

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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 com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da 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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
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 Andreza 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 Albornoz – 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. Lilian 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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: Kimberly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 3 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-712-3

DOI 10.22533/at.ed.123211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

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; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 22 capítulos. Esse 3º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A COMPARATIVE STUDY BETWEEN MICROSTRUCTURE AND MICROHARDNESS IN HYPEREUTECTIC Al-Fe ALLOY PROCESSED BY LASER SURFACE REMELTING

Moises Meza Pariona

DOI 10.22533/at.ed.1232113011

CAPÍTULO 2..... 15

UMA ANÁLISE DA COMERCIALIZAÇÃO E CONTROLE METROLÓGICO DE GNV NO BRASIL

Edisio Alves de Aguiar Junior

Rodrigo Ornelas de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.1232113012

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE DE FALHA POR MEIOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE RAIOS-X DE UM SENSOR DE TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA AUTOMOTIVA

Miguel Angel Neri Flores

DOI 10.22533/at.ed.1232113013

CAPÍTULO 4..... 35

ASTROFÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Karina Edilaini da Silva Barros

DOI 10.22533/at.ed.1232113014

CAPÍTULO 5..... 48

AVALIAÇÃO DE METAIS EM LODO RESIDUAL DE UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGEM DE PAPEL RECICLADO NO INTERIOR DO PARANÁ

Amália Gelinski Gomes

Cristiana da Silva

Délia do Carmo Vieira

Adriana Pereira Duarte

Janksyn Bertozzi

Alessandra Stevanato

DOI 10.22533/at.ed.1232113015

CAPÍTULO 6..... 68

BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E DE FABRICAÇÃO: IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE PIMENTA *CAPSICUM*

Cleide Maria Ferreira Pinto

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Roberto Fontes Araújo

Sérgio Mauricio Lopes Donzeles

DOI 10.22533/at.ed.1232113016

CAPÍTULO 7.....99

COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM GEOESTATÍSTICA EM UMA PARCELA EXPERIMENTAL

Ícaro Viterbre Debique Sousa
Heron Viterbre Debique Sousa
Antonio Mendes Magalhães Júnior
Paulo Henrique Gomes dos Santos
Álvaro Vinícius Machado
Igor Luis de Castro Faria
Hudson Marques Machado
Marcus Vinícius Gonçalves Antunes

DOI 10.22533/at.ed.1232113017

CAPÍTULO 8..... 107

CORRELAÇÃO ENTRE DPL E SPT PARA CAMADA DE AREIA EM DEPÓSITO EÓLICO DE FORTALEZA, CEARÁ

Samuel Castro Prado
Giullia Carolina de Melo Mendes
Marcos Fábio Porto de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.1232113018

CAPÍTULO 9..... 115

DENSIDADE E SUCESSÃO ECOLÓGICA DAS ÁREAS CILIARES NA MICROBACIA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO

Marcos Vinicius Cardoso Silva
Asafe Santa Bárbara Gomes
Maria Cristina Bueno Coelho
Nelita Gonçalves Faria de Bessa
Juliana Barilli
Marcos Vinicius Giongo Alves
Maurilio Antonio Varavallo
Mauro Luiz Erpen
Yandro Santa Brigida Ataíde
Mathaus Messias Coimbra Limeira

DOI 10.22533/at.ed.1232113019

CAPÍTULO 10..... 125

ELETRODO DE GRAFITE EXTRAÍDO DE PILHA COMUM E SUA REUTILIZAÇÃO NA ELETRÓLISE DA SALMOURA

Amanda Maria Barros Alves
Aurelice Barbosa de Oliveira
Filipe Augusto Gomes Braga
Marcus Raphael Souza Leitão

DOI 10.22533/at.ed.12321130110

CAPÍTULO 11..... 134

FITÓLITOS DE SEDIMENTOS E PLANTAS – MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES

Heloisa Helena Gomes Coe
David Oldack Barcelos Ferreira Machado
Sarah Domingues Fricks Ricardo
Karina Ferreira Chueng

DOI 10.22533/at.ed.12321130111

CAPÍTULO 12..... 150

INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO E À GESTÃO PÚBLICA DE LONDRINA – PR

Gilnei Machado

DOI 10.22533/at.ed.12321130112

CAPÍTULO 13..... 162

MEDIÇÃO EXPERIMENTAL E MODELAGEM TERMODINÂMICA DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO DE SISTEMAS CONTENDO ETANOL, ACETATO DE ETILA E ÁGUA

Natalia Inacio Lourenço
Edson Massakazu de Souza Igarashi
Pedro Felipe Arce-Castillo

DOI 10.22533/at.ed.12321130113

CAPÍTULO 14..... 173

MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO SALICÍLICO E BIOENSAIOS TOXICOLÓGICOS FRENTE A LARVAS DE *Artemia salina* LEACH

Carlos Eduardo Rodrigues Aguiar
Yasmim dos Santos Alves
Tatiana de Almeida Silva
Bruna Barbosa Maia da Silva
Jaqueline Ferreira Ramos
Josefa Aqueline da Cunha Lima
Jadson de Farias Silva
Juliano Carlo Rufino Freitas

