

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas
(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2019

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas
(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os 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. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
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. 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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A872	Atividades de ensino e de pesquisa em química [recurso eletrônico] / Organizadores Juliano Carlo Rufino de Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-773-4 DOI 10.22533/at.ed.734191111 1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Freitas, Juliano Carlo Rufino de. II. Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de. CDD 540
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A área de Ensino e de Pesquisa em Química, nessas últimas décadas, tem possibilitado grandes avanços no que tange as investigações sobre a educação química, devido as contribuições de estudos com bases teóricas e práticas referentes aos aspectos fenomenológicos e metodológicos da aprendizagem, que tem se utilizado da investigação na sala de aula possibilitando os avanços nas concepções sobre aprendizagem e ensino de química.

Atualmente, a área de Ensino e de Pesquisa em Química conta com inúmeras ferramentas e materiais didáticos que tem corroborado para uma educação química de qualidade, isso, devido ao desenvolvimento dessas pesquisas que tem contribuído expressivamente na capacitação desse profissional docente e na confecção e desenvolvimento de recursos didáticos e paradidáticos relativos à sua prática.

O *e-Book* “**Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química**” é composto por uma criteriosa coletânea de trabalhos científicos organizados em 26 capítulos distintos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para atender os interesses de acadêmicos e estudantes tanto do ensino médio e graduação, como da pós-graduação, que procuram atualizar e aperfeiçoar sua visão na área. Nele, encontrarão experiências e relatos de pesquisas teóricas e práticas sobre situações exitosas que envolve o aprender e o ensinar química.

Esperamos que as experiências relatadas, neste *e-Book*, pelos diversos professores e acadêmicos, contribuam para o enriquecimento e desenvolvimento de novas práticas pedagógicas no ensino de química, uma vez que nesses relatos são fornecidos subsídios e reflexões que levam em consideração os objetivos da educação química, as relações interativas em sala de aula e a avaliação da aprendizagem.

Juliano Carlo Rufino de Freitas
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
Gabriela Martins Piva Gustavo Bizarria Gibin	
DOI 10.22533/at.ed.7341911111	
CAPÍTULO 2	15
PRODUÇÃO DE KITS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COM OS ALUNOS DA EJA	
Cristiele de Freitas Pereira Valeria Bitencourt Pinto Luely Oliveira Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.7341911112	
CAPÍTULO 3	29
QUÍMICA, TEATRO E MÚSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO NÃO-FORMAL	
Fernanda Marur Mazzé Bianca Beatriz Bezerra Victor Lorena Gabriele Bezerra dos Santos Fabrícia Dantas Carolina Rayanne Barbosa de Araújo Grazielle Tavares Malcher	
DOI 10.22533/at.ed.7341911113	
CAPÍTULO 4	36
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SEQUENCIAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E POLARIMETRIA	
Grazielle Tavares Malcher Nayara de Araújo Pinheiro Clarice Nascimento Melo Gerion Silvestre de Azevedo Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira Fernanda Marur Mazzé Renata Mendonça Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.7341911114	
CAPÍTULO 5	48
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DESTA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA	
Bianca Mendes Carletto Ana Nery Furlan Mendes Gilmene Bianco	
DOI 10.22533/at.ed.7341911115	

CAPÍTULO 6 62

A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM NO ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES: AVALIAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO DE CONCEITOS A SITUAÇÕES COTIDIANAS

Rebeca Castro Bighetti
Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani
Alexandre de Oliveira Legendre

DOI 10.22533/at.ed.7341911116

CAPÍTULO 7 76

ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA NA FEIRA LIVRE

Luis Carlos de Abreu Gomes
Jorge Cardoso Messeder
Maria Cristina do Amaral Moreira

DOI 10.22533/at.ed.7341911117

CAPÍTULO 8 87

CONSUMO, CONSTITUIÇÃO E ADULTERAÇÕES DO LEITE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Nathan Roberto Lohn Pereira
Flávia Maia Moreira

DOI 10.22533/at.ed.7341911118

CAPÍTULO 9 102

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques
Cláudia Regina Xavier

DOI 10.22533/at.ed.7341911119

CAPÍTULO 10 124

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques
Cláudia Regina Xavier

DOI 10.22533/at.ed.73419111110

CAPÍTULO 11 135

AROMAS: UMA ABORDAGEM SENSORIAL PARA O ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉSTERES

Larissa Santos Silva
Alvaro Vieira Dos Santos
Larissa Santos Silva
Lorena Maria Gomes Lisboa Brandão
Vitor Lima Prata
Daniela Kubota
Tatiana Kubota
Márcia Valéria Gaspar de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.73419111111

