

Atena  
Editora  
Ano 2021



# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)



# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

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

#### **Conselho Técnico Científico**

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

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## A geração de novos conhecimentos na química 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Eleonora Celli Carioca Arenare

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 A geração de novos conhecimentos na química 2 /  
Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta  
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-170-8  
DOI 10.22533/at.ed.708212206

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca  
(Organizadora). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência “Química”. Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book “A Geração de Novos Conhecimentos na Química”, está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência “Química”, que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE BROMATOLÓGICA DO ÓLEO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) E DO ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)**

Natasha Alves Rocha  
Valdiléia Teixeira Uchôa  
Camila Alves Rocha  
Maria Karina da Silva  
Maciel Lima Barbosa  
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos  
Luis Fernando Guimarães Noletto  
Penina Sousa Mourão  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Camila da Silva Ibiapina  
Aline Estefany Brandão Lima  
Marta Silva de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.7082122061**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **APLICAÇÃO DO FILME DE SILANOS VS/GPTMS MODIFICADOS COM A CASCA DO ALHO PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO**

Iago Magella Fernandes Costa Rossi e Silva  
Lhaira Souza Barreto  
Mirian Sanae Tokumoto  
Fernando Cotting  
Franco Dani Rico Amado  
Vera Rosa Capelossi

**DOI 10.22533/at.ed.7082122062**

### **CAPÍTULO 3..... 26**

#### **AVALIAÇÃO DA COMPLEXAÇÃO ENTRE SACARINA E MÔNOMERO ORGÂNICO - INORGÂNICO POR TITULAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA**

Izabella Fernanda Ferreira Domingues  
Camila Santos Dourado  
Jez Willian Batista Braga  
Ana Cristi Basile Dias

**DOI 10.22533/at.ed.7082122063**

### **CAPÍTULO 4..... 36**

#### **AVALIAÇÃO DE USO DE FIBRAS DA AMAZÔNIA PARA REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER**

Syme Regina Souza Queiroz  
José Maria Braga Pinto  
Vanessa Maria Yae do Rosario Taketa  
Nilton Cesar Almeida Queiroz  
Emerson Rodrigues Bastos Junior  
Vera Lúcia Dias da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7082122064**

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>45</b>
<b>AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORROSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO</b>	
Diene de Barros Ferreira	
Felipe Staciaki da Luz	
Gideã Taques Tractz	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Letícia Fernanda Gonçalves Larsson	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Everson do Prado Banczek	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122065</b>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>55</b>
<b>CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM Sr(OH)<sub>2</sub>-SrCO<sub>3</sub>@CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub></b>	
Pelry da Silva Costa	
Jussara Morais da Silva	
Itaciara Erliny Maria da Silva Melo	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
Edmilson Miranda de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122066</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>69</b>
<b>DETERMINATION OF LODENAFIL CARBONATE BY SQUARE-WAVE CATHODIC STRIPPING VOLTAMMETRY</b>	
Jonatas Schadeck Carvalho	
Sueli Pércio Quináia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122067</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>81</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA LARANJA PÊRA</b>	
Taís Port Hartz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122068</b>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>85</b>
<b>DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TORRA POR ANÁLISE TÉRMICA</b>	
Francisco Raimundo da Silva	
Weverton Campos Nozela	
Diógenes dos Santos Dias	
Clóvis Augusto Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122069</b>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>96</b>
<b>DETERMINAÇÃO POR GC-MS DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS EM GALHOS E FOLHAS DE MANSOA HIRSUTA</b>	
Nayra Micaeli dos Santos Sousa	

Patrícia e Silva Alves  
Paulo Sousa Lima Junior  
Joaquim Soares da Costa Junior  
Christian Rilza Silva de Melo  
Nerilson Marques Lima  
Antônia Maria das Graças Lopes Citó  
Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.70821220610**

**CAPÍTULO 11..... 104**

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS POR CLAE-DAD E UV-Vis PARA QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES NAS FOLHAS DE TRIPLARIS GARDNERIANA WEDD. (POLYGONACEAE)**

Sandra Kelle Souza Macêdo  
Emanuela Chiara Valença Pereira  
Isabela Araújo e Amariz  
David Fernandes Lima  
Jackson Roberto Guedes da Silva Almeida  
Larissa Araújo Rolim  
Xirley Pereira Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.70821220611**

**CAPÍTULO 12..... 130**

**ESTUDO DA ADSORÇÃO DE ÍONS A NANOPARTÍCULAS DE FERRITA DE COBALTO  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$**

Caio Carvalho dos Santos  
Wesley Renato Viali  
Eloiza da Silva Nunes Viali  
Miguel Jafelicci Júnior  
Rodrigo Fernando Costa Marques

**DOI 10.22533/at.ed.70821220612**

**CAPÍTULO 13..... 142**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE HIDROLISADOS DE BSG NA SUBSTITUIÇÃO DA SOJA COMO PROTEÍNA VEGETAL ADICIONADA**

Suyanne Teske Pires  
Rodrigo Geremias

**DOI 10.22533/at.ed.70821220613**

**CAPÍTULO 14..... 150**

**FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE FIBRAS E CRITAIS DE NANOCELULOSE OBTIDOS DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS**

Renata Paula Herrera Brandelero  
Evandro Martim Brandelero  
Guilherme Landim Santos

**DOI 10.22533/at.ed.70821220614**

**CAPÍTULO 15..... 161**

**FOTOCATALISADORES À BASE DE d-FeOOH E NiO: ESTUDO EXPERIMENTAL E ASPECTOS TEÓRICOS**

Mariana de Rezende Bonesio  
Francisco Guilherme Esteves Nogueira  
Daiana Teixeira Mancini  
Teodorico de Castro Ramalho

