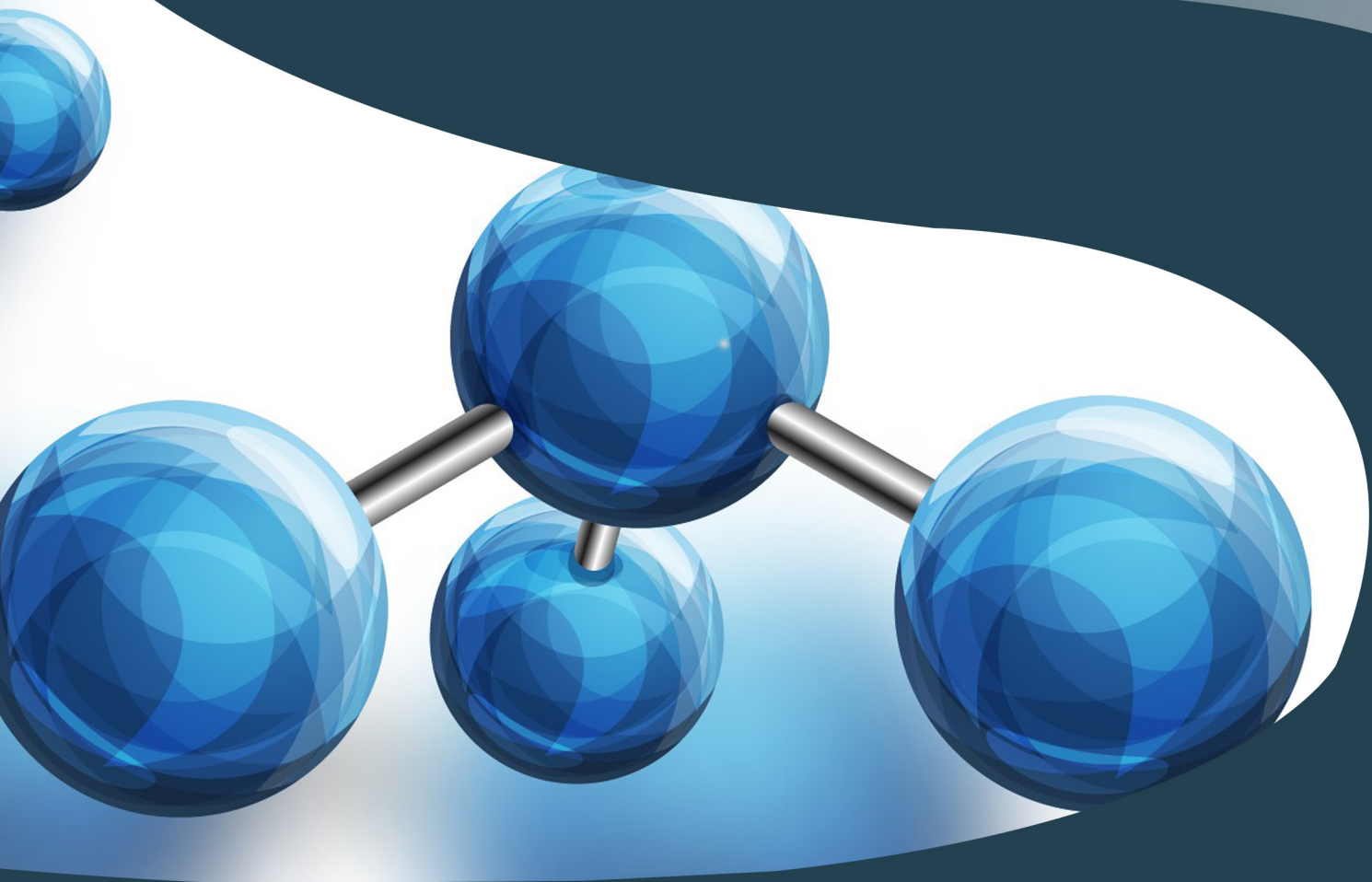


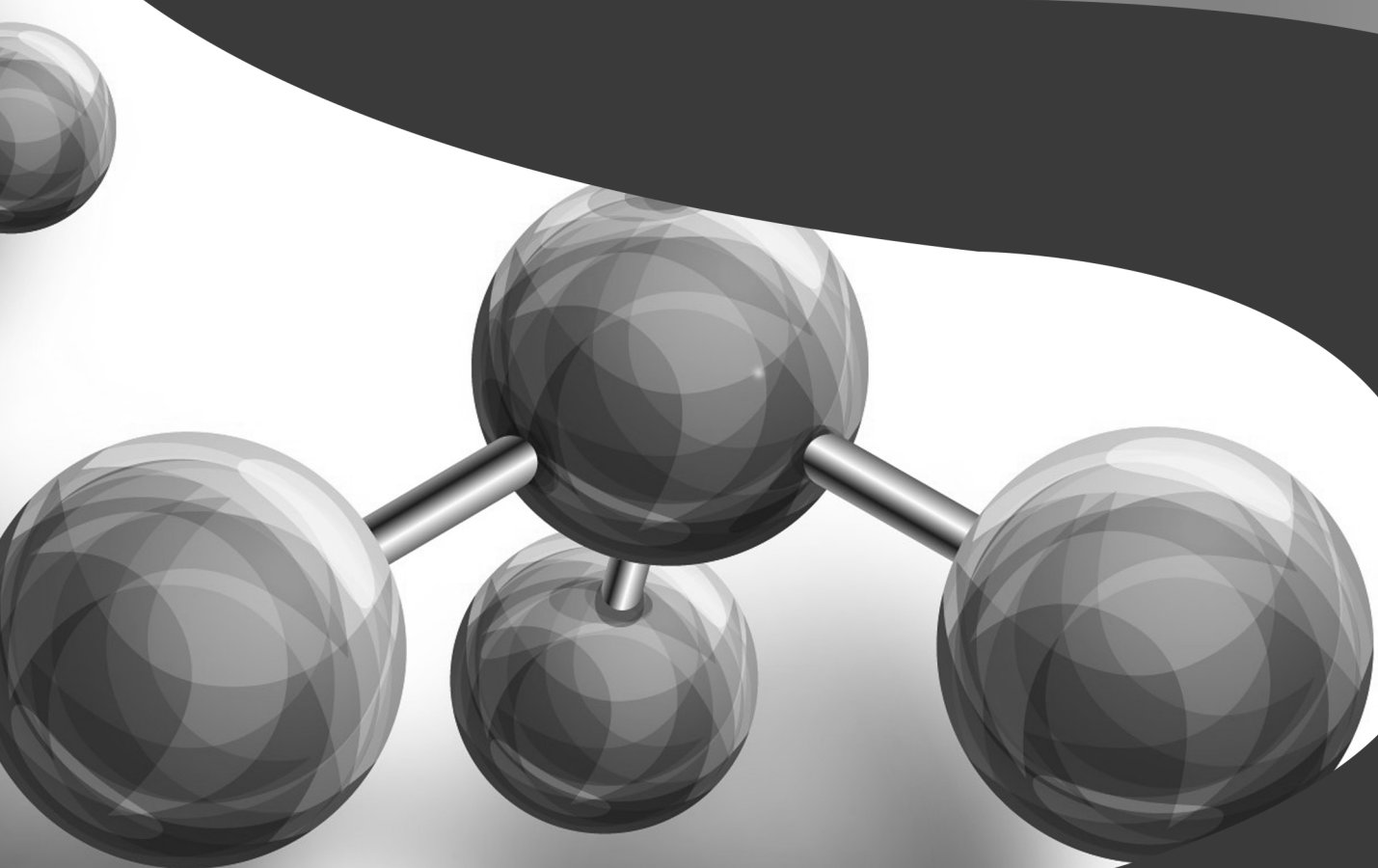
# A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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



# A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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



**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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 Internazionale delle Figlie di 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 Pietrobon – 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. 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

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  
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
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  
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  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 As ciências da vida frente ao contexto contemporâneo 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Marilande Carvalho de Andrade Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. – (As Ciências da Vida Frente ao Contexto Contemporâneo; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-907-3

DOI 10.22533/at.ed.073201301

1. Ciência. 2. Ciências da vida – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Marilande Carvalho de Andrade. II. Série.