CAPÍTULO 12 147

CONSTRUINDO UMA TABELA PERIÓDICA SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Alexandra Souza de Carvalho
Geórgia Silva Xavier

Clecineia Lima Santos
Geisa Leslie Chagas de Souza
Aline da Cruz Porto Silva

DOI 10.22533/at.ed.73419111112

CAPÍTULO 13 154

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS NO ENSINO PARA ALUNOS COM SÍNDROME DE DOWN

Thiago Perini
Débora Lázara Rosa

DOI 10.22533/at.ed.73419111113

CAPÍTULO 14 158

A OPINIÃO DE SURDOS E OUVINTES SOBRE O SEU PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE PROVENIENTE DE QUESTIONÁRIOS

Ivoni Freitas-Reis
Jomara Mendes Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.73419111114

CAPÍTULO 15 173

A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES EXPERIENTES E EM FORMAÇÃO SOBRE O USO DE UM MATERIAL DIDÁTICO ORGANIZADO A PARTIR DE TEMAS DO CONTEXTO

Daniela Martins Buccini
Ana Luiza de Quadros
Aline de Souza Janerine

DOI 10.22533/at.ed.73419111115

CAPÍTULO 16 186

MODELOS DIDÁTICOS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA E EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO FORMATIVO

Terezinha Iolanda Ayres-Pereira
Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Marco Antônio Montanha
Ronan Gonçalves Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.73419111116

CAPÍTULO 17 199

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DO PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

José Vieira do Nascimento Júnior

DOI 10.22533/at.ed.73419111117

CAPÍTULO 18 209

NANOCIÊNCIA, NANOTECNOLOGIA E NANOBIOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM RIO BRANCO – ACRE

Najara Vidal Pantoja
Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

DOI 10.22533/at.ed.73419111118

CAPÍTULO 19 222

DEBATE NA TERMOQUÍMICA

Líria Amanda da Costa Silva
Fabiana Gomes

Alécia Maria Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.73419111119

CAPÍTULO 20 235

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE *Humirianthera ampla*: TESTANDO POSITIVIDADE PARA ALCALOIDES

Antonia Eliane Costa Sena
Ketlen Luiza Costa da Silva
Dagmar mercado Soares
Ricardo de Araújo Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111120

CAPÍTULO 21 241

TRITERPENÓIDES, ESTEROIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS CASCAS DO CAULE DE *Luehea divaricata*

Lildes Ferreira Santos
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Mateus Lima Neris
Gerardo Magela Vieira Júnior
Samya Danielle Lima de Freitas
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111121

CAPÍTULO 22 252

TOCOFERÓIS E ISOPRENOIDES DO EXTRATO HEXÂNICO DAS FOLHAS DE *Bauhinia pulchella*

Adonias Almeida Carvalho
Lucivania Rodrigues dos Santos
Gerardo Magela Vieira Júnior
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111122

CAPÍTULO 23 265

DOCAGEM MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR DE ANALOGOS DE NEOLIGNANAS CONTRA ENZIMA CRUZAÍNA DE *Trypanosoma cruzi*.

Renato Araújo da Costa
Sebastião Gomes Silva
Alan Sena Pinheiro
João Augusto da Rocha
Andreia do Socorros Silva da Costa
Gustavo Francesco de Moraes Dias
Diego Raniere Nunes Lima
Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho
Davi do Socorro Barros Brasil
Fábio Alberto de Molfetta

DOI 10.22533/at.ed.73419111123

CAPÍTULO 24 278

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E TURBIDIMÉTRICO PARA A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFATO EM ÁGUAS INDUSTRIAIS

Polyana Cristina Nogueira Gomes
Luciano Alves da Silva
Fabiana de Jesus Pereira
Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111124

CAPÍTULO 25 291

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE RECARGA RESULTANTE DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Hellena de Lira e Silva

Luciano Alves da Silva

Fabiana de Jesus Pereira

Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111125

CAPÍTULO 26 303

PRODUÇÃO DE CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON HETEROGÊNEO

Erlan Aragão Pacheco

Alexilda Oliveira de Souza

Henrique Rebouças Marques Santos

Lucas Oliveira Santos

Claudio Marques Oliveira

Abad Roger Castillo Hinojosa

Luiz Nieto Gonzales

DOI 10.22533/at.ed.73419111126

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 310

ÍNDICE REMISSIVO 311

PRODUÇÃO DE CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON HETEROGÊNEO

Erlan Aragão Pacheco

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Química,
Itapetinga-Bahia.

