIH-3T3 quando comparado ao de *Origanum vulgare*, composto por timol, carvacrol e α -terpineol, na concentração de 100 $\mu\text{g/mL}$ na célula MCF-7, 90 $\mu\text{g/mL}$ na célula LNCaP, 320 $\mu\text{g/mL}$ na célula NIH-3T3 (Hussain et al., 2011). Em outros estudos de citotoxicidade, utilizando mesma metodologia do presente estudo, mas com óleos essenciais de *Thymus zygis* subsp. *Sylvestris*, também foi detectado relativamente alta toxicidade na concentração 0,08 a 0,16 $\mu\text{L/mL}$ (Gonçalves et al., 2010). Enquanto que um estudo com óleo essencial de *Thymus daenensis*, *Thymus vulgaris*, *Zataria multiflora* pertencentes a mesma família do *Origanum vulgare*, foram observadas toxicidade (200 $\mu\text{g/mL}$) para o óleo essencial (1000 $\mu\text{g/mL}$) (Saderi; Abbasi, 2011). Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, que pode justificar a maior citotoxicidade dos óleos (Simões et al., 2003; Teixeira et al., 2013). As células MDBK, RK 13, MDCK e CRFK são amplamente utilizadas para isolamento e crescimento de diversos vírus. A partir da determinação da concentração não tóxica do óleo essencial de *Origanum vulgare* será possível a realização de estudos sobre atividades biológicas. A toxicidade do óleo essencial e de compostos ativos isolados depende da concentração utilizada, sendo muitas vezes produzidas reações tóxicas somente em altas concentrações (Bianchini et al., 2017).

4 | CONCLUSÃO

Os principais compostos nos óleos de *O. Vulgare*, foram α -terpineno, γ -terpineno, linalol, 4- terpineol e timol. A citotoxicidade do óleo essencial pode estar relacionada com o sinergismo dos compostos bioativos presentes. Os resultados da citotoxicidade do óleo essencial depende da linhagem celular utilizada, sendo uma etapa importante, para utilização segura nas investigações das atividades biológicas.

REFERÊNCIAS

Lorenzi H., Matos F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas**. 1 ed. 2006. Raven, P.H.; Evert, R.F.; Eichhorn, S.E. **Biologia Vegetal**, 7 ed. 2007.

Chun, S.S.; Vatter, D.A.; Lin, Y.T.; Shett, K. **Phenolic antioxidants from clonal orégano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori***. Process Biochemistry, 2005, 40, 809–816.

Cleff, M.B. **Avaliação da Atividade Antifúngica do Óleo Essencial de *Origanum vulgare* L. Frente a Fungos de Importância em Veterinária com Ênfase em *Candida* SPP**. Tese, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2008.

Angioni, A.; Barra, A.; Cereti, E. **Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 11, n. 52, p. 3530-3535, 2004.

Costa, A.C. **Atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Origanum vulgare* L. e *Cinnamomum zeylanicum* B. contra bactérias multirresistentes.** Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, 98p. 2009.

Lukas, B.; Schmiderer, C.; Novak, J. **Essential oil diversity of European *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae).** Phytochemistry, 119, 32-40, 2015.

Janczyk, P.; Pieper, R.; Urubschurov, V. Research article: **investigations on the effects of dietary essential oils and different husbandry conditions on the gut ecology in piglets afterweaning.** International Journal of Microbiology, 2009.

Teixeira, B.; Marques, A.; Ramos, C.; Neng, N.R.; Nogueira, J.M.; Saraiva, J.A.; Nunes, M.L. **Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils.** Industrial Crops and Products, 43, 587-595, 2013.

Kalemba, D.; Kunicka, A. **Antibacterial and antifungal properties of essential oils.** Current Medicinal Chemistry. v. 10, n. 10, p. 813-829, 2003.

Bona, T.D.M.M.; Pickler, L.; Miglino, L.B.; Kuritza, L.N.; Vasconcelos, S.P.; Santin, E. **Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte.** Pesquisa Veterinária Brasileira, 32(5), 411-418, 2012.

