

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
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

CAPÍTULO 5.....	45
AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORROSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO	
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	
DOI 10.22533/at.ed.7082122065	
CAPÍTULO 6.....	55
CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄	
Pelry da Silva Costa	
Jussara Moraes da Silva	
Itaciara Erliny Maria da Silva Melo	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
Edmilson Miranda de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.7082122066	
CAPÍTULO 7.....	69
DETERMINATION OF LODENAFIL CARBONATE BY SQUARE-WAVE CATHODIC STRIPPING VOLTAMMETRY	
Jonatas Schadeck Carvalho	
Sueli Pércio Quináia	
DOI 10.22533/at.ed.7082122067	
CAPÍTULO 8.....	81
DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA LARANJA PÊRA	
Taís Port Hartz	
DOI 10.22533/at.ed.7082122068	
CAPÍTULO 9.....	85
DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TORRA POR ANÁLISE TÉRMICA	
Francisco Raimundo da Silva	
Weverton Campos Nozela	
Diógenes dos Santos Dias	
Clóvis Augusto Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.7082122069	
CAPÍTULO 10.....	96
DETERMINAÇÃO POR GC-MS DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS EM GALHOS E FOLHAS DE MANSOA HIRSUTA	
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 CoFe_2O_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

SOBRE A ORGANIZADORA.....	334
ÍNDICE REMISSIVO.....	335

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

Data de aceite: 01/06/2021

Isabela Marcondelli Iani

LIEC-Instituto de Química, Universidade do Estado de São Paulo-UNESP
Araraquara – SP

Rafael Aparecido Ciola Amoresi

Faculdade de Engenharia de Guaratingueta-UNESP
Guaratingueta – SP

Alexandre Zirpoli Simões

Faculdade de Engenharia de Guaratingueta-UNESP
Guaratingueta – SP

Glenda Biasotto

LIEC-Instituto de Química, Universidade do Estado de São Paulo-UNESP
Araraquara – SP

Maria Aparecida Zaghete

LIEC-Instituto de Química, Universidade do Estado de São Paulo-UNESP
Araraquara – SP

Elson Longo

CDMF-Departamento de Química – Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR – São Carlos – SP

Leinig Antonio Perazolli

LIEC-Instituto de Química, Universidade do Estado de São Paulo-UNESP
Araraquara – SP

RESUMO: Nanotubos de titanatos de sódio vêm sendo estudados como importantes alternativas para aplicações ambientais, como as fotocatalíticas. Isso se deve principalmente aos fenômenos relacionados à estrutura eletrônica, mecanismos de transporte de cargas e estados de defeito de superfície. Os quais podem ser relacionados à sua complexa estequiometria ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$, $0 \leq x \leq 2$). Neste trabalho, demonstramos com mais detalhes os fatores estruturais e eletrônicos desses titanatos, bem como a caracterização de três materiais em relação à variação composicional entre H^+ e Na^+ . Foram encontrados nanotubos de titanato de sódio ($\text{Na}_2\text{Ti}_5\text{O}_{11}$) e hidrogenotitanato ($\text{H}_2\text{Ti}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$), de acordo com a acidez do tratamento pós síntese hidrotermal assistida por micro ondas e com o tratamento térmico ao qual uma das amostras foi submetida.

PALAVRAS - CHAVE: Titanato de sódio, Síntese Hidrotermal Assistida por Micro-ondas, Nanotubos.

SODIUM TITANATE ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$) NANOTUBES OBTATION AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION

ABSTRACT: Sodium titanate nanotubes have been studied as important alternatives for environmental applications as the photocatalytic. This is mainly due to the phenomena related to the electronic structure, charge transport mechanisms and surface defect states. Which can be related to its complex stoichiometry ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$, $0 \leq x \leq 2$). In this work, we show with more detail the structural and electronic factors that titanates, as well as the characterization of three materials

in relation to the compositional variation between H^+ and Na^+ . Sodium titanate nanotubes ($Na_2Ti_5O_{11}$) and hydrogen titanate ($H_2Ti_2O_5 \cdot H_2O$) were found, according to the acidity of the treatment after microwave-assisted hydrothermal synthesis and the thermal treatment to which one of the samples was subjected.

KEYWORDS: Sodium Titanate, Microwave-Assisted Hydrothermal Synthesis, Nanotubes.

