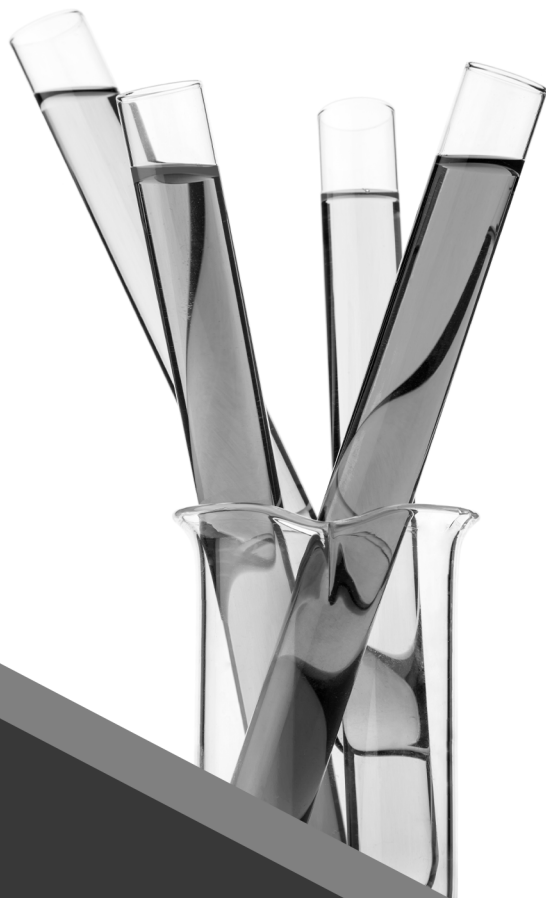




O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

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 Cremona

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 Internazionele 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

O conhecimento científico na química 2

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 - Ag_2WO_4 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
Cinthy 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
Lívia 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

CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INIBIÇÃO DE ACETILCOLINESTERASE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *ALOYSIA GRATISSIMA*

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 03/09/2020

Adílio Macedo Santos

Programa de Pós-graduação em Química – PGQUI, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Jequié.
<http://lattes.cnpq.br/3042342259649782>

Adonias de Oliveira Teixeira

Programa de Pós-graduação em Química – PGQUI, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Jequié.
<http://lattes.cnpq.br/3042342259649782>

Vilisaimon da Silva de Jesus

Programa de Pós-graduação em Química – PGQUI, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Jequié.
<http://lattes.cnpq.br/3876468517506662>

Luan Souza Santos

Bacharelado em Farmácia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Jequié.
<http://lattes.cnpq.br/8871668985489454>

Moacy Selis Santos

Bacharel em Farmácia, Colégio Estadual de Jequié – Cursos Técnicos em Saúde Bucal, Enfermagem e Análises Clínicas.
<http://lattes.cnpq.br/9401657639471923>

Clayton Queiroz Alves

Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Estadual de Feira de Santana.
<https://orcid.org/0000-0002-3242-3230>

Djalma Menezes de Oliveira

Programa de Pós-graduação em Química – PGQUI, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Jequié.
<https://orcid.org/0000-0002-7765-9853>

Rosane Moura Aguiar

Programa de Pós-graduação em Química – PGQUI, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Jequié.
<https://orcid.org/0000-0002-9803-8183>

RESUMO: *Aloysia gratissima* (Verbenaceae) conhecida na medicina popular como “Mimo do Brasil”, é amplamente empregada e pesquisada por atividades antivirais, antioxidante, antisséptica, em tratamentos de doenças respiratórias e digestivas, entre outras. Estudos apontam alto rendimento de óleo essencial, com grande diversidade de compostos e a existência de quimiotipos diferentes em suas espécies devido influências externas, tais como geográficas e climáticas. O presente trabalho visa determinar a composição do óleo essencial das partes aéreas de *A. gratissima*, observando a influência da sazonalidade em seu rendimento e composição, além de avaliar seu potencial em inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE). Os espécimes foram coletados no Poço Dantas, região do município de Jequié, na Bahia, num período entre outubro de 2015 e agosto de 2017 e tiveram identificação pelo HUESB. A extração dos óleos essenciais se deu por destilação de arraste à vapor com auxílio de aparelho tipo Clevenger. Os compostos foram identificados por meio de Cromatografia Gasosa acoplada a

Espectrômetro de Massa (CG-EM) por comparação dos índices de retenção com padrões de hidrocarbonetos e avaliação dos espectros de massas. O maior rendimento de óleo essencial ocorreu em agosto/2016 com 6,65% m/m. Foram identificados um total de 26 compostos, sendo em maior proporção monoterpenos. O constituinte majoritário β -pineno (33,86%). O óleo de outubro/2016 foi utilizado para avaliação de atividade inibidora da AChE, com composto majoritário acetato de pinocarvil (18,98%), apresentou atividade de 83,19% frente a 96,03% do padrão Eserina, apontando uma promissora fonte de óleo essencial, com perspectiva a futuro fármaco.