**DOI 10.22533/at.ed.70821220615**

**CAPÍTULO 16..... 163**

**RHODAMINE B PHOTODEGRADATION OVER  $Ag_3PO_4$ /SBA-15 UNDER VISIBLE RADIATION BASED ON WLEDS LIGHT**

Luis Fernando Guimarães Noletto  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Vitória Eduardo Mendes Vieira  
Marta Silva de Oliveira  
Maria Karina da Silva  
Camila da Silva Ibiapina  
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos  
João Ferreira da Cruz Filho  
Lara Kelly Ribeiro da Silva  
Aline Estefany Brandão Lima  
Maria Joseíta dos Santos Costa  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.70821220616**

**CAPÍTULO 17..... 183**

**LACTOFERRINA: PROPRIEDADES ESTRUTURAS E SUAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS**

Edson Ferreira da Silva  
Milena Bandeira de Melo  
Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes  
Sonia Salgueiro Machado  
Fabiane Caxico de Abreu Galdino

**DOI 10.22533/at.ed.70821220617**

**CAPÍTULO 18..... 195**

**NANOFLUIDOS DE SULFETO DE COBRE**

Caio Carvalho dos Santos  
Wesley Renato Viali  
Eloiza da Silva Nunes Viali  
Miguel Jafelicci Júnior  
Rodrigo Fernando Costa Marques

**DOI 10.22533/at.ed.70821220618**

**CAPÍTULO 19.....207**

**NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO ( $\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$ ) OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL**

Isabela Marcondelli Iani  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Alexandre Zirpoli Simões  
Glenda Biasotto  
Maria Aparecida Zaghete  
Elson Longo  
Leinig Antonio Perazolli

**DOI 10.22533/at.ed.70821220619**

**CAPÍTULO 20.....220**

**PRODUCTION OF ROD-LIKE MORPHOLOGY OF  $\text{Cu}_3(\text{BTC})_2$  METAL-ORGANIC FRAMEWORKS USING ONE MINUTE SONICATION**

Aline Geice Silva de Oliveira  
Daniela Cordeiro Leite Vasconcelos  
Peter George Weidler  
Wander Luiz Vasconcelos

**DOI 10.22533/at.ed.70821220620**

**CAPÍTULO 21.....231**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CARBONO POR FIAÇÃO POR SOPRO A PARTIR DE POLIACRILONITRILA**

Lais Angelice de Camargo  
Monica Cristina Ferro Martins  
José Manoel Marconcini  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

**DOI 10.22533/at.ed.70821220621**

**CAPÍTULO 22.....237**

**PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO TERMOPLÁSTICO NA PRESENÇA DE UREIA**

João Otávio Donizette Malafatti  
Thamara Machado de Oliveira Ruellas  
Letícia Ferreira Lacerda Schildt  
Marcelo Ávila Domingues  
Bruna Santostaso Marinho  
Mariana Rodrigues Meirelles  
Elaine Cristina Paris

**DOI 10.22533/at.ed.70821220622**

**CAPÍTULO 23.....250**

**QUÍMICA FORENSE: DESMISTIFICANDO AS ANÁLISES CRIMINALÍSTICAS CINEMATOGRAFICAS**

Anna Maria Deobald  
Maísa Silveira  
Aline Machado Zancanaro

**DOI 10.22533/at.ed.70821220623**

**CAPÍTULO 24.....263**

**REAÇÕES DE DESSULFURIZAÇÃO OXIDATIVA DO DIBENZOTIOFENO CATALISADA POR COMPLEXOS DE VANÁDIO, NIÓBIO E MOLIBDÊNIO**

Carlos Taryk Bessa da Silva  
Juliana Moreira Barreto  
Paula Marcelly Alves Machado  
Elizabeth Roditi Lachter

**DOI 10.22533/at.ed.70821220624**

**CAPÍTULO 25.....274**

**SIMULAÇÕES DE DOCKING E DINÂMICA MOLECULAR NA BUSCA DE FÁRMACOS MODULADORES DO SISTEMA NEUROINFLAMATÓRIO EM INFECÇÕES PELO SARS-COV-2**

Micael Davi Lima de Oliveira  
Kelson Mota Teixeira de Oliveira  
Jonathas Nunes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.70821220625**

**CAPÍTULO 26.....296**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE PALÁDIO(II) COM LIGANTE FOSFÍNICO**

Thais Castro Silva  
Alessandra Stevanato  
Adriana Pereira Duarte  
Cláudio Rodrigo Nogueira  
Janksyn Bertozzi  
Valéria da Silva Cavania  
Cristiana da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.70821220626**

**CAPÍTULO 27.....309**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO de  $Fe_3O_4/SiO_2$  E SUA APLICAÇÃO NA MODIFICAÇÃO DE ELETRODO IMPRESSO DE CARBONO**

Vanessa Cezar Ribas  
Jacqueline Arguello da Silva  
Thágor Moreira Klein  
Larissa Leffa Fernandes  
Vladimir Lavayen

**DOI 10.22533/at.ed.70821220627**

**CAPÍTULO 28.....320**

**TUNGSTATO DE MAGNÉSIO ( $MgWO_4$ ): UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE SÍNTESE**

Vitória Eduardo Mendes Vieira  
Luis Fernando Guimarães Noletto  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Marta Silva de Oliveira  
Ester Pamponet Ribeiro

Keyla Raquel Batista da Silva Costa  
Maria Karina da Silva  
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos  
Maria Joséfa dos Santos Costa  
Amanda Carolina Soares Jucá  
Yáscara Lopes de Oliveira  
Laécio Santos Cavalcante

**DOI 10.22533/at.ed.70821220628**

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>334</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>335</b>

# CAPÍTULO 12

## ESTUDO DA ADSORÇÃO DE ÍONS A NANOPARTÍCULAS DE FERRITA DE COBALTO $\text{CoFe}_2\text{O}_4$

Data de aceite: 01/06/2021

### Caio Carvalho dos Santos

Laboratório de Materiais Magnéticos e Coloides, Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica, Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) Araraquara –SP, Brasil  
ORCID 0000-0002-2948-1480