1 | INTRODUÇÃO

Óxidos semicondutores nanométricos apresentam propriedades versáteis, o que permite aplicações ao meio ambiente, tal como, por exemplo, utilizando-os em aplicações fotocatalíticas. Nesse tipo de aplicação é possível degradar vários poluentes orgânicos (Lin *et al.*, 2020). Essa possibilidade está relacionada à estrutura eletrônica, mecanismos de transporte dos portadores de carga, estados de defeito e características optoeletrônicas dos semicondutores, e assim permitem múltiplas propriedades aos materiais do tipo semicondutor (Amoresi et al, 2019).

Verifica-se que o mecanismo fotocatalítico ocorre por uma “ativação” do semicondutor por fótons ($h\nu$) da radiação eletromagnética, geralmente compreendido na região entre o ultravioleta (100 nm – 400 nm) e o visível (420 nm – 700 nm). Essa ativação do semicondutor ocorre quando a energia incidente dos fótons sobre o semicondutor for igual ou maior que a energia da banda proibida do semicondutor, conhecido na língua inglesa como *bandgap*. Por exemplo, um notável semicondutor utilizado em fotocatalise é o dióxido de titânio, TiO_2 , e esse material, dependendo da síntese, apresenta energia de *bandgap* de 3,2 eV. Assim faz-se necessário uma energia da radiação eletromagnética, E , de no mínimo esse valor para ativá-lo, isto é, uma radiação no comprimento de onda, λ , de 388 nm (esse valor vem da relação de Planck-Einstein que temos $E \cdot \lambda = 1240$ logo: $1240/3,2 = 388$ nm). Após o semicondutor ser ativado um elétron salta da banda de valência, BV, para a banda de condução, BC, do semicondutor gerando um par elétron/buraco abreviado como: par e^-/h^+ .

A geração do par e^-/h^+ e a permanência por tempo hábil desse par separados na superfície do semicondutor são parâmetros fundamentais para a eficiência do fotocatalisador. Esse tempo hábil é o tempo necessário para que o elétron fotogerado, e o próprio h^+ formado, possam oxidar a água gerando espécies reativas de oxigênio (OH^\bullet , OH^\bullet , O_2^\bullet). Tais espécies atuam na degradação dos micropoluentes presentes no meio aquático. Discute-se que o comportamento fotocatalítico por ser uma propriedade de superfície (isto é, todo o processo ocorre principalmente na interface entre a superfície da partícula e o meio aquático) implicaria que quanto maior for a área de superfície do material (partículas menores e porosas) maior será sua eficiência. No entanto, recentes investigações sobre as facetas das partículas dos semicondutores têm demonstrado que a atividade fotocatalítica não é somente dependente das propriedades de área superficial do catalisador, mas também da correlação da superfície do cristal externamente exposta, isto é, do arranjo e construção da superfície atômica. Em suma, isso implica uma mudança na

forma da partícula (na sua morfologia), e essa mudança tem direta relação com o método de síntese empregado (Lv *et al.*, 2020).

Iani *et al.* (2021) demonstraram exemplos dessa relação com nanoestruturas unidimensionais que apresentam alto desempenho fotocatalítico, devido à diferentes características como: maior exposição de planos cristalinos com menor energia de *bandgap*; ativação do semiconductor sob luz visível; vacâncias de oxigênio com tipos de defeitos específicos; e menor recombinação de cargas (e^-/h^+). Tais características contribuem para um maior tempo de vida dos sítios ativos na fotoatividade do material e conseqüentemente aumentam a fotodegradação. Demonstra-se na literatura que os materiais de dióxido de titânio (TiO_2) ou titanatos ($Na_xH_{2-x}Ti_3O_7$, $0 \leq x \leq 2$), como obtidos nesse trabalho apresentam diferentes valores de energia de *bandgap* (Coletto et al, 2018 e Iani *et al.*, 2021). A variação no valor dessa energia deve-se a fatores como: a composição, o grau de cristalinidade, o tamanho, a forma e os defeitos presentes na partícula. Um exemplo de material que apresenta morfologia similar (nanotubos) e que por alteração de sua composição resultou em alteração da energia de *bandgap* são os titanatos supracitados ($Na_xH_{2-x}Ti_3O_7$, $0 \leq x \leq 2$). Conforme se verifica na Tabela 1 os materiais sintetizados, chamados por NT-H₂O e NT-HCl, apresentaram a coexistência de duas composições ($Na_2Ti_3O_7$ e $H_2Ti_3O_7$) e é observado que ao reduzir em aproximadamente 20% a concentração de $Na_2Ti_3O_7$ no material da amostra NT-HCl comparado à amostra NT-H₂O, e conseqüente aumento da fase de $H_2Ti_3O_7$, proporcionou a redução em ~ 0,50 eV a energia de *bandgap* (amostra NT-HCl) (Iani *et al.*, 2021). A alteração da composição nas amostras com conseqüente implicações da alteração do valor da energia de *bandgap* deve-se à metodologia de síntese empregada entre as diferentes amostras. As estruturas cristalinas dessas duas fases são ilustradas nas Figuras 2a e 2b para as fases $Na_2Ti_6O_{13}$ e $H_2Ti_6O_{13}$, respectivamente.

