

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

2

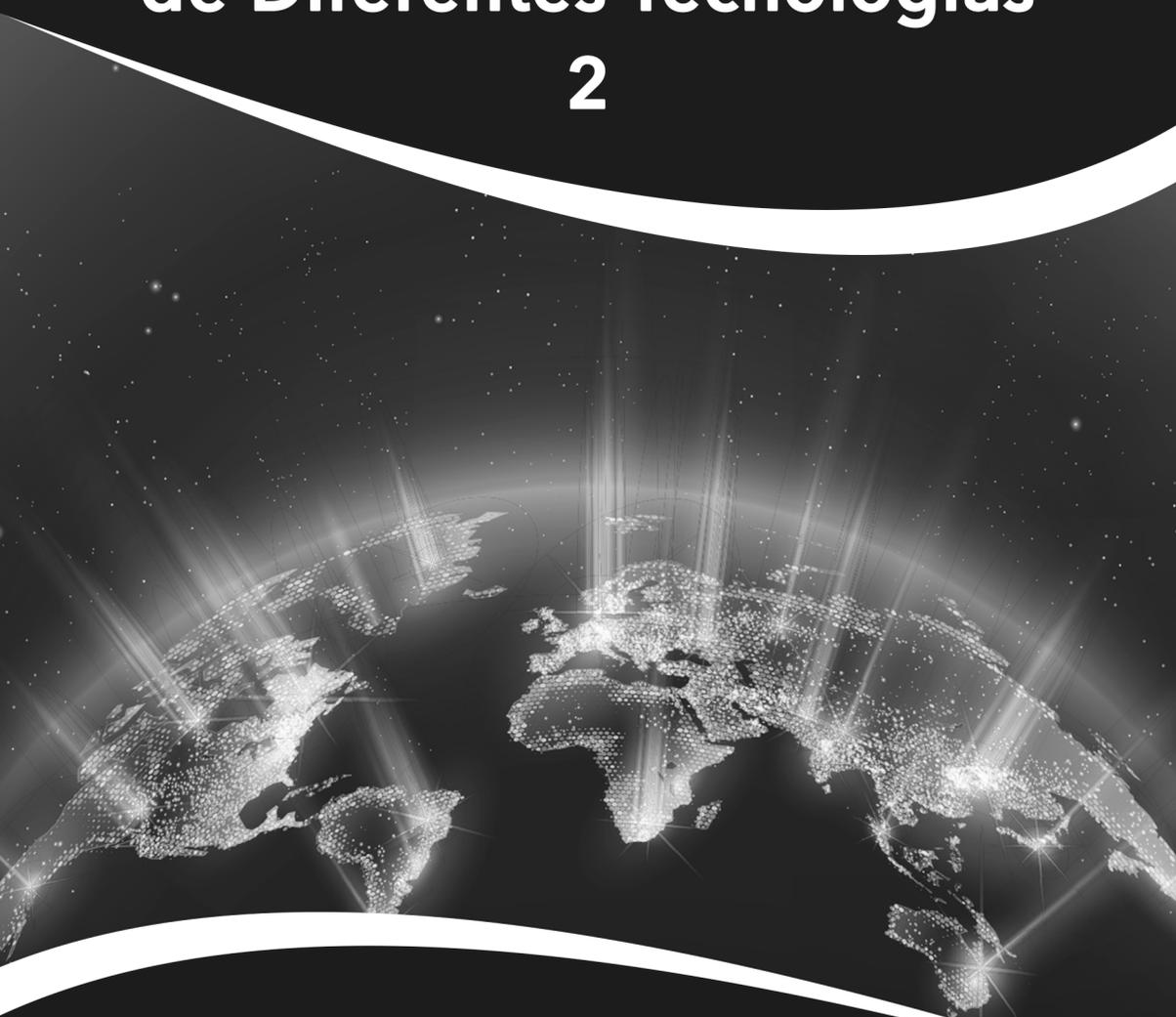


Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nítalo André Farias Machado
Romário Martins Costa
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

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

2



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nítalo André Farias Machado
Romário Martins Costa
(Organizadores)**

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-
Matos Nítalo André Farias Machado
Romário Martins Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Nítalo André Farias Machado, Romário Martins Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-485-6

DOI 10.22533/at.ed.856202710

1. Geociências. 2. Ciências exatas. 3. Ciências da terra.
I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora).
II. Machado, Nítalo André Farias (Organizador). III. Costa,
Romário Martins (Organizador). IV. Título.

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A tecnologia encontra-se cada vez mais presente em nossas vidas, mudando completamente a nossa interação e percepção do mundo. No universo científico não é diferente, sobretudo por conta de o progresso tecnológico estar contribuindo constantemente no desenvolvimento de métodos de aquisição e análise de dados.

Neste livro são apresentados vários trabalhos com métodos modernos de exploração de dados usando diferentes tecnologias nas Ciências Exatas e da Terra, alguns com resultados práticos, outros com métodos tecnológicos que auxiliam na tomada de decisão na ótica sustentável e outros com métodos de desenvolvimento para o ensino de tecnologias.

A obra “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 2” aborda os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias e ciências sociais aplicadas a fim de divulgar métodos modernos de tecnologias aplicáveis, métodos sofisticados de análises de dados e melhorar a relação ensino aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações. Portanto, a obra possui um relevante conhecimento para profissionais que buscam estar atualizados e alinhados com as novas tecnologias.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Romário Martins Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RECONSTRUCTION OF PARTIALLY DETECTED DARK SLOPE STREAKS FROM AUTOMATIC EXTRACTION ALGORITHM USING INPAINTING TECHNIQUE

Erivaldo Antônio da Silva
Breno Strogueia Maia da Cruz
Ana Luisa Chaves Figueira
Samara Calçado Azevedo
Pedro Pina

DOI 10.22533/at.ed.8562027101

CAPÍTULO 2..... 16

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE FERRO, E UTILIZAÇÃO DO PROCESSO FOTO-FENTON HETEROGÊNEO NA DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO

Marcus Renato Pinheiro Mattos
Kelry Cristina Muniz Barbosa
Jerry Lucio Castro de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.8562027102

CAPÍTULO 3..... 32

TÉCNICAS GEOESTADÍSTICAS APLICADAS AL ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA FORESTAL ASOCIADA AL MERCADO DE LA BIOENERGÍA AL SUR DE CHILE

Gastón Vergara Díaz
Víctor Sandoval Vásquez
Miguel Ángel Herrera Machuca

DOI 10.22533/at.ed.8562027103

CAPÍTULO 4..... 46

ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS: ESTUDO DE CASO NA EMPRESA X

Alini Engel
Géssica Fiabane
Cassandra Lanfredi
Luana Stefanski
Suzana Paula Vitali

DOI 10.22533/at.ed.8562027104

CAPÍTULO 5..... 61

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DA VELOCIDADE DO VENTO NO NORDESTE DO BRASIL

Lêda Valéria Ramos Santana
Antonio Samuel Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8562027105