CDD 570.9

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Nessas últimas décadas as Pesquisas em Química têm apresentado grandes avanços com contribuições de estudos, tanto de natureza teórica como prática, conferindo especulações investigativas de aspectos, tanto fenomenológicos como metodológicos da ciência.

Além disso, as pesquisas, no campo da Química, têm contado com inúmeros programas de pesquisas em todo país permitindo uma abrangência de uma variedade de área, possibilitando assim, a contemplação de uma diversidade de debates que, por sua vez tem corroborado com a produção de produtos inovadores e de qualidade.

Devido a isso, verifica-se que os inúmeros trabalhos científicos, decorrentes desses debates, têm apresentado uma grande contribuição para o avanço da ciência, com uma extrema relevância, no que diz respeito, principalmente, a sua aplicabilidade para o desenvolvimento da sociedade.

O *e-Book* " A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química" é composto por uma criteriosa coletânea de trabalhos científicos organizados em 33 capítulos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam seus debates em 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 as mais variadas áreas da química, além da prospecção de temas relevantes para o desenvolvimento social e cultural do país.

Esperamos que as experiências relatadas neste *e-Book* contribuam para o enriquecimento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas, uma vez que nesses relatos são fornecidos subsídios e reflexões que levam em consideração perspectivas de temas atuais.

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

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS: APLICAÇÕES E DESAFIOS	
Laíse Nayra dos Santos Pereira Pedro Vidinha Edmilson Miranda de Moura Marco Aurélio Suller Garcia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0732013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES POLIMÉRICOS BASEADOS EM COLÁGENO HIDROLISADO EXTRAÍDOS DE ESCAMAS DE TILAPIA CONTENDO HIDROXISALICILATO LAMELAR DE COBALTO(II) COMO CARGA	
Kauani Caldato Rafael Marangoni Silvia Jaerger Leandro Zatta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0732013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
OPTIMIZATION OF ALKALINE, ACIDIC, IONIC LIQUID AND OXIDATIVE PRETREATMENTS FOR COCONUT WASTE CONVERSION INTO FERMENTABLE SUGARS	
Polyana Morais de Melo Magale Karine Diel Rambo Michele Cristiane Diel Rambo Cláudio Carneiro Santana Junior Mateus Rodrigues Brito Yara Karla de Salles Nemet	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0732013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
DETECTION OF IN-SITU GENERATED GLYCEROL AT A LIQUID-LIQUID INTERFACE BY ELECTROCHEMICAL METHODS	
Etienne Sampaio Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0732013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
DEPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRAFENO EM SUPORTE DE SÍLICA MESOCELULAR	
Marielly Lemes Gonçalves Cristiane de Araújo da Fonseca Maria Clara Hortencio Clemente Gesley Alex Veloso Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0732013015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
ESTUDO DA ADSORÇÃO DE HIS, TRY E TYR EM MONTMORILONITA SIMULANDO AMBIENTES PREBIÓTICOS	
Adriana Clara da Silva Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0732013016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 77**

**OBTENÇÃO CATALÍTICA DE 4-AMINOFENOL EM MCF IMPREGNADA COM OURO**

Cristiane de Araujo da Fonseca  
Marielly Lemes Gonçalves  
Maria Clara Hortencio Clemente  
Gesley Alex Veloso Martins

**DOI 10.22533/at.ed.0732013017**

**CAPÍTULO 8 ..... 90**

**RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS COM CATALISADORES DE NÍQUEL SUPORTADO EM ÓXIDOS MISTOS DE LANTÂNIO E METAIS ALCALINOS TERROSOS**

Lucas Alves da Silva  
Thayná Nunes de Carvalho Fernandes  
Sania Maria de Lima  
Fernanda Amaral de Siqueira

**DOI 10.22533/at.ed.0732013018**

**CAPÍTULO 9 ..... 100**

**RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA QUIMIOENZIMÁTICA DA (±)-1-FENILETILAMINA COM LÍQUIDOS IÔNICOS DE AMÔNIO E FOSFÔNIO COMO ADITIVOS**

Fernanda Amaral de Siqueira  
Luiz Sidney Longo Júnior  
Renata Costa Zimpeck  
Jacqueline Ribeiro do Nascimento  
Ana Carolina Moralles Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.0732013019**

**CAPÍTULO 10 ..... 110**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIÁCIDA DE PRODUTOS COMERCIAIS E NATURAIS**

Juliano Carvalho Ramos  
Giovani Pakuszewski  
Luana da Silva Flores  
Vitória Valentina Trachinski Carvalho  
Samuel Henrique Kreis  
Luan Mateus da Silva Pinto  
Nathan Andryel Bollauf Antunes  
Nicolle Spricigo  
Sérgio Miguel Planinscheck

**DOI 10.22533/at.ed.07320130110**

**CAPÍTULO 11 ..... 124**

**CHEMICAL DIFFERENTIATION AND EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT POTENTIAL OF ACAI WINE BY NMR AND CHEMOMETRIC TOOLS**

Jaqueline de Araújo Bezerra  
Lúcia Schuch Boeira  
Paulo Henrique Bastos Freitas  
Nicolle Ribeiro Uchoa  
Josiana Moreira Mar  
Andrezza da Silva Ramos  
Marcos Batista Machado

**DOI 10.22533/at.ed.07320130111**



**CAPÍTULO 12 ..... 135**

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O DESCARTE DE RESÍDUOS DE COBRE E IODO**

Gabriela Trotta Linhares  
Bruna Layza Moura Vieira  
Bruna Médice Chinelate  
Tatiana Alves Toledo  
Denise Barros de Almeida Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.07320130112**

**CAPÍTULO 13 ..... 142**

**MÉTODO UTILIZANDO MICROEXTRAÇÃO EM SISTEMA DINÂMICO PARA A PRÉ-CONCENTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE CHUMBO EM AMOSTRAS DE OSTRA E CAMARÃO**

Rebeca Moraes Menezes  
Rafael Vasconcelos Oliveira  
Djalma Menezes de Oliveira  
Uneliton Neves Silva  
Valfredo Azevedo Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.07320130113**

**CAPÍTULO 14 ..... 154**

**USO DO CATALISADOR BIFUNCIONAL ÁCIDO 12-TUNGSTOFOSFÓRICO SUPTADO EM ÓXIDO DE CÉRIA-ZIRCÔNIA NA CONVERSÃO DE ETANOL A OLEFINA**

Maria Clara Hortencio Clemente  
Gesley Alex Veloso Martins  
José Alves Dias  
Sílvia Cláudia Loureiro Dias

**DOI 10.22533/at.ed.07320130114**

**CAPÍTULO 15 ..... 169**

**USO DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS ELETROQUÍMICA DIFERENCIAL ON-LINE (DEMS) NA ELETRO-OXIDAÇÃO DE ETANOL OBTIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU SOBRE ELETROCATALISADORES DE PT/C E PT80SN20/C**

Ziel Dos Santos Cardoso  
Deracilde Santana da Silva Viégas  
Cáritas de Jesus Silva Mendonça  
Adeilton Pereira Maciel  
Isaide de Araujo Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.07320130115**

**CAPÍTULO 16 ..... 183**

**EVALUACIÓN DE VINOS PERUANOS CON SIMPLES Y ECONÓMICAS NARICES ELECTRÓNICAS**

Ana Lucía Paredes Doig  
Mario Hurtado-Cotillo  
Rosario Sun Kou  
Elizabeth Doig Camino  
Gino Picasso  
Adolfo La Rosa-Toro Gómez