DOI 10.22533/at.ed.12321130114

CAPÍTULO 15..... 184

O USO DO SIG NO DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE ESTUDOS: O CASO DO GRUPO “ANÁLISE GEOAMBIENTAL E SUAS PAISAGENS DE EXCEÇÃO” - ANGEO

Ana Carla Alves Gomes
Ana Lúcia Moura Andrade
Emerson Rodrigues Lima
Gabriely Lopes Farias
Tháís Helena Nunes da Silva
Maria Lúcia Brito da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.12321130115

CAPÍTULO 16	196
POTENCIAL SOLAR NA ILHA DE FLORIANÓPOLIS – PROPOSTA DE MÉTODO	
Vivian da Silva Celestino Reginato	
DOI 10.22533/at.ed.12321130116	
CAPÍTULO 17	211
QUEIJOS COLONIAIS COMERCIALIZADOS NA MICRORREGIÃO DE FRANCISCO BELTRÃO, PARANÁ: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE RESISTÊNCIA BACTERIANA	
Kérley Braga Pereira Bento Casaril	
Katiana Henning	
Caroline Giane de Carli	
Ariane Spiassi	
Débora Giaretta Zatta	
DOI 10.22533/at.ed.12321130117	
CAPÍTULO 18	228
SEQUÊNCIA DE FIBONACCI: A MATEMÁTICA PRESENTE NA NATUREZA	
José Augusto Pereira Nogueira	
Antonia Erineide Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.12321130118	
CAPÍTULO 19	235
SOFTWARE GEOGEBRA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES VETORIAIS	
Maurício do Socorro Rodrigues Ferreira	
José Francisco da Silva Costa	
Nélio Santos Nahum	
Walber Do Carmo Farias	
José Augusto dos Santos Cardoso	
Rosenildo da Costa Pereira	
Reginaldo Barros	
Rodinely Serrão Mendes	
Rosana dos Passos Corrêa	
Márcio José Silva	
Joana Darc de Sousa Carneiro	
Genivaldo dos Passos Corrêa	
DOI 10.22533/at.ed.12321130119	
CAPÍTULO 20	250
TERMOS/SINAIS DA TABELA PERIÓDICA: POSSIBILIDADE DE ACESSO E APRENDIZAGEM DOS ALUNOS SURDOS	
Vanessa Argolo Oliveira	
Jorge Fernando Silva de Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.12321130120	

CAPÍTULO 21	263
EFFECT OF <i>Luehea divaricata</i> AND <i>Pterodon emarginatus</i> EXTRACTS ON THE OXIDATIVE STABILITY OF SOYBEAN BIODIESEL	
Anelize Felício Ramos	
Lucas Lion Kozlinskei	
José Osmar Castagnolli Junior	
Thiago Mendanha Cruz	
Eder Carlos Ferreira de Souza	
Sandra Regina Masetto Antunes	
Pedro Henrique Weirich Neto	
Maria Elena Payret Arrúa	
DOI 10.22533/at.ed.12321130121	
CAPÍTULO 22	275
ANODO DE ALUMÍNIO COM NANOPOROS CONTENDO NIÓBIO PARA USO EM SISTEMA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA RENOVÁVEL	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Josealdo Tonholo	
DOI 10.22533/at.ed.12321130122	
SOBRE O ORGANIZADOR	286
ÍNDICE REMISSIVO	287

CAPÍTULO 14

MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO SALICÍLICO E BIOENSAIOS TOXICOLÓGICOS FRENTE A LARVAS DE *Artemia salina* LEACH

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 05/11/2020

Juliano Carlo Rufino Freitas

Universidade Federal de Campina Grande

Cuité - Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/6552913556583647>

Carlos Eduardo Rodrigues Aguiar

Universidade Federal de Campina Grande

Cuité - Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/7023888006326924>

Yasmim dos Santos Alves

Universidade Federal de Campina Grande

Cuité - Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/1807428597315765>

Tatiana de Almeida Silva

Universidade Federal de Campina Grande

Cuité - Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/0891792122302288>

Bruna Barbosa Maia da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/7111104760044442>

Jaqueline Ferreira Ramos

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/3912387836657361>

Josefa Aqueline da Cunha Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/3214694428691890>

Jadson de Farias Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/652881137790868>

RESUMO: Os produtos naturais são utilizados pelo homem desde os primórdios da humanidade, para cura ou alívio de doenças, o que resultou no acúmulo milenar de conhecimentos. Isto originou a fitoterapia, que se baseia na premissa de que as plantas contêm substâncias naturais que podem promover a saúde. Atualmente foi possível isolar princípios ativos de plantas e estudar seu mecanismo de ação. Entre um dos mais importantes princípios ativos, tem-se o ácido salicílico extraído da *Salix alba*, que apresenta diversas atividades biológicas a citar anti-inflamatória. E com o auxílio da química sintética foi possível sintetizar um derivado desse composto, o ácido acetilsalicílico, o qual apresenta uma toxicidade inferior. Com a descoberta de novos compostos se faz necessário estudos sobre suas propriedades, incluindo sua toxicidade, um teste muito utilizado para detecção da toxicidade aguda o bioensaio toxicológico frente a larva de *Artemia salina*, para descoberta da de Concentração Letal necessária para matar 50% dos indivíduos (CL_{50}) presente no meio de estudo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar modificações estruturais no ácido salicílico através da reação de alquilação com o bromo acetato de etila e realizar bioensaios toxicológicos dos produtos obtidos frente *A. salina*. O produto da reação de alquilação apresentou bom rendimento de 64,32% e tempo reacional

de 2 horas. A toxicidade do produto foi considerada moderadamente tóxica. Portanto, são necessários mais estudos sobre o potencial terapêutico sobre essas substâncias, para a descoberta de novos candidatos a fármacos.

