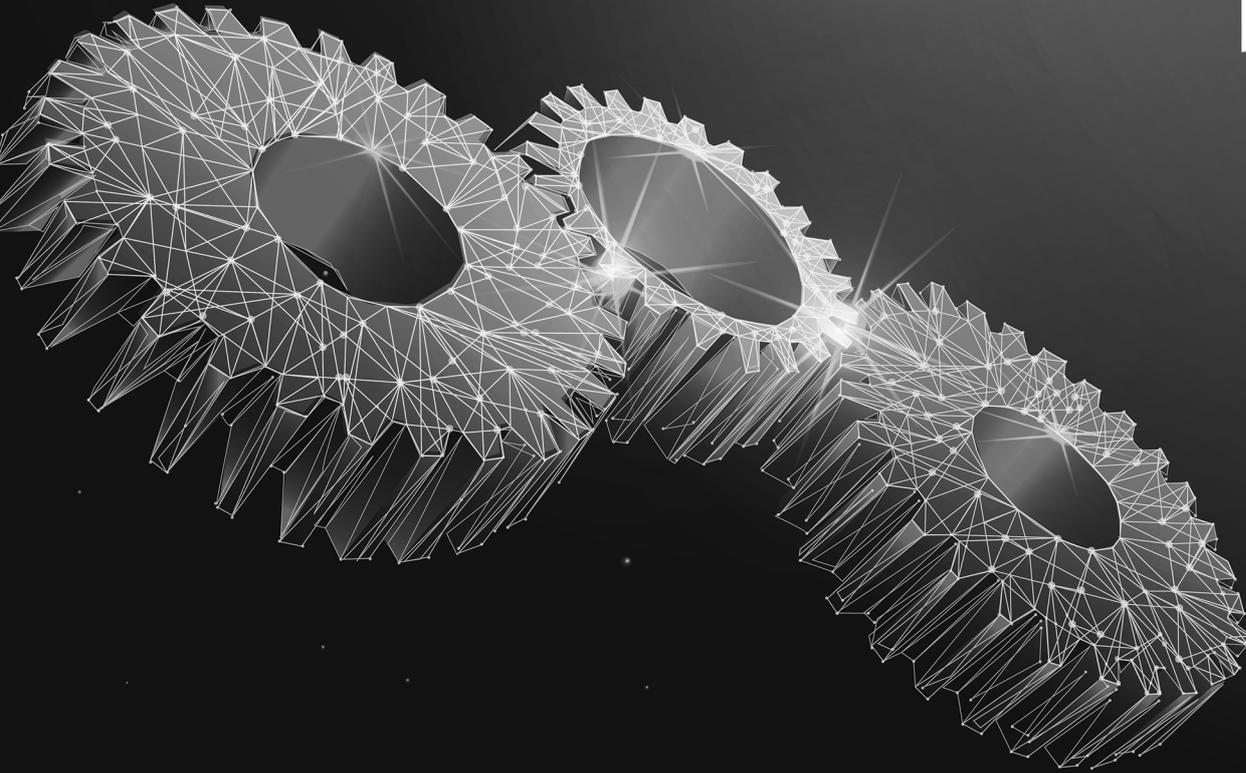


Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)



Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. 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. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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. 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
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. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. 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
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a 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 de Mato Grosso
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. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. 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. Eivaldo 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. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
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. 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/UFGA
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. Me. 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
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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

Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas, tecnológicas e da terra

2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas, tecnológicas e da terra 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-251-7
DOI 10.22533/at.ed.517201008

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. 3. Tecnologia.
I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Estudos Teórico-metodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra”, em seu 2º volume, é composta por 19 capítulos que ressaltam a importância dos estudos teórico-metodológicos nos mais diversos campos desta grande área do conhecimento.

Os trabalhos foram dispostos em três eixos. Na primeira parte, são apresentados estudos envolvendo aplicações científicas como nanopartículas, algoritmos e fluidodinâmica computacional.

Na segunda parte, são abordados estudos voltados à análise de atributos químicos do solo, uso eficiente da água, acúmulo nutricional e crescimento de plantas, utilização de resíduos como antioxidantes para biodiesel, produção de biossurfactantes, dentre outros assuntos de extrema relevância para o conhecimento básico e aplicado nessa grande área.

Na terceira e última parte, são expostos trabalhos relacionados à tecnologia no ensino e na educação voltadas às áreas de Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra, como a utilização de ensino híbrido e assistivo em programação, além de um panorama da participação feminina no seguimento educacional técnico e superior.

Os organizadores e a Atena Editora agradecem aos autores que compartilharam seus conhecimentos e pesquisas para comporem a presente obra. Desejamos que este livro possa servir de instrumento para reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APLICAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DE NANOPARTÍCULAS DE Ag	
Washington Benedicto Zava Durães Freire	
Alessandro Botelho Bovo	
Vagner Alexandre Rigo	
DOI 10.22533/at.ed.5172010081	
CAPÍTULO 2	8
ESTUDO DO ACOPLAMENTO ELETRÔNICO DAS TRANSIÇÕES ÓPTICAS EM NANOPARTÍCULAS DE Bi/Bi ₂ O ₃ ATRAVÉS DE MEDIDAS DE ABSORÇÃO ÓPTICA E FOTOLUMINESCÊNCIA DE EXCITAÇÃO	
Miguel Angel González Balanta	
Pablo Henrique Menezes	
Silvio José Prado	
Victor Ciro Solano Reynoso	
Raul Fernando Cuevas Rojas	
DOI 10.22533/at.ed.5172010082	
CAPÍTULO 3	18
ESTUDO DA FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL DE UM LAVADOR DE GÁS DO TIPO VENTURI EM 3D	
Gabriel Dias Ramos	
Débora Moraes da Silva	
Reimar de Oliveira Lourenço	
Aderjane Ferreira Lacerda	
DOI 10.22533/at.ed.5172010083	
CAPÍTULO 4	30
VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SEPARADOR GÁS-SÓLIDO, ATRAVÉS DA VARIAÇÃO DE SUA GEOMETRIA, COM A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE CFD EM 3D	
Débora Moraes da Silva	
Gabriel Dias Ramos	
Reimar de Oliveira Lourenço	
Aderjane Ferreira Lacerda	
DOI 10.22533/at.ed.5172010084	
CAPÍTULO 5	39
ACTOR-CRITIC REINFORCEMENT LEARNING TO TRACTION CONTROL OF AN ELECTRICAL VEHICLE	
Maikol Funk Drechsler	
Thiago Antonio Fiorentin	
Harald Göllinger	
DOI 10.22533/at.ed.5172010085	
CAPÍTULO 6	52
ANÁLISE DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM CONDIÇÕES DE CULTIVO DE MANDIOCA NO MUNICÍPIO DE MARACANÃ, PA	
Natália de Medeiros Lima	
Janile do Nascimento Costa	
Gabrielle Costa Monteiro	
Mateus Higo Daves Alves	
Antônio Reynaldo de Sousa Costa	
Francisco Martins de Sousa Junior	
Fernanda Medeiros de Lima	

