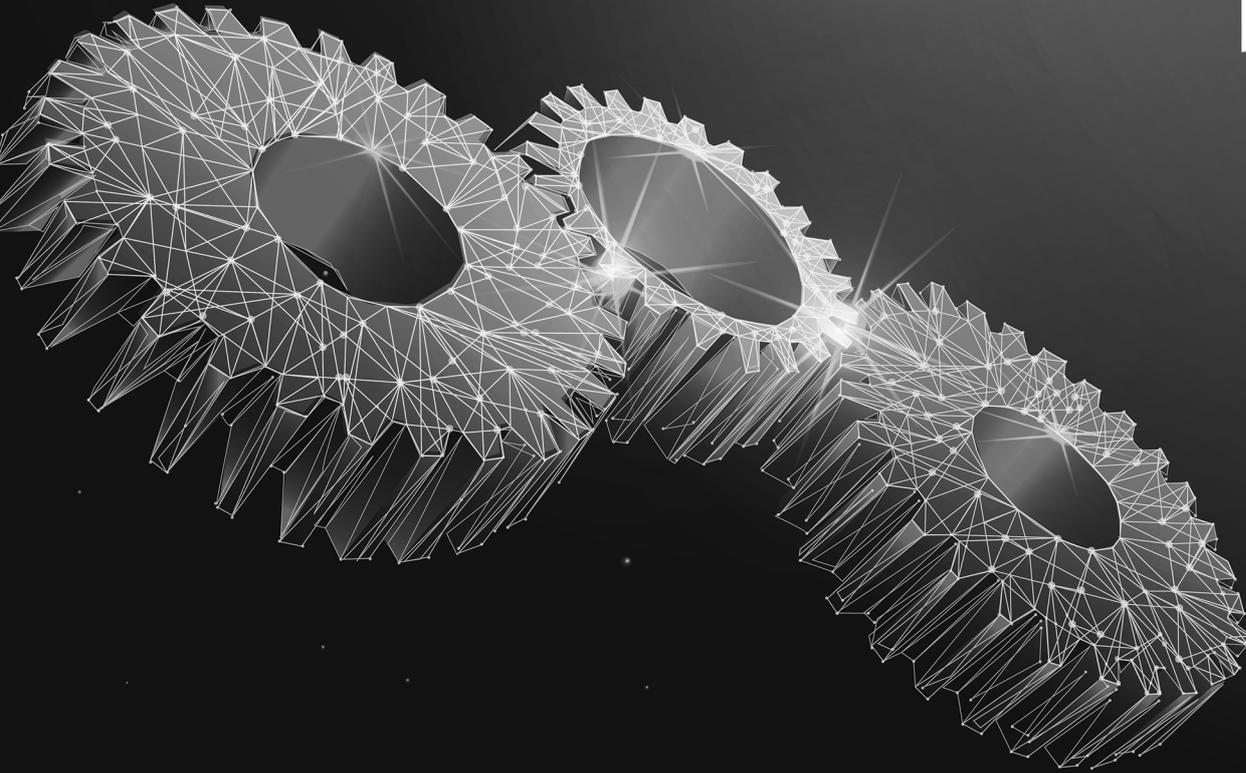


Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

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 2020 by Atena Editora

Shutterstock Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Alves Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores 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/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. 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 Morais 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 Morais 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

Juliana Baptista Simões

DOI 10.22533/at.ed.51720100811

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

ESTUDO DO ACOPLAMENTO ELETRÔNICO DAS TRANSIÇÕES ÓPTICAS EM NANOPARTÍCULAS DE $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3$ ATRAVÉS DE MEDIDAS DE ABSORÇÃO ÓPTICA E FOTOLUMINESCÊNCIA DE EXCITAÇÃO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 10/06/2020

Miguel Angel González Balanta

Universidade Federal de Uberlândia - ICENP

Ituiutaba - MG

<http://lattes.cnpq.br/8441780324518328>

Pablo Henrique Menezes

Universidade Federal de Uberlândia - ICENP

Ituiutaba - MG

<http://lattes.cnpq.br/4265919709226150>

Silvio José Prado

Universidade Federal de Uberlândia - ICENP

Ituiutaba - MG

<http://lattes.cnpq.br/8959531982450123>

Victor Ciro Solano Reynoso

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de

Engenharia

Ilha Solteira - SP

<http://lattes.cnpq.br/9800039813867116>

Raul Fernando Cuevas Rojas

Universidade Federal de Uberlândia - ICENP

Ituiutaba - MG

<http://lattes.cnpq.br/5525892544166668>

RESUMO: Os materiais a base de bismuto têm sido amplamente estudados devido a suas atividades fotocatalíticas, quando