PALAVRAS-CHAVES: Ácido salicílico, Química sintética, Alquilação, *Artemia salina*.

MODIFICATION IN THE MOLECULAR STRUCTURE OF SALICYLIC ACID AND TOXICOLOGICAL BIOASSAYS AGAINST LARVAE OF *Artemia salina* LEACH

ABSTRACT: The natural products are used by man since the beginning of mankind, for healing or relief of diseases, which resulted in the millenary accumulation of knowledge. This originated the phytotherapy, which is based on the premise that plants contain natural substances that can promote health. Currently it was possible to isolate active principles of plants and study their mechanism of action. Among one of the most important active principles, there is the salicylic acid extracted from *Salix alba*, which presents several biological activities to mention anti-inflammatory. And with the help of synthetic chemistry it was possible to synthesize a derivative of this compound, the acetylsalicylic acid, which presents a lower toxicity. With the discovery of new compounds, it is necessary to study their properties, including their toxicity, a test widely used to detect acute toxicity the toxicological bioassay against the larvae of *Artemia salina*, to discover the lethal concentration necessary to kill 50% of individuals (CL50) present in the study medium. Thus, the objective of this work was to perform structural modifications in salicylic acid through the alkylation reaction with ethyl acetate bromine and to perform toxicological bioassays of the products obtained in front of *A. salina*. The alkylation reaction product presented a good yield of 64,32% and a reaction time of 2 hours. The toxicity of the product was considered moderately toxic. Therefore, further studies on the therapeutic potential of these substances are necessary for the discovery of new drug candidates.

KEYWORDS: Salicylic acid, Synthetic chemistry, Alkylation, *Artemia salina*.

1 | INTRODUÇÃO

Os produtos naturais são utilizados pelo homem desde primórdios da humanidade. A busca por alívio e cura de doenças pela ingestão de partes da planta, tem sido uma das primeiras formas de utilização de produtos naturais. O uso de plantas no tratamento de enfermidades é uma prática muito antiga, que se tornou bastante comum, resultando no acúmulo milenar de conhecimentos empíricos sobre as ações dos vegetais, através de sucessivas gerações, sendo uma prática generalizada na medicina popular em todas as culturas desde as civilizações mais imemoriais (RIBEIRO, 2018).

Muitas dessas civilizações têm sua importância no desenvolvimento de drogas naturais, a citar a Egípcia, Greco-Romana e a Chinesa. Esta última desenvolveu-se com grande eficiência que até os dias atuais muitas espécies e preparados vegetais medicinais são estudados, sendo possível isolar princípios ativos, caracterizar quimicamente as drogas, desvendar o mecanismo de ação das mesmas, e com o auxílio da química sintética foi possível sintetizar novos compostos (JÚNIOR; BOLZANI; BARREIRO, 2006; JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018).

A fitoterapia se baseia na premissa de que as plantas contêm substâncias naturais que podem promover a saúde. Dessa forma, os produtos naturais são fontes significativas de substâncias terapêuticas, como ervas medicinais tradicionais e drogas sintéticas, e são o principal sistema de cuidados da saúde, por ter a sua eficácia farmacológica comprovada. Nos últimos anos, as pesquisas envolvendo plantas medicinais aumentaram em nível mundial, e um grande conjunto de evidências foram coletadas indicando o seu imenso potencial para saúde humana (PONUGOTI, 2018).

Os salicilatos são produtos utilizados a mais de 2000 anos, sendo extraídos principalmente da planta *Salix alba*, popularmente conhecida como salgueiro branco ou salgueiro chorão. O principal produto obtido do extrato desta planta é a salicina, que tem sido amplamente usada para tratar condições associadas à dor, inflamação ou febre, essa ao ser metabolizada no fígado, se transforma em ácido salicílico, que é o principal responsável pelos efeitos farmacológicos no organismo (SHARA; STOHS, 2015).

O ácido salicílico ou ácido orto-hidroxi-benzóico é outro salicilato, que pertence a um grupo variado de compostos fenólicos bem conhecidos no reino vegetal. O ácido salicílico está presente nas plantas como ácido fenólico livre e na forma conjugada. Na indústria, este tem como precursor o aminoácido fenilalanina e por meio de reações de lises e hidroxilação desse aminoácido, se obtém o ácido salicílico (HAYAT; AHMAD; ALYEMENI, 2013).

Contudo vários produtos de origem natural e respectivos derivados sintéticos, foram desenvolvidos com sucesso para aplicação clínica no tratamento de doenças. Como exemplo o ácido salicílico, cujo derivado mais importante clinicamente é o ácido acetilsalicílico (AAS), um fármaco que apresenta atividade analgésica, anti-inflamatória e antipirética, além de apresentar menos efeitos colaterais que seu precursor (DESBOROUGH; KEELING, 2017).