### Wesley Renato Viali

Instituto Federal de Educação Goiano  
Ciência e tecnologia  
Rio Verde, GO, Brasil.  
ORCID 0000-0001-5128-3280

### Eloiza da Silva Nunes Viali

Instituto Federal de Educação Goiano  
Ciência e tecnologia  
Rio Verde, GO, Brasil.  
ORCID 0000-0001-7959-5972

### Miguel Jafelicci Júnior

Laboratório de Materiais Magnéticos e Coloides, Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica, Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) Araraquara –SP, Brasil.  
ORCID 0000-0003-2574-9926

### Rodrigo Fernando Costa Marques

Laboratório de Materiais Magnéticos e Coloides, Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica, Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) Araraquara –SP, Brasil.  
Centro de Monitoramento e Pesquisa da Qualidade de Combustíveis, Biocombustíveis,

Petróleo e Derivados, CEMPEQC, Instituto de Química Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Araraquara –SP, Brasil.  
ORCID 0000-0003-0195-3885

**RESUMO:** Nanopartículas magnéticas têm sido intensamente pesquisadas desde os primeiros relatos na literatura durante a década de 1940, o uso destes materiais desde a biomedicina (sistemas de liberação de fármacos, agente de contraste por ressonância magnética, fluido de hipertermia) até o campo tecnológico (troca de calor) fornecem uma ampla gama de aplicações. A obtenção de nanopartículas magnéticas tem sido reportada por uma vasta gama de métodos desde procedimentos físico conhecidos pela expressão “*top-down*” ou métodos químicos representados pela expressão “*bottom-up*”. Dentre os métodos químicos de obtenção de nanopartículas magnéticas, o método de co-precipitação em meio alcalino é um procedimento clássico para a obtenção de nanopartículas magnéticas com estrutura cristalina do tipo  $\text{AB}_2\text{O}_4$  este método ficou muito conhecido a partir de 1981 pelo trabalho de Massart que descreveu uma nova metodologia para estabilizar os nanomateriais produzidos em meio aquoso, através da formação de um precipitado preto um precipitado preto, magnético, na qual as nanopartículas possuem morfologia esférica e alta polidispersividade. Devido ao pequeno tamanho das nanopartículas formadas e conseqüentemente sua alta energia de superfície essas partículas tendem a formar aglomerados ou agregados ou ainda adsorverem moléculas em sua superfície para alcançar uma

situação de maior estabilidade, este fato torna a funcionalização ou adsorção de íons mais fácil e permite modificar esses materiais para uma grande gama de aplicações utilizando íons e moléculas que poderão fornecer as características desejadas. Neste contexto são apresentados os resultados da síntese de nanopartículas magnéticas a base de ferrita de cobalto, sintetizadas pela co-precipitação de íons  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  em meio alcalino. Após a síntese as nanopartículas foram submetidas à adsorção de ânions,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e citrato para modificação das propriedades coloidais destes sistemas, as propriedades foram avaliadas através de medidas de potencial zeta em função do pH, para observar a adsorção específica.

**PALAVRAS - CHAVE:** Nanopartículas magnéticas, co-precipitação, ferrita e adsorção de íons.

## STUDY OF IONS ADSORPTION TO $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ COBALT FERRITE NANOPARTICLES.

**ABSTRACT:** Magnetic nanoparticles have been intensively researched since the first reports in the literature during the 1940s, using these materials from biomedicine (drug delivery systems, magnetic resonance contrast agent, and hyperthermia fluid) to the technological field (heat exchanger) provide a wide range of applications. Obtaining magnetic nanoparticles has been reported by a wide range of methods from physical procedures known by the term “top-down” or chemical methods represented by the term “bottom-up.” Among the chemical methods of obtaining magnetic nanoparticles, the co-precipitation method in an alkaline medium is a classic procedure for obtaining magnetic nanoparticles with  $\text{AB}_2\text{O}_4$  type crystalline structure. Massart described a new methodology to stabilize nanomaterials produced in an aqueous medium by forming a black and magnetic precipitate. The nanoparticles have a spherical morphology and high polydispersity. Due to the small size of the nanoparticles formed and their high surface energy, these particles tend to form agglomerates or aggregates or even adsorb molecules on their surface to achieve a situation of more excellent stability. This fact makes functionalization or ion adsorption easier and allows modify these materials for a wide range of applications using ions and molecules that can provide the desired characteristics. In this context, the results of the synthesis of magnetic nanoparticles based on cobalt ferrite are presented, synthesized by the co-precipitation of  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$  ions in an alkaline medium. After synthesis, the nanoparticles were subjected to anion adsorption,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  and citrate to modify the colloidal properties of these systems. The properties were evaluated through zeta potential measurements as a function of pH to observe specific adsorption.

**KEYWORDS:** Magnetic nanoparticles, co-precipitation, ferrites, and ion adsorption.

## INTRODUÇÃO

Desde a década de 1940 com as descobertas da magnetoreologia e a eletroreologia deu-se início a um campo multidisciplinar bastante vasto que viria aumentar significativamente nos anos seguintes (BASTOLA; HOSSAIN, 2020; ODENBACH, 2002; RABINOW, 1948). Seja no uso dos fluidos magnéticos propostos por Papel em 1965 (ODENBACH, 2000),

ou posteriormente pelo método proposto por Massart em 1981 que permitia a obtenção de nanopartículas magnéticas utilizando o método de co-precipitação em meio alcalino para obtenção de fluidos magnéticos iônicos e que se difundiria amplamente (ODENBACH, 2000; SHARIFIANJAZI et al., 2020).