**DOI 10.22533/at.ed.07320130116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>196</b>
TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS: IMPORTÂNCIA DE CONSCIENTIZAÇÃO DA COMUNIDADE ACADÊMICA SOBRE O DESCARTE RESPONSÁVEL	
Karolynne Campos de Moraes Rafaela Rocha de Paula João Marcos Silva Rosendo dos Santos Iago Santos Mesquita Aline Maria dos Santos Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>208</b>
RELATO DE UMA OFICINA DE FOTOCATÁLISE COMO FORMA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E APROXIMAÇÃO ENTRE ENSINO SUPERIOR E EDUCAÇÃO BÁSICA	
Lorena Mota Rebouças Marluce Oliveira da Guarda Souza Vanessa da Silva Reis Abraão Felix da Penha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>218</b>
REALIZAÇÃO E EXECUÇÃO DE UM CURSO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA COMO PRÁTICA DE ENSINO DE GRADUANDOS DO PIBID	
Maria Lucia Teixeira Guerra de Mendonça Rosana Petinatti da Cruz Roberto Barbosa de Castilho Victor de Souza Marques Luiza Duarte Rodrigues da Costa Stefanie Figueira Melo Marinho Milena Belloni Cavalcante da Silva Isabella Oliveira da Silva Thayssa Ramos Quintiliano Lima Juliana Petinatti Sarmento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>221</b>
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA DA 2ª ETAPA DA EJA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA – PA	
Carlos Henrique Cordeiro Castro Joseph Ranei Oliveira Pereira Tatiani Da Luz Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>234</b>
DIAGNÓSTICO DE DISCENTES DO CURSO DE QUÍMICA A CERCA DO ENSINO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM SOCIO-AMBIENTAL (CTSA)	
Micheline Soares Costa Oliveira Michelle Maytre da Costa Mota Cristiane Duarte Alexandrino Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130121</b>	

**CAPÍTULO 22 ..... 245**

ENSINO DE QUÍMICA PARA CEGOS E A FORMAÇÃO DOS FUTUROS PROFESSORES: UM BREVE RELATO DE PESQUISA DESENVOLVIDA EM INSTITUTO FEDERAL

Caroline Oliveira Santos  
Ivan Pollarini Marques de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.07320130122**

**CAPÍTULO 23 ..... 258**

ESTUDO SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES E OS PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Mayla Eduarda Rosa  
Joana de Jesus de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.07320130123**

**CAPÍTULO 24 ..... 266**

A IMPORTÂNCIA DA DISCIPLINA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO DOCENTE

Juracir Francisco de Brito  
Angélica de Brito Sousa  
Raimunda Alves Melo  
Darlisson Slag Neri Silva  
Samuel de Macêdo Rocha  
Aurileide Maria Bispo Frazão Soares  
Luciano Soares dos Santos  
Jardel Meneses Rocha  
Tiago Linus Silva Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.07320130124**

**CAPÍTULO 25 ..... 278**

A DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ETANOL NA GASOLINA COMUM COMO ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Carlos César da Silva  
Eulália Cristina Rodrigues Ficks

**DOI 10.22533/at.ed.07320130125**

**CAPÍTULO 26 ..... 287**

ANALISANDO NOSSA PRECIOSIDADE - ÁGUA

Carla Aparecido da Silva Lopes  
Eliane Flora

**DOI 10.22533/at.ed.07320130126**

**CAPÍTULO 27 ..... 291**

A UTILIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS NA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS: UMA REVISÃO

Tiago Linus Silva Coelho  
Jesus Antonio Duarte Gualteros  
Darlisson Slag Neri Silva  
Angélica de Brito Sousa  
Fernando Pereira Lima

Juracir Francisco de Brito  
Mikael Kélvyn de Albuquerque Mendes  
Edivan Carvalho Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.07320130127**

**CAPÍTULO 28 ..... 301**

ANÁLISE *IN SILICO* DE INIBIDORES DA ENZIMA 6-FOSFOGLUCONOLACTONASE DO PARASITA *Leishmania* SP. USANDO DOCKING MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR

Alan Sena Pinheiro  
Jorddy Neves da Cruz  
Renato Araújo da Costa  
Sebastião Gomes Silva  
João Augusto Pereira da Rocha  
Claudia Oliveira Sena  
Jose de Arimateia Rodrigues do Rego  
Isaque Gemaque de Medeiros  
Fábio Alberto de Molfetta

**DOI 10.22533/at.ed.07320130128**

**CAPÍTULO 29 ..... 313**

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANÁLISE DOS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOÍDES DE AMOSTRAS DE PRÓPOLIS DO VALE DO IVAÍ, BRASIL

Adriana Regina Parmegiani de Oliveira  
Camila Peitz  
Ranieri Campos  
Cristina Peitz de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.07320130129**

**CAPÍTULO 30 ..... 322**

ATIVIDADE DE CATALASE DE UM NOVO MATERIAL BASEADO EM QUITOSANA E UM COMPLEXO DE COBRE (II)

Carla Nanci Maia Donola Pereira  
Mariana Bengaly Marques  
Felipe Pereira da Silva  
Thais Petizero Dionízio  
Thaís Delazare  
Annelise Casellato

**DOI 10.22533/at.ed.07320130130**

**CAPÍTULO 31 ..... 333**

AVALIAÇÃO DA ATRATIVIDADE DE FÊMEAS DE *Ceratitis capitata* PARA COMPOSTOS VOLÁTEIS DO FRUTO HOSPEDEIRO *Averrhoa carambola* L.

Camila Pereira de Lima Chicuta  
Nathaly Costa de Aquino  
Raphael de Farias Tavares  
Luana Lima Ferreira  
Jéssica de Lima Santos  
Andreza Heloiza da Silva Gonçalves  
Ruth Rufino do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.07320130131**

<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>344</b>
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MOLUSCÍCIDA DOS EXTRATOS POLARES DE <i>Strongylodon macrobotrys</i> (LEGUMINOSAE) E <i>Bidens Pilosa</i> (ASTERACEAE) SOBRE <i>Achatina fulica</i> , 1822 (MOLLUSCA, ACHATINIDAE)	
Lúcia Pinheiro Santos Pimenta	
Bruna Aparecida de Souza	
Alan Rodrigues Teixeira Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130132</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>356</b>
ESTUDO COMPARATIVO DO FEROMÔNIO SEXUAL DE DUAS POPULAÇÕES SUL AMERICANAS DE <i>Anastrepha obliqua</i>	
Claudinete dos Santos Silva	
Regivaldo dos Santos Melo	
Rafael Augusto Nobrega Tavares	
Nathaly Costa de Aquino	
Raphael de Farias Tavares	
Lucie Vanícková	
Adriana de Lima Mendonça	
Nelson Augusto Canal Daza	
Ruth Rufino do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07320130133</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>364</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>365</b>

## NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS: APLICAÇÕES E DESAFIOS

Data de aceite: 16/12/2019

Data de submissão: 14/10/2019

### Laíse Nayra dos Santos Pereira

Universidade Federal do Piauí, Campus  
Universitário, Ministro Petrônio Portela,  
Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.  
Instituto Federal do Maranhão, Campus São  
Raimundo das Mangabeiras, Rodovia  
BR-230, Km 319, CEP 65840-000, São  
Raimundo das Mangabeiras, MA, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0003-4173-5487>

### Pedro Vidinha

Departamento de Química Fundamental, Instituto  
de Química, Universidade de São Paulo, Avenida  
Professor Lineu Prestes, 748, CEP 05508-000,  
São Paulo, SP, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-3907-4969>

### Edmilson Miranda de Moura

Universidade Federal do Piauí, Departamento de  
Química, Campus Universitário, Ministro Petrônio  
Portela, Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI,  
Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-1527-5037>

### Marco Aurélio Suller Garcia

Departamento de Química Fundamental,  
Instituto de Química, Universidade de São  
Paulo, Avenida Professor Lineu Prestes, 748,  
CEP 05508-000, São Paulo, SP, Brasil.  
Departamento de Química, Universidade  
Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses,  
1966, CEP 65.080-805, São Luís, MA, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-3290-9297>

**RESUMO:** Nesse capítulo, reportamos uma breve revisão sobre os usos e desafios encontrados em aplicações de nanopartículas magnéticas. Enfatizamos suas principais potencialidades em diversos campos da biomedicina, catálise, reação de Fenton, produção de hidrogênio e purificação de águas.  
**PALAVRAS-CHAVE:** Nanopartículas Magnéticas; Catálise; Biomedicina; Produção de hidrogênio; Purificação de águas.