Amostra	Concentração relativa da fase $Na_2Ti_3O_7$	Concentração relativa da fase $H_2Ti_3O_7$	Morfologia	Energia de <i>bandgap</i> (eV)
NT-H ₂ O	71%	29%	Nanotubos	3,38
NT-HCl	49%	51%	Nanotubos	2,93

Tabela 1. Composição, morfologia, e energia de *bandgap* de amostras de titanatos (Iani *et al.*, 2021).

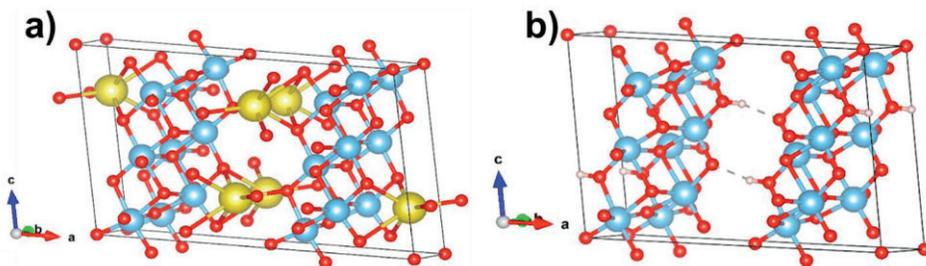


Figura 1. Estruturas dos titanatos **a)** $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ e **b)** $\text{H}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$. As esferas de cor amarela, azul e vermelha representam os átomos de Na, Ti, e O, respectivamente.

Um dos métodos utilizados para a síntese de nanoestruturas unidimensionais, tais como os nanotubos, é o método chamado Hidrotermal Assistido por Micro-ondas (HAM), que apresenta vantagens por utilizar temperaturas relativamente baixa, controle de pressão e curto tempo de reação (geralmente entre 1 min a 180 min) (Manfroi *et al.*, 2014), melhorando assim a relação custo-efetividade do processamento e permitindo estudar a cinética de crescimento da partícula. Neste método de síntese, são vários os parâmetros que podem influenciar no crescimento, organização e forma (morfologia) das nanopartículas, como:

- Solvente;
- pH;
- Concentração;
- Temperatura;
- Pressão;
- Tempo de reação;
- Possível uso de reagentes direcionadores de crescimento.

Conforme a ilustração da Figura 2, são observadas as diferentes etapas do procedimento de síntese HAM. Baseando-se nessas etapas, a seguir será descrito a projeção de uma síntese com alguns parâmetros fixos e outros variáveis entre uma síntese e outra. Sobre os parâmetros fixos teremos: o solvente, usando meio aquoso; o pH, com valor qualquer em meio básico brando; a concentração dos reagentes; e o tempo de síntese, por exemplo 1 min. Dos parâmetros a serem variados, entre as sínteses, são a pressão e a temperatura. Poder-se-ia perguntar como se varia tais parâmetros? A fim de alterar a temperatura da síntese, basta realizar a programação do equipamento (Figura 2: Etapa 3). Para alterar a pressão do sistema, altera-se a quantidade de suspensão dentro do recipiente que o contém (Figura 2: Etapa 2). A mudança de temperatura (ou de pressão) na obtenção das diferentes amostras configura uma variação da energia interna,