Provavelmente, o marco mais importante para o desenvolvimento dos fármacos, a partir de produtos naturais, tenha sido o descobrimento dos salicilatos, a partir das pesquisas desenvolvidas por Edwarde Stome que provou sua casca de sabor amargo, e associou ao extrato de cinchona. Seis anos após esta descoberta ele anunciou à sociedade os resultados da sua observação clínica, mostrando os efeitos farmacognósticos do extrato da planta *S. alba*. Em 1828 Johaann Andreas Buchner, conseguiu isolar uma amostra pequena da salicina do extrato *S. Alba*, contudo apenas em 1860 que Hermann Kolbe sintetizou o ácido salicílico a partir da salicina (LIMA; ALVIM, 2018).

Em 1897 Felix Hoffmann, um químico alemão, sintetizou um composto a partir do ácido salicílico, com o objetivo de tratar artrite reumatoide e diminuir a irritação gástrica causada pelo ácido salicílico. Esta síntese foi por meio da acetilação do ácido salicílico com o anidrido acético, gerando o AAS, que além de causar menos irritação que o seu precursor, também apresenta um sabor doce, que melhora na adesão ao tratamento (SNEADER, 2000).

O AAS ficou mundialmente conhecido como Aspirina®, nome dado pela empresa alemã Bayer. O seu descobrimento marcou de certa forma o final do primeiro período, onde

a busca por substâncias naturais terapeuticamente úteis era feita ao acaso, em relação ao segundo período que foi baseado na relação estrutura-atividade de cada substância (JÚNIOR; BOLZANI; BARREIRO, 2006).

Dessa forma, as modificações estruturais em produtos naturais é uma ferramenta bastante importante para a descoberta de novos candidatos a fármacos, que tenham efeito superior ao protótipo e garantam que sua eficácia seja mais elevada que aos efeitos indesejáveis já apresentados pela molécula referência (SANTOS; VALE; COSTA, 2017). Mas vale ressaltar que a busca por novos agentes terapêuticos é uma tarefa bastante árdua e para que uma dessas substâncias chegue ao mercado farmacêutico, ela é submetida a diversos ensaios biológicos, a citar os ensaios toxicológicos.

Um ensaio toxicológico utilizado atualmente, é o ensaio de toxicidade frente a larvas de *Artemia salina*, elaborado por Meyer e colaboradores (1982), os quais utilizaram as artêmias em ensaios de toxicidade aguda para uma pesquisa preliminar de atividade biológica de extratos e frações obtidos a partir de produtos naturais. A *A. salina* é um microcrustáceo zooplânctônico encontrada principalmente em ambientes marinhos, devido a necessidade de água salgada para sobrevivência. Este é um importante elo na cadeia alimentar e possui, em particular, importância na aquicultura, fazendo parte da alimentação dos peixes, e isto é possível graças a sua grande distribuição geográfica e alta adaptabilidade (MEDEIROS et al., 2018).

Esses microcrustáceos podem ser utilizados no monitoramento da citotoxicidade de produtos, devido a semelhança estrutural com células humanas, além de ser um método barato, rápido, simples e sensível a substâncias tóxicas. Desse modo, os resultados com valores de Concentração Letal necessária para matar 50% dos indivíduos (CL_{50}) inferiores a 100 $\mu\text{g/mL}$ são considerados altamente tóxicas, valores entre 100 e 500 $\mu\text{g/mL}$ são moderadamente tóxicas, entre 500 e 1000 $\mu\text{g/mL}$ são levemente tóxicas e acima de 1000 $\mu\text{g/mL}$ possuem baixa toxicidade ou atóxicas (MERINO et al., 2015).

Ademais, o bioensaio envolvendo a *A. salina* é bastante utilizado, também, como indicador de toxicidade aguda, se tornando essencial para estudos de substâncias que possam indicar uma possível atividade biológica, como em extratos e frações advindos de produtos naturais, sendo constantemente aplicado na verificação da segurança do uso de plantas na medicina tradicional popular, como já mencionado, e facilitando o direcionamento de estudos na descoberta de novos fármacos (POMPILHO; MARCONDES; OLIVEIRA, 2014; MEDEIROS et al., 2018).

As reações que promovem as modificações estruturais de moléculas biologicamente ativas oriundas de fontes naturais são umas das principais ferramentas na busca de novos candidatos a fármacos, bem como na otimização das atividades, mecanismo de ação, melhorias nas propriedades físico-químicas e diminuição dos efeitos adversos, de forma a propiciar melhor absorção, distribuição, biodisponibilidade e

metabolismo. Esses atributos são de extrema importância no desenvolvimento de um novo medicamento (RAUTIO et al., 2018).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar a modificação estrutural no ácido salicílico, por meio da reação de alquilação com o bromoacetato de etila, posteriormente submeter o produto da reação ao bioensaio toxicológico frente a larvas de *A. salina*.