interage com luz visível, deste modo, o estudo detalhado da interação entre a radiação e nanopartículas de bismuto torna-se um ponto crucial para aplicações que requerem deste tipo de propriedades. Neste trabalho se descreve as propriedades luminescentes de nanopartículas de $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3$ ($\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3\text{:NPs}$) dispersas em solução coloidal. As $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3\text{:NPs}$ foram sintetizadas utilizando uma solução aquosa contendo hidróxido de potássio (KOH) e nitrato de bismuto penta-hidratado ($(\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$). As transições ópticas das $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3\text{:NPs}$ foram investigadas mediante medidas de absorção óptica (AO), fotoluminescência (PL) e fotoluminescência de excitação (PLE). As $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3\text{:NPs}$ exibiram luminescência na região visível e vários centros de absorção na região ultravioleta. As medidas de AO e de PLE em diferentes comprimentos de onda revelaram várias bandas de absorção. Essas bandas foram associadas à formação de famílias de nanopartículas (NPs) com diferentes tamanhos. Os centros de emissão em $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3\text{:NPs}$ são uma questão ainda controversa devido as várias mudanças no estado de valência dos íons bismuto. Neste trabalho expõe-se esquematicamente as transições ópticas nas $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3\text{:NPs}$ sintetizadas e explora-se o acoplamento entre essas transições. Através

deste estudo desenvolvemos uma metodologia para analisar conjuntamente os resultados de duas técnicas de absorção bastante exploradas na pesquisa de nanoestruturas semicondutoras: PLE e AO combinadas com a PL.

PALAVRAS-CHAVE: Nanopartículas, bismuto, fotoluminescência (PL), absorção óptica (AO), fotoluminescência de excitação (PLE).

STUDY OF THE ELECTRONIC COUPLING OF OPTICAL TRANSITIONS IN BI/Bi₂O₃ NANOPARTICLES THROUGH OPTICAL ABSORPTION AND PHOTOLUMINESCENCE EXCITATION MEASUREMENTS

ABSTRACT: Bismuth-based materials have long been studied because of their expected photocatalytic activities under visible light, therefore a detailed study of the interaction between radiation and Bismuth nanoparticles is a fundamental point for applications. This work report on the luminescence properties of the Bi/Bi₂O₃ nanoparticles (Bi/Bi₂O₃:NPs) dispersed in aqueous colloidal solution. The Bi/Bi₂O₃:NPs were synthesized under an aqueous condition, *using a mixture* containing potassium hydroxide (KOH) and bismuth nitrate pentahydrate((Bi(NO)₃)₃.5H₂O). Optical transition in Bi/Bi₂O₃:NPs were investigated by optical absorption (OA), photoluminescence (PL) and photoluminescence excitation (PLE). The Bi/Bi₂O₃:NPs exhibited visible luminescence and several absorption center. Photoluminescence excitation measurements reveals several broad and sharp structures. The identification of these bands through PLE and OA measurements exposes various emissions in the visible spectra which were associated to the formation of NPs family with different size. The emission centers in Bi/Bi₂O₃:NPs are controversial issue due to various bismuth ions valence state changes. This work reveals an architecture of the optical transitions in the NPs synthesized and explore the coupling between those transition. Through this study, we developed a methodology to jointly analyze the results of two absorption techniques widely explored in the research of semiconductor nanocrystals: PLE and AO combined with PL.

KEYWORDS: Nanoparticles, bismuth, photoluminescence (PL), optical absorption (AO), excitation photoluminescence (PLE).

1 | INTRODUÇÃO

Materiais a base de bismuto tais como o tri-óxido de bismuto (Bi/Bi₂O₃:NPs) é um importante semicondutor de óxido de metal que tem recebido considerável atenção devido à facilidade de síntese, baixa toxicidade, baixo custo e também porque exibe excelentes propriedades ópticas e elétricas, tais como, amplo band gap, alto índice de refração, alta permitividade dielétrica e boa fotocondutividade (DADASHIA et al., 2015; LEONTIE et al., 2001).

Devido às suas propriedades físicas e químicas únicas, as nanopartículas de óxido de bismuto têm sido amplamente utilizadas em aplicações, tais como, como células

solares fotoquímicas, varistores, sensores de gás, aditivos farmacêuticos e metalúrgicos, materiais supercondutores de alta temperatura, cerâmica funcional e catalisadores, etc (DADASHIA et al., 2015; LEONTIE et al., 2001; GONDA et al., 2012).

Por sua vez, o bismuto semimetal, que possui superfície de Fermi altamente anisotrópica, massa efetiva da banda de condução pequena e alta mobilidade eletrônica (BOROVIKOVA et al.; 2018, WANG et al., 2005) é de grande interesse porque quando o tamanho do cristal é reduzido para a nano escala, o bismuto semimetal é convertido em um semicondutor devido ao efeito de confinamento quântico, tornando as nanopartículas de bismuto especialmente úteis para aplicações optoeletrônicas e termoelétricas (BOROVIKOVA et al., 2018; WANG et al., 2005; ZULKIFLI et al., 2018).