Alexilda Oliveira de Souza

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Química,
Departamento de Ciências. Exatas e Naturais,
Itapetinga-Bahia.

Henrique Rebouças Marques Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Química,
Itapetinga-Bahia.

Lucas Oliveira Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Química,
Itapetinga-Bahia.

Claudio Marques Oliveira

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Química,
Jequié-Bahia.

Abad Roger Castillo Hinojosa

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Química,
Jequié-Bahia.

Luiz Nieto Gonzales

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Colegiado do Curso de Física, Departamento de
Ciências. Exatas e Naturais, Itapetinga-Bahia.

muito para a contaminação ambiental, pois elevadas quantidades de corantes são descartadas no meio ambiente sem tratamento adequado. Estes corantes prejudicam a vida aquática devido à cor característica, o que dificulta a entrada de luz no meio, afetando processos como a fotossíntese. Os Processos Oxidativos Avançados (POA's) são os mais utilizados nos tratamentos dos efluentes têxteis. Os POAs são um conjunto de métodos de tratamento de efluentes industriais baseados na oxidação dos poluentes pela ação de radicais hidroxila. Nesta pesquisa foram desenvolvidos catalisadores à base de ferro para aplicação em sistemas Fenton Heterogêneo que constitui um dos tipos de POA aplicado na degradação de corantes. Os materiais foram sintetizados pelo método sol-gel não hidrolítico, usando nitrato de ferro III como precursor. Os sólidos foram caracterizados por Análise térmica (TG/DTA), DRX, e MEV. Para os testes catalíticos, foi usada solução aquosa de azul de metileno, como poluente modelo, em presença do catalisador e H_2O_2 . Todos os catalisadores foram ativos na degradação do corante azul de metileno em meio aquoso. Notou-se que o desempenho destes materiais dependeu da temperatura de calcinação, o sólido calcinado a 300 °C foi mais eficiente, removendo, em 180 minutos, 90% da cor. Devido à simples e econômica síntese estes sólidos podem vir a se

RESUMO: As indústrias têxteis têm contribuído

constituir em catalisadores com potencial para o tratamento de efluentes coloridos, usando a reação de Fenton heterogêneo.

PALAVRAS CHAVE: óxidos de ferro, Fenton heterogêneo, corantes, oxidação

CATALYST PRODUCTION FOR THE HETEROGENEOUS FENTON REACTION

ABSTRACT: Textile industries has greatly contributed to environmental contamination, because large amounts of dyes are discarded in the environment without the proper treatment. These dyes are damaging to the aquatic life due to their color, which prevents the entry of light in the environment, affecting processes such as photosynthesis. The Advanced Oxidation Processes (AOPs) are the most used in the treatment of textile effluents. The AOPs are a group of effluent treatment methods based on the oxidation of pollutants by the action of hydroxyl radicals. In this research, iron-based catalysts were developed for application in Fenton Heterogeneous reaction, one of the types of POA's, in the oxidation of dyes. The materials were synthesized by the solgel method non-hydrolytic, using iron nitrate III as precursor. The solids were characterized by Thermal Analysis (TG/DTA) , XRD and SEM. For the catalytic tests, was used aqueous solution of Methylene Blue, as polluting model, in the presence of the catalyst and H_2O_2 . All catalysts were active in the degradation of methylene blue dye in aqueous médium. It was observed that the performance of these materials depended on the calcination temperature, the solid calcined at 300 °C was more efficient by removing, 180 minutes, 90% of the color. Due to a simple and economical synthesis these solids could become potential catalysts for the treatment of colored effluents, using the heterogeneous Fenton reaction.