Bianchini, A.E.; Garlet, Q.I.; Da Cunha, J.A.; Bandeira Junior, G.; Brusque, I.C.M.; Salbego, J.; Heinzmann, B.M.; Baldisserotto, B. **Monoterpenoids (thymol, carvacrol and S-(+)-linalool) with anesthetic activity in silver catfish (*Rhamdia quelen*): evaluation of acetylcholinesterase and GABAergic activity.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 50(12), 2017.

Simões, C. M. O.; Schenkel, E.P.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P.; Mentz, L.A.; Petrovick, P.R. Farmacognosia da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 417.

Gonçalves, M.J., Cruz, M.T., Cavaleiro, C.; Lopes, M.C., Salgueiro, L. **Chemical, antifungal and cytotoxic evaluation of the essential oil of *Thymus zygis* subsp. *Sylvestris*.** Industrial Crops and Products, 2010, 32, 70–75.

Saderi, H.; Abbasi, M. **Evaluation of anti-adenovirus activity of some plants from Lamiaceae family grown in Iran in cell culture.** African Journal of Biotechnology, 2011, 10, 76, 17546-17550.

Boscardin, D.P.M.; Sartoratto, A.; Maia, B. H. L. DE N. S.; Paula, J.P.; Nakashima, T.; Farago, P.V.; Kanunfre, C.C. **In Vitro Cytotoxic Potential of Essential Oils of *Eucalyptus benthamii* and Its Related Terpenes on Tumor Cell Lines.** Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012, 8.

Hussain, A. I.; Anwar, F.; Rasheed, S.; Nigam, P. S.; Janneh, O.; Sarker, S. D. **Composition, antioxidant and chemotherapeutic properties of the essential oils from two *Origanum* species growing in Pakistan.** Brazilian Journal of Pharmacognosy, 2011, 21(6): 943-952.

Barreto, M.S.R.; Menten, J.F.M.; Racanicci, A.M.C.; Pereira, P.W.Z.; Rizzo, P.V. **Plant extracts used as growth promoters in broilers.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, 10(2), 109-115, 2008.

Máthé, A.K.O.S. **Essential oils—biochemistry, production and utilisation. Phytochemicals in Animal Nutrition.** Natural Concepts to Optimize Gut Health and Performance, 1-18, 2009.

Windisch, W.; Schedle, K.; Plitzner, C.; Kroismayr, A. **Use of phytochemical products as feed additives for swine and poultry.** Journal of Animal Science, 86, E140-E148, 2008.

Wang, W.; Li, N.; Luo, M.; Zu, Y.; Efferth, T.; **Antibacterial Activity and Anticancer Activity of Rosmarinus officinalis L. Essential Oil Compared to That of Its Main Components.** Molecules, 2012, 17, 2704-2713.

Gobbo-Neto, L.; Lopes, N.P. **Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários.** Química Nova, 2006, 30, 2, 374-381.

Baranauskiene, R.; Venskutonis, P.R.; Dewettinck, K.; Verhe, R. **Properties of oregano (Origanum vulgare L.), citronella (Cymbopogon nardus G.) and marjoram (Majorana hortensis L.) flavors encapsulated into milk protein-based matrices.** Food Research International, 2006, 39, 413–425.

Hussain, A. I.; Anwar, F.; Rasheed, S.; Nigam, P. S.; Janneh, O.; Sarker, S. D. **Composition, antioxidant and chemotherapeutic properties of the essential oils from two Origanum species growing in Pakistan.** Brazilian Journal of Pharmacognosy, 2011, 21(6): 943-952.

Jaafari, A. et al. **Chemical composition and antitumor activity of different wild varieties of Moroccan thyme.** Revista Brasileira de Farmacognosia, 2007, 17, 4, 477-491.