A obtenção e o uso de nanopartículas magnéticas aumentou exponencialmente desde suas primeiras propostas na literatura, isso é devido as propriedades únicas que esses materiais apresentam que são distintas dos materiais em volume estendido (bulk), como por exemplo permitir o controle de fluxo em circuitos microfluídicos, associado a facilidade de modificação da superfície desses materiais por diferentes íons e moléculas multifuncionais que permitiram expandir a vasta gama de aplicações desses nanomateriais (MOHAMMED et al., 2017; QUAN et al., 2021).

Nanopartículas magnéticas tem sido amplamente pesquisada em áreas como a biomedicina, em usos como liberação controlada de fármacos, agentes de contraste para ressonância magnética, ou ainda como fluido de hipertermia, ou ainda aplicações em setores tecnológicos, como selos magnéticos, fluidos magnetoreológicos, alto-falantes, suportes para catalise enzimáticas ou em sistemas trocadores de calor como nanofluidos (BRANDT et al., 2019, 2021; LUCENA et al., 2020b, 2020a; MOHAMMED et al., 2017; PIAZZA et al., 2020; SANTOS et al., 2020a).

A obtenção de nanomateriais magnéticos tem sido amplamente reportada por uma vasta gama de métodos desde procedimentos físico ou métodos químicos normalmente esses termos são representados pelas expressões “top-down” e “bottom-up” e descrevem respectivamente os processos físicos e químicos de obtenção de nanomateriais como pode ser observado na Figura 1 (IQBAL; PREECE; MENDES, 2012; ISAACOFF; BROWN, 2017; SAMROT et al., 2021).

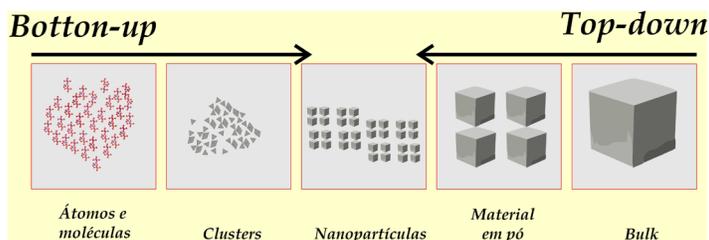


Figura 1. Esquema para obtenção de nanomateriais por métodos físicos “top-down” e por métodos químicos “bottom-up”.

Dentre a grande diversidade de métodos químicos de obtenção de nanopartículas magnéticas, o método de co-precipitação em meio alcalino é um método que se difundiu muito após a metodologia descrita por Massart em 1981 a qual permitia através de uma

rota simples e barata a obtenção de nanopartículas magnéticas com estrutura cristalina do tipo  $AB_2O_4$  dispersas em meio aquoso, através da formação de um precipitado preto um precipitado preto, magnético, formado por nanopartículas geralmente com diâmetro médio inferior a 20 nm e que possuem morfologia esférica e alta poldispersividade (LAGROW et al., 2019; MASSART, 1981, PETERNELE et al., 2014).

Devido ao pequeno tamanho dos nanomateriais e sua alta energia de superfície esses nanomateriais tendem a formar aglomerados ou agregados ou ainda adsorverem moléculas em sua superfície para alcançar uma situação de maior estabilidade, este fato torna a funcionalização ou adsorção de íons mais fácil e permite modificar esses materiais para uma grande gama de aplicações utilizando íons e moléculas que poderão fornecer as características desejadas (LIU et al., 2020; WANG et al., 2020). Por exemplo recentemente Brandt et al., 2021 obtiveram sucesso na síntese de uma nanoplataforma híbrida de óxido de ferro com revestimento polimérico a base do copolímero em bloco PCL-PEGMA modificado com ácido fólico, com capacidade de incorporação de ácido fólico de 95%, e com capacidade de liberação lenta do mesmo por até 96 horas o que garante ao material potencial como sistema de liberação controlada de fármacos (BRANDT et al., 2021). Já Rodriguez et al., 2021 publicaram um trabalho onde avaliaram a adsorção de diferentes aminoácidos sobre as nanopartículas magnéticas de magnetita ao os nanomateriais foram caracterizados por diferentes técnicas que mostraram um grande potencial como candidatos a agentes antitumorais, imunomoduladores e antiparasitários.

Do ponto de vista tecnológico Santos et al. 2020 obtiveram nanofluidos magnéticos baseados em nanopartículas de magnetita, que foram inicialmente modificadas com ácido cítrico e depois com um polímero polietilenoglicol com a finalidade de obterem dispersões coloidais magnéticas com alta estabilidade coloidal que podem ser utilizados como fluidos trocadores de calor (SANTOS et al., 2020a).

A obtenção e modificação da superfície de nanopartículas magnética é um campo muito amplo na qual muitas possibilidades podem ser exploradas para obtenção de materiais com as mais diversas propriedades. Nesse contexto este trabalho apresenta os resultados da síntese de nanopartículas magnéticas de ferrita de cobalto, obtidas pelo método de coprecipitação em meio alcalino usando precursores de íons  $Co^{2+}$  e  $Fe^{3+}$  seguida da avaliação desse sistema quando exposto a diferentes ânions ( $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $ClO_4^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$  e citrato). A adsorção específica dos ânions sobre as nanopartículas foi avaliada utilizando a medidas de potencial zeta em função do pH.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os solventes e reagentes utilizados neste trabalho são de grau analítico e foram utilizados sem qualquer purificação. O gás argônio (Ar) foi usado como gás de purga durante as sínteses dos nanomateriais. A ferrita de cobalto foi sintetizada através do método

de co-precipitação em meio alcalino modificado (MASSART, 1981) conforme a Equação 1 (SANTOS et al., 2020a). O esquema de obtenção das nanopartículas é apresentado na Figura 2, brevemente, foi preparada uma solução de 250 mL de uma mistura de sais de cobalto e ferro na proporção molar de 1:2, ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , Sigma Aldrich 98%,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , Sigma Aldrich 97%). Esta solução foi adicionada em 500 mL de uma solução de  $\text{NaOH}$   $1,5 \text{ molL}^{-1}$ , (Synth 85%) a solução ficou reagindo por 15 minutos este sobre agitação magnética constante e a temperatura de ebulição, ocorreu a precipitação de um sólido magnético de coloração negra. O precipitado negro e magnético obtido (PS) obtido foi isolado através da centrifugação. O sobrenadante foi descartado, o precipitado foi lavado com água destilada. Após as partículas foram dialisadas por cinco dias realizando trocas frequentes da água destilada.