PALAVRAS-CHAVE: Monoterpeno, óleo essencial, *Aloysia gratissima*, acetilcolinesterase.

SEASONAL EVALUATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND INHIBITION OF ACETYLCHOLINESTERASE OF ALOYSIA GRATISSIMA ESSENTIAL OIL

ABSTRACT: *Aloysia gratissima* (Verbenaceae) known in popular medicine as “Mimo do Brasil”, is widely used and researched for antiviral, antioxidant and antiseptic activities in the treatment of respiratory and digestive diseases, among others. Studies indicate high yield of essential oil, with great diversity of compounds and the existence of different chemotypes in their species due to external influences, such as geographic and climatic. The present work aims to determine the composition of the essential oil of the aerial parts of *A. gratissima*, observing the influence of seasonality on its yield and composition, in addition to evaluating its potential in inhibiting the enzyme acetylcholinesterase (AChE). The specimens were collected at Poço Dantas, a region in the municipality of Jequié, Bahia, between October 2015 and August 2017 and were identified by HUESB. The extraction of essential oils was carried out by steam distillation with the aid of a Clevenger type device. The compounds were identified by means of Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometer (CG-MS) by comparing the retention indices with hydrocarbon standards and evaluating the mass spectra. The highest yield of essential oil occurred in August / 2016 with 6.65% w / w. A total of 26 compounds were identified, with a greater proportion being monoterpene. The major constituent β -pinene (33.86%). The oil from October 2016 was used to evaluate AChE inhibitory activity, with a major compound of pinocarvil acetate (18.98%), presented an activity of 83.19% compared to 96.03% of the Eserina standard, indicating a promising source of essential oil, with a view to a future drug.

KEYWORDS: Monoterpeno, essential oil, *Aloysia gratissima*, acetylcholinesterase.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de produtos naturais é paralela a existência humana e segue em contínua expansão, estimulando a identificação e introdução de seus diversos componentes (MONTES et al., 2017). O aproveitamento de forma direta ou dos derivados dos produtos naturais promoveram e seguem apontando grandes descobertas, influenciando diversas áreas científicas da sociedade, como a química, farmácia e a medicina (CUNHA et al., 2016).

Estudos sobre os óleos essenciais de plantas do gênero *Aloysia* (família Verbenaceae) relatam a obtenção de alto percentual de rendimento do óleo, em relação a

massa vegetal. Um interessante aspecto químico desses óleos é a grande diversidade de compostos encontrados. Contudo, diferenças podem existir, mesmo em plantas que são morfológicamente idênticas, caracterizando a existência de quimiotipos, em decorrência da influência de condições climáticas ou geográficas. Estudos sobre as variações da composição química do óleo essencial, em virtude de fatores externos, pode determinar a época adequada para a extração, com maior rendimento do óleo e com maior percentual de um componente de interesse farmacológico (SOLER et al., 1986).

Aloysia gratissima é uma espécie aromática nativa do território brasileiro, conhecida na medicina popular, estudos quanto a seu potencial farmacológico apontam, atividades: antiedematogênica, antidepressiva, antioxidante, neuroprotetiva, entre outras (SOUZA et al., 2020). Estudos anteriores mostram que a composição química do óleo essencial de *A. gratissima* destaca-se pelo predomínio de terpenos, porém apresenta pelo menos, dois quimiotipos distintos. No Brasil é comum a variedade rica em isopinocanfona, limoneno e guaiol; no Uruguai tem-se sabineno, α -pineno, β -bisaboleno e copaenol (SANTOS et al., 2009; SOLER et al., 1986; TROVATI et al., 2009; DE MORAES et al., 2012).