Lucas Eduardo de Sousa Oliveira
Auriane Consolação da Silva Gonsalves
Orivan Maria Marques Teixeira
Pedro Moreira de Sousa Junior

DOI 10.22533/at.ed.5172010086

CAPÍTULO 7 58

USO EFICIENTE DA ÁGUA ALIVIA OS EFEITOS DA SECA EM MUDAS DE AÇAIZEIRO INOCULADAS COM RIZOBACTÉRIA

Gledson Luiz Salgado de Castro
Marcela Cristiane Ferreira Rêgo
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Telma Fátima Vieira Batista
Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5172010087

CAPÍTULO 8 64

Burkholderia pyrrocinia INDUZ ACÚMULO NUTRICIONAL E PROMOVE CRESCIMENTO DE MUDAS DE AÇAIZEIRO

Gledson Luiz Salgado de Castro
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Marcela Cristiane Ferreira Rêgo
Telma Fátima Vieira Batista
Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5172010088

CAPÍTULO 9 70

APLICAÇÃO DO RESÍDUO DO FRUTO DE TUCUMÃ (*ASTROCARYUM ACULEATUM*) COMO ANTIOXIDANTE PARA O BIODIESEL

Kércia Sabino de Macêdo
Leylane da Silva Kozlowski
Larissa Aparecida Corrêa Matos
Nayara Lais Boschen
Romildo Nicolau Alves
Paulo Rogério Pinto Rodrigues
Guilherme José Turcatel Alves

DOI 10.22533/at.ed.5172010089

CAPÍTULO 10 80

A LARANJA (*Citrus sinensis*) COMO FONTE ENZIMÁTICA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Matheus Gomes Linhares
Lucas Gomes Linhares
Jean Carlos Gama de Oliveira
Luma Misma Alves Câmara
Leonardo Alcântara Alves

DOI 10.22533/at.ed.51720100810

CAPÍTULO 11 91

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EM AMOSTRAS DO FERMENTADO DE JABUTICABA (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg) DO MUNICÍPIO DE VARRE-SAI-RJ

Phelipe Bezerra Nascimento
Pablo da Silva Siqueira
Matheus Valério de Freitas Souza
Alex Sandro Rodrigues Moraes Pereira
Wellington Gabriel de Alvarenga Freitas

CAPÍTULO 12 99

REGRESSÃO QUANTÍLICA NA ESTIMAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DA AGRICULTURA FAMILIAR EM MINAS GERAIS

Gabriela França Oliveira
Raimundo Cardoso de Oliveira Neto
Ana Carolina Campana Nascimento
Moysés Nascimento
Camila Ferreira Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.51720100812

CAPÍTULO 13 110

TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA ATRAVÉS DA PLATAFORMA EDPUZZLE COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA AVALIAÇÃO

Cássia Vanesa de Sousa Silva
Givaldo Oliveira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.51720100813

CAPÍTULO 14 119

A HISTÓRIA DA CONDESSA SURDA DE LOVELACE: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DE ENSINO HÍBRIDO E ASSISTIVO DE PROGRAMAÇÃO

Márcia Gonçalves de Oliveira
Ana Carla Kruger Leite
Mônica Ferreira Silva Lopes
Clara Marques Bodart
Gabriel Silva Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.51720100814

CAPÍTULO 15 132

A LEI DE ARREFECIMENTO DE NEWTON SOB O OLHAR DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Camyla Martins Trindade
Aline Gabriela dos Santos
Cristiano Braga de Oliveira
Adriano Santos da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.51720100815

CAPÍTULO 16 142

INSERÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA NO ENSINO DE QUÍMICA

Valdiléia Teixeira Uchôa
José Luiz Silva Sá
Antônio Carlos Araújo Fontenele
Ana Cristina Carvalho de Alcântara
Maciel Lima Barbosa
Herbert Gonzaga Sousa
Kerlane Alves Fernandes
Ana Karina Borges Costa
Ana Gabriele da Costa Sales
Patrícia e Silva Alves
Antônio Rodrigues da Silva Neto
Gabriel e Silva Sales

DOI 10.22533/at.ed.51720100816

CAPÍTULO 17	154
LA INCIDENCIA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN LA EXPERIMENTACIÓN EN LA FÍSICA	
Jesus Ramon Briceno Barrios	
Jeisson Nava	
Hebert Lobo	
Juan Terán	
Richar Durán	
Manuel Villareal	
DOI 10.22533/at.ed.51720100817	
CAPÍTULO 18	189
APRENDIZAGEM MATEMÁTICA BASEADA EM HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQs) PARA O ENSINO MÉDIO	
Cássia Vanesa de Sousa Silva	
Givaldo Oliveira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.51720100818	
CAPÍTULO 19	201
ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO FEMININA NOS CURSOS TÉCNICOS E DE GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA REDE FEDERAL E DO CEFET/RJ NOVA FRIBURGO	
Gisele Moraes Marinho	
Simone Tardin Fagundes	
Carolina de Lima Aguilár	
DOI 10.22533/at.ed.51720100819	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	212
ÍNDICE REMISSIVO	213

A LARANJA (*Citrus sinensis*) COMO FONTE ENZIMÁTICA PARA A PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 25/05/2020

Matheus Gomes Linhares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
Apodi - RN

<http://lattes.cnpq.br/8043485568766635>

Lucas Gomes Linhares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
Apodi - RN

<http://lattes.cnpq.br/1124023146584841>

Jean Carlos Gama de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
Apodi - RN