Ao contrário dos nanomateriais semicondutores II-VI, tais como CdS, PbS e CdSe, CdTe, etc cujas propriedades luminescentes tem sido extensamente estudadas e produzido um grande número de investigações relacionadas (TRINDADE et al., 2001; YOFFE, 1993; EYCHMÜLLER, 2000; BEECROFT; OBER, 1997; DONG; ZHU, 1999; ROJAS et al., 2020). Há apenas, alguns poucos artigos que exploram as propriedades luminescentes em nanopartículas baseadas em óxidos metálicos, mais especificamente sobre nanopartículas de Bi/Bi₂O₃ (SINGH; KARMAKAR, 2011).

Dessa forma, considerar estes materiais em aplicações na optoeletrônica e na fotônica tem as suas limitações devido ao conhecimento insuficiente das recombinações radiativas e não-radiativas relacionadas a estados de superfície das estruturas ou defeitos. Neste trabalho estudamos a luminescência e a origem dos centros de emissão de nanopartículas de Bi/Bi₂O₃ através de técnicas de absorção óptica (AO), de fotoluminescência (PL) e de fotoluminescência de excitação (PLE). A análise dos resultados envolvendo a integração de técnicas de AO, PL, PLE permite generalizar o estudo para avaliar o acoplamento entre estados em qualquer outro tipo de nanoestrutura semicondutora.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia sistemática para que o uso destas técnicas em conjunto, aqui apresentadas para estudar o Bi/Bi₂O₃:NPs, possam também ser usadas no estudo de outros tipos de materiais semicondutores.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de síntese iniciou-se com a preparação de 10 mL de uma solução de KOH (hidróxido de potássio) a 0,032M; para isto, 0,0179g de KOH foram dissolvidos em 10mL de água ultrapura sobre agitação magnética.

A seguir, dissolveu-se 0,0274g de (Bi(NO₃)₃)₅H₂O (nitrato de bismuto pentahidratado) em 24,5mL de água ultrapura sobre agitação magnética. Depois a mistura foi transferida a um reator de três bocas e submetida a um aquecimento até a

temperatura de 80°C (ante a impossibilidade de manter a temperatura constante nesse valor trabalhou-se na faixa de 79-83°C), durante todo o processo a solução foi borbulhada com gás de argônio. Após 15min mantendo a solução na faixa de temperatura indicada, adicionou-se 0,5mL da solução KOH previamente preparada, sem retirar o borbulhamento de gás. Alíquotas de 10mL foram retiradas após 2 e 15 minutos da injeção da solução de KOH. Uma foto do *Set-Up* da síntese é apresentada na Figura 1.



Figura 1. Montagem experimental (*Set-Up*) do sistema utilizado para desenvolver a síntese das nanopartículas de Bi/Bi₂O₃.

A solução coloidal contendo as nanopartículas de Bi/Bi₂O₃ foi incolor e sem sinais de precipitação. Alíquotas de 4ml desta solução foram caracterizadas através de medidas de absorção óptica na faixa UV-Vis usando um espectrômetro de duplo feixe da Shimadzu. A seguir, medidas de PL e PLE foram feitas usando um espectrofluorímetro da Agilent Cary Eclipse. Para as medidas de fotoluminescência, as amostras foram excitadas com uma luz de comprimento de onda de 247nm. As medidas de PLE foram realizadas fixando a detecção da luz em cada um dos centros de emissão observados na luminescência. O comprimento de onda de excitação foi variado desde 200nm até um comprimento de onda próximo à detecção.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espectro de absorção obtido das amostras em solução coloidal é mostrado na Figura 2.

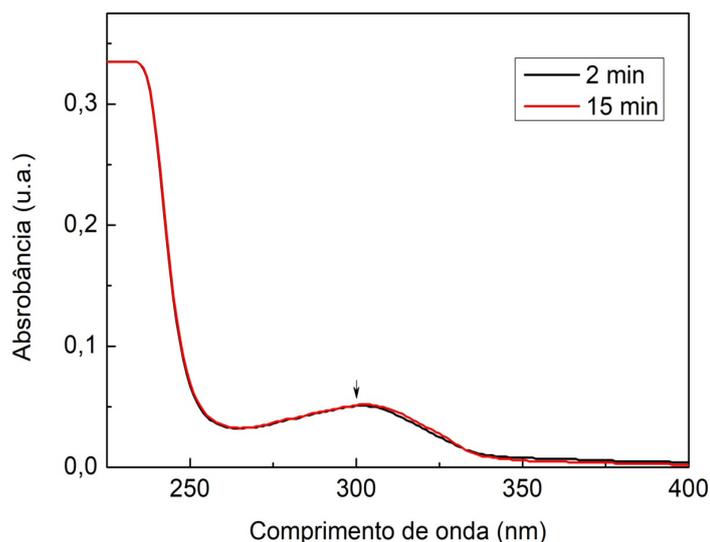


Figura 2. Espectro de absorção retirados das nanopartículas de Bi/Bi₂O₃ em solução coloidal e submetidas a dois tempos refluxo diferentes.