A atividade inibitória sobre a enzima acetilcolinesterase (AChE) é considerada como uma das estratégias farmacológicas, atualmente disponíveis, para retardar a progressão dos danos cognitivos associados à doença de Alzheimer (DA). Assim, estudos vêm sendo realizados visando a descoberta de novos compostos potencialmente úteis, capazes de amenizar o déficit colinérgico neural e proporcionar um aumento da disponibilidade de acetilcolina nas sinapses colinérgicas. (KONRATH, et al., 2013). Estudos sobre o potencial anticolinesterásico de produtos naturais vem sendo realizado, segundo o método de Ellman. Tal metodologia se baseia na avaliação espectrofotométrica da taxa de hidrólise da acetiltiocolina pela AChE, dando origem à tiocolina. Essa, posteriormente, reage com o ânion DTNB, dando origem ao 2-nitrobenzoato-5-mercaptopicolina e o ânion 5-tio-2nitrobenzoato, de coloração amarela, cuja formação é acompanhada pelo aumento da absorbância a 412 nm (ARAÚJO et. al., 2016) apresentado na **Figura 1**.

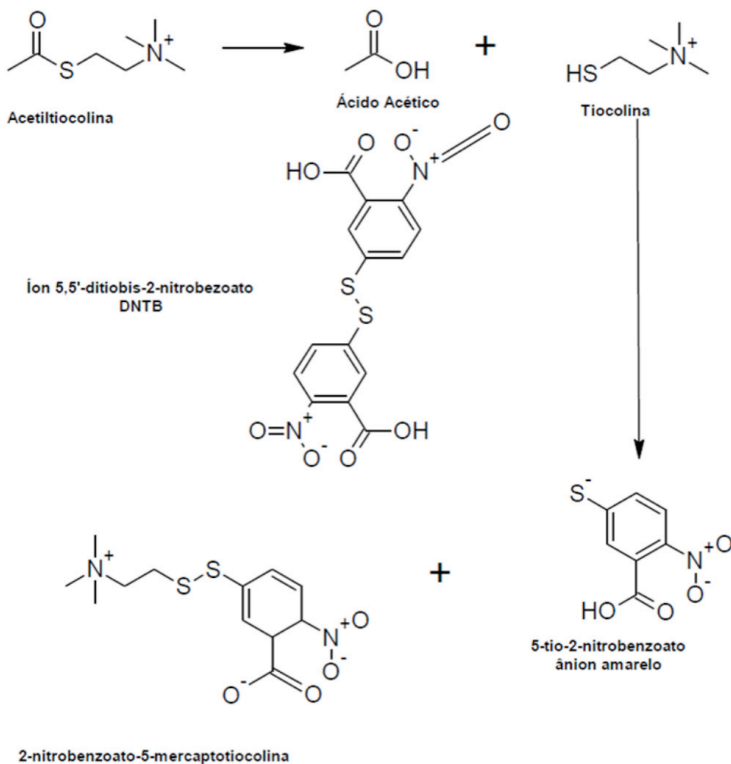


Figura 1: Formação do ânion amarelo do 5-tio-2-nitrobenzoato resultado da reação entre a tiocolina e o íon 5,5'-ditiobis-2-nitrobenzoato. (adaptado de Araújo et. al. 2016).

Fonte: Própria

Estudos realizados com o óleo essencial de *A. gratissima*, demonstrou efeito anestésico para a espécie de peixe *Paralichthys orbignyanus* e sobre o sistema nervoso central, sendo verificado a inibição da AChE no músculo, aumentando os níveis de acetilcolina. O fracionamento bio-guiado do óleo essencial, permitiu o isolamento de: E-(-)-pinocamona, (-)-óxido de cariofileno, (-)-guaíol e (+)-espatulenol. Tem-se assim, que óleos essenciais cujos constituintes majoritários, pertencem às classes mono e sesquiterpenos, apresentam atividade inibidora elevada para a enzima AChE. (BENOVIT et al., 2012; BENOVIT et al., 2015; SOUZA et al., 2010)

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou o estudo da composição química do óleo essencial das partes aéreas de *A. gratissima* (Verbenaceae), cultivada no município de Jequié-BA, em função da sazonalidade, bem como avaliar seu potencial anticolinesterásico. Buscando informações sobre plantas de ocorrência na região do sudoeste da Bahia, como fontes de óleos essenciais bioativos.

2 | METODOLOGIA

As partes aéreas de *Aloysia gratissima* (Mill.), (*Verbanacea*) foram provenientes de cultivo no Poço Dantas, povoado pertencente ao município de Jequié, localizado no sudoeste da Bahia, no nordeste brasileiro. A espécie foi identificada junto ao Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – HUESB, com exsicata depositada de registro nº 11677. Foram realizadas oito (8) coletas em períodos compreendidos entre Outubro de 2015 à Agosto do ano de 2017.