CAPÍTULO 6.....	70
ANÁLISE PALEOAMBIENTAL DA PORÇÃO LESTE DA BAÍA DE GUANABARA, RJ, BRASIL, ATRAVÉS DE BIOMINERALIZAÇÕES DE SÍLICA	
Jenifer Garcia Gomes	
Heloisa Helena Gomes Coe	
Alberto Garcia de Figueiredo Jr	
Kita Chaves Damasio Macario	
Emily Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.8562027106	
CAPÍTULO 7.....	86
APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	
Antonio Reginaldo Agassi	
Ivan Marcelo Laczkowski	
Roseli Constantino Schwerz	
DOI 10.22533/at.ed.8562027107	
CAPÍTULO 8.....	97
ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE NANOEMULSÕES COM ÓLEOS ESSENCIAIS	
Emanuela Feitoza da Costa	
Weibson Paz Pinheiro André	
Mayrla Rocha Lima	
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.8562027108	
CAPÍTULO 9.....	115
ATRAÇÃO DE FÊMEAS DE <i>Cerconota anonella</i> POR DIFERENTES ESTÁGIOS DE <i>Annona muricata</i>	
Rita de Cássia Correia da Silva	
Maxdouglass dos Santos	
Ruth Rufino do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.8562027109	
CAPÍTULO 10.....	123
DESENVOLVIMENTO DE ROTINA MORFOLÓGICA PARA DETECÇÃO DE ÁREAS DE QUEIMADAS EM IMAGENS DE SATÉLITE	
Giovanna Carreira Marinho	
Erivaldo Antônio da Silva	
Ana Luisa Chaves Figueira	
Guilherme Pina Cardim	
Mauricio Araujo Dias	
DOI 10.22533/at.ed.85620271010	
CAPÍTULO 11.....	133
ESTRUTURAS SEDIMENTARES PRIMÁRIAS DOS DEPÓSITOS ARENOSOS	

MARINHO PRAIAS HOLOCÊNICOS DA ILHA DE SANTA CATARINA-SC, BRASIL

Norberto Olmiro Horn Filho

Fábio Effting Silva

João Pedro Canhisares

Ana Flávia de Freitas

Ana Paula Castagnara Sutili

Pedro Scheibe Wolff

Tatiana Martins da Silva

DOI 10.22533/at.ed.85620271011

CAPÍTULO 12..... 151

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO DE INAJÁ

Fagnaldo Braga Pontes

Orivaldo Teixeira de Menezes Júnior

Margarida Carmo de Souza

DOI 10.22533/at.ed.85620271012

CAPÍTULO 13..... 159

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA EXTRAÇÃO MORFOLÓGICA DE PISTAS DE AEROPORTOS EM IMAGENS ORBITAIS

Eduardo Soares Nascimento

Erivaldo Antonio da Silva

Allan Alves Lopes Ferreira

Daniel José Padovani Ederli

Thamires Gil Godoy

DOI 10.22533/at.ed.85620271013

CAPÍTULO 14..... 168

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DE UMA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO UTILIZANDO O SICRO 2 E O NOVO SICRO

Douglas Yoshiaki Benites Koyama

Julio Xavier Bertulio

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto

DOI 10.22533/at.ed.85620271014

CAPÍTULO 15..... 184

FABRICAÇÃO DE FILMES FINOS E NANOFIBRAS DE DERIVADOS DO POLITIOFENO

Marcelo Soares Borro

Vinicius Jessé Rodrigues de Oliveira

Roger C. Hiorns

Deuber Lincon da Silva Agostini

Clarissa de Almeida Olivati

DOI 10.22533/at.ed.85620271015

CAPÍTULO 16..... 194

FERRAMENTAS MULTIMÍDIAS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DO RACIOCÍNIO

LÓGICO

Rodolfo Faquin Della Justina
Ismael Mazzuco
Eliane Pozzebon
Jefferson Pacheco dos Santos
Eduardo Gonzaga Bett
Guilherme Mattei Orbem

DOI 10.22533/at.ed.85620271016

CAPÍTULO 17..... 201

INFLUÊNCIA DA FORMA DE ARMAZENAMENTO DAS FOLHAS E MODO DE PREPARO DE CHÁS DE *Mentha sp* EM SEU PERFIL QUÍMICO

Clara Cardoso Costa
Bárbara Vitória de Sousa Marciano
Ana Maria de Resende Machado
Esther Maria Ferreira Lucas

DOI 10.22533/at.ed.85620271017

CAPÍTULO 18..... 213

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O CONTROLE DE *Euscepes postfasciatus* ATRAVÉS DE ÓLEOS ESSENCIAIS REPELENTES

Ana Claudia Ferreira de Lima
Pedro Vinicius Souza Gois
Rilbson Henrique Silva dos Santos
Tâmara Ingrid Barbosa Duarte de Souza
Hugo Rodrigues dos Santos
Clecio Lima Tavares
Thiago Willames Otaviano Marques de Souza
Anderson Rodrigues Sabino
Fabiano Leite Gomes
Alexandre Guimarães Duarte
Cícero Eduardo Ramalho Neto
Adriana Guimarães Duarte

DOI 10.22533/at.ed.85620271018

CAPÍTULO 19..... 221

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF SEMIOCHEMICALS FROM THE MOSQUITO *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) USING THE SOLID PHASE MICRO-EXTRACTION (SPME)

Aglaupe Meira Bastos Melo
Silas da Silva Santos
Maria Cristina Caño de Andrade
Henrique Fonseca Goulart
Antônio Euzébio Goulart Santana

DOI 10.22533/at.ed.85620271019

CAPÍTULO 20..... 227

POTENCIAL ANTIFÚNGICO DOS EXTRATOS VEGETAIS ETANÓLICOS

E ACÉTICOS DE *Mentha piperita* E *Rosmarinus officinalis* CONTRA O FITOPATÓGENO *Penicillium citrinum*

Veronica Romaskevis Coelho Peixoto

Tamires Kiche Abreu

Enio Nazaré de Oliveira Junior

DOI 10.22533/at.ed.85620271020

CAPÍTULO 21..... 235

MODELO DE TOMADA DE DECISÃO PARA AUMENTO DE RESILIÊNCIA À DESASTRES EM COMUNIDADES DA BAIXADA FLUMINENSE: UMA ANÁLISE PARA ORIENTAÇÃO E DIRECIONAMENTO DE ESFORÇOS DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS

Pablo Luiz Berriel do Carmo

Marcos dos Santos

Rubens Aguiar Walker

DOI 10.22533/at.ed.85620271021

CAPÍTULO 22..... 242

O ESTUDO DE INTEGRAL DUPLA COM O RECURSO DO SOFTWARE GEOGEBRA

Yuri Castro Alcantara

José Francisco da Silva Costa

Nélio Santos Nahum

Ronaldo Ferreira Ribeiro

José Augusto dos Santos Cardoso

Rosenildo da Costa Pereira

Reginaldo Barros

Rodinely Serrão Mendes

Rosana dos Passos Corrêa

Márcio José Silva

Joana Darc de Sousa Carneiro

Genivaldo dos Passos Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.85620271022

CAPÍTULO 23..... 259

PROPRIEDADES VIBRACIONAIS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS A PARTIR DE GALACTOMANANA DE *Adenantha pavonina L.*

Eduardo da Silva Gomes

Lincoln Almeida Cavalcante

João Ferreira da Silva Neto

Romicy Dermondes Souza

Fernando Mendes

Ana Angélica Mathias Macêdo

DOI 10.22533/at.ed.85620271023

SOBRE OS ORGANIZADORES 269

ÍNDICE REMISSIVO..... 270

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE FERRO, E UTILIZAÇÃO DO PROCESSO FOTO-FENTON HETEROGÊNEO NA DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Marcus Renato Pinheiro Mattos

Universidade Federal do Amazonas
Manaus - Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/2890713359271807>

Kelry Cristina Muniz Barbosa

Instituto Federal do Amazonas
Manaus - Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6368811126334220>

Jerry Lucio Castro de Araújo

Centro Universitário do Norte
Manaus - Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6216642894863425>

RESUMO: Nanopartículas de óxido de ferro na fase hematita ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) foram sintetizadas por intermédio do método precursores poliméricos (Pechini), variando a temperatura de calcinação, bem como caracterizá-las por meio das técnicas de Termogravimetria (TGA/DTG), difratometria de raios X (DRX), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia na região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) e Espectroscopia de Reflectância Difusa (ERD). Além disso, foi monitorada aplicação das amostras obtidas na degradação do corante orgânico sintético, Azul de Metileno (AM), mediante o processo Foto-Fenton heterogêneo. Nessa conformidade, os experimentos foram realizados por meio de uma lâmpada de Xenon 35W a qual emite radiação no espectro visível

da luz. Assim sendo, sucedeu-se que, ao utilizar 74,08mM de H_2O_2 no sistema, foi alcançada uma maior eficiência em todas as amostras, de modo que aquela calcinada a 1000 ° C degradou 91,764% do corante MB em 1 hora. À vista disso, os resultados indicaram a viabilidade do método de Pechini na obtenção de $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ e sua utilização no processo heterogêneo de Foto-Fenton na luz visível para degradação do corante AM.