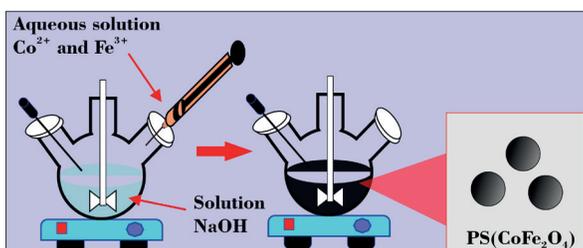
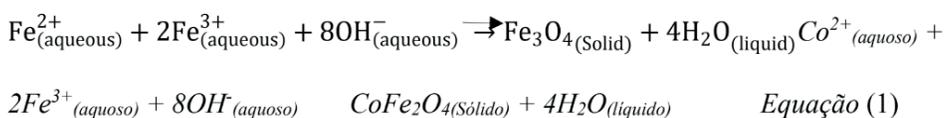


Figura 2. Esquema experimental da obtenção das nanopartículas de ferrita de cobalto (PS).

Após uma alíquota desse material foi seca em estufa a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  por 48 horas, o material foi macerado e peneirado a caracterização da amostra por difração de raios X (XRD).

Para o estudo de adsorção dos ânions sobre as nanopartículas foram preparadas previamente 50 mL de soluções ácidas na concentração de  $0,1 \text{ molL}^{-1}$  dos seguintes ácidos sulfúrico (Mallinckrodt 97,5%), clorídrico (Synth 36,5%), fosfórico (Merk 85%), perclórico (Reagen 70%), nítrico (J.T BACKER 69%) e ácido cítrico (Merk 99%). Após foram preparadas dispersões contendo 50 mg de PS mais 1 mL do ácido cujo anion a ser avaliado. As amostras foram então colocadas em banho ultrassom por 30 minutos, após essa etapa uma alíquota contendo  $100 \text{ }\mu\text{L}$  da amostra foi adicionada a um frasco contendo 10 mL de uma solução de cloreto de sódio (Sigma Aldrich 98%,)  $1 \text{ mmolL}^{-1}$ , essa dispersão foi centrifugada e o sobrenadante foi descartado, uma nova alíquota contendo 10 mL de  $\text{NaCl}$  foi adicionado e a as amostras foram então redispersas com auxílio do ultrassom por 30 minutos, após essa etapa foi realizada a titulação e avaliação do potencial zeta de cada uma dessas amostras como pode ser observado na Figura 3 a nomenclatura adotada para

cada amostra é apresentada na Tabela 1.

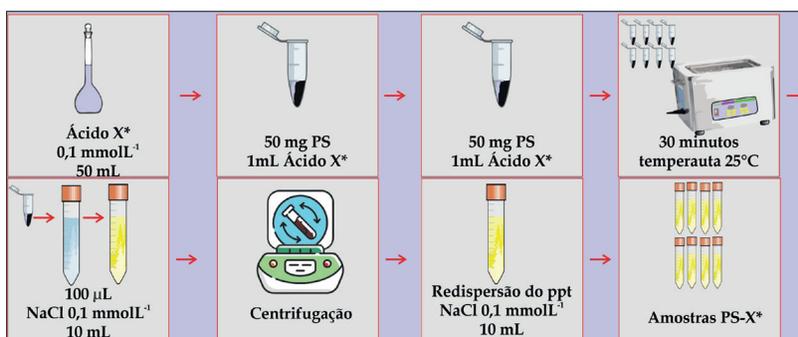


Figura 3. Esquema experimental do preparo das amostras de PS com os ânions adsorvidos.

X\* é referente ao respectivo ânion ao qual o PS foi colocado em contato, os seguintes ânions foram avaliados NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e citrato sendo adotada as seguintes nomenclaturas para cada uma das amostras PS-N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), PS-C (Cl<sup>-</sup>), PS-C2 (ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>), PS-P (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), PS-S (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), PS-AC (ácido cítrico) e PS-H (água).

PS	Tratamento com ácido	PS-X
PS	HNO <sub>3</sub>	PS-N
PS	HCl	PS-C
PS	HClO <sub>4</sub>	PS-C2
PS	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PS-P
PS	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	PS-S
PS	Ácido Cítrico	PS-AC

Tabela 1. Nomenclatura das amostras dos nanomateriais após o tratamento com os diferentes ácidos para avaliação da adsorção dos anions.

### Caracterização do PS

O precipitado negro após seco e macerado foi caracterizado em difratômetro de raios X foram obtidos em um equipamento Rigaku Rotaflex Ru-200B utilizando radiação de CuKα (λ=1,5418 Å) e as seguintes condições de trabalho: 40 kV, corrente de 40mA no intervalo de 20 a 80° a uma velocidade de 0,02/s localizado no Instituto de Química de Araraquara.