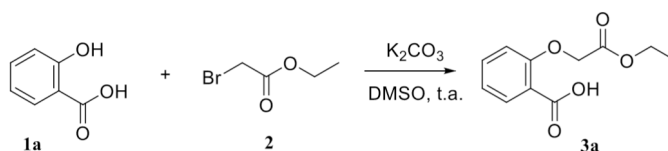
2 I METODOLOGIA

2.1 Modificação estrutural

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Síntese Orgânica presente no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – Cuité/PB e constituiu-se na adição de uma função éster no oxigênio do grupo hidroxila, conectado ao anel aromático. O ácido salicílico (1a) foi utilizado como reagente limitante, e o bromoacetato de etila (2) como reagente em excesso.

A reação de alquilação, foi realizada com interesse na síntese do composto 3a (ácido 2-(carboximidoxi) benzoico), esta com o substrato 2 em presença de carbonato de potássio (K_2CO_3) e utilizou-se dimetilsulfóxido (DMSO) como solvente, como pode ser observado no Esquema 01.

Para a síntese do composto 3a, foram pesados 5,0 mmols (0,691g) do ácido salicílico (1a) e transferido para um balão de fundo redondo contendo 10 mL de DMSO. Posteriormente adicionou-se ao balão 5,0 mmols (0,691g) de K_2CO_3 . À esta mistura reacional foi adicionado rapidamente 5,5 mmols (0,92g) de bromo acetato de etila (2). A reação foi submetida a agitação, em uma chapa agitadora, à temperatura ambiente durante o tempo requerido, que foi verificado por cromatografia de camada delgada (CCD).



Esquema 01: Reação de alquilação do ácido salicílico com o bromoacetato de etila.

Fonte: Próprios autores, 2020.

Após o término da reação, o composto 3a foi submetido à separação de fases, que consistiu na separação da fase aquosa da fase orgânica. A mistura reacional foi transferida do balão para um funil de separação e foram adicionados 25 mL de solução supersaturada de NH_4Cl . A fase orgânica foi separada com acetato de etila (3 x 25 mL).

Posteriormente à separação, foi adicionado sulfato de sódio anidro na fase orgânica para retirar qualquer resquício de água, e em seguida a mesma fase foi filtrada, o solvente foi removido em evaporador rotativo à pressão reduzida para obtenção do produto seco. O produto final foi purificado por cromatografia líquida em coluna de sílica utilizando 15 cm (altura da quantidade da fase estacionária) de sílica-gel 60, hexano e acetato de etila como solventes da fase móvel. Os solventes utilizados na purificação foram destilados conforme a metodologia de Armarego e Perrin (1996).

2.2 Caracterização

O composto 3a foi caracterizado pelas técnicas espectroscópicas usuais de Ressonância Magnética de Próton e Carbono (RMN ^1H e RMN ^{13}C). A caracterização foi realizada na Central Analítica da Universidade Federal de Pernambuco – Recife/PE, em um espectrômetro *models Unitty Plus* (400 MHz e 300 MHz) utilizando trimetilsilano (TMS) como padrão interno e clorofórmio deuterado (CDCl_3) como solvente.

2.3 Bioensaios toxicológicos com *Artemia salina* Leach

A partir da interpretação dos dados da caracterização e respectiva confirmação da estrutura do composto 3a, realizou-se o ensaio biológico do mesmo frente à *Artemia salina* Leach baseado no estudo de Meyer e colaboradores (1982). Para o composto 3a, utilizou-se 20 mg e foi adicionado 50 μL de dimetilsulfóxido (DMSO). Posteriormente, a solução foi homogeneizada e o volume completado para 20 mL com água salinizada filtrada (preparada a partir de 38 g de sal marinho Marinex® em 1 L de água destilada) em pH = 8,0. Desta solução serão retiradas alíquotas de 125, 250, 500, 750, 1000, 1125 1250 e 1875 μL e transferidas para tubos de ensaios de 5 mL e os volumes completados com o mesmo solvente, obtendo-se as concentrações de 50, 100, 200, 300, 400, 450, 500 e 750 $\mu\text{g/mL}$ para a solução da amostra. O teste foi acompanhado por controle positivo, com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) e controle negativo com água salinizada e DMSO. Os cistos da *Artemia salina* (20 mg) foram incubados sob iluminação artificial por 48 horas para que houvesse a eclosão das larvas e estas foram separadas em dez grupos com 10 artêmias cada. O primeiro e o segundo grupo receberam a solução controle positivo e controle negativo e as oito seguintes receberam a solução aquosa do composto em diferentes concentrações. As amostras ficaram submetidas à iluminação artificial durante 24 horas. Após este período, contabilizou-se as larvas vivas e mortas. O experimento foi realizado em triplicata para cada substância-teste.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o início da reação, foi analisado o tempo em que cada substrato levou para completar a reação com o bromoacetato de etila. Esta etapa teve auxílio da CCD para verificar o fim da reação. Após o término, o produto passa pelo processo de purificação e

posteriormente é pesado, para que possa ser obtido o rendimento de reacional. Os valores obtidos de tempo e rendimento são mostrados na Tabela 01.

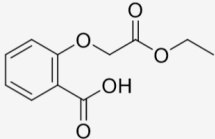
SUBSTRATO	TEMPO (MIN)	RENDIMENTOS (%)	ESTADO FÍSICO
	150 min	64,32%	Oleoso

Tabela 01: Parâmetros analisados de tempo, rendimento e aspecto físico

Fonte: Próprios autores, 2020.