Alviano, D. S.; Alviano, C. S. **Plant Extracts: Search for New Alternatives to Treat Microbial Diseases.** Current Pharmaceutical Biotechnology, 2009, 10, 106-121.

Mosmann, T. **Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival.** Journal of Immunological Methods. 1983, 65, 55-63.

Prashar, A; Locke, I. C.; Evans, C. S. **Cytotoxicity of clove (Syzygium aromaticum) oil and its major components to human skin cells.** Cell Prolif., 2006, 39(4): 241-8.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 180, 181, 182, 184, 190

Adsorção 80, 82, 83, 84, 86, 87, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 128, 206, 238, 286

Alcanosulfonatos 135

Aloysia gratissima 180, 181, 182, 184, 185, 189, 190, 191

Alpinia 192, 193, 194, 195

Amilase 146, 148, 152, 157

Aniba canelilla 192, 193, 194, 196, 197

Aprendizagem Contextualizada 1

Aprendizagem Significativa 3, 6, 7, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 48

C

Carvão Ativado 83, 86, 126, 128, 129, 132, 133, 134

Casca de Laranja 126, 129, 134

Compósito Tricomponente 216, 218, 220, 227

D

Degradação 80, 84, 94, 95, 100, 101, 105, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 152, 167, 235, 255, 257, 260, 306, 307, 308, 309, 311, 312, 315, 324, 325, 327, 329

Determinação Bioquímica 242

E

Eletrodos Compósitos 203, 204, 205, 209, 210

Endopleura uchi 242, 243, 244, 249, 250, 251, 252

Ensino de Química 1, 4, 6, 7, 33, 42, 47, 49, 51, 55, 56, 59, 62, 69, 70

Escória de Aciaria 292, 293, 294, 296, 297, 299

Extração 136, 148, 158, 160, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 174, 175, 180, 182, 184, 185, 193, 194, 206, 207, 208, 209, 214, 232, 282, 287, 290

Extrato de Açaí 198

Extrato de Pitanga 198

F

Fármacos Residuais 105, 106

Fermentação Alcoólica 146, 148, 149, 150, 152, 156, 157

Ferramenta de Ensino 17, 18, 21, 32

Fertilizantes 253, 254, 255, 263, 290, 291

Fotocatálise 80, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120

G

Glutathione S-Transferase 198

H

Hidrólise Enzimática 146, 147, 148, 152, 156, 157

Hidróxidos Duplos Lamelares 292, 293, 294, 299, 300

J

Jogo Didático 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 28, 29, 32, 60, 61, 63, 64, 68, 69, 70, 71

L

Ligação Química 26, 35, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

Lipase 158, 159, 160, 161, 164, 166, 167, 170, 171

Líquidos Iônicos 135, 136, 137, 144, 145

Livro Didático 6, 8, 35, 36, 38, 42, 43, 45, 46, 48, 54, 58, 77, 78

M

Microextração Líquido-Líquido Dispersiva 282, 286, 287

Micropoluentes 106, 108, 113

Modelagem Matemática 257, 301, 302

N

Nanofibrilas de Celulose 231

Nanotubos de Carbono 204, 319, 320, 323, 327, 329

Níveis de Cobre 282

O

Óleo Essencial 134, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 188, 189, 190, 192, 193

P

Plasma 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 322, 324, 325, 327, 328, 329, 330, 331

Polímeros com Impressão Molecular 203, 207

Q

Química Ambiental 9, 10, 16

Química do Chocolate 1, 5, 6

Química do Plasma 306, 313

R

Redução Eletroquímica de CO₂ 231, 233

Resíduos da Agroindústria 80, 83

Rodamina B 94, 100

S

Sensores Vapocrômicos 265

Sistema de Liberação Controlada 253, 255

Sustentabilidade 82, 169, 216, 220, 231, 254

T

Teobromina 1, 2, 3, 4, 5, 6

Tratamento de Água 126, 128, 129, 133, 134, 315

www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2


Ano 2020

www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2