PALAVRAS-CHAVE: Pechini, hematita e radical hidroxila.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF IRON OXIDE NANOPARTICLES, AND USE OF THE HETEROGENEOUS PHOTO-FENTON PROCESS IN THE DEGRADATION OF BLUE METHYLENE DYE

ABSTRACT: Iron oxide nanoparticles in the hematite phase ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) were synthesized using the polymeric precursor method (Pechini), varying the calcination temperature, as well as characterizing by thermogravimetry techniques (TGA/DTG), X ray diffractometry (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Diffuse Reflectance Spectroscopy (DRS). In addition, was monitored the application of the synthesizes samples for degradation organic dye, Methylene Blue (MB), through the heterogeneous Photo-Fenton process. Accordingly, the experiments were performed by a 35 W Xenon lamp that emits visible radiation of the spectrum light. Therefore, it was possible to obtain 74.08mM of H_2O_2 in the system, greater efficiency was achieved in all the

experiments, so that the sample calcined at 1000 °C degraded 91.764% of MB in 1 hour. In the display, the results indicate the viability of the Pechini method in the detection of α - Fe_2O_3 and its use in the heterogeneous Photo-Fenton process in visible light for degradation of MB dye.

KEYWORDS: Pechini, hematite and hydroxyl radical.

1 | INTRODUÇÃO

A descarga de diversos contaminantes orgânicos, tais como, os corantes sintéticos bem como os poluentes emergentes – classes de substâncias que incluem os pesticidas, produtos farmacêuticos, hormônios esteroides entre outros – em águas residuais é uma das principais causas de problemas relativos à saúde humana e ao meio aquático (LUO et al., 2014). Uma questão tão importante quanto tratar o que está poluído é aprimorar processos, ocasionando a mínima produção de rejeitos. Assim, vários tratamentos físicos, químicos e biológicos foram desenvolvidos nas últimas duas décadas para o tratamento de águas residuais (HOLKAR et al., 2016). Diante desse contexto, os Processos Oxidativos Avançados (POA's) são algumas das alternativas empregadas, pois possuem na sua essência a geração de radicais hidroxila ($\text{HO}\cdot$) altamente reativos que atuam como oxidante primário degradando uma variedade de poluentes orgânicos (CHENG et al., 2016).

Os POA's oferecem diferentes rotas possíveis para a geração de $\text{HO}\cdot$, dentre essas se destaca o processo Foto-Fenton, uma vez que é uma opção atrativa para o tratamento de efluentes industriais devido à sua viabilidade econômica e facilidade de operação (EXPÓSITO et al., 2018). Assim sendo, esse procedimento consiste na produção de reações reativas, a partir de uma mistura de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e íons ferrosos (Fe^{2+}) em pH ácidos (2,5 – 3,0), caracterizando uma solução homogênea – conhecida como reação Fenton (DIAS et al., 2014). Então, ao ser irradiada por uma luz ultravioleta (UV) ou visível promove a redução dos íons férricos (Fe^{3+}) para Fe^{2+} , produzindo $\text{HO}\cdot$ (STARLING, 2016). No entanto, esse processo possui algumas desvantagens, como a produção de lama e a difícil recuperação do catalisador (PASTRANA-MARTÍNEZ et al., 2015).

Diante disso, os catalisadores heterogêneos podem superar essas limitações através da utilização de semicondutores fotocatalíticos, tais como, o dióxido de titânio (TiO_2) e o óxido de zinco (ZnO), devido às suas estabilidades químicas, além de serem econômicos e não apresentam toxicidades para humanos e ao meio ambiente (LIMA et al., 2017). Entretanto, esses óxidos requerem fotoativação sob irradiação UV o que torna uma desvantagem quando comparada às aplicações as quais estão focadas na luz solar, pois a mesma corresponde apenas 5 % do espectro de sua energia ao nível do mar (XU et al., 2015). Assim, uma alternativa viável é a substituição de íons Fe^{2+} por semicondutores sólidos com propriedades

fotocatalíticas contendo ferro em sua composição, caracterizando o processo Foto-Fenton heterogêneo.

Dessa maneira, o óxido de ferro na fase hematita (α - Fe_2O_3) é um candidato apropriado para essa aplicação, pois pode ser empregado sob irradiação visível, uma vez que absorve uma ampla faixa do espectro UV-Visível, sendo capaz de coletar até 40 % da energia do espectro solar (MISHRA; CHUN, 2015). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo sintetizar nanopartículas de óxidos de ferro a partir do método dos precursores poliméricos (Pechini), caracterizá-las, com auxílio das técnicas apropriadas. Bem como, estudar suas propriedades fotocatalíticas através da degradação do corante Azul de Metileno (AM), utilizando o processo Foto-Fenton heterogêneo sob luz visível.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Síntese de hematita (α - Fe_2O_3)

Para a síntese das amostras de hematita, Nitrato de ferro (III) nonahidratado ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, 99%, Sigma-Aldrick), Ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, 99%, nuclear) e etilenoglicol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 99,5%, Merck) foram utilizados como reagentes sem purificação adicional.

2.2 Preparação de amostras

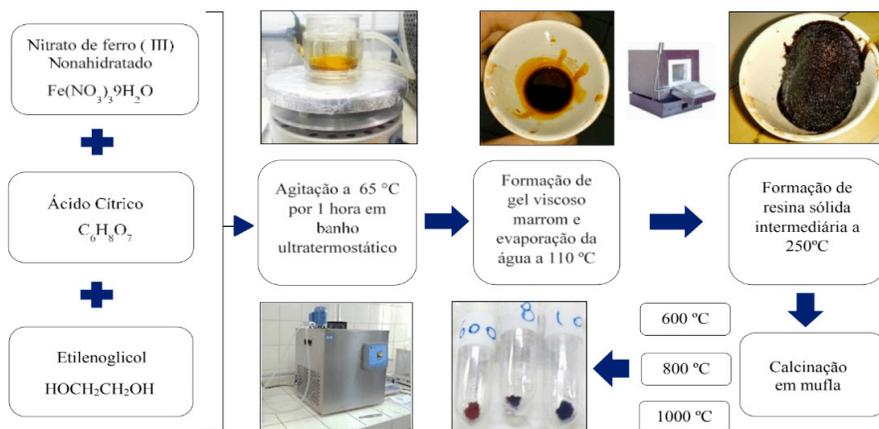


Figura 1 – Fluxograma da rota de síntese.

Fonte: O Autor.

O método de Pechini foi empregado para a obtenção de nanopartículas de α - Fe_2O_3 . Assim, 0,01485 mol de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, 0,00495 mol de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ e 0,0594

mol de HOCH₂CH₂OH foram dissolvidos em um Becker de 50 mL e agitados magneticamente em banho ultratermostático a 65 ° C por 1 hora para obter um solução homogeneizada. A solução foi então aquecida a 110 °C no intervalo de 1 hora para evaporar o solvente, e promover a formação de um gel viscoso de cor marrom. Este gel foi dessecado a 250 °C por 2 horas para a obtenção de uma resina polimérica impregnada de íons Fe⁺³. Posteriormente, a resina foi calcinada a diferentes temperaturas (600, 800 e 1000 °C) em forno por 2 horas, obtendo três amostras de pó cerâmico, veja a Figura 1.