### MAGNETIC NANOPARTICLES: APPLICATIONS AND CHALLENGES

**ABSTRACT:** In this chapter, we report a brief review of the uses and challenges met in magnetic nanoparticle applications. We emphasize its main potentialities in diverse fields of biomedicine, catalysis, Fenton reaction, hydrogen production, and water purification.  
**KEYWORDS:** Magnetic nanoparticles; Catalysis; Biomedicine; Hydrogen production; Waters Purifying.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, muitos sistemas nanoparticulados estão sendo utilizados; dentre eles, os baseados em nanopartículas magnéticas (MNPs) assumem papel importante em virtude de suas propriedades

químicas, elétricas, ópticas e, sobretudo, propriedades magnéticas (ZHU, K. et al, 2018). As máximas magnetizações das MNPs dependem principalmente de tamanho e forma. Para pequenas nanopartículas magnéticas, a formação de paredes de domínios magnéticos fornece um estado de alta energia, o que propicia a formação de aglomerados. A fim de evitar a aglomeração, as MNPs podem ser revestidas com diferentes compostos (como, por exemplo, sílica, carbono, óxidos metálicos e polímeros) para isolá-las de ambientes externos (WU, W. et al, 2008).

Dessa forma, as MNPs têm encontrado inúmeras aplicações promissoras em diversos campos de atuação (Figura 1). Por exemplo, na biomedicina as MNPs são utilizadas em diagnóstico e terapêutica médica (ULBRICH, K. et al, 2016), administração de fármacos guiada por imagem, terapia fototérmica (SMITH, B. et al, 2017; ISSA, B. et al, 2013), ressonância magnética (HU, Y., 2017), armazenamento de dados (WU, L. et al, 2016) e biossensores e biochips baseados em filmes magnéticos (ROSSI, N. et al, 2005). Em remediação ambiental, são utilizadas especialmente para purificação de águas, com captura de bactérias e remoção de íons diversos (JIN, Y. et al, 2014). Em aplicações tecnológicas e engenharia, as MNPs se destacam na área de catálise (ZHANG, Q. et al, 2019), devido à sua alta área superficial, facilidade de separação e boa capacidade de reutilização, o que é vantajoso, já que para essa aplicação as nanopartículas não dependem da bioestabilidade e propriedades de superfície necessárias para a biomedicina (XU, Y. et al, 2010).

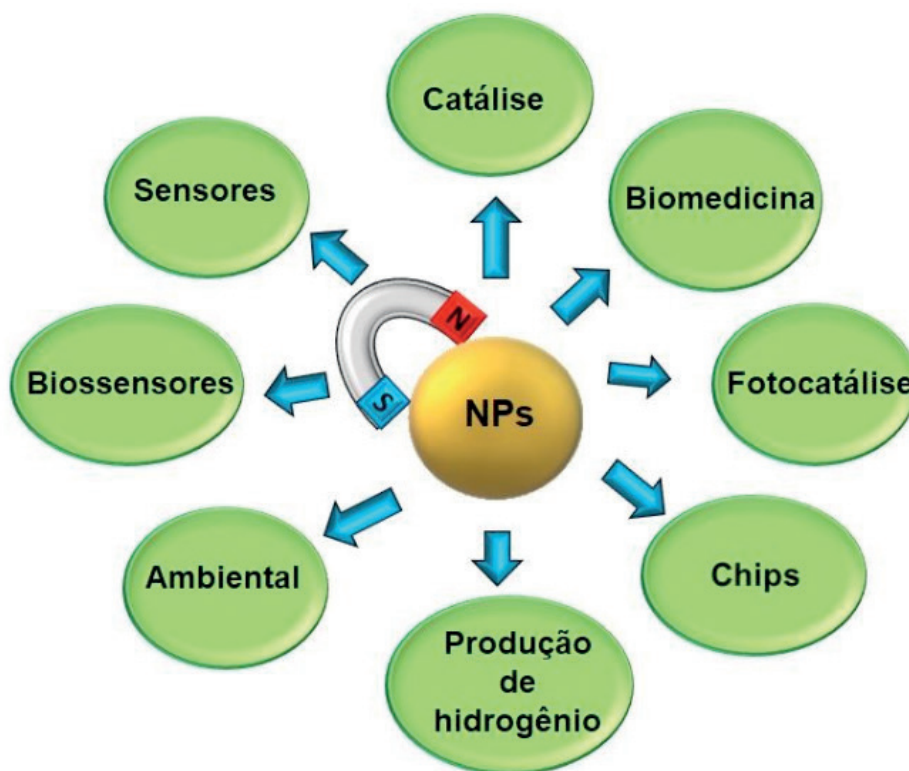


Figura 1. Aplicações das nanopartículas magnéticas em diferentes áreas.

Nesse capítulo, reúne-se uma visão geral das pesquisas mais importantes do emprego das MNPs e suas principais áreas de atuação: biomedicina, catálise, produção de hidrogênio, purificação de águas e reação Fenton. Além disso, o uso de MNPs para detecção analítica em biossensores também está documentado nesse capítulo. Desse modo, objetiva-se gerar amplo interesse nas aplicações das MNPs e fomentar novas pesquisas na área.

## 2 | AVANÇOS NO DESENVOLVIMENTO DE NANOMATERIAIS MAGNÉTICOS NA BIOMEDICINA

Os nanomateriais apresentam oportunidades únicas para a entrega direcionada e liberação controlada de fármacos. Em particular, as MNPs modificadas podem executar funções de direcionamento, diagnóstico e terapêutica (liberação de drogas e/ou hipertermia magnética). No entanto, projetar nanopartículas para administração de medicamentos é uma tarefa desafiadora (HAO, R. et al, 2010; FRATILA, R. et al, 2015).

As MNPs oferecem uma oportunidade de criar multifuncionalidade para modalidades diagnósticas e terapêuticas inovadoras, aplicáveis no tratamento de diversas doenças (KRISHNAN, 2016). São classificadas, segundo *U.S. Food and Drug Administration* (US-FDA) e devem estar em conformidade com as diretrizes da ISO 10993 (BOBO, D. et al, 2016), devido ao seu tamanho, uma vez que esse influencia diretamente as propriedades farmacocinéticas e citotoxicidade das MNPs. Assim, é possível obter um controle do tamanho das MNPs, atingindo dimensões entre 1 e 100 nanômetros, o que as colocam em dimensões menores que o tamanho das células, vírus ou proteínas (ISSA, B. et al, 2013). Com isso, é possível uma interação entre MNPs e a amostra biológica de interesse. Geralmente, as partículas maiores são usadas como agente de contraste para ressonância magnética (ZAREEI, L., 2019). Em contrapartida, as partículas menores (~20 nm) são úteis como carreadores de fármacos para tratamento de diversos tipos de câncer (FONTANIVE, V. et al, 2014; VO-DINH, 2007).

Outra característica das MNPs é que elas possuem boa estabilidade química, baixo custo e, geralmente, são biocompatíveis dependendo da sua síntese (FONTANIVE, V. et al, 2014); SHUKLAS, S. et al, 2015), facilitando assim, a incorporação de fármacos que poderão ser direcionados ao seu local de ação, por meio de um campo magnético. Desse modo, o sistema de liberação controlada de fármacos com controle espaço-temporal é a chave para enfrentar uma série de desafios nas aplicações de administração de fármacos (MABROUK, 2019), uma vez que, permite a redução dos efeitos colaterais, da dose do fármaco (JAVAD, S., 2014) e do risco de toxicidade (GOLDBERG, M., 2007).

Dentre as diversas nanopartículas de óxidos metálicos que são investigadas



por seu potencial magnético, convém destacar as classes das ferritas,  $MFe_2O_4$  NPs (M = Fe, Co, Mn, etc.), que vêm atraindo amplo interesse nos campos de separação magnética em catalisadores e na biomedicina (ZHU, K. et al, 2018). Na literatura, são reportadas pesquisas utilizando MNPs modificadas, inseridas em um polímero ou lipossoma, e que são conjugadas a um fármaco anticâncer, a fim de melhorar a estabilidade e afinidade com a célula tumoral ou, inclusive, transmitir uma clivagem específica no tumor (SUTRADHAR, K., 2014; MATSUMURA, Y., 1986; PEER, D., 2007).