KEYWORDS: Iron oxide, heterogeneous Fenton, dyes, oxidation

1 | INTRODUÇÃO

Os corantes orgânicos são utilizados em larga escala nas indústrias têxteis, alimentícia, de fabricação de papel, têxtil e cosmética. Eles são potencialmente nocivos à natureza e apresentam baixa taxa de degradabilidade (BAIRD; CANN, 2012; KHELIFI et al., 2009). Ao serem lançados em corpos hídricos, interferem na absorção da luz das comunidades aquáticas, podendo acarretar a eutrofização do meio. Nas últimas décadas vários processos foram desenvolvidos e testados com a finalidade de remover esses poluentes. Existem vários métodos para o tratamento de efluentes coloridos, que podem ser classificados em físico, biológico e químico (NIDHEESH et al., 2013).

A adsorção é um tipo de método físico que tem recebido muita atenção por especialistas, principalmente, no sentido de desenvolver adsorventes mais eficientes e fáceis de separar do meio em que foi aplicado (TAN et al, 2015). Entre os métodos químicos, destacam-se os Processos Oxidativos Avançados, um conjunto de métodos baseados no alto potencial oxidante dos radicais hidroxila, gerados por diferentes

meios (RAY et al., 2004).

Um processo oxidativo de destaque é a reação de Fenton, que utiliza o íon ferro II (Fe^{2+}) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) para a geração de radicais hidroxilas. Trata-se de um bom sistema, porém, o processo Fenton homogêneo leva à geração de lodo, pela precipitação do íon férrico (Fe^{3+}) como o hidróxido férrico – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (MA et al., 2015). Por outro lado, a reação de Fenton Heterogêneo utiliza a fonte de ferro na forma sólida como um material suportado ou mássico. Nesta condição, não existe a formação de lodo, tornando o processo mais limpo. O desenvolvimento de novos catalisadores de baixo custo e eficientes para o processo Fenton heterogêneo pode constituir uma importante contribuição para melhorar a viabilidade de aplicação deste método (VORONTSOV, 2018; ZHANG, M. H., 2019).

Assim, este trabalho teve como objetivo produzir óxidos de ferro e aplicar estes materiais como catalisadores na reação de Fenton Heterogêneo utilizando o azul de metileno como modelo de sistema contaminado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os catalisadores foram sintetizados pelo método sol-gel não-hidrolítico a partir da reação do nitrato férrico – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ e hidróxido de sódio - NaOH em meio aquoso. O gel obtido foi lavado para remoção dos contra-íons e seco em estufa a 100°C até massa constante. O gel seco foi denominado de Gh e duas porções do mesmo foram tratadas termicamente para obtenção do óxido de ferro. A primeira porção foi calcinada a 300°C (Hm-300) e a segunda porção foi calcinada 500°C (Hm-500). O tratamento térmico consistiu em aquecer as porções do gel seco por duas horas, ao ar, em forno mufla com temperatura programada e taxa de aquecimento controlada a 10°Cmin^{-1} . Os catalisadores foram caracterizados por análise térmica (TG/DTA), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e por difratometria de Raios X (DRX).

As medidas de análise térmica foram conduzidas em um equipamento da marca Linseis modelo PT-1000 que foi configurado a uma taxa de aquecimento de $10^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$, sendo iniciando da temperatura ambiente até 1000°C .

Os difratogramas de raios X (DRX) foram obtidos com o difratômetro Bruker D2 Phaser usando radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,54180 \text{ \AA}$), gerada a 30 kV e 10 mA e usando filtro de níquel de 1,0 mm e bloqueador de 1,0 mm. As reflexões foram obtidas no intervalo de ângulo 2θ entre 10° e 100° , com velocidade de varredura de 2° min^{-1} .

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram obtidas em um microscópio de bancada Phenon Pure com faixa óptica de 70 a 30.000x, ampliação fixa de 20x, resolução $\leq 30 \text{ nm}$, zoom digital 12x, navegação óptica em preto e branco e tensão de aceleração de 5kV. Nas análises, foram produzidas micrografias com ampliações entre 1000x e 7000x.