A extração do óleo essencial se deu a partir de hidrodestilação com auxílio do aparelho tipo Clevenger, por 2 horas após a fervura, seguindo metodologia descrita na Farmacopéia Brasileira. O rendimento total da extração foi expresso em porcentagem na relação massa/massa (m/m) do óleo essencial e a massa seca do espécime utilizado para extração.

A caracterização dos compostos presentes nos óleos essenciais se deu através de Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa, CG-EM, de marca Shimadzu, modelo QP2010, com as seguintes configurações experimentais: coluna capilar DB-5 de 30 m x 0,25 mm diâmetro interno, com 0,25 µm de espessura de filme composto de dimetilpolisiloxano (95%) e fenila (5%), tem hélio como gás de arraste, com um fluxo de 1,8 mL.min⁻¹; temperatura do injetor de 220 °C; programa de aquecimento da coluna entre 40 °C a 240 °C, com razão de 3 °C.min⁻¹. A temperatura da interface foi de 240 °C, fonte de íons, 220 °C (70 eV) e a faixa de varredura de massas de 40 a 400 u.m.a. A identificação foi realizada de acordo com a similaridade dos dados constantes a biblioteca NIST14, encontrada no equipamento utilizado. Além da comparação dos índices retenção dos constituintes presentes nos óleos essenciais, ao de uma série homologa de n-alcenos (C8-C24), analisada nas mesmas condições cromatográficas das amostras e nos modelos de fragmentação dos espectros de massas (ADAMS, 2007).

A avaliação da atividade anticolinesterásica foi realizada para a amostra de óleo essencial coletado no mês de outubro de 2016. Inicialmente foram adicionados 140 µL de tampão fosfato pH 7,5, 20 µL da enzima acetilcolinesterase (0,5 U/mL), 20 µL das amostras a serem testadas (1 mg/mL para o óleo essencial e 500 µmol para o padrão eserina – solução etanólica) nas cavidades de microplacas. Após esse processo, a placa passou pelo processo de incubação, em temperatura de 37±1 °C por 10 minutos. Em seguida adicionou-se 10 µL de ácido 5-5'-ditiobis-[2-nitrobenzóico] (10 mM) e 10 µL de iodeto de acetiltiocolina (15 mM).

A absorbância foi monitorada a cada 10 minutos, até atingir o tempo de 60 minutos, em λ = 405 nm em leitor de microplacas MultiskanTM GO 3.2. Dessa forma, a porcentagem de inibição foi calculada seguindo a equação:

$$\%IAChe = \frac{(\Delta Ab - \Delta Ai)}{\Delta Ab} \times 100$$

Na qual %IChE se trata da porcentagem de inibição da AChE, ΔAb é a diferença de absorvância do branco no tempo final e o no tempo inicial, enquanto que ΔAi é a diferença de absorvância do inibidor (padrão ou amostra) no tempo de final e no tempo inicial. Todo o teste foi realizado em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento percentual de óleo essencial variou de acordo com o mês de coleta do espécime, como é apresentado na **Figura 2**. Observando os meses de coleta: outubro, novembro e abril são os meses mais quentes na região, com máximas de temperatura acima de 30°C e menor rendimento do OE, tendo o menor rendimento no mês de novembro de 2016, com 0,42% m/m. Maio, junho e agosto são os meses de temperaturas mais amenas, máximas abaixo de 30°C, propiciando uma maior extração de óleo essencial, com maior rendimento encontrado no mês de Agosto de 2016, em razão de 6,65%.

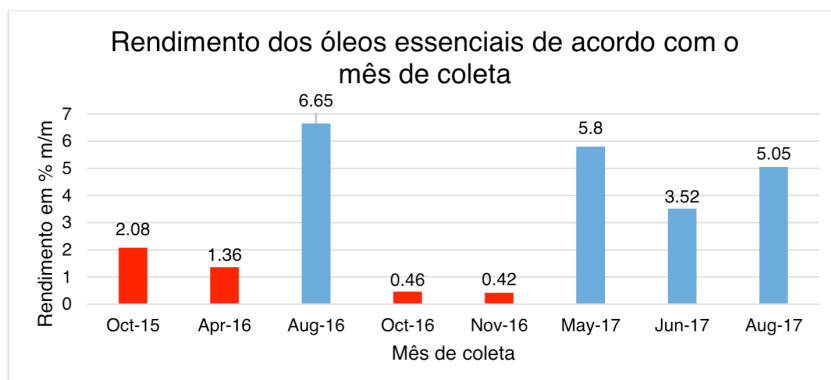


Figura 2: Rendimento dos OE's de *Aloysia gratissima* em porcentagem m/m.