<http://lattes.cnpq.br/2659841504735548>

Luma Misma Alves Câmara

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
Apodi - RN

<http://lattes.cnpq.br/2913946174763930>

Leonardo Alcântara Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRN – RN

<http://lattes.cnpq.br/8433158222878164>

se mostrando como uma área extremamente promissora a nível mundial, o que pode ser explicado pelo fato desses catalisadores biológicos, em sua grande maioria enzimáticos, serem encontrados em praticamente todos os seres vivos. Os impactos ambientais principalmente de produtos industrializados têm levado a ciência a pesquisar por formas que possam sanar estes problemas, assim, abrindo portas para a utilização de enzimas biocatalisadoras. Utilizando da biocatálise de enzimas de um material vegetal considerado rejeito alimentar (cascas e sementes de laranja) este trabalho buscou a produção de biossurfactantes, que além de executar as mesmas funções dos surfactantes industriais tem uma vantagem de grande peso que é a biodegradabilidade. Após as análises realizadas foi constatado que o resultado mais promissor de atividade enzimática do material utilizado foi obtido em um período reacional de 24 h com o rendimento $1,9 \times 10^{-3} \mu\text{mol/mL}\cdot\text{min}$ para cascas da laranja, seguido das sementes, com rendimento de $2,4 \times 10^{-3} \mu\text{mol/mL}\cdot\text{min}$, no período reacional de 72 h. No que diz respeito à produção do biossurfactante, foi constatado que o melhor resultado foi no período de 144 h com um valor de conversão de 23,4% para cascas, seguido pela sementes em um período

RESUMO: As pesquisas sobre biocatálise vem

reacional de 48 h, com conversão de 4,6%. Assim, é possível observar a capacidade enzimática do material estudado frente à produção de biosurfactantes, sendo necessárias ainda a realização de processos de otimização para as reações em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Biocatálise, rejeitos da laranja, biosurfactantes.

ORANGE (*Citrus sinensis*) AS ENZYMATIC SOURCE FOR THE BIOSURFACTANT PRODUCTION

ABSTRACT: Biocatalysis' research has proven itself as a promising area worldwide, which can be explained by the fact that these biological catalysts, mostly enzymatic, are found in practically all living beings. The environmental impacts, mainly of industrialized products, have led science to search for ways that can solve these problems, thus opening doors for the use of biocatalyst enzymes. Using the biocatalysis of enzymes from a plant material considered to be food waste (orange peels and seeds) this work sought the production of biosurfactants, which in addition to performing the same functions as industrial surfactants has a great weight advantage, it is biodegradability. After the analyzes carried out it was found that the most promising result of enzymatic activity of the material used was obtained in a reaction period of 24 h with 1.9×10^{-3} $\mu\text{mol/mL}\cdot\text{min}$ yield for orange peels, followed by the seeds, with 2.4×10^{-3} $\mu\text{mol/mL}\cdot\text{min}$ yield, in the 72 h reaction period. In respect of the biosurfactant production, it was found that the best result was obtained in a period of 144 h with a conversion value of 23.4% for peels, followed by seeds in a reaction period of 48 h, with conversion of 4.6%. Thus, it is possible to observe the enzymatic capacity of the material studied in relation to the biosurfactant production, and it is still necessary to carry out optimization processes for the reactions under study.

KEYWORDS: Biocatalysis. Orange waste. Biosurfactant.

1 | INTRODUÇÃO

É cada vez mais visível no estado em que a sociedade se encontra – crescendo sua população e expandindo seus espaços – o aumento da necessidade em se buscar novas fontes de energia e recursos que muitas vezes interferem no curso nato do meio ambiente. Com este foco, o campo da ciência investe rotineiramente em novas tecnologias e pesquisas para tentar barrar (ou pelo menos minimizar) os impactos ambientais causados por essa desenfreada realidade de consumo humano.

Assim, a tentativa de encontrar meios e processos capazes de atuar de forma menos danosa e/ou reutilizar materiais que, aparentemente, não apresentavam mais utilidade, parece ser importante e necessário para manutenção da vida. Nesta linha de discussão, a biocatálise surge como proposta válida para diminuir tais impactos.

1.1 Catalisadores

Na área da química, principalmente no que diz respeito aos processos que envolvem a produção industrial, a velocidade em que esses ocorrem, mais especificamente as reações químicas, é alvo de constantes estudos na academia. Assim, trabalhos que envolvem a utilização de catalisadores ganha um valor altamente relevante, não só acadêmico, mas também econômico.

Os processos catalíticos caracterizam-se pela aplicação de catalisadores nas reações químicas. A definição de catalisador deve-se a Ostwald (1853-1932) que aponta que um catalisador pode ser definido como uma espécie química que aumenta a velocidade de uma reação química sem interferir no balanço energético entre os reagentes e os produtos (PEREIRA, 2015), ou seja, os catalisadores podem acelerar as reações sem que interfiram na formação dos produtos.

Assim, essa função dos catalisadores, é muito bem vista no ramo industrial, onde aceleraria a taxa de produção e diminuiria o tempo gasto. Mas um problema contido nos catalisadores industriais é que muitas vezes são potencialmente causadores de impactos ambientais.

1.2 Biocatalisadores e enzimas

A procura por catalisadores naturais, de baixo custo e que não degradem o meio ambiente, ou sejam capazes de diminuir a degradação oriunda dos processos encontrados atualmente, fez surgir nos últimos anos as pesquisas e a utilização de biocatalisadores. Esses materiais, por sua vez, podem ser extraídos de fontes naturais, seja animal, vegetal ou microbiana. Assim, o uso de enzimas (biocatalisadores mais comuns encontrados) vem progredindo devido a sua eficaz atividade catalítica e origem nos materiais biodegradáveis. Um ponto forte que torna as enzimas materiais relevantes para a utilização na biocatálise se dá pela sua alta regioespecificidade e enantiosseletividade - as enzimas catalisam um único tipo de substrato ou uma determinada classe de moléculas semelhantes.

Um dos grupos de enzimas muito utilizado em reações de biocatálise é a lipase. A versatilidade desta enzima tem sido explorada para substituir processos existentes, ou para produzir determinados compostos inviáveis de serem obtidos por vias químicas convencionais (DE ALMEIDA, 2011). A biocatálise promove transformações químicas utilizando enzimas, isoladas ou pertencentes a microrganismos vivos, surgindo assim como uma tecnologia competitiva e que não agride o meio ambiente para fabricação de substâncias bioativas com elevado grau de pureza enantiomérica (VIEIRA, 2006).

Segundo trabalho de Oliveira (2010), o uso destas enzimas como biocatalisadores em processos diversos apresenta como características principais: sua capacidade de catalisar as reações à temperatura e pressão ambiente numa gama de pH neutro; especificidade, estereoespecificidade e regioespecificidade do substrato. Em adição, a

grande diversidade de possíveis materiais que são fonte enzimática torna o uso desses biocatalisadores como meios promissores na academia e/ou até mesmo em processos industriais que necessitam de catálise.