Os materiais foram testados na reação de Fenton Heterogêneo utilizando o azul de metileno como sistema modelo. Os testes cinéticos foram realizados seguindo o seguinte procedimento: tubos de plástico com tampa rosqueadas contendo 0,026 g do catalisador, 13 ml de solução de aquosa do azul de metileno na concentração de 10 ppm e 1,0 ml de peróxido de hidrogênio P.A., foram colocados em agitação num aparato experimental, por um determinado período de tempo (15, 30, 60, 90, 120 e 180 min). Ao fim do tempo estabelecido para cada sistema, o catalisador sólido foi separado por centrifugação por 10 min (3000 rpm) e o sobrenadante, submetido à medida em espectrofotômetro UV/Vis em 665 nm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado de análise térmica, para o precursor do catalisador, evidenciou dois fenômenos térmicos associados à formação estrutural da hematita, sendo o primeiro entre a temperatura ambiente até 150°C devido à perda de água e espécies voláteis e outro fenômeno em torno de 300°C devido à transformação da goetita (Gh) em hematita (Hm) como pode ser observado na Figura 1.

Os resultados de Difração de Raios X estão destacados na Figura 2. Notou-se reflexões em $2\theta = 24,2; 33; 35,6; 40,9; 49,3; 54,0; 62,3$ e 64 referentes à fase hematita hexagonal nos difratogramas das amostras Hm-300 e Hm-500. Por outro lado, a amostra Gh exibiu reflexões em $2\theta = 17,8; 21,2; 26,3; 33,2; 34,8; 36,0$ e $36,8$ referentes à fase goetita da amostra Gh.

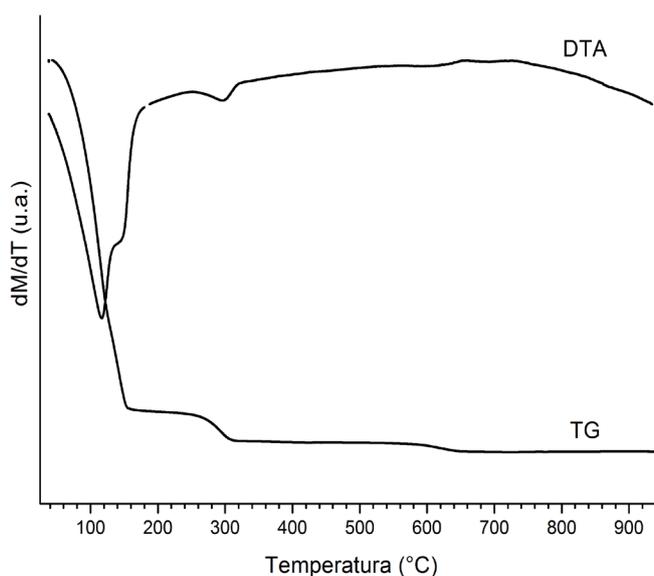


Figura 1 – Resultado de TG e DTA para o precursor dos catalisadores

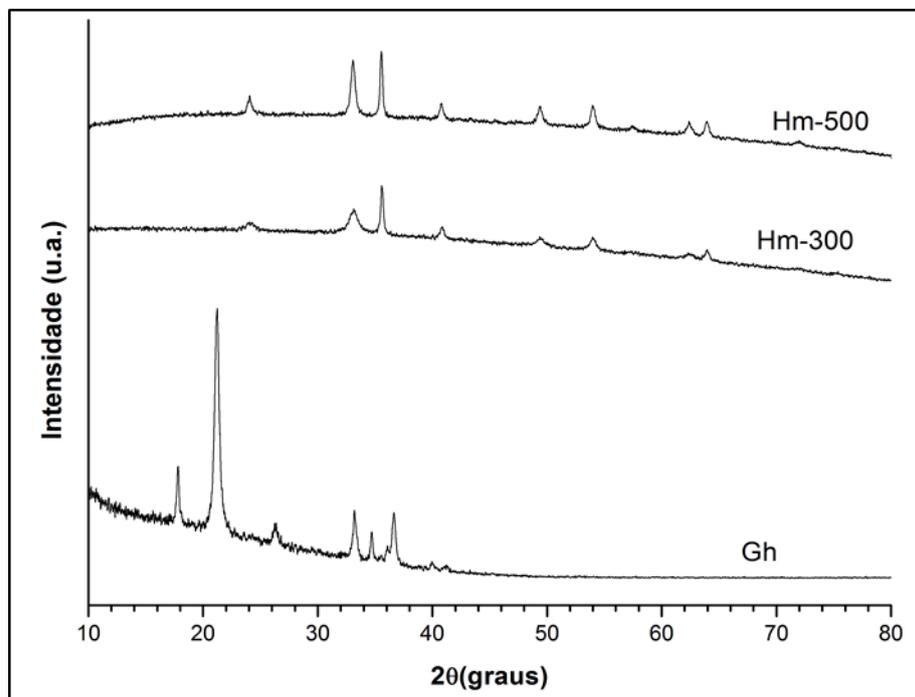


Figura 2 – Resultados da avaliação catalítica frente à reação de Fenton Heterogêneo das amostras Gh, Hm-300 e Hm-500