De um modo geral a produção ou síntese de óleos voláteis, tende a aumentar em temperaturas mais elevadas, apesar do risco de grandes perdas por evaporação em dias muito quentes. Na região sudoeste da Bahia, nos dias mais quentes são perceptíveis as baixas umidades do ar, o que favorece a evaporação dos OE e baixos rendimentos nos meses de abril, outubro e novembro. Além do fato de que os meses de junho, agosto e setembro serem os meses de floração da planta e consequente aumento da produção OE para a atração de polinizadores.

Dos óleos essenciais estudados, foram identificados exclusivamente terpenos, representados por 26 compostos, agrupados em quatro classes: MH, MO, SH e SO. As porcentagens em área dos cromatogramas TIC foram calculadas para cada constituinte dos OE's, em geral, os monoterpenos foram os predominantes, sendo para os MH de 25,25% a

99,14% e para os MO 14,42% a 55,94%, enquanto para os sesquiterpenos, tem-se para os SH e SO, desde não observados a 19,23% e 20,11%, respectivamente, **figura 3**.

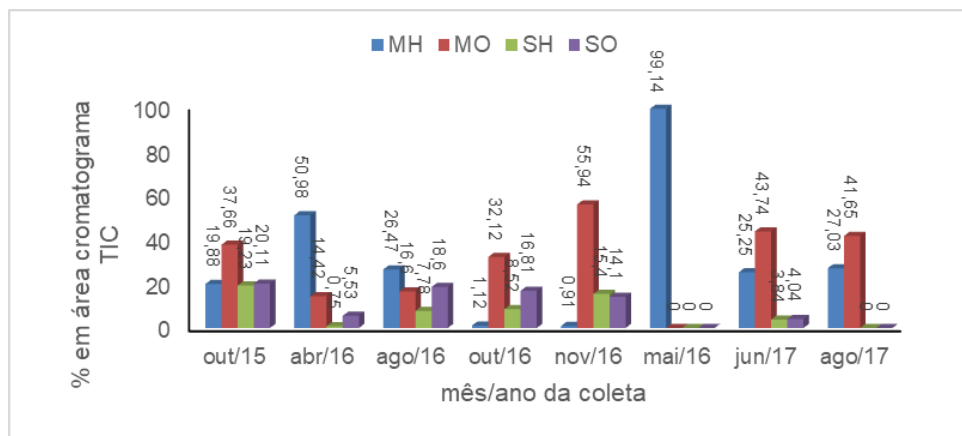


Figura 3: Percentuais das classes de terpenos obtidos do OE de *A. gratissima*.

Legenda: MH- Monoterpeno hidrocarbônico, MO – Monoterpeno oxigenado, SH – Sesquiterpeno hidrocarbônico, SO – Sesquiterpeno oxigenado.

Apesar do rendimento ser influenciado por fatores climáticos, não se observa variação na identidade dos constituintes dos OE's, mantendo a relação de maiores proporções em área. Dentre os majoritários, os percentuais mais elevados apresentaram-se em: β -pineno: abr/16 (33,86%); trans-pinocanfona: out/16 (19,48%), nov/16 (25,69%), jun/17(23,25%) e ago/17(25,03%); acetato de pinocarvil: out/16(18,98%) e nov/16 (21,94%); guaiol: ago/16 (10,68%) e out/16 (10,59%).

Componentes majoritários	Out/15	Abr/16	Ago/16	Out/16	Nov/16	Mai/17	Jun/17	Ago/17
α -pineno	1,10	3,19	2,15	-	-	11,75	3,62	0,96
β -pineno	10,23	33,86	12,76	-	-	-	7,05	13,08
β -mirceneno	3,14	5,19	4,70	0,14	-	-	6,09	4,32
D-Limoneno	4,08	5,79	5,08	-	-	4,79	6,23	6,96
Trans-pinocanfona	19,48	7,88	5,50	8,41	25,69	-	23,25	25,03
Acetato de pinocarvil	12,16	-	9,55	18,98	21,94	-	11,31	6,76
Guaiol	9,49	4,38	10,68	10,59	7,72	-	2,61	-
<i>Percentuais de terpenos</i>								
MH	19,88	50,98	26,47	1,12	0,91	99,14	25,50	27,03
MO	37,66	14,42	16,90	32,12	55,94	NI	43,74	41,65