1.3 Biossurfactantes

A alta demanda de combustíveis e produtos à base de petróleo vem ocasionando uma grande degradação no meio ambiente. Pelo fato de ocorrer muitas vezes por vias marítimas, o processo de extração e transporte do produto, pode provocar altos danos ambientais quando entra em contato com o oceano. Um meio de diminuir esses impactos seria através da biorremediação, que consiste na utilização de microrganismos que “atacam” o petróleo despejado com o auxílio de biossurfactantes, produzidos por eles próprios (ROCHA et. al., 2006).

Os surfactantes biológicos (biossurfactantes) também possuem aplicações em diversas áreas, como na proteção ambiental, cuidados à saúde e indústrias de processamento de alimentos (KIM et al., 2000). Os biossurfactantes são compostos orgânicos que possuem em sua composição uma região hidrofílica e uma outra hidrofóbica, sendo assim capazes de interagir tanto com substâncias polares quanto com substâncias apolares. Ainda possuem uma fundamental vantagem sobre os surfactantes industriais, que é a sua biodegradabilidade, o que acaba diminuindo, assim, seu impacto no meio ambiente.

Portanto, este trabalho tem como intuito a pesquisa de enzimas vegetais (casca e sementes de laranja) para a produção de biossurfactantes visando sanar possíveis impactos ambientais do acúmulo desses rejeitos da indústria alimentícia.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos dos catalisadores encontrados atualmente em processos industriais possuem uma baixa especificidade, geralmente fornecem produtos de composição química mista ou produtos contaminados e requerem uma etapa posterior de purificação (DE CASTRO et al., 2004; HASAN; SHAH; HAMEED, 2006) e, tendo em vista, as discussões que a catálise é considerada o pilar fundamental da Química Verde e Sustentável (SHELDON, 2000; CENTI; PERATHONER, 2003), cabe buscar processos catalíticos que atendem cada vez mais tais diretrizes.

Mundialmente são produzidos, processados e consumidos bilhões de toneladas de vegetais e, como consequência, também são gerados bilhões de toneladas de resíduos. Atualmente, esse problema tem se tornado atrativo, já que os resíduos vegetais também podem ser utilizados como matérias primas para inúmeras finalidades, como na área de bioprospeção de moléculas ativas, entre as quais se destacam as enzimas como as

lipases (WOICIECHOWSKI et al., 2013).

Vieira (2006) aponta que o surgimento da biocatálise ocorreu logo no início da civilização humana, quando povos primitivos usavam processos fermentativos para transformação de materiais, como produção de bebidas alcoólicas, de pães e de derivados do leite. Dessa forma, é claro observar que esses processos já são comuns, devendo a academia evidenciá-los como promissores também em larga escala.

As enzimas são um tipo de proteínas presentes, e essenciais, a todos os seres vivos, encontrando-se nos animais, plantas e microrganismos (fungos e bactérias). Atuam como catalisadores biológicos (biocatalisadores) sem sofrer qualquer alteração. Não são consumidas na reação podendo, portanto, continuar a desempenhar funções catalíticas enquanto os reagentes adequados, normalmente chamados de substratos, estão disponíveis (MELO, 2012).

A sua atividade catalítica depende da integridade da sua conformação protéica nativa (estrutura tridimensional). A desnaturação ou dissociação de uma enzima em subunidades pode eliminar a atividade catalítica relacionada a tal enzima (VOET; VOET; PRATT, 2000). Além disso, questões como temperatura, pH, entre outros também interferem na capacidade catalítica enzimática.

Uma proposta de evitar efeitos relativos à desnaturação enzimática se dá na sua imobilização. O uso de enzimas imobilizadas permite uma fácil remoção e recuperação da enzima após a reação, facilitando sua reutilização e pode melhorar sua solubilidade (ELLAIH et al., 2004). A imobilização aumenta a estabilidade térmica da enzima e parece melhorar sua atividade de síntese em meio com solvente orgânico (SILVA; CONTESINI; CARVALHO, 2008).

Como discutido anteriormente, uma possível forma de utilização da capacidade enzimática na indústria seria através de estudos dessas como catalisadoras na produção de biossurfactantes.

Os surfactantes são compostos anfipáticos, reduzem a tensão superficial e interfacial através do acúmulo na interface de fluidos imiscíveis, aumentando a solubilidade e mobilidade dos compostos hidrofóbicos ou orgânicos (SINGH; VAN HAMME; WARD, 2007). Devido à presença de surfactantes, a tensão superficial é reduzida requerendo menor energia para trazer uma molécula até a superfície (MULLIGAN, 2005).

Os microrganismos, como bactérias, fungos e leveduras, podem sintetizar subprodutos metabólicos com capacidade surfactante, especialmente quando lhes são fornecidos substratos imiscíveis com a água (CONTIERO, 2008). Os biossurfactantes reduzem as tensões, superficial e interfacial, conduzindo a uma maior disponibilidade do fluido poluente (por exemplo, o petróleo) para os microrganismos. Em ambientes contaminados com hidrocarbonetos estão naturalmente presentes microrganismos produtores de biossurfactantes, servindo os óleos contaminantes como substrato (PRIYA; USHARANI, 2009).

Dentre as principais vantagens dos biossurfactantes, em relação aos surfactantes sintéticos, destacam-se a baixa toxicidade e a alta biodegradabilidade (ARAUJO; FREIRE, 2013).

3 | METODOLOGIA

O material vegetal utilizado (casca e sementes de laranja) foi coletado na região de Apodi-RN. Ambos foram triturados para análise prévia da atividade lipásica do material, avaliado por meio de uma reação que promove a hidrólise do azeite de oliva.

3.1 Hidrólise do azeite de oliva

As condições a seguir foram estabelecidas com base no trabalho de Sagiroglu e Arabaci (2005). A extração foi realizada utilizando 10g de cada material triturado em 50 mL de solução tampão de fosfato de potássio (Mono e dibásico) 50 mM, pH 7, contendo 0,5 mM de Cloreto de cálcio (CaCl_2) em erlenmeyers de 125 mL. Essa mistura permaneceu sob agitação constante durante 24 horas à 25°C e após esse período o extrato bruto foi filtrado.