As imagens de microscopia eletrônica de varredura foram obtidas para avaliação da morfologia dos materiais sintetizados (Figura 3). A partir das melhores imagens obtidas, verificou-se em todas as micrografias, a presença de partículas com tamanhos e formas variadas indicando uma morfologia heterogênea. Notou-se que os sólidos apresentaram tendência à formação de aglomerados de partículas e aparência esponjosa.

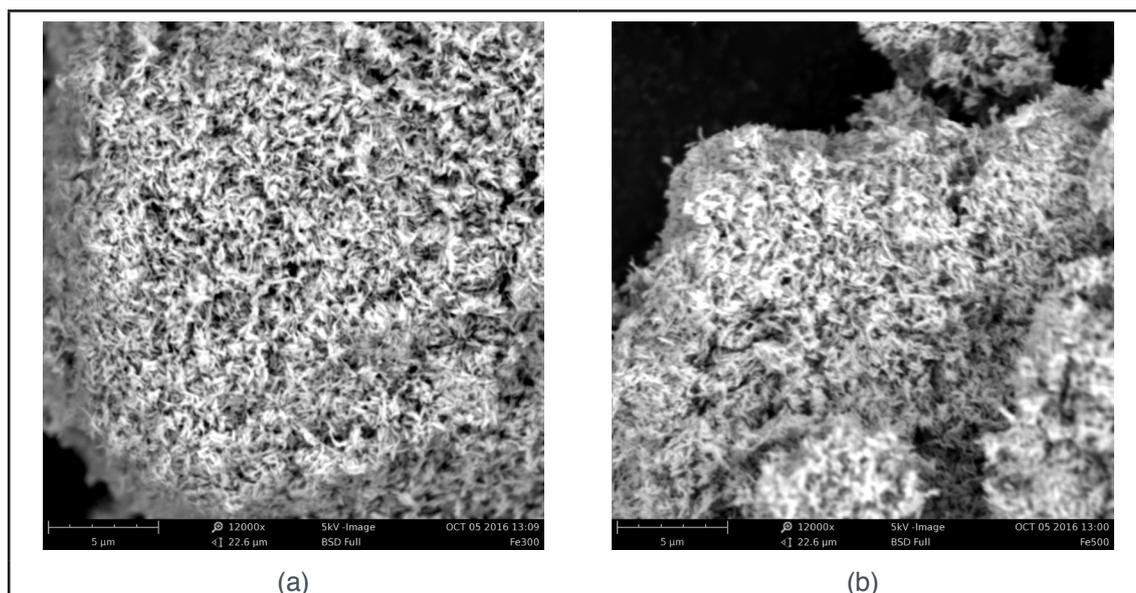


Figura 3 – MEV das amostras Hm-300(a) e Hm-500(b)

Os resultados da degradação do azul de metileno estão apresentados na Figura 4. Notou-se que todos os catalisadores foram eficientes na degradação do

corante, com destaque para a amostra Hm-300 que foi capaz de remover cerca de 90% do corante. Observou-se que, nos primeiros minutos da reação, o processo de degradação mostrou-se lento, provavelmente em decorrência da presença de espécies Fe^{3+} que têm baixa atividade na reação. Por outro lado, quando as espécies Fe^{3+} reagem com moléculas de peróxido de hidrogênio (Equação 1) são reduzidas a íons ferrosos que são ativos na reação. Além disso, os radicais hidroperoxil ($\text{HOO}\cdot$) podem reduzir os íons férricos e assim promover a formação de mais espécies ativas no meio, de acordo com a descrição da Equação 2.