<i>Total monoterpenos</i>	57,54	65,40	43,37	33,24	56,85	99,14	39,24	68,68
SH	19,23	0,75	7,78	8,52	15,40	NI	3,84	NI
SO	20,11	5,53	18,60	16,81	14,10	NI	4,04	NI
<i>Total sesquiterpenos</i>	39,34	6,28	26,38	25,33	29,50	NI	7,88	NI
	Out/15	Abr/16	Ago/16	Out/16	Nov/16	Mai/17	Jun/17	Ago/17
Rend. % (m/m)	2,08	1,36	6,65	0,46	0,42	5,80	3,52	5,05
ΔT (°C)	19,59 - 32,66	20,32 - 32,11	17,35 - 28,19	19,93 - 31,67	20,30 - 31,64	19,29- 29,52	18,19 - 28,05	16,39- 27,88
IP (mm)	1,41	16,24	10,96	31,20	20,16	26,24	17,02	2,63

Tabela 1: Dados estatísticos de constituintes majoritários de A. Gratissima

Legenda: MH- Monoterpeno hidrocarbônico, MO – Monoterpeno oxigenado, SH – Sesquiterpeno hidrocarbônico, SO – Sesquiterpeno oxigenado. Rend. % - massa/massa; ΔT (°C) – Temperatura (graus celsius), IP (mm) – índice pluviométrico (milímetros)

A distribuição de chuvas na região é muito irregular, podendo apresentar meses oficialmente considerados secos ou chuvosos com índices pluviométricos diferentes de um ano para outro. Quanto a composição química dos OE's tem-se que, em todas as coletas o percentual de monoterpenos se mantém predominante sobre a de sesquiterpenos. Observando os meses de outubro e novembro de 2016 tem-se a associação de máximas de temperatura elevadas com Média de Índice Pluviométrico (MIP) alto, resultando na redução dos percentuais de MH em relação ao MO. Ao longo do ano as temperaturas na região figuram entre 17°C e 32°C, raramente inferiores a 15°C. Quanto a MIP oscila em valores inferiores a 100mm/mensais. Devido a essas oscilações, outubro de 2016 apresentou alta temperatura, baixo MIP e baixo rendimento de sesquiterpenos.

Os compostos encontrados no OEAg apresentam uma biossíntese com intermediários interligados, justificando uma variação entre esses compostos ao longo do período de estudo. O GPP, por subsequentes, rotação da ligação C2-C3 e ionização resulta no cátion LPP, que apresenta características espaciais (configuração Z) favoráveis a ciclização molecular. Como consequente, além de formar o b-mirceno, pela perda de próton no C10, tem-se a ciclização do cátion a-terpinílico, intermediário na biossíntese dos monoterpenos cíclicos. Sendo assim, a desprotonação do cátion a-terpinílico leva a formação do limoneno. O cátion a-terpinílico sofre ciclização eletrofílica gerando o cátion pinílico, cuja desprotonações em C4 ou em C10 geram a-pineno e b-pineno, respectivamente. O b-pineno, sob ação enzimática do citocromo P-450, forma o pinocarveol, que por sua vez, ou sofre acilação enzimática levando ao acetato de pinocarvil ou disidrogenação oxidativa resultando na pinocarvona, seguido de hidrogenação para a conversão em pinocanfona (BARROS et al., 2009). Esse processo é exibido na **Figura 4**.