A hidrólise do azeite de oliva foi realizada de acordo com a metodologia de Soares et al. (1999), com modificações. O método consiste na mistura de 21 mL de solução enzimática (extrato obtido na etapa anterior), 7,3 mL de azeite de oliva, 0,5g de Triton X-100 [$\text{C}_{14}\text{H}_{22}\text{O}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n$ ($n=9-10$)], 7,3 mL de água e 11,7 mL de tampão fosfato de sódio 100 mM, pH 7 em erlenmeyers de 125 mL.

A reação de hidrólise ocorreu por 72h a 25°C sob agitação constante em mesa agitadora. Durante esse período, a cada 24 h foram retiradas alíquotas de 15 mL de cada reação, adicionado 10 mL de etanol/água 95/5 (v/v) (1:1, base volumétrica). Usando alíquotas de 5 mL dessa nova solução, os ácidos graxos liberados foram titulados com solução de Hidróxido de potássio (KOH) 0,025 mol.L⁻¹, utilizando fenolftaleína como indicador (em triplicata). Uma reação-branco também foi titulada como referência. O cálculo de atividade enzimática foi realizado de acordo com a Equação (1). Uma unidade de atividade (U) é definida como a quantidade de enzima que libera 1 μmol de ácido graxo por minuto nas condições acima descritas.

$$\text{Atividade } (\mu\text{mol/mL.min}) = \frac{(\text{VA} - \text{VB}) \times \text{M} \times 1000}{t \times E} \quad (1)$$

onde:

E - Quantidade de extrato enzimático utilizada no ensaio (em mL para a enzima solúvel)

M - Molaridade da solução de KOH

t - Tempo de reação (em minutos)

VA - Volume de KOH gasto na titulação da amostra (mL)

VB - Volume do KOH gasto na titulação do branco (mL).

3.2 Reação de produção de biossurfactante

A metodologia utilizada é descrita por Machado et al. (2006). O processo de produção dos biossurfactantes foi realizado em uma mistura de solventes orgânicos contendo terc-butanol (C₄H₁₀O)/Dimetilsulfóxido [(CH₃)₂SO] na proporção de 10% de DMSO. 5g do material vegetal foram colocados em um erlenmeyer de 125 mL contendo 50 mL da mistura de solventes. Os substratos foram então adicionados em quantidades equimolares utilizando 0,01 mol de substratos ácido e carboidratos: Ácido octanóico (C₈H₁₆O₂) e glicose (C₆H₁₂O₆) (1:1). A reação foi mantida sob agitação em mesa agitadora durante 144h a 25°C, sendo analisada a cada 24h para observação do melhor tempo reacional.

A análise dos resultados foi realizada por meio do índice de acidez, onde uma alíquota de 1 mL da amostra foi retirada e colocada juntamente com uma mistura de 3 mL de etanol (C₂H₅OH) e 6 mL de acetato de etila (C₄H₈O₂). Além disso, foram feitas duas reações branco, uma delas sem vegetal e outra sem o substrato. A titulação foi realizada com solução de Hidróxido de sódio (NaOH) 0,025 mol.L⁻¹, em triplicata, e os cálculos feitos a partir da Equação 2, apresentada seguir.

$$R\% = 1 - \frac{(\text{Média das amostras} - \text{Branco com vegetal})}{(\text{Amostra de referência})} \times 100\% \quad (2)$$

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atividade enzimática

Após a aplicação dos procedimentos experimentais descritos na seção anterior, foi possível verificar a atividade enzimática referente tanto às cascas quanto às sementes da laranja. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

TEMPO (h)	ATIVIDADE (μmol/mL.min) CASCA	ATIVIDADE (μmol/mL.min) SEMENTES
24	1,9x10 ⁻³	1,5x10 ⁻³
48	1,0x10 ⁻³	1,6x10 ⁻³
72	1,4x10 ⁻³	2,4x10 ⁻³

Tabela 1. Atividade lipásica de cascas e sementes da laranja em função do tempo reacional. Fonte: Próprio autor, 2020.

De acordo com os dados observados na Tabela 1, é possível inferir que o melhor valor de atividade para as cascas da laranja foi obtido no tempo reacional de 24 h, com $1,9 \times 10^{-3} \mu\text{mol/mL}\cdot\text{min}$. Já para as sementes, foram observadas atividades semelhantes, porém, o melhor tempo reacional foi o de 72h, com atividade igual a $2,4 \times 10^{-3} \mu\text{mol/mL}\cdot\text{min}$.

Uma possível justificativa ao que foi observado nos resultados obtidos das cascas se dá no trabalho de Dalla-Vechhia; Nascimento; Soldi (2004) ao apontar que o deslocamento do equilíbrio na reação, no sentido direto (hidrólise) ou inverso (síntese), pode ser afetado por fatores diversos, entre eles: o tempo de reação, a quantidade de água, a quantidade de reagentes e produtos presentes na mistura reacional, entre outros. Com a alteração da atividade catalítica das enzimas, os valores de conversão da reação sofrem variações com o decorrer do tempo.

Analisando a atividade biocatalítica da batata (*Solanum tuberosum*), Oliveira Neto (2015) constatou resultado de valor igual a $2,8 \times 10^{-3} \mu\text{mol/min}$, no tempo reacional de 24 h. Isso mostra que os resultados obtidos neste trabalho estão em consonância com a literatura, apresentando valores próximos, de forma geral.

4.2 Reação de produção do biossurfactante

Decorridas 144 h de reação, os resultados foram calculados substituindo as variáveis da equação 2, pelos dados fornecidos pela titulação com NaOH.

Na Figura 1 é possível observar como os valores de conversão variam com o tempo.