2.3 Caracterizações estruturais e morfológicas

A análise termogravimétrica (TGA) foi realizada para determinar a perda de massa da resina polimérica intermediária. Nessa conformidade, as curvas TGA/DTG foram plotadas em um analisador térmico DSC-TGA (TA Instruments, modelo SDT 6000) em atmosfera de nitrogênio gasoso (N₂) com fluxo de 30 mL.min⁻¹ e taxa de aquecimento de 10 °C.min⁻¹; a análise se deu início a temperatura ambiente até 1000 °C. A composição das fases das amostras foi obtida por intermédio da Difractometria de raios X em pó. Assim, os difratogramas foram registrados no equipamento PANalytical (modelo XRD-Empyrean). Além disso, a radiação de cobre (Cu), K α (1,5418 nm; 40,0 kV; 30,0 mA) e a taxa de varredura (2 θ) de 5 — 75°, a 2°. min⁻¹ e passo de 0.02° foram utilizados como parâmetros experimentais. As morfologias foram examinadas através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), as micrografias foram gravadas no equipamento (Carl Zeiss, modelo LEO435VP). Antes da leitura, todas as amostras foram preparadas no suporte de prata e posteriormente diluídas com ouro no evaporador (Balzer, SCD 050). Por fim, os espectros de absorção eletrônica foram registrados em um espectrofotômetro UV Shimadzu, com esfera integradora UV 2400, assim foi possível obter espectros de absorção de compostos nas regiões UV, Vis e infravermelho (IV) do espectro eletromagnético com o intuito de estimar o *Band Gap* (Eg) das amostras.

2.4 Experimentos de degradação

20 mg das amostras (α - Fe₂O₃) foram utilizadas como fotocatalisadores para a degradação do corante Azul de metileno (AM) em solução aquosa de 40 mL (10 mg.L⁻¹) sob pH neutro. Os testes de degradação foram realizados em um Becker mantido magneticamente agitado em um banho termostático a 32 °C, sob irradiação de uma lâmpada Xenon 35 W a qual emite radiação no comprimento de onda (λ) do espectro visível da luz (400-700 nm), conforme pode ser ratificado na Figura 2. Inicialmente, o sistema foi agitado durante 30 minutos na ausência de luz, para garantir o equilíbrio de adsorção-dessorção entre α - Fe₂O₃, AM e água. Após esse intervalo, o sistema permaneceu sob luz artificial e foram adicionadas proporções volumétricas e molares fixas de H₂O₂ (Pureza Absoluta: 35%) na solução a cada

teste especificado, conforme pode ser visto na Tabela 1.

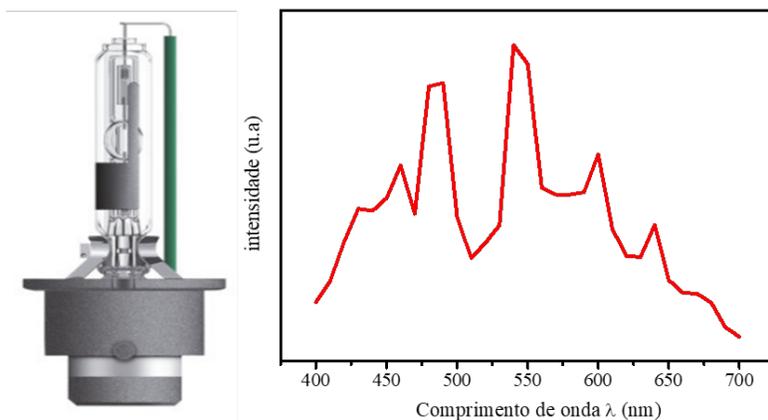


Figura 2 – Espectro de radiação da lâmpada Xenon 35 W.

Fonte: O Autor.

Porcentagem (%)	Volume de H ₂ O ₂	Concentração (mM)
0	0 μL	0
0,25	100 μL	37,04
0,50	200 μL	74,08
0,75	300 μL	111,12
1	400 μL	148,16

Tabela 1 – Detalhes da concentração de MB e H₂O₂.

Fonte: O Autor.

Nessa configuração, foram retiradas alíquotas de 1,5 mL no intervalo de 10 em 10 minutos no período de 1 hora. Em seguida, foram centrifugadas e analisadas utilizando o espectrofotômetro UV-Vis, Genesys (Modelo 10S) na faixa de varredura entre 400 a 800 nm, examinando o espectro de absorção do AM conforme pode ser verificado na Figura 3.

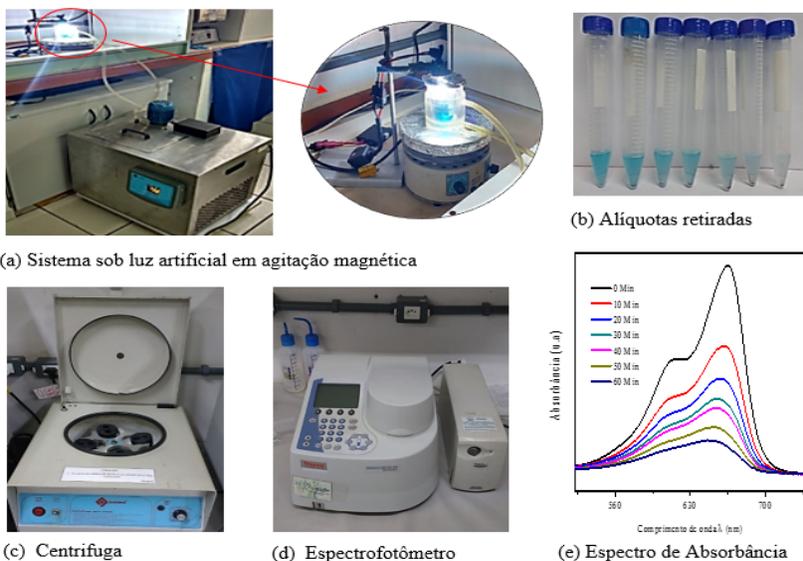


Figura 3 – Fluxograma representativo dos experimentos de degradação.

Fonte: O Autor.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise termogravimétrica

Mediante a Termogravimetria (TGA) e sua derivada (DTG), foi possível examinar e determinar as perdas de massa – em função do aumento da temperatura – da resina polimérica intermediária, a qual é obtida anterior ao processo de calcinação, sendo assim, a análise foi realizada utilizando 10 mg da amostra no intervalo de 25 a 1000 °C. A Figura 4 destaca a curva TGA, na qual é possível notar que a amostra perdeu aproximadamente 82,58% de massa ao atingir a temperatura de 600 °C, devido à evaporação de água adsorvida na sua superfície a 100 °C, bem como da decomposição da matéria orgânica presente na mesma, proveniente do poliéster formado na síntese a temperaturas superiores a 100°C (DAVAR; HADADZADEH; ALAEDINI, 2016). Informações que podem ser reforçadas através dos picos detectados em 326 e 400 °C da curva DTG.