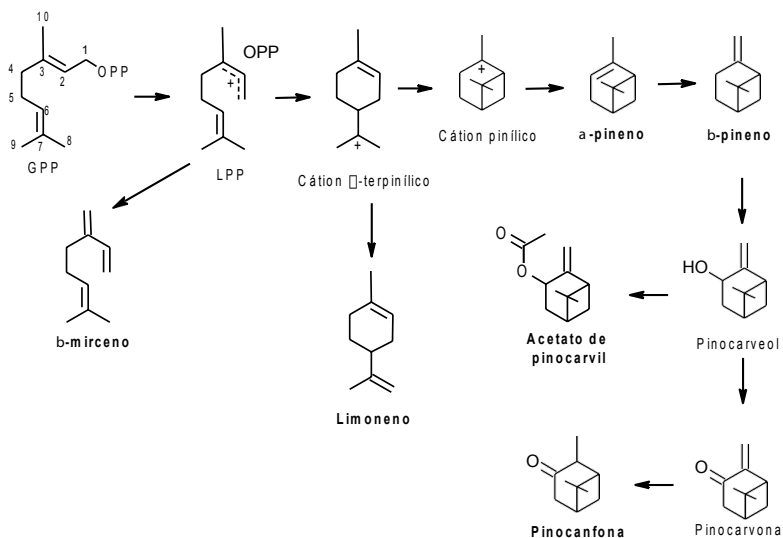


Figura 4: Possíveis rotas biossintéticas de monoterpenos e sesquiterpenos presentes em OEAg.

Dos óleos essenciais de *A. gratissima* estudados, o selecionado para avaliação da atividade anticolinesterásia foi do mês de Outubro de 2016. De acordo com a análise do CG-EM, os constituintes majoritário são constituintes majoritários, os monoterpenos oxigenados acetato de pinocarvil (18,98%) e trans-pinocanfona (8,41%) e os sesquiterpenos oxigenados óxido de cariofileno (6,22%) e guaiol (10,68%). O percentual de inibição da enzima AChE, observado nesse estudo, foi de 83,19%, considerado significativo em comparação ao padrão (eserina) com 96,03% (**Figura 5**). O que se justifica por dados na literatura, onde tem-se a informação sobre a correlação entre a composição química do óleo essencial, rico em mono e sesquiterpenos, a elevação ação inibidora frente a enzima AChE (SAVELEV et al., 2003).

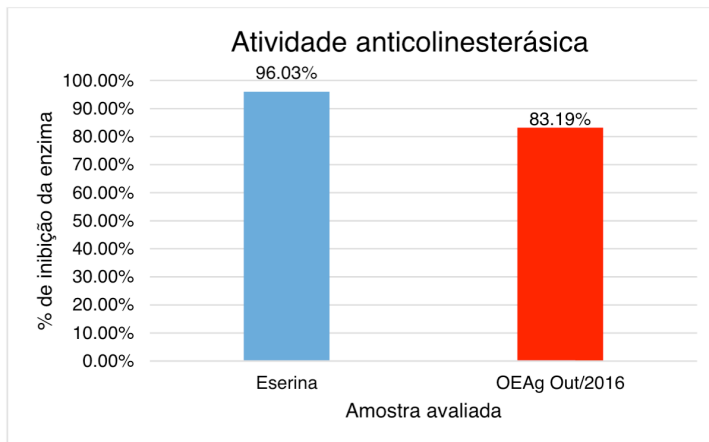


Figura 5: Gráfico de atividade anticolinesterásica para Eserina e óleo essencial de *Aloysia gratissima* expresso em porcentagem.

Para a OEAg out/16, a presença de vários outros sesquiterpenos: α -borboneno (0,35%), β -elemeno (0,22%), humuleno (1,17%), β -copaeno (1,92%) e γ -elemeno (4,86%) e do sesquiterpeno oxigenado: guaiol (10,59%) contribuirão para o efeito inibitório observado. Fato corroborado em Savelev et. al. (2003), onde aborda o aumento da atividade inibidora, como reflexo da ação do sinergismo entre os constituintes do óleo essencial.

O efeito inibitório significativo observado para OEAg out/16 pode também ser justificado, pela presença dos monoterpenos hidrocarbonados como: β -pineno (0,91%), β -mirceno (0,14%) e D-limoneno (0,07%), observados em sua constituição e com observada ação inibidora. Tem-se o registro de trabalhos sobre a ação inibidora da AChE, por meio do método clássico colorimétrico que, amostras ricas em moléculas com ligações duplas conjugadas e monoterpenos hidrocarbonados têm-se um aumento o efeito inibitório (MIYAZAWA et al., 1997; YUNES & FILHO, 2014).

4 | CONCLUSÃO

A avaliação dos óleos essenciais de *Aloysia gratissima* propiciou a analisar as variações de seus teores de rendimento, em decorrência dos meses de coleta. Agosto de 2016 foi o mês de maior rendimento alcançado (6,65%), sendo esse o período de temperaturas mais amenas na região sudoeste da Bahia.

Os compostos identificados por CG-EM tiveram sua variação de acordo com o período de coleta, indicando a influência da sazonalidade sobre a composição química do OE. Sendo os monoterpenos, os compostos de predominantes. O composto de maior concentração, observado no período de análises, foi B-pineno (33,86% de área) no mês de abril, ano de 2016.