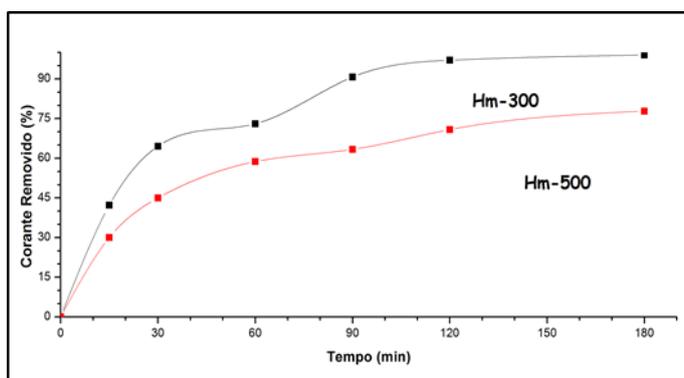


Figura 4 – Resultados da avaliação catalítica frente à reação de Fenton Heterogêneo das amostras Hm-300 e Hm-500.

4 | CONCLUSÃO

Foi possível produzir dois óxidos de ferro, na forma de hematita hexagonal, com potencial para degradar corantes orgânicos em meio aquoso, mostrando-se promissores na purificação de efluentes poluídos com corantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESB e a CAPES pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

BAIRD, C.; CANN, M. **Environmental Chemistry**. New York: Freeman and Company, 2012.

KHELIFI, E., AYED, L., BOUALLAGUI, H., TOUHAMI, Y., HAMDY, M. Effect of nitrogen and carbon sources on Indigo and Congo red decolourization by *Aspergillus alliaceus* strain 121C. **Journal of Hazardous Materials**, v. 163, n. 2-3, p. 1056-1062, 2009.

MA, J.; ZHOU, L.; DAN, W.; ZHANG, H.; SHAO, Y.; BAO, C.; JING, L. Novel magnetic porous carbon spheres derived from chelating resin as a heterogeneous Fenton catalyst for the removal of methylene

blue from aqueous solution. **Journal of colloid and interface science**, 446, 298-306, 2015.

NIDHEESH, P. V.; GANDHIMATHI, R.; RAMESH, S. T. Degradation of dyes from aqueous solution by Fenton processes: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, n. 4, p. 2099-2132, 2013.

RAY, M.B.; CHEN, J. P. WANG, L. K.; PEHKONEN, S. O. Advanced Oxidation Processes in: **Advanced physicochemical treatment processes**. New Jersey: Humana Press Inc, 2004.

TAN, K. B.; VAKILI, M.; HORRI, B. A.; POH, P. E.; ABDULLAH, A. Z.; SALAMATI-NIA, B. Adsorption of dyes by nanomaterials: Recent developments and adsorption mechanisms. **Separation And Purification Technology**, v. 150, p.229-242, 2015.

VORONTSOV, A. V. Advancing Fenton and photo-Fenton water treatment through the catalyst design. **Journal of Hazardous Materials**, p.1-29, 2018.

ZHANG, M. H., DONG, H., ZHAO, L., WANG, D. X.; MENG, D. A review on Fenton process for organic wastewater treatment based on optimization perspective. **Science of the total environment**, 2019.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JULIANO CARLO RUFINO DE FREITAS - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Obteve seu título de Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2010) e o de Doutor em Química também pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). É membro do núcleo permanente dos Programas de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (desde 2013) e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (desde 2015). Atua como Professor e Pesquisador da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG nas áreas da Síntese de Compostos Orgânicos; Bioquímica e Espectroscopia de Compostos Orgânicos. É consultor do Journal Natural Product Research, do Journal Planta Médica, do Journal Letters in Organic Chemistry e da Revista Educação, Ciência e Saúde. Em 2014, teve seu projeto, intitulado, “Aplicações sintéticas de reagentes de Telúrio no desenvolvimento de novos alvos moleculares naturais e sintéticos contra diferentes linhagens de células tumorais”, aprovado pelo CNPq. Em 2018 o CNPq também aprovou seu projeto, intitulado “Docking Molecular, Síntese e Avaliação Antitumoral, Antimicrobiana e Antiviral de Novos Alvos Moleculares Naturais e Sintéticos”. Atualmente, o autor tem se dedicado à síntese de compostos biologicamente ativos no combate a fungos, bactérias e vírus patogênicos, bem como contra diferentes linhagens de células cancerígenas com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