A modificação na estrutura do ácido salicílico pode ser benéfica, como o é o caso da acetilação do mesmo. De acordo com Antunes e colaboradores (2016), o AAS causa menos efeitos colaterais em relação ao seu precursor, que ocasiona irritação na mucosa gástrica. Além do mais, no estudo mostra que a Aspirina® é eficaz na redução de eventos cardiovasculares e na mortalidade cardiovascular.

Cabe ressaltar que a adição de um grupo alquil foi planejada de modo a atenuar a toxicidade do composto, uma vez que na literatura, há histórico de fármacos que possuem uma porção éster, como por exemplo o ácido acetilsalicílico (AAS), que quando comparado ao ácido salicílico, seu precursor que não possui a função éster, é menos tóxico e menos irritante (COSTA, 2019).

As figuras 1 e 2 mostram os espectros de RMN de ^1H e ^{13}C do composto **3a**, obtido na forma de um óleo e rendimento de 64,32%, com RMN ^1H (300 MHz, CDCl_3) δ 1,31 (t, J = 6,9 Hz, 3H), 4,27. (q, J = 6,9 Hz 2H), 4,86 (s, 2H), 6,88-7,01 (m, 2H), 7,45-7,51 (m, 1H), 7,94 (dd, J = 8,4 Hz e 1,2 Hz, 1H); RMN ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) δ 39,8, 55,8, 111,1, 114,2, 115,4, 121,1, 131,9, 137,8, 143,9, 146,4.

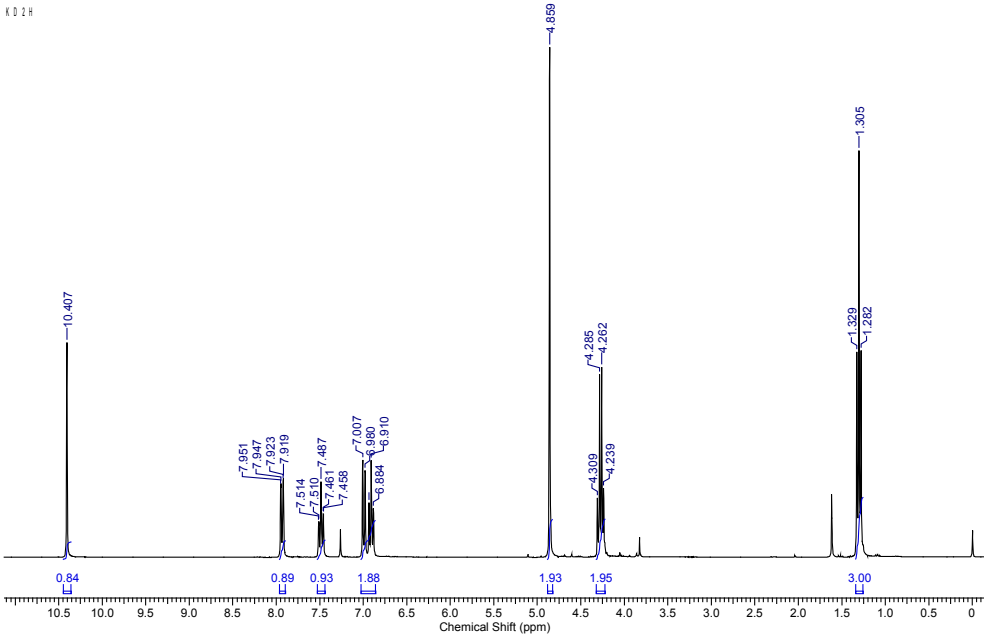


Figura 01: Espectro de RMN ^1H do composto 3a.

Fonte: Dados da pesquisa.