O óleo essencial do mês de outubro de 2016, rico em mono e sesquiterpenos, apresenta resultado muito significativo de inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), com 83,19% contra 96,03% do padrão Eserina. Tal fator, agrega uma informação importante na busca por OE promissores a fármacos com potencial anticolinesterásico.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais para: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB; à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB; ao Programa de Pós-Graduação em Química da UESB – PGQui; à Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS e ao Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – HUESB.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P.; **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**, 4th edition; Illinois: Allured Publishing Corporation, 2007, 700p.

ARAÚJO, Cleônia Roberta Melo; SANTOS, VL dos A.; GONSALVES, A. A. **Acetilcolinesterase-AChE: uma enzima de interesse farmacológico**. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 6, p. 1818-1834, 2016.

BARROS, Francisco Maikon Corrêa de et al. **Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de Lippia alba (Mill.) NE Brown (Verbenaceae)**. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 861-867, 2009.

BENOVIT, Simone C. et al. **Anesthetic activity and bio-guided fractionation of the essential oil of Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc. in silver catfish Rhamdia quelen**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, n. 3, p. 1675-1689, 2015.

BENOVIT, Simone Cristina et al. **Anesthesia and transport of Brazilian flounder, Paralichthys orbignyanus, with essential oils of Aloysia gratissima and Ocimum gratissimum**. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 43, n. 6, p. 896-900, 2012.

CUNHA, Amanda Lima et al. **Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo**. *Diversitas Journal*, v. 1, n. 2, p. 175-181, 2016.

DE MORAIS, L. A. S.; CASTANHA, R. F.; CATINI, A. L. **Caracterização química do óleo essencial de alfazema do Brasil coletada em Paty do Alferes-Rio de Janeiro**. In: *Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. S2183-S2188, 2012. CD-ROM. Suplemento. Edição dos Anais do 52º Congresso Brasileiro de Olericultura, Salvador, 2012., 2012.

KONRATH, Eduardo Luis et al. **Alkaloids as a source of potential anticholinesterase inhibitors for the treatment of Alzheimer's disease**. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, v. 65, n. 12, p. 1701-1725, 2013.

MIYAZAWA, Mitsuo; WATANABE, Hitomi; KAMEOKA, Hiromu. **Inhibition of acetylcholinesterase activity by monoterpenoids with ap-menthane skeleton**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 45, n. 3, p. 677-679, 1997.

MONTES, Roberta Alves et al. **Qualidade microbiológica de drogas vegetais utilizadas na fitoterapia popular.** *Rev Espacios.(Caracas)*, v. 38, n. 11, p. 12-20, 2017.

SANTOS, F. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVARENGA, A. A.; OLIVEIRA, A. A.; OLIVEIRA, L.P. **Produção de Mudas de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc. Por meio da propagação sexuada e assexuada.** *Revis. Bras. De Pl. Med.*, Botucatu, v.11, n.2, p. 130-136, 2009.

SAVELEV, S. et al. **Synergistic and antagonistic interactions of anticholinesterase terpenoids in *Salvia lavandulaefolia* essential oil.** *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, v. 75, n. 3, p. 661-668, 2003.

SOLER, Eduardo; DELLACASSA, Eduardo; MOYNA, Patrick. **Composition of *Aloysia gratissima* leaf essential oil.** *Phytochemistry*, v. 25, n. 6, p. 1343-1345, 1986.

SOUZA, Amanda de et al. **Chemical composition and acetylcholinesterase inhibitory activity of essential oils of *Myrceugenia myrcioides* (Cambess.) O. Berg and *Eugenia riedeliana* O. Berg, Myrtaceae.** *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, n. 2, p. 175-179, 2010.

SOUZA, Maryelen A. et al. **Supercritical CO₂ extraction of *Aloysia gratissima* leaves and evaluation of anti-inflammatory activity.** *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 159, p. 104753, 2020.

TROVATI, Graziella et al. **Essential oil composition of *Aloysia gratissima* from Brazil.** *Journal of Essential Oil Research*, v. 21, n. 4, p. 325-326, 2009.

YUNES, R.A.; FILHO, V.C. **Química de Produtos Naturais, Novosfármacos e a Moderna Farmacognosia**, 2nd ed.; Univale Editora: Itajaí, Brasil, 2009; pp. 219–256.

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