LADJANE PEREIRA DA SILVA RUFINO DE FREITAS - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Em 2011, obteve seu título de Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e em 2018, obteve o seu título de Doutora em Ensino das Ciências, também, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. É Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG em disciplinas da Educação Química. É avaliadora da Revista Educación Química. Atua como Pesquisadora dos fenômenos didáticos da aprendizagem no ensino das ciências. Coordena um grupo de pesquisa que desenvolve estudos sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem, sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino da Química, sobre a produção e avaliação de materiais didáticos e sobre linguagens e formação de conceitos. Atualmente, a autora, também tem se dedicado ao estudo das influências dos paradigmas educacionais na prática pedagógica. Além disso, possui vários artigos publicados em revistas nacionais e estrangeiras de grande relevância e ampla circulação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcaloides 235, 236, 237, 238, 239, 240, 253
Alimentação saudável 102, 103, 106, 110, 119, 124
Análise físico-química 291, 293
Aromas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145
Atividade antioxidante 241, 244, 248, 249, 251
Atividade experimental 23, 36, 37, 40, 79, 234

B

Bauhinia pulchella 252, 253, 262

C

Catalisadores 303, 304, 305, 306, 307
Contextualização 46, 53, 87, 88, 89, 90, 96, 101, 104, 117, 119, 121, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 176, 185, 209, 211, 230
Corantes 303, 304, 308
Cruzaína 265, 266, 269, 272, 273, 274

D

Dinâmica molecular 265, 270, 271, 273, 274, 275
Docagem 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 274

E

Educação inclusiva 147, 150, 151, 159
Energia 13, 69, 75, 115, 199, 200, 201, 205, 206, 207, 208, 226, 227, 228, 231, 267, 269, 270, 271, 274, 275, 282
Ensino-aprendizagem 15, 20, 27, 29, 31, 35, 49, 60, 91, 136, 150, 151, 194, 196, 198, 209, 216
Ensino de ciências 27, 47, 64, 74, 75, 77, 79, 80, 86, 119, 132, 133, 149, 150, 152, 153, 170, 174, 175, 184, 185, 191, 192, 196, 208, 209, 210, 211, 214, 234
Ensino de química 1, 2, 3, 26, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 47, 48, 49, 51, 52, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 139, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 158, 160, 161, 170, 177, 184, 186, 191, 192, 196, 222, 233, 234
Ensino não-formal 29, 35
Estequiometria 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 165, 166, 172
Ésteres 94, 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145
Esteroides 241, 242, 244, 247, 249, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 261, 262
Estudo fitoquímico 243, 244, 252

F

Fabaceae 241, 242, 252, 253, 262, 263

Feira livre 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Formação de professores 27, 47, 149, 152, 173, 175, 183, 184, 186, 187, 196, 220

Fraude do leite 97

G

Gravimetria 278, 279, 280, 281, 282, 285, 287, 288

H

Humirianthera ampla 235, 236, 238, 240

I

Interdisciplinar 60, 78, 83, 85, 97, 102, 105, 106, 116, 117, 119, 124, 126, 127, 131, 132, 213

K

Kits experimentais 15, 17

L

Luehea divaricata 241, 242, 250, 251

M

Matematização 199, 200, 201

Materiais alternativos 1, 15, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 147, 151

Material didático 1, 62, 147, 150, 151, 152, 153, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 182, 183, 184

Método ABP 48

Música 29, 30, 31, 33, 34, 35

N

Nanotecnologia 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 220

Neolignanas 265, 266, 267, 272

O

Óleo essencial 36, 39, 40, 41, 42, 43, 259

Oxidação 279, 281, 298, 303, 304

P

PIBID 15, 17, 29, 31, 32, 35, 69, 191, 222, 224, 233

Polarimetria 36, 38, 39, 40, 41, 43, 46

Propriedades físicas 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145

Q

Qualidade da água 278, 292, 293

Questões socioambientais 76, 77, 79, 85

S

Sequência didática 87, 88, 91, 92, 93, 95, 96, 99

Síndrome de Down 154, 155

T

Teatro 29, 30, 31, 32, 34, 35, 85, 86

Termoquímica 172, 222, 224, 230

Tocoferóis 252, 253, 255, 256

Tratamento de esgoto 291, 292, 293, 296, 301, 302

Triterpenoides 241, 242, 244, 245, 246, 249

Turbidimetria 278, 279, 280, 281, 282, 283, 287, 288, 289

V

Visita investigativa 76

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-773-4



9 788572 477734