Outro emprego das MNPs consiste no uso de terapias baseadas em hipertermia por fluido magnético (HFM) (KUMAR, C. et al, 2011). Essas, por sua vez, apresentam algumas vantagens em comparação ao tratamento convencional para hipertermia, sendo que as MNPs podem ser direcionadas através de agentes de ligação específicos do câncer, tornando o tratamento mais seletivo. Além disso, as células cancerígenas absorvem as MNPs, aumentando assim a eficácia do tratamento, fornecendo calor terapêutico diretamente a elas; as MNPs podem também atravessar a barreira hematoencefálica (BHE) e, portanto, serem usadas no tratamento de tumores cerebrais (MOISE, S. et al, 2018; SENAPATI, S. et al, 2018).

Novos paradigmas, como discos magnéticos induzidos por estímulos magnetomecânicos, podem ser empregados para tratamento de câncer. Nessa abordagem, os discos magnéticos são direcionados aos tumores e a destruição das células cancerígenas ocorre através da ruptura da membrana celular, iniciada pela rotação dos mesmos (KUMAR, C., 2011). Outra aplicação importante é em ferramentas de imagem, como ressonância magnética, técnica não invasiva que fornece imagens de alta resolução para o monitoramento da morfologia do tecido e detalhes anatômicos (FATIMA, H. et al, 2018) e imagem por fluorescência (SUN, M. et al, 2016).

As aplicações biomédicas das MNPs se tornaram um dos principais campos de pesquisa devido às suas vantagens insubstituíveis. Outra aplicação promissora de nanomateriais funcionais magnéticos na biomedicina é na engenharia de tecidos (CARDOSO, V. et al, 2018; HASAN, A. et al, 2018). A vantagem das MNPs nessa área decorre do seu pequeno tamanho e da sua grande relação superfície/volume associada, que é comparável a peptídeos e proteínas pequenas. Destarte, as nanopartículas magnéticas biomiméticas, com forma e tamanho controlados, podem se tornar favoráveis nessa área específica da biotecnologia.

### **3 | NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICOS EMPREGADOS NA CATÁLISE**

As nanopartículas magnéticas têm atraído a atenção na catálise, em consequência à sua resposta a um campo magnético externo, e ao desenvolvimento

de catalisadores magnéticos imobilizados com enzimas, complexos metálicos e nanopartículas metálicas (ALI, A. et al, 2016; KHAN, I. et al, 2017; ROSSI, L. et al, 2014). Assim, as MNPs podem ser usadas como suporte para catalisadores (PEREIRA, L. et al. 2019; DE MOURA, E. et al, 2015). Os primeiros exemplos da aplicação da separação magnética no campo da catálise foram baseados nas propriedades magnéticas intrínsecas do Fe, Ni, Co e óxidos de ferro (ROSSI, L. et al, 2012). A magnetita e a hematita têm sido empregadas como catalisadores em importantes reações industriais, incluindo a síntese de Haber-Bosch e dessulfuração do gás natural (BERGMANN, C., 2011).

A maioria dos exemplos no campo da catálise envolve a engenharia de nanomateriais recuperáveis magneticamente, nos quais a fase ativa do catalisador é ligada por interações covalentes ou eletrostáticas às MNPs. A separação magnética é uma opção ecológica para a recuperação de catalisadores, pois minimiza o uso de solventes e materiais, reduz o tempo de operação e minimiza a perda de catalisador (ROSSI, L. et al, 2014; ANASTAS, P. et al, 2014).

#### 4 I NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS PARA A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

Atualmente, a principal aplicação do hidrogênio em escala industrial é no refino do petróleo, em reações de hidrodessulfurização, hidrodessulfurização e hidrodessulfurização (ELIZALDE, et al, 2009). A principal rota produtiva do hidrogênio utilizado em refinarias de petróleo é a reforma a vapor do gás natural (HARYANTO et al., 2005), que é obtida em altas pressões e temperaturas. Dentre tal pontecionalidade no refino do petróleo, o hidrogênio também pode ser empregado em células a combustível. De fato, o uso de hidrogênio associado a motores elétricos representa, em princípio, um sistema de produção de energia totalmente ecológico e eficiente (HOSSEINI, S. et al, 2016).

Pesquisas realizadas sobre a produção de hidrogênio, por meio da reação de um metal com a água, são atrativas, pois o método é eficaz, de baixo custo e relativamente simples. Magnésio (Mohamend, 2008), alumínio (Hammerstroem, D. et al, 2011) e ferro (OTSUKA, 2003; PATEL, 2018) são muito utilizados para essa finalidade. Entretanto, o ferro tem a vantagem de alta segurança no manuseio, porque dificilmente reage com a água a baixas temperaturas (OKADA, T. et al, 2013).

Outra vertente na produção de hidrogênio é no uso de energias renováveis, como a energia solar, por meio de um processo fotocatalítico a partir de água (ZOU, Z. et al, 2001). Desse modo, óxidos semicondutores, tais como  $\text{TiO}_2$  e  $\text{SrTiO}_3$  (XU, X. et al, 2011) são aplicados à produção fotocatalítica de hidrogênio. No entanto, a maioria dos óxidos não possui absorção efetiva da luz visível, devido a intervalos de banda maiores que 3,0 eV (ZOU, et al, 2011). Consequentemente, a hematita ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) é

um dos fotocatalisadores de luz visível que respondem de modo promissor, devido ao seu intervalo de banda favorável (cerca de 2,1 eV) (SAREMI-YARAHMADI, 2010). Embora apresente transferência de carga lenta e limitada absorção de luz visível, pode ser fonte de heterojunção com semicondutores, a fim de aumentar a sua eficiência de conversão (SAREMI-YARAHMADI, 2010).

## 5 | PURIFICAÇÃO E LIMPEZA DE ÁGUAS

A poluição da água é considerada um sério problema ambiental. Dentre os vários tipos de contaminantes, a contaminação microbiana não pode ser negligenciada (AYANGBENRO, 2017). Uma forma de minimizar tal problema é o emprego das MNPs em purificação de águas, conforme mostra a Tabela 1. Alguns dos principais usos das MNPs são para remoção de espécies orgânicas, eliminando bactérias, degradando corantes e possibilitando a captura e separação de microrganismos de águas residuais (GUO, J. et al, 2011). Entretanto, vários processos são reportados, como mostrado na Tabela 1.

Tipo de MNPs	Analito / Amostra	Referências
$\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$	Triazina/ Água Herbicidas/ Água sulfunilureia	Lassarte et al, 2014. Bouri et al, 2012.
$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Bisfenol / Água Antidepressivos/ Fluidos biológicos	Najafabadi et al, 2015. Asghar et al, 2013.
$\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$	Cr(III) e Cr(IV)/ Águas e solos	Tavallali et al, 2013.
$\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZrO}_2$	Fosfatos/ Águas	Wang et al, 2016.
$\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$	Clorobenzenos/ solos	Zhang et al, 2015.

Tabela 1. Algumas nanopartículas magnéticas empregadas no tratamento de águas e seus respectivos analitos.

Outro exemplo consiste na extração de herbicidas com líquidos iônicos suportados em MNPs, que foi desenvolvido por Bouri et al, 2012. Os autores demonstraram que o material é adequado para extração e pré-concentração de herbicidas, devido à alta área superficial e à excelente capacidade de adsorção (RÍOS, A. et al, 2016).

Outros materiais magnéticos interessantes, usados no preparo e tratamento de amostras, são os polímeros magnéticos com impressão molecular (MMIPs) (SANTOS, M. et al, 2012). As aplicações mais importantes dos MMIPs têm sido como adsorventes seletivos em processos analíticos para limpeza e/ou pré-concentração de amostras. Um material magnético com reconhecimento seletivo para 2,4-diclorofenol em águas

foi proposto por Pan et al, 2011. Para evitar a dispersão das partículas de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  e a fragilidade do polímero, o material foi obtido através da co-precipitação de atapulgita (argilomineral) e  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , a partir de uma suspensão de atapulgita pré-modificada com  $\text{FeCl}_3$ . Em seguida, as partículas magnéticas foram revestidas com uma fina película de polímero. O material exibiu estabilidade térmica e propriedade magnética adequada para separação do analito e da amostra (PAN, G. et al, 2011).