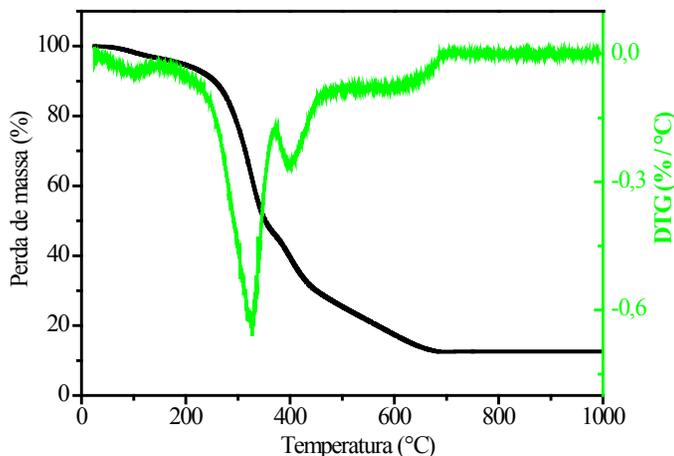


Figura 4 – Curva TGA e DTG da resina polimérica.

Fonte: O Autor.

3.2 Difratomia de raios X

A Figura 5 destaca os difratogramas das amostras calcinadas nas temperaturas de 600 °C, 800 °C e 1000 °C, bem como o padrão de difração da hematita (α - Fe_2O_3) obtido pelo arquivo de dados JCPDS 33 – 0664. Portanto, constata-se que o produto das amostras é α - Fe_2O_3 sem qualquer impureza. Obtendo, assim, semicondutores para os testes de degradação. Além disso, a Figura 5 exibe que poucas mudanças ao variar temperatura de calcinação. O tamanho médio do cristalito (d_{hkl}) foi determinado com base na equação de Debye-Scherrer (Eq. 1), onde λ é o comprimento de onda da radiação (0,154 nm), β representa a largura da meia altura do pico de difração e o ângulo de difração é (θ). Assim sendo, o tamanho médio de cristalito encontrado foi de 40.84, 52.68 e 73.28 nm nas temperaturas 600, 800 e 1000 C, respectivamente.

$$d_{hkl} = \frac{0,94 \times \lambda}{\beta \times \cos\theta} \quad \text{Eq.1}$$

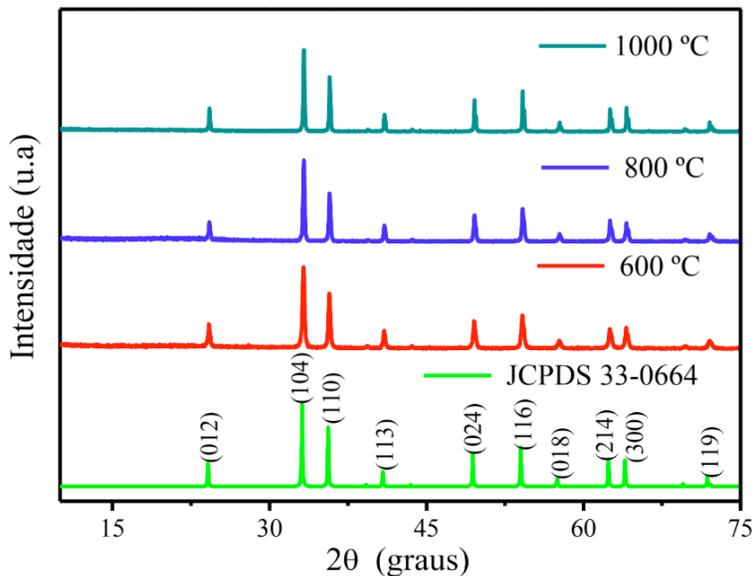


Figura 5 – Difratoograma das amostras sintetizadas.

Fonte: O Autor.

3.3 Análise morfológica das amostras

A Figura 6 expõe as morfologias da superfície das amostras em diferentes magnitudes de alcance (500X, 3000X e 20000X). À vista disso, é viável atentar a presença de particulados aglomerados, característica da síntese de Pechini devido ao seu processo de combustão. Além disso, nota-se na Figura 6 (a), a presença de algumas partículas que possuem formas geométricas indefinidas. Também, é detectado que a morfologia das amostras de 800 °C, Figura 6 (f), são pequenas partículas de α - Fe_2O_3 nucleadas. Já, as nanopartículas calcinadas a 1000 °C possuem superfícies mais homogêneas e com menos contornos de grãos em relação às demais amostras, conforme pode ser visualizado na Figura 6 (i).

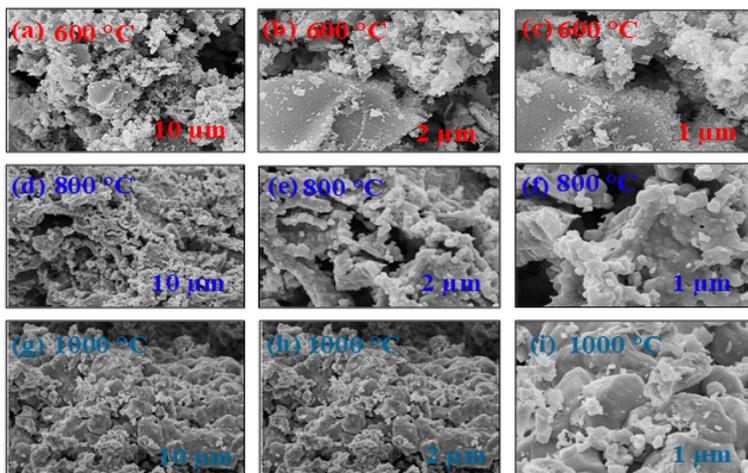


Figura 6 – Morfologia das amostras. (a) 600 °C a 500X. (b) 600 °C a 3000X. (c) 600 °C a 20.000X. (d) 800 °C a 500X. (e) 800 °C a 3000X. (f) 800 °C a 20.000X. (g) 1000 °C a 500X. (h) 1000 °C a 3000X. (i) 1000 °C a 20.000X.

Fonte: O Autor.

3.4 ERD

A Figura 7 destaca os dados de refletância difusa após diferentes tratamentos. Assim, a Figura 7 (a) exibe a refletância (R) das amostras. Nessa conformidade, a Figura 7 (b) destaca que R foi convertida na função Kubelka -Munk $F(R)$, Eq. 2. Portanto, de acordo com a literatura, a função $F(R)$ é utilizada para a interpretação do espectro de refletância dos materiais sólidos (MYRICK et al., 2011; YANG et al, 2004).

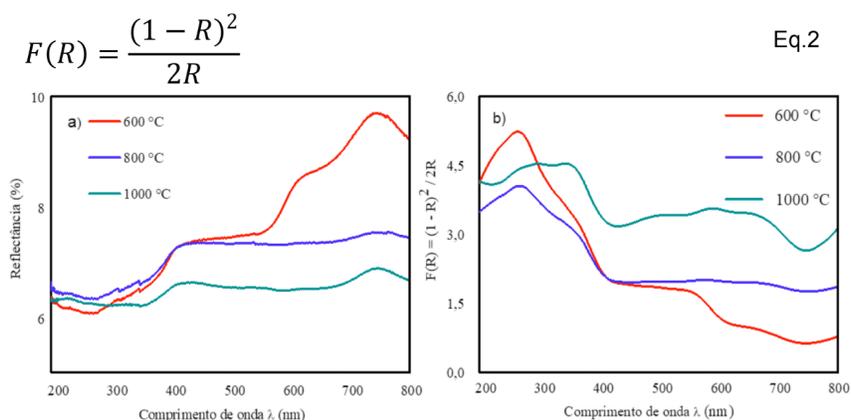


Figura 7 – a) Gráfico de refletância (R) das nanopartículas de α - Fe_2O_3 . b) função Kubelka-Munk $F(R)$, obtida a partir da refletância difusa visível no UV das amostras.

Fonte: O Autor.