O espectro de absorção das amostras “as prepared” apresentam uma banda larga na faixa 263-340 nm com pico em 302 nm. Esta banda foi atribuída à ressonância do plasmon de superfície (KABIR; MANDAL, 2013) e pode estar associada a formação de nanopartículas com diâmetro menor do que 10 nm (PAWAR et al., 2012). Neste caso, podemos estimar o tamanho das nanopartículas seguindo o modelo hiperbólico da massa efetiva (PAWAR et al., 2012):

$$R^2 = \frac{2 \pi^2 \hbar^2}{m^*} \frac{E_{bulk}}{(E_{nano}^2 - E_{bulk}^2)} \quad (1)$$

Onde \hbar é constante de Planck (em eV.s), m^* representa a massa efetiva do elétron ($29,15 \times 10^{-31}$ Kg), E_{bulk} a energia do gap do semiconductor em bulk e E_{nano} corresponde à energia do band gap do nanomaterial.

Considerando que o trióxido de bismuto Bi₂O₃ em forma de bulk é um semiconductor de gap direito de 2,85 eV, aplicando o modelo da massa efetiva hiperbólico estimamos o tamanho das nanopartículas em 3,9 nm.

A ressonância do plasmon de superfície é uma característica de nanopartículas metálicas em um meio dielétrico sendo atribuída à oscilação coletiva de elétrons em resposta à excitação óptica. A notória absorção em 302 nm provavelmente seja vestígio do pico plasmônico característica de nanopartículas de bismuto de maior tamanho. Portanto, o aparecimento do pico em 302 nm na Figura 2 indica que os íons Bi³⁺ são completamente reduzidos dando lugar a formação de nanopartículas de bismuto.

A medida de absorção aparece como uma boa ferramenta para indicar a formação de nanopartículas, contudo, a análise das transcrições ópticas deve ser feita considerando

a transferência de carga entre os estados de absorção e emissão, desta forma, é conveniente utilizar técnicas que descrevam a dinâmica dos portadores na estrutura quando excitados com luz de diferentes comprimentos de onda. Para tanto, na Figura 3 é apresentado o espectro de fotoluminescência das amostras quando excitadas com uma luz de comprimento de onda de 247 nm.

Nas duas amostras o espectro apresenta três centros de emissão, uma estrutura bem definida em $\sim 270\text{nm}$ (nomeada A) e outras duas mais alargadas em $\sim 320\text{nm}$ (nomeada B) e em $\sim 400\text{nm}$ (nomeada C), as bandas A e B podem estar relacionadas à emissão dos íons de bismuto com diferentes estados de oxidação tais como Bi^{5+} , Bi^{3+} , Bi^{2+} , Bi^+ e Bi^0 que são coexistentes na estrutura e ainda são transições estudadas com origem controversa (MAJEROVÁ et al., 2018).

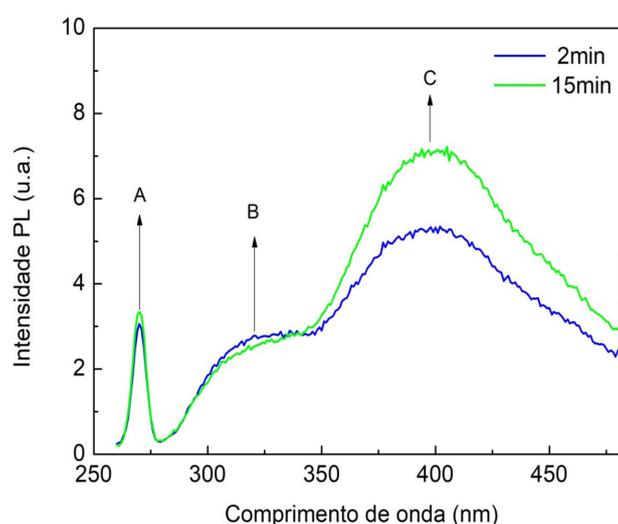


Figura 3. Espectro de fotoluminescência (PL) das nanopartículas de $\text{Bi}/\text{Bi}_2\text{O}_3$ em solução coloidal submetidas a dois tempos de refluxo diferentes. As setas indicam as principais emissões das transições eletrônicas.

O formato fino da banda A apresenta características de emissão de íons, porém a banda B mais alargada pode representar a convolução da luminescência de vários íons de Bismuto. Verificou-se então que a banda A e a banda B estão relacionadas entre si pelo fato de manterem a mesma intensidade independentemente do tempo de refluxo. Por outro lado, a banda C muda a intensidade conforme aumenta o tempo de refluxo, esta emissão pode estar relacionada às transições da banda de condução para a banda de valência na estrutura semicondutora. Com o intuito de identificar a origem das bandas, foram realizadas medidas de PLE fixando a detecção da luz em cada um dos centros de emissão observados na luminescência e variando o comprimento de onda de excitação desde 200nm até um comprimento de onda próximo à detecção, desta maneira, obtém-se informação tanto sobre a absorção óptica quanto sobre a emissão, e o acoplamento entre os estados envolvidos nestes dois processos. Os espectros de PLE são apresentados na Figura 4.