ΔU , do sistema. No entanto, conforme a temperatura, T , de síntese (ou mesmo o volume de suspensão) for diferente, resultará em alteração da proporção de fase vapor formada dentro do recipiente. Logo para cada síntese, com as variações termodinâmicas existentes da T , p e ΔU , estará diretamente associado aos processos de nucleação, crescimento e transformação de fase da energia livre, ΔG , do sistema:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

Portanto, de forma muito resumida tem-se que a cristalização da partícula será formada através de fases metaestáveis até alcançar a fase mais estável termodinamicamente (ΔG durante a síntese). Como são empregados T e p distintos, no exemplo citado anteriormente, se obtém então cristalinidades distintas com possibilidade de crescimento de diferentes morfologias já que as diferenças de energia de superfícies das faces são influenciadas pelo ambiente do sistema (Colfen e Mann, 2003). A fim de melhor explorar esse intrigante tema deve-se ler sobre a regra de Ostwald (Sanders *et al.*, 2007), que se relaciona sobre a estabilidade das fases metaestáveis até se alcançar a espécie mais estável.

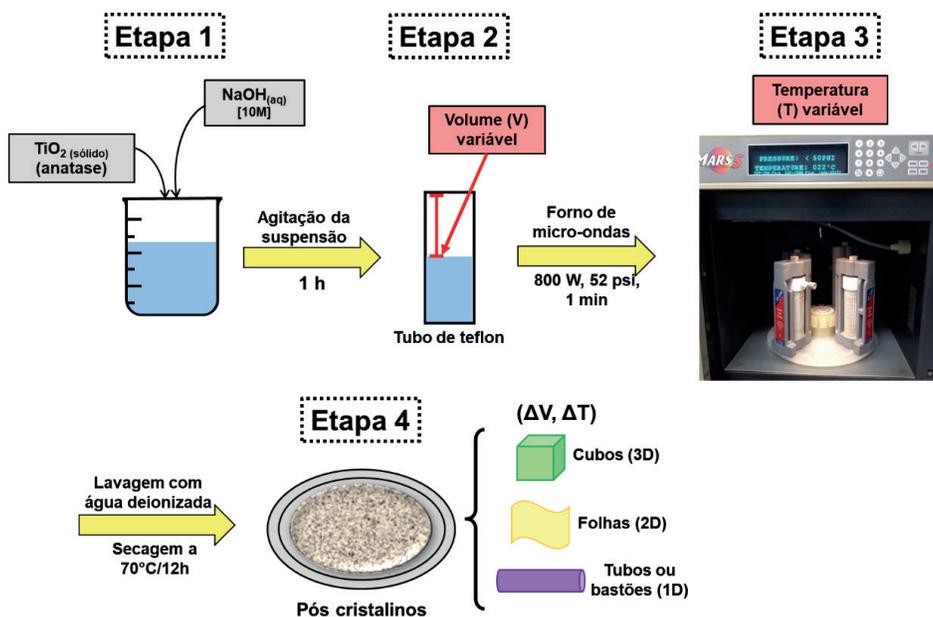


Figura 2. Esquema ilustrativo do método hidrotérmico assistido por micro-ondas usado para a síntese de nanopartículas com diversas morfologias exemplificadas.

Para a obtenção, por exemplo, da morfologia de nanotubos de titanato, os parâmetros de síntese com o estudo das variáveis de temperatura, pressão e tempo de

síntese encontram-se bem definidas na literatura (Manfroi *et al.*, 2014 e Andrés *et al.*, 2015). Suetake *et al.* (2008) e Hu *et al.* (2009) observaram alterações estruturais e morfológicas nos materiais sintetizados ao submetê-los a tratamentos térmicos em diferentes temperaturas. Além disso, estudos mostram que a acidez do meio influencia diretamente na composição do titanato. Sandoval *et al.*, (2017) demonstraram que quanto menor o pH, menor será a concentração de Na⁺ no retículo cristalino do titanato, devido a um processo de substituição do Na⁺ por H⁺. Portanto, observa-se que ao passo que a obtenção da morfologia é bem definida na literatura, a composição é sensível à metodologia utilizada. Dessa forma, a seguir será descrito procedimentos de obtenção de nanotubos em três distintas composições: i) Na₂Ti₅O₁₁/H₂Ti₂O₅.H₂O (chamada por N/H), ii) Na₂Ti₅O₁₁ (N), e iii) H₂Ti₂O₅.H₂O (H).