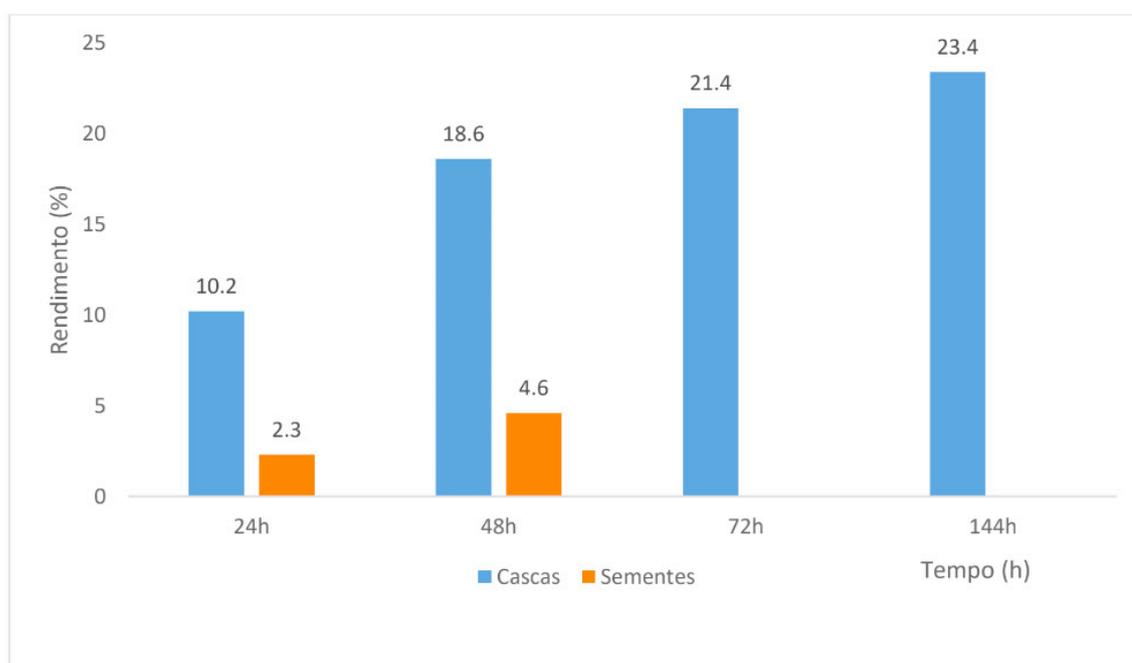


Figura 1. Relação da capacidade biocatalítica de cascas e sementes da laranja frente a diferentes tempos de reação. Fonte: Próprio autor, 2020.

Com os dados expressos na Figura 1 é possível perceber que o valor de conversão

da reação de produção de biossurfactante envolvendo a casca de laranja (*Citrus sinensis*) aumentou em todos os tempos de reação aplicados, obtendo-se o melhor resultado no tempo reacional de 144 h, com um valor de conversão de 23,4%.

Já com relação às sementes, o mesmo comportamento foi constatado até o tempo reacional de 48 h, onde foi obtido o rendimento de reação de 4,6%. Após 48 h, entretanto, as titulações mostraram que o rendimento não só parou de crescer, como também se mostrou indetectável.

Ao realizar reações para produção de biossurfactantes mediante os mesmos métodos, Linhares et al. (2017) obteve rendimento igual a 14% nos tempos reacionais de 48 h e 144 h utilizando semente de romã (*Punica granatum*). Esse resultado corrobora que o material utilizado neste trabalho se mostra promissor para a reação em questão.

É importante afirmar que esses rendimentos de conversão podem ser melhorados, por vezes variando desde solvente/substrato até a quantidade de material vegetal utilizado. Em reações realizadas com 15g de material, Melo (2016) observaram conversão igual a 42,4% para cascas de tangerina (*Citrus reticulata*) no tempo de 144h.

Assim, comparando os dados obtidos na pesquisa das cascas e sementes da laranja (*Citrus cinensis*) com trabalhos semelhantes disponíveis, é possível perceber que esta pesquisa gerou novos dados bastante expressivos para enriquecimento da literatura, podendo novos resultados serem otimizados no futuro.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho apresentaram-se como promissores do uso dos rejeitos da laranja (casca e semente) como possíveis fontes de biocatalisadores. De maneira geral, e em comparação com os dados literários encontrados, observou-se um relativo valor de conversão, podendo ainda assim ser otimizados através da análise de outros aspectos da reação, como solvente, quantidade de biocatalisador, entre outros.

Cabe ainda destacar que trabalhos como o aqui apresentados se caracterizam como de suma importância tanto para a sociedade quanto para a ciência. Sendo uma pesquisa de cunho também social onde pode servir de inspiração ou conscientização ambiental, abrangendo uma área da ciência como uma pesquisa inovadora com resultados positivos e que podem servir para novas pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, L. V., FREIRE, D. M. G. **Biossurfactantes: Propriedades anticorrosivas, antibiofilmes e antimicrobianas**. Química Nova, v.36, p. 84-858, 2013.

CENTI, G.; PERATHONER, S. **Catalysis and sustainable (green) chemistry**, Catal. Today, v. 77, p. 287-297, 2003.

CONTIERO, J. **Produção e Aplicações de Biossurfactantes**. Rio Claro, Laboratório Microbiologia Industrial - Instituto Biociências Campus de Rio Claro UNESP, 2008.

DALLA-VECCHIA, R.; NASCIMENTO, M. da G.; SOLDI, V. **Aplicações sintéticas de lipases imobilizadas em polímeros**. Química Nova, v. 27, n. 4, p. 623-630, 2004.

DE ALMEIDA, V. C. **Acetilação enzimática de naringina com o ácido 12-hidróxi-9-z-octadecenóico, catalisada por lipase B de *Candida antarctica***. Universidade estadual de feira de Santana - Programa de Pós-graduação em Biotecnologia). Feira de Santana BA. 2011.

DE CASTRO, H. F.; et al. **Modificação de óleos e gorduras por biotransformação**. Química Nova, v. 27, p. 146, 2004.

ELLIAH, P.; et al. **Production of lipase by immobilized cells of *Aspergillus niger***. Process Biochemistry, v. 39, p. 525–528, 2004.

HASAN, F.; SHAH, A. A.; HAMEED, A. **Industrial applications of microbial lipases**. Enzyme and Microbial Technology, v. 39, p. 235–251, 2006.

KIM, S. H.; et al. **Purification and characterization of biosurfactants from *Nocardia sp.*** Biotechnology Applied Biochemistry, v. 31, p. 249-253, 2000.

LINHARES, M. G.; et al. **A utilização de sementes de romã na produção de biossurfactantes**. V Semana de Química – IFRN Campus Nova cruz, 2017.

MACHADO, L. L. et al. **Bioreduction of aldehydes and ketones using *Manihot* species**. Phytochemistry, v. 67, p. 1637-1643, 2006.

MELO, A. R. **Avaliação da capacidade biocatalítica das cascas de frutas na reação de produção de biossurfactantes**. 2016. 36 f, Monografia. Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Apodi-RN, 2016.

MELO, S. P. de O. **Aplicação de biocatalisadores imobilizados na produção de biodiesel**. 2012. 95p., Dissertação de Mestrado - Departamento Química, Universidade de Aveiro, 2012.