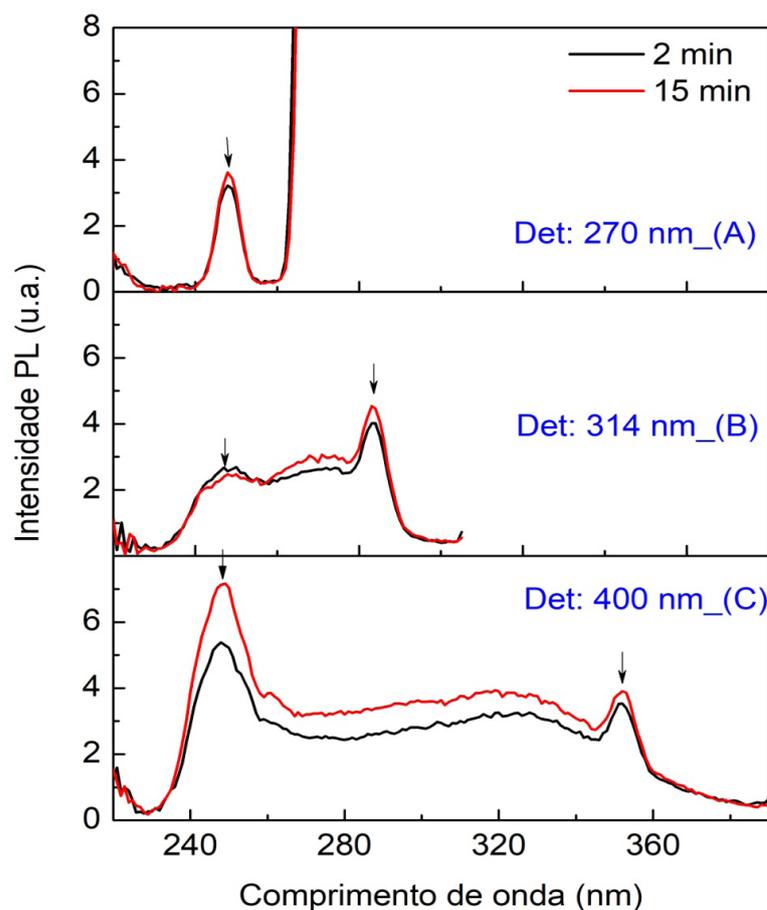


Figura 4. Espectro de fotoluminescência de excitação (PLE) das nanopartículas de Bi/Bi₂O₃. A detecção foi sintonizada nas três emissões principais (A, B e C) do espectro de PL da Fig. 3. As setas indicam a formação de nanopartículas de famílias diferentes.

Observam-se várias estruturas de absorção em diferentes posições da banda principal do espectro da Figura 2, pois a técnica de PLE é mais sensível as características de absorção quando avaliado simultaneamente a recombinação dos portadores. O fato de não ter sido observado estas bandas no espectro de absorção, e as bandas terem um formato de pico bem definido, sugere que as bandas observadas no espectro de PLE são provenientes de diferentes famílias de nanopartículas com tamanhos específicos. Reforçando a hipótese da formação de NPs com diferentes tamanhos, observa-se na Figura 5 uma energia do deslocamento Stoke (DE_{ss}) relativamente grande ($\sim 410\text{meV}$) em relação à largura a meia altura da banda de emissão do estado fundamental. Este valor fica ainda maior ($\sim 1860\text{meV}$) quando se considera a diferença de energia entre a absorção e a banda C associada à transição banda de valencia-banda de condução. Valores pequenos de DE_{ss} indicariam absorções banda-banda entre o estado fundamental na mesma nanopartícula e emissão nos estados de defeitos ou recombinação do próprio estado fundamental.

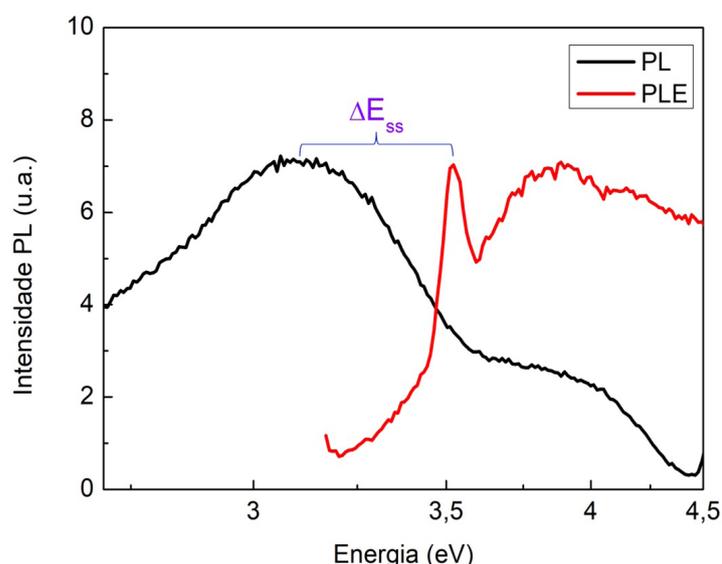


Figura 5. Determinação da energia de Stoke shift (ΔE_{ss}) a partir do espectro de PLE e a emissão fundamental no espectro de PL.