## 6 | REAÇÃO DE FENTON

A oxidação catalítica de ácido tartárico na presença de sais ferrosos e peróxido de hidrogênio foi relatada por Fenton (FENTON, 1894), que consiste em um processo simples e eficiente para o tratamento de águas residuais e industriais. Nesse processo, o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) é adicionado às águas residuais na presença de um sal ferroso, produzindo espécies fortemente oxidativas em relação aos compostos orgânicos presentes na água. Os radicais hidroxila ( $\text{OH}\cdot$ ) são considerados como as principais espécies oxidantes no processo de Fenton. Entretanto, tenham sido propostas espécies de ferro de alta valência e radicais alcóxi. (JUNG, 2009; NOGUEIRA et al, 2007).

Um dos primeiros trabalhos que descreveram a oxidação de compostos orgânicos visando o tratamento de águas por reação de Fenton foi de Barbeni et al, 1987, que estudou a degradação de clorofenóis. A potencialidade do processo para o tratamento de efluentes foi mais tarde enfatizada por Bigda et al. em 1995, devido à simplicidade de sua aplicação, uma vez que, a reação ocorre à temperatura e pressão ambientes, não requer nenhum reagente ou equipamento especial e se aplica a uma grande variedade de compostos.

Dentre os catalisadores heterogêneos mais usados na reação de Fenton, os minerais de óxido de ferro, como magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematita ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) e goethita ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ) são de grande importância por causa de sua ampla disponibilidade e propriedades estruturais, magnéticas e catalíticas. Observou-se que a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) possui uma catálise eficiente no sistema do tipo Fenton, que é atribuído à presença de espécies de  $\text{Fe}^{2+}$  na estrutura da magnetita (HU, B., et al, 2011). Com uma estrutura de cristal de espinélio invertido, ela exibe propriedades elétricas e magnéticas únicas baseadas na transferência de elétrons entre íons ferrosos e íons férricos nos sítios octaédricos (YAN, 2009). Pesquisadores relatam que nanopartículas  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  podem ser utilizados como um catalisador heterogêneo do tipo Fenton para remoção de contaminantes ambientais, incluindo anilina, pentaclorofenol, fenol, p-nitrofenol (SUN, S. et al, 2011). Em vista disso, os processos de oxidação envolvendo MNPs estão se tornando cada vez mais importantes para as tecnologias de tratamento de águas residuais, especialmente para contaminantes não-biodegradáveis.

## 7 | CONCLUSÃO

Esse capítulo retratou potenciais usos de nanopartículas magnéticas em diversas áreas. Dessa forma, essa pesquisa abre oportunidades promissoras para o desenvolvimento de pesquisas biomédicas com abordagens no tratamento de doenças, sistemas de administração de fármacos baseados em hipertemia, e diagnóstico por imagens para a detecção precoce de tumores e outros distúrbios, devido às suas sensibilidades magnéticas. O capítulo também abordou outros tópicos relevantes de aplicações de partículas magnéticas na catálise e purificação de água, que são de grande importância, dadas as demandas atuais. Além disso, os materiais magnéticos, quando sintetizados de maneira controlada, podem ser utilizados para resolver problemas específicos em áreas relacionadas ao meio ambiente e energia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Capes, CNPq, FAPESP/SHELL Brasil através “Research Centre for Gas Innovation – RGCI” (FAPESP Proc. 2014/50279-4), cediado pela Universidade de São Paulo.

## REFERÊNCIAS

ALI, A.; ZAFAR, H.; ZIA, M. et al. **Synthesis, characterization, applications, and challenges of iron oxide nanoparticles**. Nanotechnol Sci Appl. 9, p. 49-67, 2016.

ANASTAS, P. T.; PEROSA, A.; SELVA, M. **Green Processes: Green Nanoscience**. John Wiley & Sons, 2014.

ASGHAR, E. A.; YAMINI, Y.; FARAJI, M. et al. **Solid-phase microextraction based on cetyltrimethylammonium bromide-coated magnetic nanoparticles for determination of antidepressants from biological fluids**. Med. Chem. Res. 22, p.1570-1577, 2013.

AYANGBENRO, A. S.; BABALOLA, O.O. **A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of Microbial Biosorbents**. Int J Environ Res Public Health.94, 2017.

BARBENI, M.; MINERO, C.; PELIZZETTI, E. et al. **Chemical degradation of chlorophenols with Fenton's reagent ( $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2$ )**. Chemosphere, 16, 2225-2237, 1987.

BERGMANN, C. P.; DE ANDRADE, M. J. **Nanostructured Materials for Engineering Applications**. Springer Science & Business Media, 2011.

BIGDA, R. J. **Consider Fenton's Chemistry for Wastewater Treatment**. Chemical Engineering Progress, 91, p.62-66, 1995.

BOBO, D.; ROBINSON, K.J.; ISLAM, J.; THURECHT, K.J.; CORRIE, S.R. **Nanoparticle-Based Medicines: A Review of FDA-Approved Materials and Clinical Trials to Date**. Pharm. Res. 33, p. 2373-2387, 2016.

BOURI, M.; GURAU, M.; SALGHI, R. et al. **Ionic liquids supported on magnetic nanoparticles as a sorbent preconcentration material for sulfonylurea herbicides prior to their determination by**

**capillary liquid chromatography.** Anal. Bioanal. Chem. 404 p.1529-1538, 2012.

CAMBAÚVA, G.; MIZUNO, S. C. M.; SANTOS, J. B. O. **Produção de hidrogênio via reforma a vapor do etanol: análise termodinâmica.** Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 1, p.4, 2017.

CARDOSO, V. F.; FRANCESKO, A.; RIBEIRO, C. et al. **Advances in magnetic nanoparticles for biomedical applications.** Advanced Healthcare Materials. 7, p.1700845, 2018.

DE MOURA, E. M.; GARCIA, M. A. S.; GONÇALVES, R. V. et al. **Gold Nanoparticles Supported on Magnesium Ferrite and Magnesium Oxide for the Selective Oxidation of Benzyl Alcohol.** RSC Adv. 5, p.15035-15041, 2015.

ELIZALDE, I.; ANCHYETA, J. **Modeling the Simultaneous Hydrodesulfurization and hydrocracking of Heavy Residue Oil by using the Continuous Kinetic Lumping Approach.** Energy & Fuels., 26, p.1999-2004, 2009.

FATIMA, H.; KIM, K. **Iron-based magnetic nanoparticles for magnetic resonance imaging.** Advanced Powder Technology. 29, p. 2678-2685, 2018.

FENTON, H. J. H. **Oxidation of tartaric acid in presence of iron.** J. Chem. Soc. 65, p. 899-910, 1894.

FONTANIVE, V. C. P.; KHALIL, N. M.; COTICA, L. F. **Aspectos físicos e biológicos de nanopartículas de ferritas magnéticas.** Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl. 35, p. 549-558, 2014.

FRATILA, R. M.; RIVERA-FERNÁNDEZ, S.; DE LA FUENTE, J. M. **Shape matters: synthesis and biomedical applications of high aspect ratio magnetic nanomaterials.** Nanoscale, 7, p.8233-8260, 2015.

GOLDBERG, M.; LANGER, R.; JIA, X. **Nanostructured materials for applications in drug delivery and tissue engineering.** J. Biomater. Sci. Polym. Ed. 18, p. 241-268, 2007.

GUO, J. F.; MA, B.; YIN, A. et al. **Photodegradation of rhodamine B and 4-chlorophenol using plasmonic photocatalyst of Ag-AgI/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SiO<sub>2</sub> magnetic nanoparticle under visible light irradiation.** Appl. Catal., B. 101, p. 580-586, 2011.

HAMMERSTROEM, D. W.; BURGERS, M. A.; CHUNG, S. W. et al. **Aluminum Nanoparticles Capped by Polymerization of Alkyl-Substituted Epoxides: Ratio-Dependent Stability and Particle Size.** Inorganic Chemistry, 50, p. 5054-5059, 2011.

HAO, R.; XING, R.; XU, Z. et al. **Synthesis, Functionalization, and Biomedical Applications of Multifunctional Magnetic Nanoparticles.** Adv. Mater. 22, p.2729-2742, 2010.

HARYANTO, A.; FERNANDO, S.; MURALI, N.; ADHIKARI, S. **Current status of hydrogen production techniques by steam reforming of ethanol: A review.** Energy & Fuels., 19, p. 2098-2106, 2005.