MULLIGAN, C. N. **Environmental applications for biosurfactants**. Environmental Pollution, v. 133, ed. 2, p. 183-198, 2005.

OLIVEIRA, B. da S. **Eficiência de uma lipase na transesterificação de óleo alimentar usado**. Dissertação (mestrado em engenharia do ambiente), Universidade de Aveiro, 2010.

OLIVEIRA NETO, F. B. **Utilização de espécies vegetais do Nordeste como fonte enzimática na produção de biossurfactantes**. Monografia. Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia do Rio grande do Norte. Apodi, RN. 2015.

PEREIRA, L. dos S. **Considerações sobre o Energeticismo e a Catálise na obra de Wilhelm Ostwald**. 67 f. il. 2015. Dissertação (Mestrado). Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal de Feira de Santana, Salvador, 2015.

PRIYA, T.; USHARANI, G. **Comparative study for biosurfactant production by *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa***. Botany Research International. v. 2, n. 4, p. 284 – 287, 2009.

ROCHA, M. V. P.; et al. **Natural cashew apple juice as fermentation medium for biosurfactant production by *Acinetobacter calcoaceticus***. World Journal Microbiology Biotechnology, v. 22, p. 1295-1299, 2006.

SAGIROGLU, A.; ARABACI, N. **Sunflower seed lipase: Extraction, purification, and characterization.** Preparative Biochemistry & Biotechnology, v.35, p. 37-51, 2005.

SHELDON, R. A. **Atom utilization, E factors and the catalytic solution,** C. R. Acad. Sci. Paris, Série IIc, Chimie: Chemistry, v. 3, p. 541-551, 2000.

SILVA, V. C. F.; CONTESINI, F. J.; CARVALHO, P. O. **Characterization and catalytic activity of free and immobilized lipase from *Aspergillus niger*: a comparative study.** Journal of the Brazilian Chemical Society. v. 19, n. 8, p.1468-1474, 2008.

SINGH, A.; VAN HAMME, J. D.; WARD, O. P. **Surfactants in microbiology and biotechnology: Part 2.** Application aspects. Biotechnology Advances, v. 25, p. 99–121, 2007.

SOARES, C. M. F. et al. **Characterization and utilization of *Candida rugosa* lipase immobilized on controlled pore silica.** Applied biochemistry and biotechnology, v. 77-79, p. 745-757, 1999.

VIEIRA, M. R. **Estudo da Biorredução de Compostos Carbonílicos por Linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* sp.** Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina, 2006.

VOET, D., VOET, J. G., PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica.** Ed. Artmed, Porto Alegre, 2000.

WOICIECHOWSKI A. L.; et al. **Emprego de resíduos agroindustriais em bioprocessos alimentares. Biotecnologia de alimentos, coleção Ciência, tecnologia, engenharia de alimentos e nutrição.** Editora Atheneu, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, v.12, 2013. p.143-172.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção óptica 8, 9, 10, 11, 13, 16

Acidez 55, 70, 73, 74, 75, 77, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 97

Agricultura familiar 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Água 3, 5, 10, 21, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 70, 72, 73, 76, 77, 84, 85, 87, 93, 95, 146

Amazônia 4, 52, 54, 58, 60, 64, 66, 71, 79

Antioxidante 70, 73, 75, 76, 77, 79

Aprendizado de máquina 40

Aprendizagem 40, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 135, 136, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 211

Arrefecimento 132, 133, 137, 138, 139, 140

Atributos químicos 52, 53, 57

Avaliação 29, 31, 40, 78, 79, 89, 110, 113, 116, 117, 118, 121, 122, 125, 145, 146, 147, 148, 150, 152, 191, 195, 199

B

Biocatálise 80, 81, 82, 84

Biocombustível 71, 72, 74, 76

Biodiesel 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89

Bioestimulante 58

Biomassa 64, 67, 68, 71

Biomateriais 1

Biosurfactantes 80, 81, 83, 84, 85, 86, 88, 89

C

Ciclone 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Ciência da computação 131, 201, 202, 204, 211

Critérios epistemológicos 155

D

Densidade 73, 91, 92, 93, 94, 96, 97

Dinâmica veicular 40

E

Educação 3, 4, 5, 6, 7, 1, 80, 89, 91, 98, 110, 112, 118, 120, 131, 141, 152, 154, 190, 191, 193, 194, 196, 199, 200, 201, 202, 203, 210, 211, 212

Ensino híbrido 112, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 130, 189, 191, 192

Estresse hídrico 58, 59

Experimentação em física 155

Extrato natural 70, 71

F

Fermentado 91, 92, 94, 95, 97, 98

Fertilidade 52, 54, 56, 57, 212

Fluidodinâmica 18, 19, 22, 28, 29, 30, 32, 37, 38

Fotoluminescência 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16

Fotossíntese 58, 62

H

Heterogeneidade 99, 100, 103, 108

I

Inteligência artificial 40

M

Macronutrientes 64

Mandioca 52, 53, 54, 57

Matemática 40, 110, 111, 114, 117, 118, 123, 124, 134, 137, 139, 140, 152, 153, 154, 166, 169, 189, 191, 193, 194, 195, 200

N

Nanomateriais 1, 2, 5, 10

Nanopartículas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Nutrientes 52, 53, 55, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 212

P

Palmeira 59, 65, 71, 72, 73

Prática experimental 143, 145, 149, 151, 152

Produção eficiente 99, 100

Programação 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131

Q

Qualidade 71, 72, 76, 77, 78, 92, 94, 95, 96, 98, 125, 208

Química 2, 29, 38, 78, 79, 82, 83, 88, 89, 90, 94, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 173, 179, 185, 186

R

Rejeitos 81, 83, 88

Resíduos 83, 90, 96, 212

Rizobactéria 58, 60, 64, 65, 66, 67, 68

S

Seca em mudas 58

Segurança ativa 40

Simulação 18, 21, 22, 24, 28, 30, 31, 33, 34, 37, 38

Sociedade 2, 81, 88, 111, 127, 135, 136, 137, 152, 153, 155, 185, 186, 192, 194, 211

Surdos 119, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 131

T

Tecnologia 3, 4, 5, 7, 29, 64, 68, 78, 80, 82, 89, 90, 91, 98, 101, 102, 108, 110, 111, 113, 117, 118, 139, 155, 186, 189, 195, 199, 201, 202, 203, 204, 210, 212