2 | PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS

2.1 Síntese Hidrotermal Assistida por Micro-ondas

O procedimento seguiu as etapas de formação de uma suspensão com TiO₂ comercial disperso em solução aquosa de NaOH 10 M, que foi transferida para um copo de teflon, e submetida ao tratamento hidrotermal assistido por micro-ondas em digestor micro-ondas. A temperatura de síntese foi fixada em 180°C e o tempo de 1 hora.

2.2 Tratamento Pós-Síntese

As partículas obtidas foram divididas em 3 grupos que sofreram diferentes processos de lavagem e tratamento térmico, e encontram-se nomeadas de acordo com tais parâmetros na Tabela 2. As lavagens foram feitas visando obter diferentes valores de pH durante a lavagem, o que resulta em diferentes composições de Na e H nas amostras, como segue: lavagem com água destilada (até pH = 7), e lavagem com solução de HCl 10 M (até pH = 1). Os procedimentos tiveram agitação durante 1h. Em um dos procedimentos também se avaliou o tratamento térmico de 450°C/2h, rampa de aquecimento de 5°C/min.

Procedimento	Amostra
pH 7 sem tratamento térmico posterior	N/H
pH 7 com tratamento térmico posterior	N
pH 1 sem tratamento térmico posterior	H

Tabela 2. Amostras obtidas pelos diferentes procedimentos de síntese.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Morfologia e Estrutura

A morfologia das nanopartículas, analisadas por MEV-FEG, estão ilustradas nas Figuras 3a,b,c, onde encontram-se as imagens das amostras NH, N e H, respectivamente. Observa-se para todas as amostras morfologias em forma de bastões. Não são encontradas grandes variações de forma ou tamanho das partículas conforme é variada a temperatura de tratamento térmico, amostra N/H comparado à amostra N.

No entanto, a amostra H apresenta diferenças na superfície e no tamanho das partículas com relação as amostras N/H e N, as quais foram obtidas em lavagens de pH 7. Através do histograma de distribuição de tamanho inseridos nas Figuras 1(c). A amostra H apresenta a forma de tubos lisos com diâmetro aproximado de 15 nm e com 109,65 nm e 129,86 nm de comprimentos aproximados.

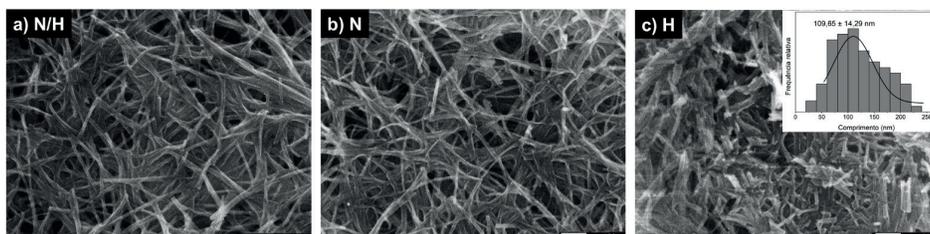


Figura 3 Imagens de MEV-FEG das amostras **a) N/H, b) N e c) H** com inserção de histograma de distribuição de tamanho das partículas.

Os difratogramas de raios X das amostras se encontram na Figura 4 e demonstram perfis cristalográficos com picos alargados que podem ser atribuídos à fase cristalina de pentatitanato de sódio $\text{Na}_2\text{Ti}_5\text{O}_{11}$ (N) e à fase ortorrômbica de bititanato de hidrogênio hidratado, $\text{H}_2\text{Ti}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (H). O perfil de picos alargados está relacionado com o tamanho nanométrico dos tubos, corroborando com os resultados de microscopia.

Em N encontra-se picos correspondentes à fase $\text{Na}_2\text{Ti}_5\text{O}_{11}$ em $28,3^\circ$ e $48,1^\circ$. Em H são encontrados picos referentes à fase $\text{H}_2\text{Ti}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ em $9,8^\circ$; $24,1^\circ$ e $49,1^\circ$, que correspondem respectivamente aos planos (200), (310) e (220) desse material. Já em N/H é possível observar a existência dos picos de ambas as fases, descritos anteriormente.