Uma maneira de estimar os valores aproximados do *Band gap* (E_g) – espaço energético entre o topo da banda de valência (preenchida por elétrons) e o fundo da banda de condução (vazia, ou semipreenchida por elétrons), veja a Figura 10 – dos semicondutores sintetizados, transcorre por meio de uma reta tangente a curva obtida através do produto entre a Função de Kubelka Munk pela energia emitida do fóton incidente ($F(R) \times h.\nu$) Em que “r” representa o tipo de transição eletrônica para um determinado material. Nesse trabalho se assumiu a transição direta ($r = \frac{1}{2}$) para o óxido em estudo, que se encontra em consonância com alguns trabalhos da literatura que utilizam α - Fe_2O_3 (REN et al., 2017), Figura 8.

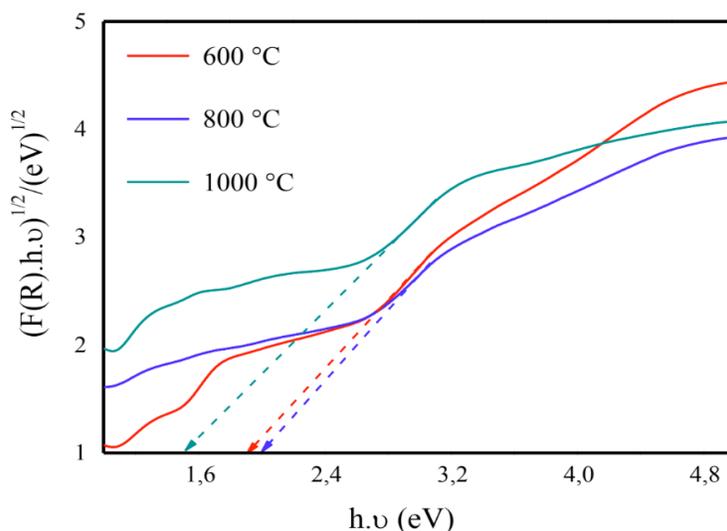


Figura 8 – Band gaps obtidos das amostras

Fonte: O Autor.

Portanto, por meio da Figura 8, pôde-se estimar, aproximadamente, os valores de E_g das amostras calcinadas a 600 °C, 800 °C e 1000 °C, obtendo assim, valores de 2,00 eV, 2,02 eV e 1,59 eV, respectivamente. De maneira geral, o óxido de ferro na fase hematita possui propriedades semicondutoras do tipo n com E_g oscilando entre 2,0 - 2,2 eV (MISHRA e CHUN, 2015). Nessa conformidade, nota-se que a amostra calcinada a 1000 °C obteve um valor inferior às demais.

3.5 Avaliação da reação Foto-Fenton Heterogêneo

O cálculo das concentrações de AM foi realizado através de uma curva de calibração, Figura 9, construída por meio de soluções conhecidas de AM, em que pôde-se alcançar uma relação matemática entre as absorvâncias medidas (A) e

suas respectivas concentrações (C), descrita na equação (Eq.3).

$$A = 0,145C - 0,0965C$$

Eq.3

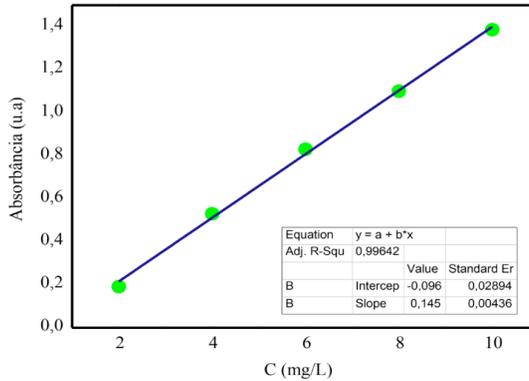


Figura 9 – Curva de calibração.

Fonte: O Autor.

Nessa conformidade, o processo Foto-Fenton heterogêneo envolve na sua essência a participação de H_2O_2 , Figura 10. Assim, a influência da concentração do corante AM foi avaliada pelo modelo de pseudo-primeira ordem de acordo com a equação (Eq. 4). Onde C_0 e C_T são as concentrações para $t = 0$ e $t = t$. Além de que, k representa a constante cinética da velocidade de reação (min^{-1}), obtida por regressões lineares.

$$\ln\left(\frac{C_T}{C_0}\right) = -k \times t$$

Eq.4

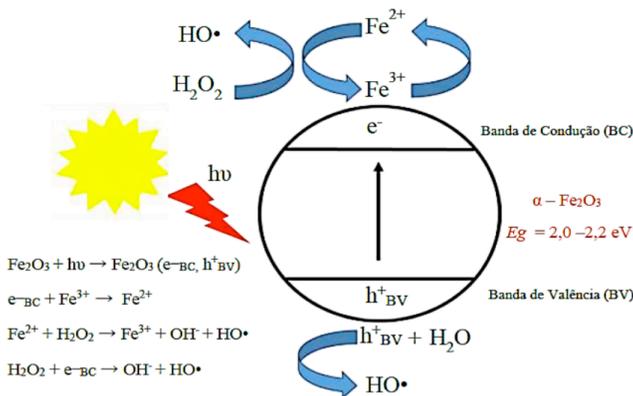


Figura 10 – Reação Foto-Fenton heterogêneo.

Fonte: Adaptado de (SAJJADI; GOHARSHADI, 2017).

Portanto, utilizando H_2O_2 no sistema, foi possível obter um aumento significativo na degradação de AM, conseqüentemente um aumento considerável na cinética da reação. Assim, a Tabela 2 mostra que os valores mais altos k correspondem a uma concentração de 74,09 mM, de modo que, aumentando a concentração de H_2O_2 , os valores das constantes cinéticas foram minimizados. Esse fato pode ser justificado pelo fenômeno conhecido como *scavenger effect*, onde o uso em excesso de H_2O_2 na solução provoca o consumo acelerado de $HO\cdot$ e a formação de uma espécie menos oxidante ($HO_2\cdot$) – conhecida como radical hidroperoxila – que também consome $HO\cdot$ e atenua a degradação de um poluente orgânico (DE AMORIM; LEÃO; MOREIRA, 2009). Além disso, nota-se que o aumento de k é diretamente proporcional à temperatura de calcinação em todas condições experimentais.

H_2O_2 (mM)	k (min^{-1}) / 600 °C	k (min^{-1}) / 800 °C	k (min^{-1}) / 1000 °C
0	0,00328	0,00466	0,00477
37,04	0,02514	0,02652	0,03520
74,08	0,03587	0,04148	0,04232
111,12	0,03295	0,03589	0,03754
148,16	0,03216	0,03403	0,03317

Tabela 2 – Constantes cinéticas das velocidades de reação.

Fonte: O Autor.