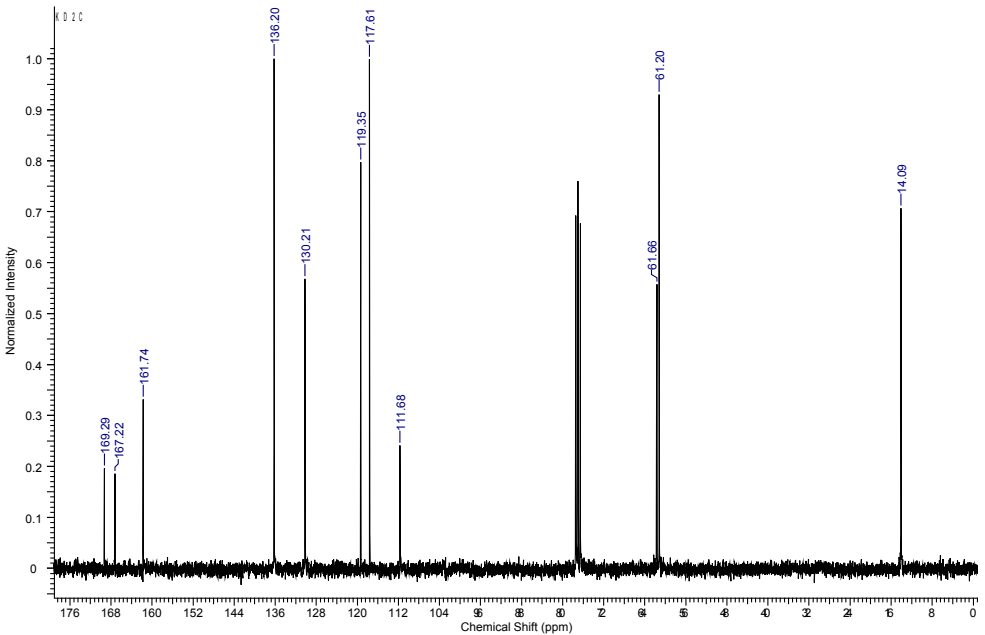


Figura 02: Espectro de RMN ^{13}C do composto 3a.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A avaliação da toxicidade do composto 3a foi testado frente à larva de *A. salina* Leach, no qual o valor da taxa de mortalidade das soluções contendo este composto variou entre 0 e 100 %, planejando determinar a concentração letal para matar metade da população de larvas (CL50), conforme a Tabela 2. Deste modo, a CL50 foi encontrada através do software POLO-PC, com 95% de confiança. Portanto, de acordo com Merino e colaboradores (2015), as amostras com valores de CL50 inferiores a 100 µg/mL são considerados altamente tóxicas, valores entre 100 e 500 µg/mL são moderadamente tóxicas, entre 500 e 1000 µg/mL são levemente tóxicas e acima de 1000 µg/mL possuem baixa toxicidade.

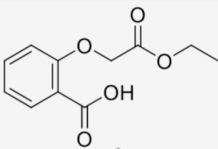
Compostos	CL ₅₀ (µg/mL)
	186

Tabela 02: Valores de CL₅₀ dos compostos.

Fonte: Próprios autores, 2020.

Segundo estudo realizado por Lima, em 2019, o qual buscou a CL₅₀ da Aspirina®, encontrou como valor aproximado de concentração letal 120 µg/mL, revelando que o AAS é moderadamente tóxico. O composto 3a obteve uma CL₅₀ de 186 µg/mL, sendo também moderadamente tóxico, porém demonstrando ser menos tóxico que o AAS.

4 | CONCLUSÕES

A reação de alquilação do ácido salicílico foi rápida e apresentou bom rendimento. Além disso, a adição do grupamento alquil, foi planejada, de modo a diminuir a toxicidade do ácido salicílico. A caracterização do composto 3a por RMN de ¹H e ¹³C, indica que a reação levou a formação deste composto.

Os resultados do teste de toxicidade frente as larvas de *A. salina*, revelou-se que o composto 3a é menos tóxico comparado ao ácido acetilsalicílico. Essas informações revelam a importância de mais estudos que visem dar continuidade à descoberta dos potenciais terapêuticos que esta molécula e seus derivados possam expressar, se tornando potenciais candidatos a fármacos.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. L.; ALBINO, A. J. S.; GUEDES, N. E. F.; CASTRO, G. F. P. **Efeito antiplaquetário do ácido acetilsalicílico em prevenção secundária do infarto agudo do miocárdio**. Revista Transformar. v. 8, p. 179-192, 2016.

ARMAREGO, W. L. F.; PERRIN, D. D. **Purification of Laboratory Chemicals**: 4^a ed., Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996.

COSTA, E. M. **Bases conceituais da saúde**. 6^a ed. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

DESBOROUGH, M. J. R.; KEELING, D. M. **The aspirin story – from willow to wonder drug**. British Journal of Haematology. v. 177, n. 5, p. 674–683, 2017.

HAYAT, S.; AHMAD, A.; ALYEMENI, M. N. **Salicylic acid: Plant Growth and Development**. 2013^a ed. Nova York: Springe, 2013.

JAMSHIDI-KIA, F.; LORIGOOINI, Z.; AMINI-KHOEI, H. Medicinal plants: Past history and future perspective. Journal of Herbmed Pharmacology. v. 7, n. 1, p. 1-7, 2018.

JÚNIOR, C. V.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. **Os produtos naturais e a química medicinal moderna**. Química Nova. v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

LIMA, A. S.; ALVIM, H. G. O. **Revisão sobre antiinflamatório não - esteroidais: ácido acetilsalicílico**. Revista de Iniciação Científica e Extensão. v. 1, p. 169-174, 2018.

LIMA, L. M. V. **Avaliação toxicológica das apresentações de ácido acetilsalicílico e paracetamol frente à *Artemia salina* leach**. 2019. 43f. Monografia (Bacharelado em Farmácia). Universidade Federal de Campina Grande. Cuité-PB, 2019.

MEDEIROS, H. I. R.; FARIAS, L. S.; OLIVEIRA, R. J.; LIMA, J. A. C.; FREITAS, J. C. R. **Modificação estrutural no eugenol: síntese, caracterização e atividade toxicológica frente à *Artemia salina* leach**. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Saúde, 1., 2018, Campina Grande. *Anais*. Campina Grande: Realize, 2018.