HASAN, A.; MORSHED, M.; MEMIC, A. et al. **Nanoparticles in tissue engineering: applications, challenges and prospects.** Int J Nanomedicine.13, p. 5637-5655, 2018.

HOSSEINI, S. E.; WAHID, M. A. **Hydrogen Production from Renewable and Sustainable Energy Resources: Promising Green Energy Carrier for Clean Development.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. 57, p.850-866 2016.

HU, X. B.; LIU, B. Z.; DENG, Y. Z. et al. **Adsorption and heterogeneous Fenton degradation of 17 $\alpha$ -methyltestosterone on nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MWCNTs in aqueous solution.** Applied Catalysis B:

**Environmental.** 107, p. 274-283, 2011.

HU, Y., SELLMYER, D. J. **Magnetic Nanomaterials: Fundamentals, Synthesis and Applications.** Eds. Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2017.

HUANG, R., FANG, Z., YAN, X., et al. **Heterogeneous sono-Fenton catalytic degradation of bisphenol A by Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles under neutral condition.** Chemical Engineering Journal. 197, p.242-249, 2012.

ISSA, B.; OBAIDAT, I. B.; ALBISS, B. A. et al. **Magnetic Nanoparticles: Surface Effects and Properties Related to Biomedicine Applications.** Int. J. Mol. Sci. 14, p. 21266-21305, 2013.

JAVAD, S.; ZOHRE, Z. **Advanced drug delivery systems: Nanotechnology of health design A review.** J. Saudi Chem. Soc. 18, p.85-99, 2014.

JIN, Y.; LIU, F.; SHAN, C. et al. **Efficient bacterial capture with amino acid modified magnetic nanoparticles.** Water Res. 50, p.124-134, 2014.

JUNG, Y.S.; LIM, W.T.; PARK, J.Y. et al. **Effect of pH on Fenton and Fenton-Like Oxidation.** Environmental Technology, 30, p.183-190, 2009.

KHAN, I.; SAEED, K.; KHAN, I. **Nanoparticles: Properties, applications and toxicities.** Arabian Journal of Chemistry, 2017.

KRISHNAN, K. M. **Fundamentals and Applications of Magnetic Materials.** Oxford University Press, 6, 2016.

KUMAR, C. S. S. R.; MOHAMMAD, F. **Magnetic nanomaterials for hyperthermia-based therapy and controlled drug delivery.** Advanced Drug Delivery Reviews. 63, p.789-808, 2011.

LASARTE, G.; LUCENA, R.; CÁRDENAS, S. et al. **Effervescence assisted dispersive liquid- liquid microextraction with extractant removal by magnetic nanoparticles.** Analytica Chimica Acta. 807, p. 61-66, 2014.

MABROUK, M.; RAJENDRAN, R.; SOLIMAN, I. et al. **NANOPARTICLE- and Nanoporous-Membrane-Mediated Delivery of Therapeutics.** Pharmaceutics.11, p. 294, 2019.

MAIAI, T. A.; BELLIDOI, J. D. A.; ASSAFI, E. M. et al. **Produção de hidrogênio a partir da reforma a vapor de etanol utilizando catalisadores Cu/Ni/g-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** Química Nova. 30, p.339-345, 2007.

MATSUMURA, Y., MAEDA, H. **A New Concept for Macromolecular Therapeutics in Cancer Chemotherapy: Mechanism of Tumorotropic Accumulation of Proteins and the Antitumor Agent Smancs.** Cancer Res. 46, p. 6387-6392, 1986.

MOHAMED, M S.; YABE, T.; BAASANDASH, C. et al. **Laser-induced magnesium production from magnesium oxide using reducing agents.** Journal of Applied Physics, 104, p.113110, 2008.

MOISE, S.; BYRNE, J.; EL HAJ, A. et al. **The potential of magnetic hyperthermia for triggering the differentiation of cancer cells.** Nanoscale. 10, p. 20519-20525, 2018.

NAJAFABADI, M. E.; KHAYAMIAN, T.; HASHEMIAN, Z. **Aptamer-conjugated magnetic nanoparticles for extraction of adenosine from urine followed by electrospray ion mobility spectrometry.** J. Pharm. Biomed. Anal. 107, p.244-250, 2015.

NOGUEIRA, R. F. P.; TROVÓ, A. G.; DA SILVA, M. R. et al. **Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e Foto-Fenton.** Quim. Nova, 30, p. 400-408, 2007.

- OKADA, T.; SAIKI, T. TANIGUCHI, S. et al. **Hydrogen Production Using Reduced-Iron Nanoparticles by Laser Ablation in Liquids**. ISRN Renewable Energy. 20, p. 1-7, 2013.
- OTSUKA, K.; KABURAGI, T.; YAMADA, C., et al. **Chemical storage of hydrogen by modified iron oxides**. Journal of Power Sources, 122, p. 111-121, 2003.
- PAN, G.; MA, Y.; ZHANG, T.; GUO, X.; LI, C.; ZHANG, H. **Controlled synthesis of water-compatible molecularly imprinted polymer microspheres with ultrathin hydrophilic polymer shells via surface-initiated reversible addition-fragmentation chain transfer polymerization**. Soft Matter. 7, p. 8428-8439, 2011.
- PATEL, S. K. S.; LEE, J. K.; KALIA, V. P. **Nanoparticles in Biological Hydrogen Production: An Overview**. Indian J Microbiol. 58, p.8-18, 2018.
- PEER, D.; KARP, J. M.; HONG, S. et al. **Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy**. Nat. Nanotechnol. 2, p.751-760, 2007.
- PENG, T., ZHANG, X., LV, H. et al. **Preparation of NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles and its visible-light-driven photoactivity for hydrogen production**. Catalysis Communications, 28, p. 116-119, 2012.
- PEREIRA, L. N. S.; RIBEIRO, C. E. S.; TOFANELLO, A. et al. **Gold Supported on Strontium Surface-Enriched CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles: a Strategy for the Selective Oxidation of Benzyl Alcohol**. J. Braz. Chem. Soc. 30, p.1317-1325, 2019.
- GONZALEZ-OLMOS, R.; HOLZER, F.; KOPINKE, D. et al. **Indications of the reactive species in a heterogeneous Fenton-like reaction using Fe-containing zeolites**. Applied Catalysis A: General. 398, p.44-53, 2011.
- RÍOS, A.; ZOUGAGH, M. Recent advances in magnetic nanomaterials for improving analytical processes. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 84, Part A, p.72-83, 2016.
- ROSI, N. L.; MIRKIN, C. A. **Nanostructures in biodiagnostics**. Chem Rev. 105, p.1547-62, 2005.
- ROSSI, L.; COSTA, N. J. S.; SILVA, F. P. et al. **Magnetic nanomaterials in catalysis: advanced catalysts for magnetic separation and beyond**. Green Chemistry. 16, p. 2906-2933, 2014.
- ROSSI, L.; GARCIA, M. A. S.; VONO, L. L. R. **Recent Advances in the Development of Magnetically Recoverable Metal Nanoparticle Catalysts**. J. Braz. Chem. Soc., 23, p.1959-1971, 2012.
- SANTOS, M. G.; ABRÃO, L. C. C.; FREITAS, L. A. S. et al. **Emprego de polímeros de impressão molecular em preparo de amostras para análise de compostos orgânicos: aplicações e tendências**. Scientia Chromatographica. 4, p.161-195, 2012.
- SAREMI-YARAHMADI, S.; VAIDHYANATHAN, B.; WIJAYANTHA, K.G.U. **Microwave-assisted low temperature fabrication of nanostructured alpha-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> electrodes for solar-driven hydrogen generation**. International Journal of Hydrogen Energy. 35, p.10155-10165, 2010.
- SENAPATI, S.; MAHANTA, A. K. ; KUMAR, S. et al. **Controlled drug delivery vehicles for cancer treatment and their performance**. Signal Transduction and Targeted Therapy. 3, p.1-19, 2018.
- SHUKLA, S.; JADAUN, A. ; ARORA, V. et al. **In vitro toxicity assessment of chitosan oligosaccharide coated iron oxide nanoparticles**. Toxicol Rep. 2, p. 27-39, 2015.
- SMITH, B. R.; GAMBHIR, S. S. **Nanomaterials for In Vivo Imaging**. Chem. Rev. 117, p. 901-986, 2017.