Para simplificar a análise de transferência de carga, na Figura 6 esquematizamos o processo de absorção e emissão. NP_1 , NP_2 , NP_3 e NP_4 correspondem a absorções de famílias de nanopartículas em ~ 246 nm, ~ 284 nm, ~ 302 nm e ~ 352 nm respectivamente, enquanto A, B e C representam as emissões observadas no espectro de luminescência da Figura 3.

As linhas tracejadas indicam o processo de absorção e emissão. Esta transferência é governada pela força do oscilador associada ao acoplamento entre os níveis de energia no semiconductor (DAVIES, 1998), portanto, apesar de NP_3 não possuir transferência de carga para nenhum centro de emissão, um nível na mesma posição de energia aparece na emissão, isto faz com que NP_3 por sua vez esteja acoplado com outra família de nanopartículas, neste caso, NP_1 que transfere carga para todos os centros de recombinação.

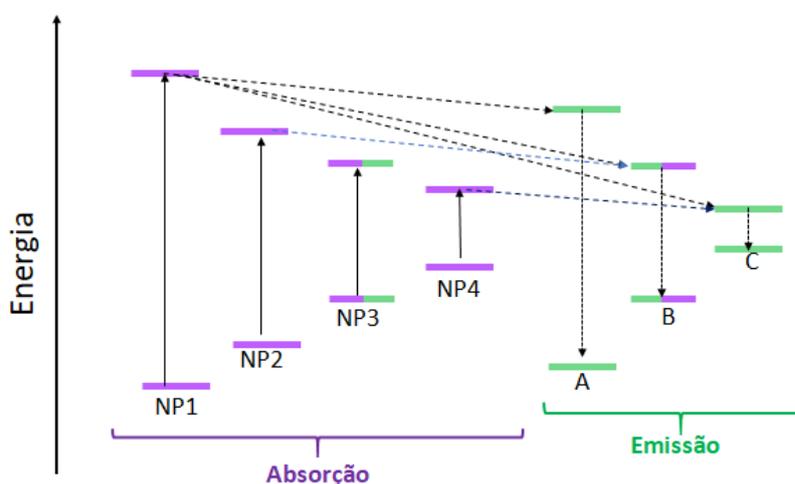


Figura 6. Representação esquemática da dinâmica das transições ópticas envolvidas nas nanopartículas nos processos de absorção e emissão.

4 | CONCLUSÕES

Nanopartículas de Bi/Bi₂O₃ dispersas em solução coloidal foram sintetizadas. A emissão da luminescência indica recombinação dos portadores da banda de condução para a banda de valência e a emissão dos íons de bismuto com diferentes estados de valência presentes na estrutura.

A identificação dessas bandas feita através de medições de PLE expõe vários centros de absorção que foram associadas à formação de famílias de NPs com diferentes tamanhos. Finalmente, a partir da integração da análise das medidas de absorção óptica e fotoluminescência de excitação observa-se o acoplamento típico entre os estados de absorção e emissão e um acoplamento entre os próprios estados associados às NPs.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio das agências CNPq e CAPES, e o apoio financeiro da FAPEMIG através da concessão do projeto CEX-APQ-00753-18.

REFERÊNCIAS

- BEECROFT, L. L.; OBER, C. K. **Nanocomposite materials for optical applications**. Chem. Mater., 9, p. 1302–1317, 1997.
- BOROVIKOVA, L. N.; POLYAKOVA, I. V.; KOROTKIKH, E. M.; LAVRENT'EV, V. K.; KIPPER, A. I.; PISAREV, O. A. **Synthesis and Stabilization of Bismuth Nanoparticles in Aqueous Solutions**. Russian Journal of Physical Chemistry A, v. 92, n.11, p. 2253–2256, 2018.
- DADASHIA, S.; DELAVARIA, H.; POURSALEHI, R. **Optical Properties and Colloidal Stability Mechanism of Bismuth Nanoparticles Prepared by Q-Switched Nd:Yag Laser Ablation in Liquid**. Procedia Materials Science, v. 11, p. 679-683, 2015.
- DALOCAN, V. **Some electrical properties of Bi₂O₃ thin films**. Phys. Status Solidi, v. 45, n. 2, p. K155–K157, 1978.
- DAVIES, J. H. **The physics flow dimensional semiconductors**. Cambridge Universitypress, 1998.
- DIMITROV, V.; SAKKA, S. **Linear and nonlinear optical properties of simple oxide. II**. J. Appl. Phys., v. 79, n. 3, p. 1741–1745, 1996.
- DONG, W. T.; ZHU, C. S. **Preparation and characterization of DBS modified PbS nanoparticles doped in ORMOSIL**. J. Inorg. Mater., v. 14, n. 4, p. 548–552, 1999.
- EYCHMÜLLER, A. **Structure and photophysics of semiconductor nanocrystals**. J. Phys. Chem., B 104, p. 6514–6528, 2000.
- GONDAL, M. A.; SALEH, T. A.; DRMOSH, Q. **Optical Properties of Bismuth Oxide Nanoparticles Synthesized by Pulsed Laser Ablation in Liquids**. Science of Advanced Materials, v. 4, p. 1–4, 2012.
- KABIR, L.; MANDAL, S. K. **Structural and Optical Properties of Single Crystalline Bismuth Nanoparticles in Polymer**. International Journal of Modern Physics: Conference Series, v. 22, p. 654–659, 2013.