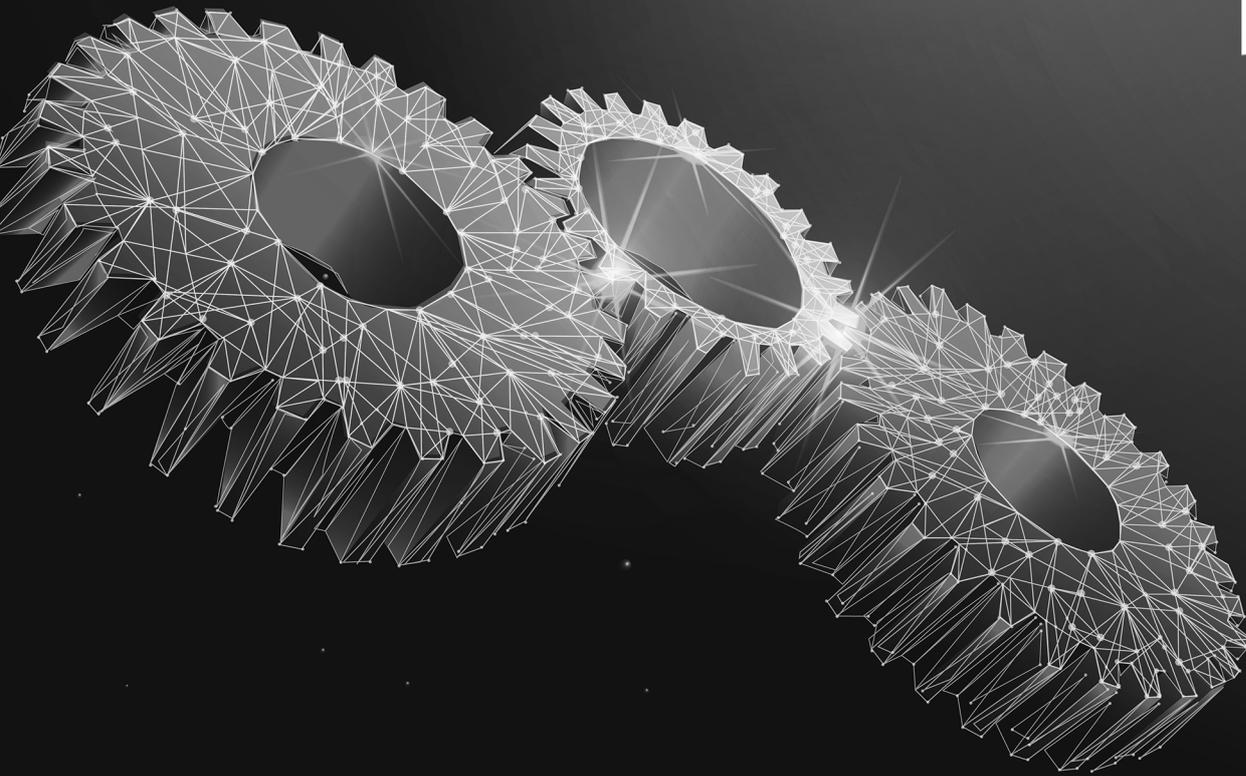
Transposição didática 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141

V

Venturi 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29

Vídeo aula 117

Vinho 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98



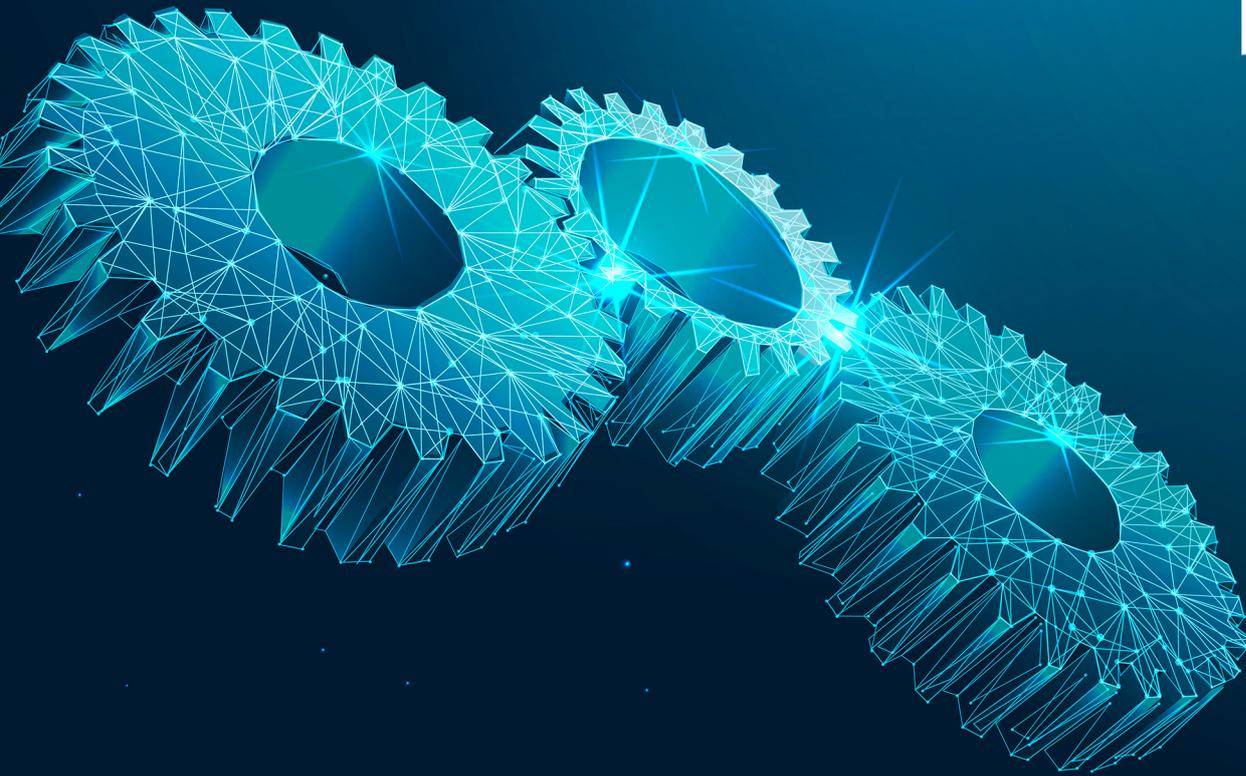
Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

www.arenaeditora.com.br 

contato@arenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/arenaeditora.com.br 



Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

www.arenaeditora.com.br 

contato@arenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/arenaeditora.com.br 