- SUN, M.; SUN, B.; LIU, Y. et al. **Dual-Color Fluorescence Imaging of Magnetic Nanoparticles in Live Cancer Cells Using Conjugated Polymer Probes**. Scientific Reports.6, p. 22368, 2016.
- SUN, S. P.; LEMLEY, A. T. **p-Nitrophenol degradation by a heterogeneous Fenton-like reaction on nano-magnetite: Process optimization, kinetics, and degradation pathways**. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 349, p.71-79, 2011.
- SUTRADHAR, K. B, AMIN, M. L. **Nanotechnology in Cancer Drug Delivery and Selective Targeting**. ISRN Nanotechnol. p.1-12, 2014.
- TAVALLALI, H.; DEILAMY-RAD, G.; PEYKARIMAH, P. **Preconcentration and speciation of Cr(III) and Cr(VI) in water and soil samples by spectrometric detection via use of nanosized alumina-coated magnetite solid phase**. Environ. Monit. Assess.185, p.7723-7738, 2013.
- ULBRICH, K.; HOLA, K.; ŠŮBR, V. et al. **Targeted Drug Delivery with Polymers and Magnetic Nanoparticles: Covalent and Noncovalent Approaches Release Control, and Clinical Studies**. Chem. Rev. 116, p. 5338-5431, 2016.
- VO-DINH, T. **Nanotechnology in biology and medicine: methods, devices and applications**. Boca Raton: Taylor & Francis.762, 2007.
- WANG, Z.; XING, M.; FANG, W. et al. **One-step synthesis of magnetite core/zirconia shell nanocomposite for high efficiency removal of phosphate from water**. Appl. Surf. Sci. 366, p. 67-77, 2016.
- WU, L.; MENDOZA-GARCIA, A.; LI, Q. et al. **Organic Phase Syntheses of Magnetic Nanoparticles and Their Applications**. Chem. Rev. 116, p. 10473-10512, 2016.
- WU, W.; HE, Q.; JIANG, C. **Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis and Surface Functionalization Strategies**. Nanoscale Res Lett. 3, p. 397-415, 2008.
- XU, L. L.; SHI, W. D.; GUAN, J. D. **Preparation of crystallized mesoporous CdS/Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> composite assisted by silica reinforcement for visible light photocatalytic hydrogen evolution**. Catalysis Communications. 25, p.54-58, 2012.
- XU, L.; WANG, J. **Fenton-like degradation of 2,4-dichlorophenol using Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles**. Applied Catalysis B: Environmental. 123, p.117-126, 2012
- XU, X. X.; LIU, G.; RANDORN, C. **g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> coated SrTiO<sub>3</sub> as an efficient photocatalyst for H<sub>2</sub> production in aqueous solution under visible light irradiationIrvine**. International Journal of Hydrogen Energy. 36, p.13501-13507, 2011.
- XU, Y.; MAHMOOD, M.; FEJLEH, A. **Carbon-covered magnetic nanomaterials and their application for the thermolysis of cancer cells**. Int J Nanomedicine. 5, p. 167-176, 2010.
- YAN, H.; ZHANG, J. C; YOU, C. X. et al. **Influences of different synthesis conditions on properties of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles**. Materials Chemistry and Physics.113, p. 46-52, 2009.
- ZAREEI, L.; DIVBAND, B.; MESBAHI, A. et al. **A New Potential Contrast Agent for Magnetic Resonance Imaging: Iron Oxide-4A Nanocomposite**. J Biomed Phys Eng. 9, p. 211-216, 2019.
- ZHANG, J.; GAN, N.; CHEN, S. et al. **β-Cyclodextrin Functionalized Meso- /Macroporous Magnetic Titanium Dioxide Adsorbent As Extraction Material Combined With Gas Chromatography-Mass Spectrometry for the Detection of Chlorobenzenes in Soil Samples**. J. Chromatogr. A. 1401, p. 24-32, 2015.

ZHANG, L.; WANG, W.; ZHOU, L.; SHANG, M.; SUN, S. **Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> coupled BiOCl: A highly efficient magnetic photocatalyst.** Appl. Catal.,B. 90, p.458-462, 2009.

ZHANG, Q.; YANG, X.; GUAN, J. **Applications of Magnetic Nanomaterials in Heterogeneous Catalysis.** ACS Appl. Nano Mater. 2, p. 4681-4697, 2019.

ZHU, K.; JU, Y; XU, J. et al. **Magnetic Nanomaterials: Chemical Design, Synthesis, and Potential Applications.** Acc. Chem. Res. 51, p. 404-413, 2018.

ZOU, Z.G.; YE, J.H.; SAYAMA, K. et al. **Direct splitting of water under visible light irradiation with an oxide semiconductor photocatalyst.** Nature 414, p.625-627, 2001.

## **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

Achatina fulica 344, 345, 346, 348, 349, 352, 353, 354, 355  
Acidez estomacal 110, 111, 112, 114, 115, 120, 121  
Adsorção 6, 56, 60, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 160, 212, 337  
Água 5, 6, 7, 8, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 43, 44, 58, 59, 61, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 112, 113, 115, 117, 118, 137, 144, 145, 155, 160, 166, 172, 200, 206, 226, 282, 283, 284, 287, 288, 289, 290, 305, 306, 316, 324, 325, 326, 336, 350  
Alimentos 16, 17, 24, 27, 28, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 119, 121, 122, 124, 183, 184, 236, 284, 314, 320  
Aminoácidos 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 302, 304, 305, 306, 307, 309, 315  
Atividade antimicrobiana 14, 19, 24, 313, 315, 316, 318, 319, 320

### B

Babaçu 169, 170, 171, 173, 174, 178, 179, 180  
Bactérias 2, 6, 14, 23, 364  
Bebidas alcoólicas 125  
Bidens pilosa 344, 345, 349, 350, 353, 355  
Biofilme 14  
Biomassa 28, 155, 170  
Biomedicina 1, 2, 3, 4  
Biomoléculas 65, 292, 294, 297  
Biosensor 43, 44, 45, 51, 52, 54

### C

Catalase 322, 323, 324, 332  
Catálise 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 16, 77, 91, 92, 98, 102, 155, 157, 211, 293, 332  
Compostos bioativos 313  
Conscientização ambiental 197, 208, 322, 323  
Cronoamperometria 44

### D

Dinâmica molecular 301, 302, 303, 305, 306, 309, 310, 311  
Docking molecular 301, 304, 364

### E

Educação ambiental 211, 217  
Educação básica 208, 209, 211, 213, 214, 216, 247, 266, 267, 277  
Eletrocatalisadores 169, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181  
Ensino de Química 141, 197, 217, 221, 222, 223, 229, 231, 232, 245, 249, 256, 278, 281, 285, 286  
Espectrofotometria 68, 139, 142, 145  
Espectrometria de massas 105, 169, 171, 173, 177, 181, 357  
Experimentação 197, 209, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 231, 232, 233, 252, 256, 278, 281, 284, 285, 286

## F

Formação de professores 244, 257, 266, 267, 269, 270, 271, 276, 277

Funções psicológicas superiores 258, 259, 260, 263

## G

Grafeno 56, 57, 58, 61, 62, 63, 297

## I

Inclusão social 256

## M

Materiais didáticos 245, 249, 255, 256, 364

Matriz de sílica mesocelular 56, 58

Microencapsulamento 334

Microextração 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 293

Mosca das frutas 333, 334, 357, 358

## N

Nanomateriais 3, 4, 5, 181, 293, 295, 297

Nanopartículas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 77, 93, 104, 172, 297

## P

Parâmetros físico-químicos 68

Patentes 291, 294, 297, 298

PIBID 218, 219, 220

Prática docente 218, 219, 231, 256

Produtos naturais 122, 342

Propriedades mecânicas 14, 16, 17, 23, 24

Prospecção tecnológica 292

## Q

Quitosana 297, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332

## R

Redução catalítica 77

Ressonância magnética nuclear 96, 159, 162

## S

Semioquímicos 357, 358

Strongylodon macrobotrys 344, 345, 349

## T

Tratamento de resíduos 16, 135, 141, 196, 197, 198, 204, 217