### Caracterização de NP-A

A análise de potencial zeta de cada uma das amostras foi feita utilizando um equipamento Zetasizer Nano Zs, Malvern, acoplado com um acessório de titulação automática MTP-2 localizado no Instituto de Química de Araraquara. O potencial zeta foi

medido utilizando como eletrólito nas titulações NaCl 1mmolL<sup>-1</sup>, e titulantes NaOH (10 - 100 mmolL<sup>-1</sup>) e HCl (10 - 100 mmolL<sup>-1</sup>), as amostras foram tituladas em um intervalo de pH entre 3 e 10, sendo cada ponto medido em triplicata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura cristalina da ferrita de cobalto foi avaliada através da análise de difração de raios (XRD). O difratograma de raios-X da amostra assim como o padrão de difração da carta 88-2152 JPCDS são apresentados na Figura 4. Com base no difratogramas da amostra PS foi calculado o diâmetro médio dos cristalitos, utilizando para isso a equação de Scherrer (Equação 2),

$$D_{xrd} = \frac{K\lambda}{\beta \cos(\theta)} \quad \text{Equação (2),}$$

na qual  $D_{xrd}$  é o diâmetro médio dos cristalitos, K é a constante relacionada a forma dos cristalitos para materiais esféricos assume o valor de 0,94,  $\lambda$  é o comprimento de onda da radiação eletromagnética utilizada como emissor de raios X (  $\text{CuK}_\alpha$   $\lambda=1,5418 \text{ \AA}$ ),  $\beta$  é a largura a meia altura do pico mais intenso e  $\theta$  é o ângulo de difração de Bragg do pico de maior intensidade (SANTOS et al., 2020a). A partir da equação e relação inversa de proporcionalidade entre a largura a meia altura e o tamanho dos cristalitos, temos que quanto mais alargado forem os picos, menor será o tamanho dos cristalitos. Fisicamente o alargamento dos picos de difração (XRD) normalmente são causados pela óptica não ideal instrumental e pela dispersão do comprimento de onda devido as imperfeições estruturais da amostra. Esse alargamento normalmente é subdividido em alargamento de tamanho e alargamento de deformação. O primeiro é causado pelo tamanho finito de domínios que causa a difração de forma incoerente uns em relação aos outros. O Segundo alargamento é causado por vários deslocamentos dos átomos em relação às suas posições na rede periódica do material (VAN BERKUM et al., 1994). O diâmetro médio do cristalito calculado foi de aproximadamente 18 nm.

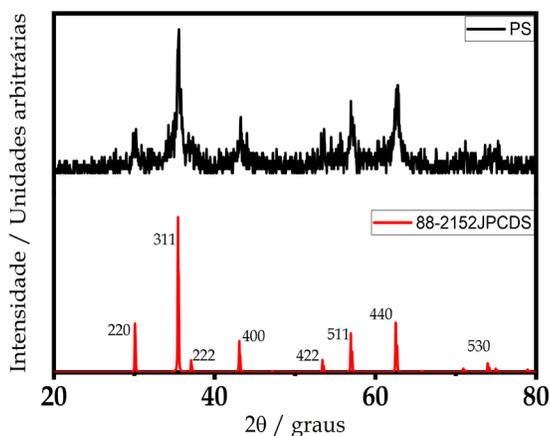


Figura 4. Difratogramas de raios-X da amostra PS e da carta cristalográfica 88-2152 JPCDS.

A análise de potencial zeta foi utilizada para demonstrar a adsorção específica dos ânions sobre as nanopartículas magnéticas (FRITZ et al., 2002; OHSHIMA, 2014; QIAO et al., 2019; ZHU et al., 2018), na Figura 5 observa-se as curvas de titulação de potencial zeta das amostras que não apresentaram adsorção específica de íons, nas condições analisadas. As amostras PS-N e PS-C, que foram colocadas com os íons de nitrato e de cloreto respectivamente não mostraram modificações significativas nos valores de potencial zeta em função do pH o comportamento observado foi muito semelhante a amostra teste PS-H, que foi realizada na ausência de ácidos. Para essas amostras observou-se que abaixo de pH 6 as amostras apresentaram valores de potencial zeta acima de 30 mV positivo indicando que nessas condições os nanomateriais poderiam apresentar estabilidade eletrostática, além disso o ponto isoelétrico (IEP) para essas amostras foram em pH igual a 8,0, 8,3 e 8,9 para as amostras de PS-H, PS-C e PS-N respectivamente, como pode ser observado embora o comportamento das amostras tenha sido muito semelhante ainda foi possível observar um pequeno deslocamento nos valores de IEP que podem ter sido ocasionados principalmente como um artefato visto que essa é a região onde as amostras apresentam tendência a aglomerar o que dificulta a caracterização precisa das amostras nessa região.

A Figura 6 apresenta as curvas de titulação de potencial zeta das demais amostras as quais pode ser observado uma mudança no perfil das curvas devido a adsorção específica dos respectivos ácidos (SANTOS et al., 2017). Embora a amostra PS-P tenha apresentado o módulo de potencial Zeta elevado a partir de pH 5, o que foi observado que a amostra não apresentou estabilidade coloidal e sedimentava durante as análises o que pode favorecer a presença de artefatos durante a análise e que mesmo apresentando carga na superfície devido a adsorção do fosfato sobre as amostras acabam formando agregados e

logo sedimentam. Já nas demais amostras não foi observado efeito semelhante, A amostra PS-AC mostrou estabilidade eletrostática acima de pH 7 e o IEP em 3,4, sabe-se que o ácido cítrico possui três valores de pKa (3,2, 4,8 e 6,40) referente a cada um de seus hidrogênios ionizáveis, desse modo observa-se claramente a presença do ânion citrato sobre as nanopartículas (HONG et al., 2007; WU et al., 2010).

Já as amostras PS-C2 e PS-S, apresentaram um comportamento diferente na qual as duas amostras tiveram baixo valor de potencial zeta durante toda a faixa de pH com o IEP ocorrendo em 9,1 e 8,3 respectivamente esse comportamento das amostras se deve a adsorção dos ânions perclórico e sulfato sobre as nanopartículas (QIAO et al., SANTOS et al., 2020b, 2019; ZHU et al., 2018).