A Figura 11 (a) destaca as curvas de degradação correspondentes a melhor condição encontrada – concentração de 74.08 mM de H_2O_2 . Portanto, a eficiência (EF%) de degradação foi calculada em função do tempo das alíquotas removidas através da equação (Eq. 5). Por conseguinte, os resultados alcançados evidenciam que a amostra sintetizada a 1000 °C apresentou uma maior eficiência, pois degradou 91,764% do corante AM em um período de 1 hora, enquanto as amostras calcinadas a 600 °C e 800 °C degradaram 90,90% e 91,564%, respectivamente. A Figura 11 (b) mostra o comportamento spectral do corante AM, evidenciando que a banda de absorção máxima localizada no comprimento de onda (665 nm) decresce ao longo do tempo de reação, caracterizando a mineralização do composto orgânico.

$$EF\% = \left(\frac{C_o - C_T}{C_o} \right) \times 100\% \quad \text{Eq. 5}$$

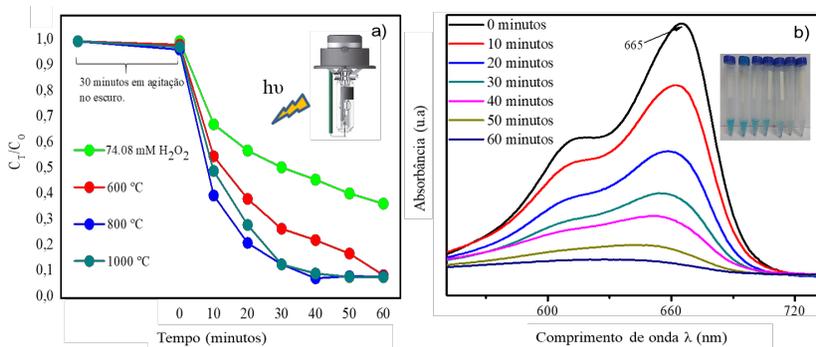


Figura 11 – a) Curvas de degradação da solução de AM. b) Comportamento espectral de AM ao longo do tempo.

Fonte: O Autor.

Nota-se que o aumento na taxa de degradação é proporcional, também, ao tamanho de cristalito (d_{hkl}) das amostras. Assim, aquela calcinada a 1000 °C possui um (d_{hkl}) maior do que as demais. Conseqüentemente, há uma redução dos contornos de grão – regiões que são centros de recombinação, veja a Figura 11 – e diminuem o transporte das cargas foto geradas (h_{VB}^+) para a superfície da partícula, onde ocorrem reações de redução de óxido que promovem a formação de HO• responsável pela mineralização do poluente em estudo.

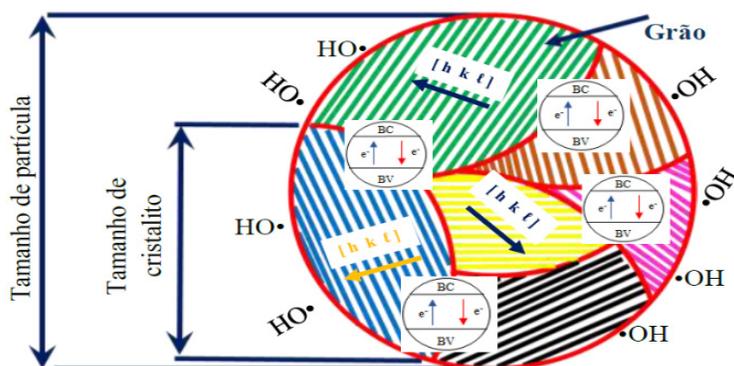


Figura 12 – Centros de recombinação nos contornos de grão.

Fonte: Adaptado de (GERNGROSS; CARSTENSEN; ADELUNG, 2016)

Por fim, a partir dos dados adquiridos nos experimentos de degradação, foi realizada uma modelagem matemática com o intuito de obter uma superfície de resposta, Figura 13, descrita pela equação (Eq. 6).

$$F(x,y) \cong - 4,54 \cdot 10^{-4} x^2 - 1,56 \cdot 10^{-4} y^2 + 2,37 \cdot 10^{-4} x + 3,57 \cdot 10^{-4} y \quad \text{Eq. 6}$$

Onde,

x – Representa a concentração de H_2O_2 (mM);

y – Simboliza o tamanho médio de cristalito (d_{hkl}) em (nm);

F (x,y) – Valores de k a partir da variação tanto de x quanto de y.

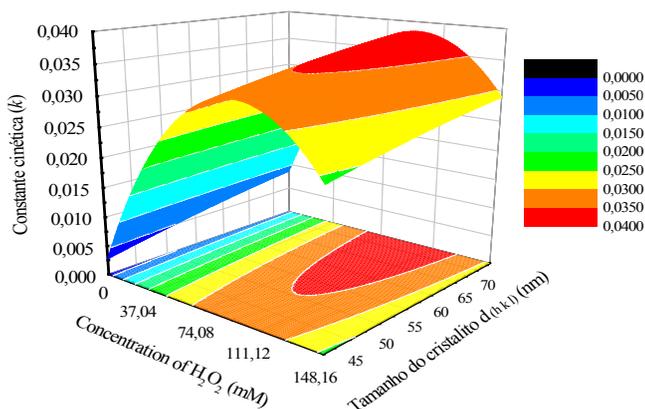


Figura 13 – Superfície de resposta.

Fonte: O Autor.

Nota-se, a partir da Figura 13, que o aumento de k é mais pronunciado no início, e tende a ser maior para (d_{hkl}) próximo a 70 nm. Atenta-se, também, que valores mais elevados de k se encontram em concentrações intermediárias de H_2O_2 , entre (74,08 mM - 111,2 mM), o que vai ao encontro dos resultados obtidos nos experimentos de degradação. Por conseguinte, o aumento de H_2O_2 provoca uma diminuição nos valores de k, Figura 12, proporcionando o *scavenger effect*, conforme descrito anteriormente.

4 I CONCLUSÕES

O método Pechini provou ser versátil para a síntese do óxido de ferro na fase hematita ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$), além de oferecer propriedades fotocatalíticas para a degradação do corante AM sob irradiação visível. No entanto, a concentração de H_2O_2 nas condições experimentais, apresentou um efeito mais expressivo. Além disso, o aumento da temperatura de calcinação na síntese, influenciou nos resultados de degradação, de modo que a amostra calcinada a 1000 °C obteve maior eficiência, degradando 91,764% do poluente orgânico. Fato que está relacionado ao seu *Eg*

ser menor de que as demais amostras, bem como o seu maior tamanho médio de cristalito (d_{hkl}) que atenua significativamente a taxa de recombinação de cargas.

REFERÊNCIAS

- CHENG, M.; ZENG, G.; HUANG, D.; LAI, C.; XU, P.; ZHANG, C.; LIU, Y.; **Hydroxyl radicals based advanced oxidation processes (AOPs) for remediation of soils contaminated with organic compounds: A review.** Chemical Engineering Journal, v. 284, p. 582-598, 2016.
- DAVAR, F.; HADADZADEH, H.; ALAEDINI, T. S.; **Single-phase hematite nanoparticles: Non-alkoxide sol-gel based preparation, modification and characterization.** Ceramics Internacional, v. 42, p. 19336-19342, 2016.
- DE AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D.; MOREIRA, R. D. F. P. M. M.; **Comparação entre diferentes processos oxidativos avançados para degradação de corante azo.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 4, p. 543-550, 2009.
- DIAS, I. N.; SOUZA, B. S.; PEREIRA, J. H. O. S.; MOREIRA, F. C.; DEZOTTI, M.; BOAVENTURA, R. A. R.; VILAR, V. J. P.; Enhancement of the photo-Fenton reaction at near neutral pH through the use of ferrioxalate complexes: **A case study on trimethoprim and sulfamethoxazole antibiotics removal from aqueous solutions.** Chemical Engineering Journal, v. 247, p. 302-313, 2014.
- EXPÓSITO, A. J.; MONTEAGUDO, J. M.; DURÁN, A.; MARTÍN, S. I.; GONZÁLEZ, L.; **Study of the intensification of solar photo-Fenton degradation of carbamazepine with ferrioxalate complexes and ultrasound.** Journal of Hazardous Materials, v. 342, p. 597- 605, 2018.
- GERNGROSS, M. D.; CARSTENSEN, J.; ADELUNG, R. Nanoscale Horizons. **Nanoscale Horizons**, 2016.
- HOLKAR, C. R.; JADHAV, A. J.; PINJARI, D. V.; MAHAMUNI, N. M.; PANDIT, A. B.; **A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches.** Journal of Environmental Management, v. 182, p. 351-366, 2016.
- LIMA, M. J.; SILVA, C. G.; SILVA, A. M. T.; LOPES, J. C. B.; DIAS, M. M.; FARIA, J. L.; **Homogeneous and heterogeneous photo-Fenton degradation of antibiotics using an innovative static mixer photoreactor.** Chemical Engineering Journal, v. 310, p. 342-351, 2017.
- LUO, Y.; GUO, W.; NGO, H. H.; NGHIEM, L. D.; HAI, F. I.; ZHANG, J.; LIANG, S.; WANG, X.C.; **A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment.** Science of the Total Environment, v. 473-474, p. 619-641, 2014.
- MISHRA, M.; CHUN, D.-M.; **α -Fe₂O₃ as a photocatalytic material: A review.** Applied Catalysis A: General, v. 498, p. 126-141, 2015.
- MYRICK, M. L. et al. The kubelka-munk diffuse reflectance formula revisited. **Applied Spectroscopy Reviews**, v. 46, n. 2, p. 140–165, 2011.