MERINO, F.; OLIVEIRA, V.; PAULA, C.; CANSIAN, F.; SOUZA, A.; ZUCHETTO, M.; HIROTA, B.; DUARTE A.; KULIK J.; MIGUEL M.; MIGUEL O. **Análise fitoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanii* Dusén frente à *Artemia salina***. Revista brasileira de plantas medicinais, v. 17, n. 4, p. 1031-1040, 2015.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J. L. **Brine Shrimp: A convenient general bioassays for active plant constituents**. Planta Médica, v.45, n.1, p.31-34, 1982.

MONTANARI, C. A.; BOLZANI, V. S. **Planejamento racional de fármacos baseado em produtos naturais**. Química Nova. v. 24, n. 1, p. 105-111, 2001.

POMPILHO, W. M.; MARCONDES, H. C.; OLIVEIRA, T. T. **Bioatividade de três espécies vegetais nativas da Floresta Atlântica brasileira frente ao microcrustáceo *Artemia salina***. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 16, n. 3, p. 473-480, 2014.

PONUGOTI, M. **A pharmacological and toxicological review of *Lawsonia inermis***. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. v. 9, n. 3, p. 902-915, 2018.

RAUTIO, J.; MEANWELL, N. A.; LI, D.; HAGEMAN, M. J. The expanding role of prodrugs in contemporary drug design and development. Nature Reviews Drug Discovery. v. 17, n. 8, p. 559-587, 2018.

RIBEIRO, S. S. L. **Estudo etnobotânico de plantas medicinais em uma área de caatinga na Paraíba**. 2018. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização - Gestão em Recursos Ambientais do Semiárido – GRAS). Instituto Federal de Educação Tecnológica da Paraíba (IFPB). Picuí, 2018.

SANTOS, R. B.; VALE, W. F. S.; COSTA, C. L. S. **Planejamento estrutural, desenvolvimento e análise de propriedades farmacocinéticas *in silico* de análogos do ácido salicílico para fins cosméticos**. Estação Científica (UNIFAP). v. 7, n. 1, p.103-112, 2017.

SHARA, M.; STOHS, S. J. **Efficacy and Safety of White Willow Bark (*Salix alba*) Extracts**. Phytotherapy Research. v. 29, p. 1112-1116, 2015.

SNEADER W. **The discovery of aspirin: a reappraisal**. *BMJ*. v. 321, p. 1591–1594, 2000.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Gamma-Gamma 162, 163, 166

Ácido Salicílico 173, 174, 175, 177, 179, 181, 183

Alquilação 173, 174, 177, 181

Artemia salina 173, 174, 176, 178, 182

Astrofísica 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

C

Capsicum spp 68, 69, 96, 97, 98

Caracterização Físico-Química 212, 227

Componentes Eletrônicos 22, 27, 28, 29, 34

Contaminação 49, 53, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 115, 143, 213, 217

D

Dependência Espacial 99, 103, 106

Drenagem Urbana 150, 161

Dynamic Probing Light 107, 108, 110

E

Efluente 49, 59, 66

Eletrodo de Grafite 125, 128, 129, 130, 131

Eletrólise 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133

Energia Solar 196, 198, 199, 201, 207, 209, 276

Ensino de Matemática 235, 286

Equilíbrio Líquido-Líquido 162, 164, 165

F

Físico-Química 125, 127, 133, 211, 212, 213, 227

Fitólitos 134, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148

Funções Vetoriais 235, 236, 247, 249

G

Geogebra 235, 236, 237, 241, 242, 243, 244, 247, 248, 249

Geografia 45, 134, 147, 184, 185, 186, 187, 192, 194

Geoprocessamento 115, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 199

GNV 15, 16, 18, 20, 21

Grupos Ecológicos 115, 116, 117, 121

I

Impermeabilização 150, 153, 158, 159

Inclusão 20, 36, 40, 80, 250, 262

Induction Time 264

Investigação do Subsolo 107, 108, 111

K

Krigagem 99, 100, 101, 104, 105

L

Laser Superficial Refusão 1

Libras 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262

Luehea Divaricata 263, 264, 265, 267, 273

M

Metais Pesados 49, 52, 67, 70, 71, 72, 81, 87, 127

Metrologia 15, 16, 17

Microdureza 1

Microestrutura 1

N

Natural Antioxidants 264, 271, 273

P

Produção Sustentável 68

Pterodon Emarginatus 263, 264, 265, 267, 272

Q

Qualidade Microbiológica 211, 212, 213, 214, 224, 225, 226, 227

Queijo Artesanal 212

Química 21, 42, 48, 51, 66, 67, 70, 76, 88, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 162, 172, 173, 174, 182, 211, 212, 213, 227, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 272, 273, 275, 283, 284

Química Sintética 173, 174

R

Radiografia de Alta Resolução 22, 28

Rayos-X 34

S

Segurança Alimentar 68, 80, 82, 95, 212, 213

Semivariograma 99, 103, 104, 105

Sensoriamento Remoto 187, 195, 196, 197, 198

Sequência de Fibonacci 228, 229, 230, 231, 233, 234

Sinalário 250, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 260

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) 196, 197

SRTM 196, 197, 202, 203

Standard Penetration Test 107, 108, 109

T

Tabela Periódica 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Tablillas Electrónicas 22

Técnicas de Extração 134

Tomografia Computarizada 22, 25, 26, 27, 31, 34

U

Uniquac 162, 163, 166, 169, 170, 171

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 