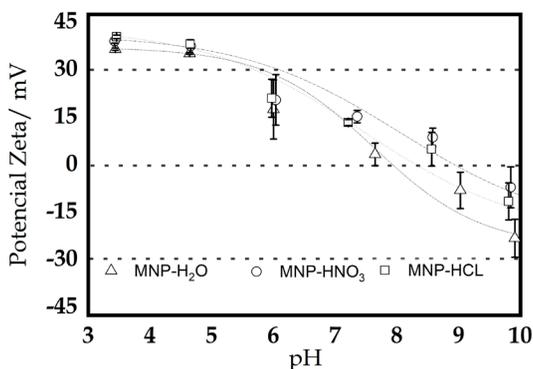


Figura 5. Curvas de potencial zeta em função do pH das amostras PS-H, PS-N e PS-C.

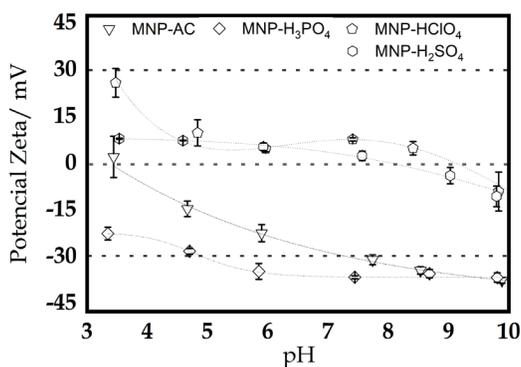


Figura 6. Curvas de potencial zeta em função do pH das amostras PS-AC, PS-P, PS-C2 e PS-S.

## CONCLUSÕES

Devido as suas propriedades magnéticas e a facilidade de modificação da superfície com íons e moléculas específicas, nanopartículas magnéticas têm sido intensamente estudadas desde 1940. Sendo que um dos métodos clássicos para obtenção desses materiais é conhecido como co-precipitação em meio alcalino que permite a obtenção de nanopartículas magnéticas com estrutura cristalina do tipo  $AB_2O_4$ . Nesse trabalho foram obtidas por esse método nanopartículas de ferrita de cobalto  $CoFe_2O_4$  que puderam ser comprovadas através do difratogramas de raios X da amostra, sendo observado um alargamento dos picos relacionados ao pequeno tamanho dos cristalitos (18 nm). O pequeno tamanho dos nanomateriais produzidos associado à sua alta energia de superfície permitiu avaliar a adsorção específica de íons na superfície dos mesmos, para isso foram avaliados por medida de potencial zeta em função do pH, amostras submetidas ao tratamento com ácidos para observar a possível adsorção específica dos ânions desses ácidos sobre as nanopartículas. Nesse contexto foi observado que as amostras na presença de ácido clorídrico e nítrico, não possuem adsorção específica dos ânions, em contrapartida as amostras expostas aos ânions fosfato, citrato, sulfato e perclorato mostraram mudanças significativas nos valores de potencial zeta indicando a influência desses íons adsorvidos sobre as nanopartículas.

## RECONHECIMENTO

Gostaríamos de agradecer a todas as agências de fomento que possibilitaram o desenvolvimento do presente trabalho Capes, CNPq, Finep e Fapesp.

## REFERÊNCIAS

- BASTOLA, A. K.; HOSSAIN, M. A review on magneto-mechanical characterizations of magnetorheological elastomers. **Composites Part B: Engineering**, v. 200, n. May, p. 108348, 2020.
- BRANDT, J. V. et al. Synthesis and colloidal characterization of folic acid-modified PEG-b-PCL Micelles for methotrexate delivery. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 177, n. February, p. 228–234, 2019.
- BRANDT, J. V. et al. Synthesis of core@shell nanoparticles functionalized with folic acid-modified PCL-co-PEGMA copolymer for methotrexate delivery. **Nano-Structures and Nano-Objects**, v. 25, p. 100675, 2021.
- FRITZ, G. et al. Electrosteric Stabilization of Colloidal Dispersions. n. 8, p. 6381–6390, 2002.
- HONG, Y.-K. et al. The Effect of Frictional and Adhesion Forces Attributed to Slurry Particles on the Surface Quality of Polished Copper. **Journal of The Electrochemical Society**, v. 154, n. 1, p. H36, 2007.

IQBAL, P.; PREECE, J. A.; MENDES, P. M. Nanotechnology: The “Top-Down” and “Bottom-Up” Approaches. **Supramolecular Chemistry**, 2012.

ISAACOFF, B. P.; BROWN, K. A. Progress in Top-Down Control of Bottom-Up Assembly. **Nano Letters**, v. 17, n. 11, p. 6508–6510, 2017.

LAGROW, A. P. et al. Unravelling the growth mechanism of the co-precipitation of iron oxide nanoparticles with the aid of synchrotron X-Ray diffraction in solution. **Nanoscale**, v. 11, n. 14, p. 6620–6628, 2019.

LIU, S. et al. Preparation, surface functionalization and application of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 281, p. 102165, 2020.

LUCENA, G. N. et al. Journal of Magnetism and Magnetic Materials Synthesis and characterization of magnetic cross-linked enzyme aggregate and its evaluation of the alternating magnetic field ( AMF) effects in the catalytic activity. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 516, n. June, p. 167326, 2020a.

LUCENA, G. N. et al. Surface engineering of magnetic nanoparticles for hyperthermia and drug delivery. **Medical Devices & Sensors**, v. 3, n. 6, p. 1–6, 2020b.

MASSART, R. Preparation of Aqueous Magnetic Liquids in Alkaline and Acidic Media. **IEEE Transactions on Magnetics**, v. 17, n. 2, p. 1247–1248, 1981.

MOHAMMED, L. et al. Magnetic nanoparticles for environmental and biomedical applications: A review. **Particuology**, v. 30, p. 1–14, 2017.

ODENBACH, S. **Magnetoviscous effects in ferrofluids**. [s.l.] Springer, Berlin, Heidelberg, 2000. v. 10

ODENBACH, S. (ED.). **Ferrofluids Magnetically Controllable Fluids and Their Applications**. 1. ed. [s.l.] Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

OHSHIMA, H. **CHAPTER 1 - Interaction of colloidal particles**. [s.l.] Elsevier B.V., 2014.