PASTRANA-MARTÍNEZ, L. M.; PEREIRA, N.; LIMA, R.; FARIA, J. L.; GOMES, H. T.; SILVA, A. M. T.; **Degradation of diphenhydramine by photo-Fenton using magnetically recoverable iron oxide nanoparticles as catalyst.** Chemical Engineering Journal, v. 261, p. 45-52, 2015.

REN, G.; SUN, Y.; SUN, M.; LI, YAN.; LU, A.; DING, H.; **Visible Light Enhanced Extracellular Electron Transfer between a Hematite Photoanode and Pseudomonas aeruginosa.** Minerals, v. 12, p. 1-13, 2017.

SAJJADI, S. H.; GOHARSHADI, E. K.; **Highly monodispersed hematite cubes for removal of ionic dyes.** Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 5, p. 1096-1106, 2017.

STARLING, M. C. V. M.; **Aplicação de Foto-Fenton solar em efluente têxtil visando à obtenção de água de reuso.** 2016. 120 f. Dissertação de Mestrado. UFMG: Belo Horizonte, 2016.

XU, Z.; HUANG, C.; WANG, L.; PAN, X.; QIN, L.; GUO, X.; ZHANG, G.; **Sulfate functionalized Fe₂O₃ nanoparticles on TiO₂ nanotube as efficient visible light-active photo-Fenton catalyst.** Industrial & Engineering Chemistry, v. 54, p. 4593-4602, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ação antimicrobiana 97, 204
- Acidez 151, 154, 155, 157
- Adenantha pavonina 259, 260, 261, 268
- Aedes aegypti 221, 222, 226
- Agente geológico 134
- Agrupamento 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68
- Análise das demonstrações contábeis 46, 47, 60
- Análise multitemporal 123, 125
- Annona muricata 115, 116, 117, 121, 122
- Anonaceae 115, 116
- Aprendizagem 87, 88, 89, 92, 95, 96, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 242, 243, 257, 258
- Armazenamento 100, 103, 133, 152, 153, 154, 158, 201, 202, 204, 205, 207, 210, 229

B

- Biomineralizações de sílica 70, 82, 83
- Bosque nativo 32, 34, 36, 39, 40, 41, 44
- Broca da batata-doce 214

C

- Cambio climático 32, 33, 35
- Cartography 1, 2, 14, 124
- Cerconota anonella 115, 116, 117
- Clústeres 32, 37, 38, 40, 41, 42, 43
- Controle alternativo 227

D

- Dark Slope Streak 1, 2
- Datação 14C-AMS 70
- Dengue 221, 222, 226
- Desastres 235, 236, 238, 239, 241
- Detecção de queimadas 123, 124
- Digital image processing 1, 4, 9, 124, 160

DNIT 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 179, 181, 183

E

Eletrofiação 184, 187, 188, 191, 192

Eletromagnetismo 86, 88, 90

Eletrônica orgânica 184, 192

Encapsulamento 97, 98, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Engenharia de custos 168

Ensino 63, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 242, 243, 244, 257, 258

Euscepes postfasciatus 213, 214, 215, 218

Experimentos 16, 19, 21, 28, 29, 86, 89, 90, 92, 95, 117, 189, 218

Extração de pistas de aeroportos 159, 162

Extratos vegetais 203, 211, 227, 234

F

Filmes finos 184, 185, 189, 192, 193

Fitopatologia 227

Fuzzy 235, 236, 237, 239, 240, 241

G

Galactomanana 259, 260, 261, 262, 265, 266, 267, 268

H

Hematita 16, 18, 22, 25, 29

I

Imagens de satélite 123, 125

Imagens orbitais 159, 161, 162, 167

Indicadores financeiros 46, 54

Indução eletromagnética 86, 88, 89, 90, 95

Infraestrutura Rodoviária 168

Infravermelho 16, 19, 259, 261, 262, 263, 264

Infusões 201, 202, 204

INMET 61, 62, 63, 66, 67

Inpainting 1, 2, 3, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 15

Insecta 214, 215

Integral dupla 242, 243, 244, 246, 248, 249, 250, 253, 258

Ipomoea batatas 214, 215, 216, 219

L

Lepidoptera 115, 116, 121, 122, 219

Lógica 52, 194, 196, 197, 198, 199, 236, 237, 241

M

Matemática 1, 25, 28, 123, 124, 159, 160, 161, 165, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 242, 243, 244, 257, 258

Mentha piperita 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

Mentha sp 201, 202, 203

Metabólitos 116, 201, 202, 204, 207, 208, 209, 210, 212

Morfologia matemática 123, 124, 159, 161, 165

Multimídia 90, 194, 195, 196, 198, 199, 200

N

Nanoemulsão 97, 100, 106, 107

Nanofibras 184, 185, 187, 188, 189, 191, 192, 193

Nanopartículas 16, 18, 23, 24, 99, 105

O

Óleo de inajá 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Óleos essenciais 97, 98, 99, 105, 106, 107, 108, 109, 203, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219

Oxidação 110, 151, 153, 156, 158, 208

P

Padrões 61, 62, 63, 103

Paleoambientes 70

Pechini 16, 17, 18, 23, 29

Penicillium citrinum 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

Perfil químico 201, 202, 204, 207, 208, 210

Peróxido 17, 151, 154, 155

Politiofenos 184, 185, 189

Praia 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 216

Processamento digital de imagens 123, 132

Processo foto-fenton heterogêneo 16

Q

Quitosana 106, 108, 118, 259, 261, 262, 265, 266, 267, 268

R

R 14, 15, 24, 25, 30, 31, 44, 45, 63, 65, 68, 69, 81, 82, 83, 84, 85, 95, 110, 111, 112, 113, 114, 121, 122, 132, 149, 150, 158, 193, 199, 200, 206, 211, 212, 218, 219, 226, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 245, 246, 247, 258, 268

Raciocínio lógico 194, 195, 196, 197, 198, 199

Radical hidroxila 16

Remote sensing 1, 123, 124, 132

Resiliência 235, 236, 240, 241

Risco 58, 235, 236, 237, 238, 239

Rosmarinus officinalis 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

S

Saponificação 151, 154, 156

Sedimentologia costeira 134

Semioquímicos 115, 221, 222

Sensoriamento remoto 2, 123, 124, 132, 159, 160, 161, 167

SICRO 168, 169, 170, 171, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Software geogebra 242, 243

T

Técnicas geoestadísticas 32

Termogravimetria 16, 21, 259, 261, 264

Tomada de decisão 46, 47, 50, 60, 235, 237

X

Xantana 259, 260, 261, 262, 265, 266, 267, 268

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

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

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

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 