- KOMORITA, K.; SUZUKI, M. **Current controlled negative resistance and memory switching effect of metal–bismuth oxide– metal thin films.** Jpn. J. Appl. Phys., v. 14, n. 6, p. 913–914, 1975.
- LEONTIE, L.; CARAMAN, M.; DELIBAS, M.; RUSU, G. I. **Optical properties of bismuth trioxide thin films.** Materials Research Bulletin, v. 36, p. 1629–1637, 2001.
- MAJEROVÁ, M.; KLEMENT, R.; PRNOVÁ, A.; KRAXNER, J.; BRUNEEL, E.; GALUSEK, D. **Crystallization and visible–near-infrared luminescence of Bi-doped gehlenite glass.** R. Soc. open sci, 5181667, 2018.
- PAWAR, P. A.; NEMADE, K. R.; WAGHULEY, S. A. **Optical properties of single step synthesized nanostructured bismuth oxide using hyperbolic band model.** Sci. Revs. Chem. Commun, v. 2, n. 3, p. 419-422, 2012.
- ROJAS, R. F. C.; BALANTA, M. A. G.; PRADO, S. J.; MENEZES, P. H.; FILHO, L. A. P.; REYNOSO, V. C. S. **Optical and Electrochemical properties in CdSe/CdTe and CdSe/CdTe nanocrystals prepared by aqueous synthesis.** Evolução na ciência e engenharia de materiais, Atena Editora, p. 161-170, 2020.
- SINGH, S. P.; KARMAKAR, B. **Controlled oxidative synthesis of Bi nanoparticles and emission centers in bismuth glass nanocomposites for photonic application.** Optical Materials, 33, p. 1760–1765, 2011.
- TRINDADE, T.; O'BRIEN, P.; PICKETT, N. L. **Nanocrystalline semiconductors: synthesis, properties, and perspectives.** Chem. Mater., 13, p. 3843–3859, 2001.
- WANG, Y. W.; HONG, B. H.; KIM, K. S. **Size Control of Semimetal Bismuth Nanoparticles and the UV-Visible and IR Absorption Spectra.** J. Phys. Chem. B, 109, p. 7067-7072, 2005.
- YOFFE, A. D. **Low-dimensional systems: quantum size effects and electronic properties of semiconductor microcrystallites (zero-dimensional systems) and some quasi-two-dimensional systems.** Advances in Physics, 42:2, p. 173-262, 1993.
- YU, B.; ZHU, C.; GAN, F. **Optical nonlinearity of Bi₂O₃ nanoparticles studied by Z-scan technique.** J. Appl. Phys., 82(8), p. 4532–4537, 1997.
- ZULKIFLI, Z. A.; RAZAK, K. A.; RAHMAN, W. N. W. A. **The Effect of Reaction Temperature on the Particle Size of Bismuth Oxide Nanoparticles Synthesized via Hydrothermal Method.** AIP Conference Proceedings 1958, 020007, 2018.