PETERNELE, W. S. et al. Experimental investigation of the coprecipitation method: An approach to obtain magnetite and maghemite nanoparticles with improved properties. **Journal of Nanomaterials**, v. 2014, n. 1, p. 1–11, 2014.

PIAZZA, R. D. et al. PEGlatyon-SPION surface functionalization with folic acid for magnetic hyperthermia applications PEGlatyon-SPION surface functionalization with folic acid for magnetic hyperthermia applications. **Materials Research Express PAPER**, v. 7, n. 15078, p. 10, 2020.

QIAO, K. et al. Application of magnetic adsorbents based on iron oxide nanoparticles for oil spill remediation : A review. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 97, p. 227–236, 2019.

QUAN, K. et al. Possibilities and impossibilities of magnetic nanoparticle use in the control of infectious biofilms. **Journal of Materials Science and Technology**, v. 69, p. 69–78, 2021.

RABINOW, J. The Magnetic Fluid Clutch. **Transactions of the American Institute of Electrical Engineers**, v. 67, p. 1308–1315, 1948.

RODRIGUEZ, A. F. R. et al. Evaluation of antiplasmodial activity and cytotoxicity assays of amino acids functionalized magnetite nanoparticles: Hyperthermia and flow cytometry applications. **Materials Science and Engineering: C**, v. 125, 112097, 2021.

SAMROT, A. V. et al. A review on synthesis, characterization and potential biological applications of superparamagnetic iron oxide nanoparticles. **Current Research in Green and Sustainable Chemistry**, v. 4, n. September 2020, p. 100042, 2021.

SANTOS, C. C. DOS et al. Aqueous Nanofluids Based on Copper MPA : Synthesis and Characterization. **Materials Research**, v. 20, p. 104–110, 2017.

SANTOS, C. C. DOS et al. Colloidal stability study of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  - based nanofluids in water and ethylene glycol. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, n. 0123456789, 2020a.

SANTOS, C. C. DOS et al. Aqueous Nanofluids based on Thioglycolic acid-coated copper sulfide nanoparticles for heat-exchange applications. **Journal of Molecular Liquids**, v. 313, p. 113391, 2020b.

SHARIFIANJAZI, F. et al. Magnetic  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles doped with metal ions: A review. **Ceramics International**, v. 46, n. 11, p. 18391–18412, 2020.

VAN BERKUM, J. G. M. et al. Applicabilities of the Warren-Averbach analysis and an alternative analysis for separation of size and strain broadening. **Journal of Applied Crystallography**, v. 27, n. pt 3, p. 345–357, 1994.

WANG, Y. et al. Engineering ferrite nanoparticles with enhanced magnetic response for advanced biomedical applications. **Materials Today Advances**, v. 8, 2020.

WU, L. et al. Interaction and stabilization of DMF-based alumina suspensions with citric acid. **Powder Technology**, v. 203, n. 3, p. 477–481, 2010.

ZHU, N. et al. Surface Modification of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles. p. 1–27, 2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço galvanizado 6, 14, 15, 16, 17, 20, 24

Adsorção de íons 8, 130, 131, 133

Agente Antimicrobiano 183

Análise 6, 7, 1, 2, 5, 6, 8, 14, 29, 32, 38, 39, 40, 43, 58, 60, 64, 82, 83, 85, 93, 96, 98, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 125, 127, 135, 136, 137, 146, 162, 200, 241, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 258, 260, 263, 267, 268, 269, 276, 280, 281, 289, 296, 300, 303, 306, 307, 308, 312, 321

Análise Termogravimétrica 85

### B

Biofilmes 7, 81, 82, 83, 84

Biomassa 85, 87, 88, 91, 93

### C

Capacidade de Retenção 142, 144, 146, 147, 148

Catálise heterogênea 55, 57

Compósitos 6, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 159, 164, 197, 203

Compostos voláteis 7, 96, 100, 101

Condutividade térmica 195, 196, 197, 198, 200, 203, 204

Controle de qualidade 3, 4, 105, 106, 126, 127

Co-Precipitação 130, 131, 132, 133, 134, 139, 162

Criminalística 250, 251, 252, 261, 262

### D

Decantação 2, 4, 6, 7, 11, 87, 153

### E

Eletroquímica 5, 14, 17, 18, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 311

Energia ultrassônica 220

### F

Fibras vegetais 36, 37, 40, 44, 152

Filmes 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 81, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 237, 238, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 261, 318

Fotocatálise 161, 164, 177, 180, 181, 208, 329

## **I**

Inibidores de corrosão 16, 45, 46

Inibidor verde 15, 47, 52

## **L**

Legislação 2, 4, 121, 124, 125, 126, 127, 143

## **M**

Método de síntese 209, 210, 214, 323, 327, 328, 329, 330

Morfologia 13, 36, 38, 41, 43, 130, 133, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 212, 213, 220, 309, 310, 312, 314, 316

## **N**

Nanopartículas magnéticas 130, 131, 132, 133, 137, 139, 309, 310, 311

## **P**

Plastificantes 237, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 246

Polímeros Naturais 150, 151

Pré-tratamento 14, 15, 16, 23, 328

Propriedades Mecânicas 10, 15, 36, 39, 43, 151, 152, 237, 238, 241, 243, 245, 246, 247

## **Q**

Química Forense 10, 250, 251, 261, 262

Química Verde 2, 12, 45, 334

Quimiometria 5, 26

## **R**

Revestimentos 81, 196, 197, 241, 310

## **S**

Secagem 2, 4, 7, 8, 11, 58, 98, 107, 153, 260, 329

## **T**

Titulação espectrofotométrica 6, 26, 28, 29

## **V**

Voltametria 69, 309

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)