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

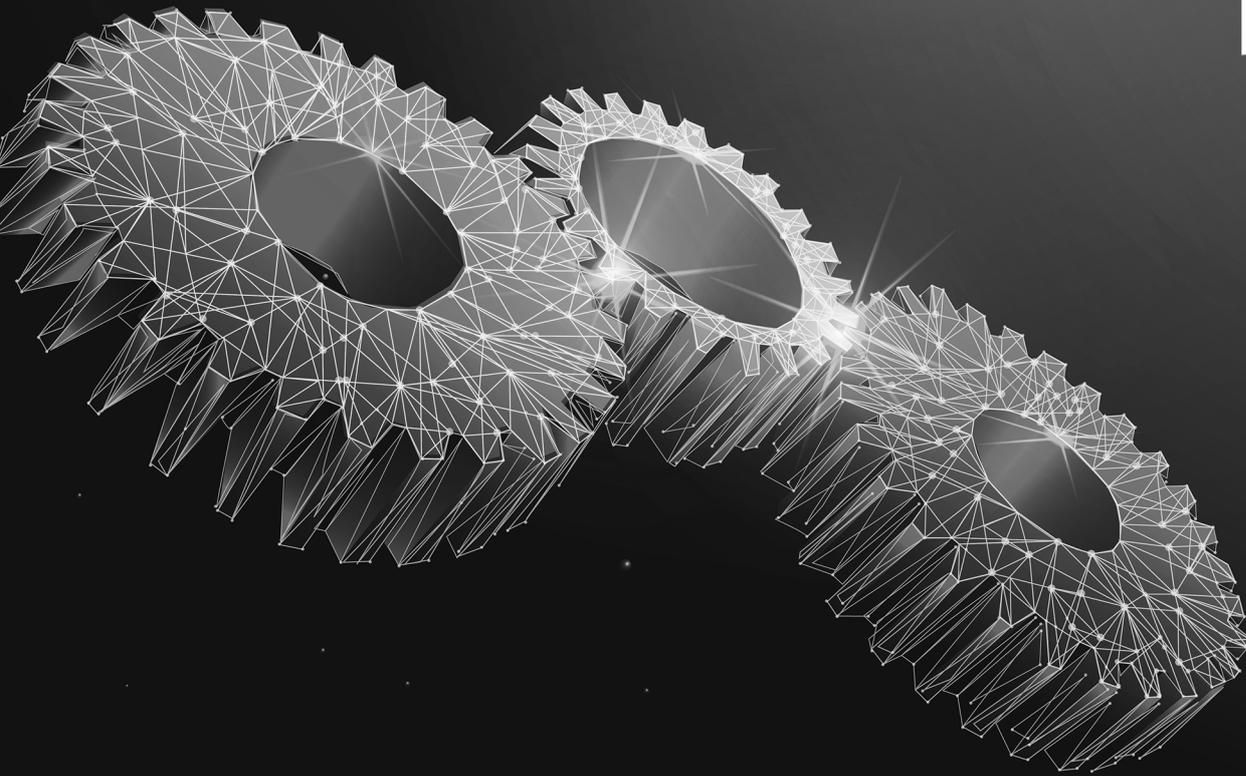
Transposição didática 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141

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



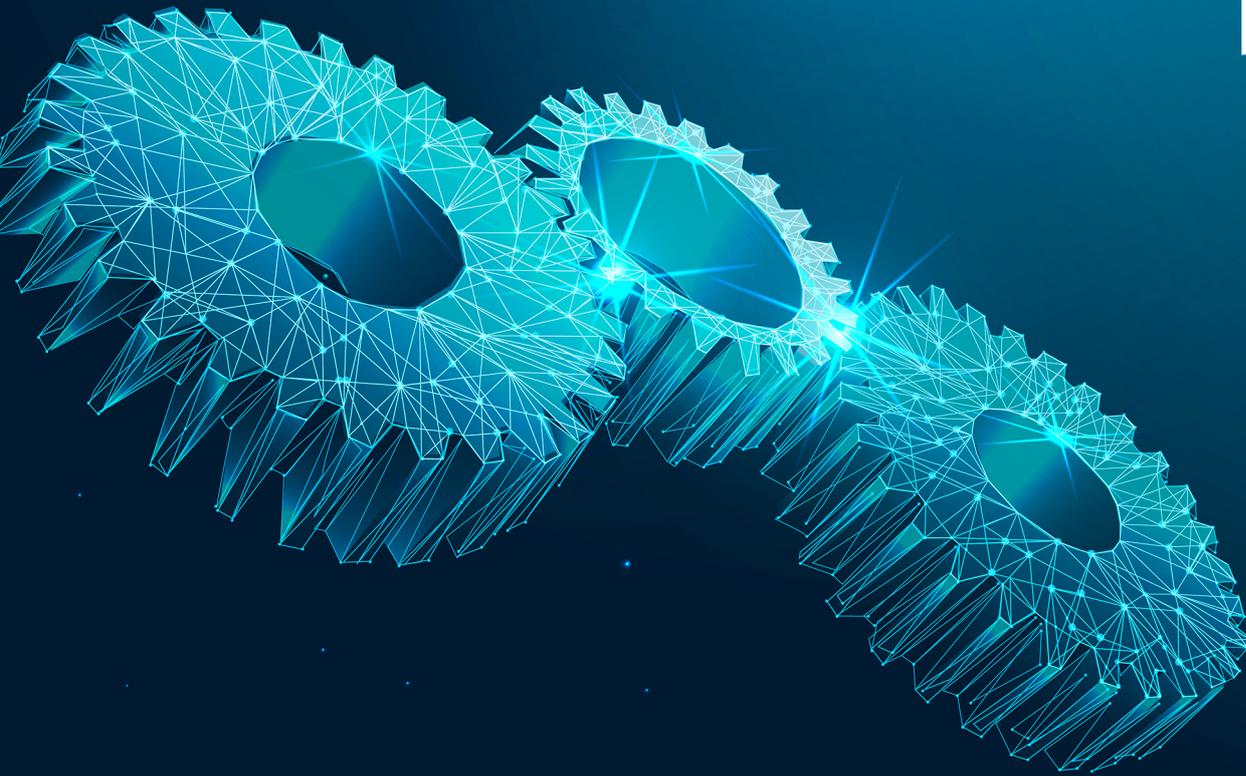
Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

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 