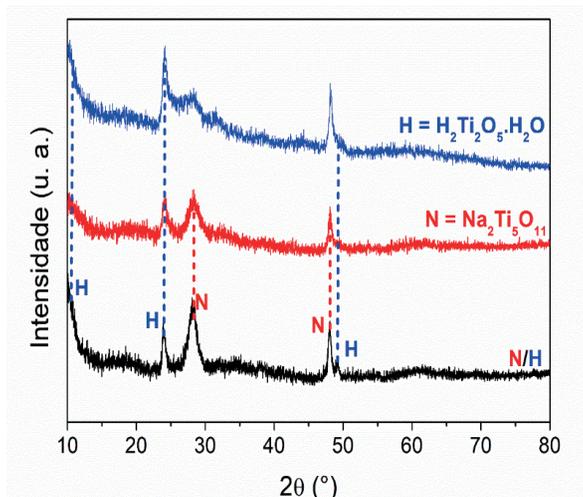
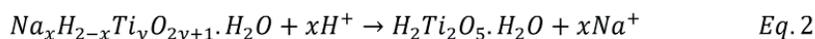
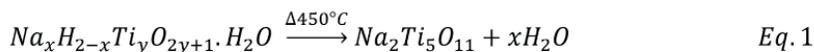


Figura 4. Difratomogramas de raios X obtidos para as amostras N/H, N e H.

A partir das informações obtidas pelos difratogramas descritos, a formação das fases N e H indica que os parâmetros da síntese, duração de 1 hora e temperatura a 180°C, provocaram a inserção de íons Na⁺ provenientes da solução de NaOH utilizada no método de síntese, bem como de íons H⁺ provenientes da água utilizada na lavagem na rede do TiO₂ de fase anatase utilizado como precursor, que por sua vez ocasionaram a formação de duas fases cristalinas de titanatos diferentes no mesmo material (N/H). Além disso, os íons H⁺ inseridos na rede dos nanotubos no processo de lavagem foram removidos pelo tratamento térmico em 450°C durante 2h, e somente os íons Na⁺ permaneceram na estrutura do titanato, de acordo com a Equação 1. É possível inferir também que houve a remoção possivelmente completa dos íons Na⁺ da estrutura do material através do processo de lavagem ácida a pH = 1, como demonstrado na Equação 2.



Os espectros de espalhamento Raman obtidos para as amostras apresentam bandas largas e características de modos vibracionais de titanatos, listadas. O espectro de N/H (Figura 4a) possui bandas que representam vibrações das interações envolvendo Na⁺, como em 165 cm⁻¹ e 191 cm⁻¹ que são atribuídos a modos de flexão de grupos terminais do tipo Ti–O⁻ que tem como contra íon o Na⁺ (Hipólito *et al.*, 2015); e como em 663 cm⁻¹ e 907 cm⁻¹, que são atribuídas à vibração nas regiões entre camadas das paredes dos nanotubos (Gajovic *et al.*, 2009). Os modos vibracionais referentes às ligações entre o Ti e o O se encontram representados pelas bandas em 277 cm⁻¹ e 446 cm⁻¹, que são

atribuídas à vibração da ligação Ti–O (Gajovic *et al.*, 2009) e ao modo de flexão de Ti–O–Ti envolvendo íons Ti^{4+} hexacoordenados e íons O_2^- tricoordenados nas camadas do titanato (Razali *et al.*, 2012). Já a banda em 706 cm^{-1} está relacionada com vibrações de Ti–O–H (Zhu e Strada, 2007).

No espectro da amostra N (Figura 5b) são encontradas menos bandas, seis, comparado à amostra N/H. Indicando que possivelmente sua estrutura é mais simétrica. Dessas bandas quatro são referentes a ligações com Na^+ (121 , 192 , 666 e 911 cm^{-1}) e duas são referentes a ligações Ti–O e Ti – O – Ti (284 e 446 cm^{-1} , respectivamente). O modo referente à vibração de Ti–O–H foi suprimido, o que pode ser devido ao tratamento térmico ao qual o material foi submetido, que removeu os íons H^+ da estrutura, como também observado dos resultados de DRX (Figura 4). Já no espectro de H (Figura 5c) são encontradas 5 bandas, das quais em 186 cm^{-1} e 450 cm^{-1} são atribuídas a flexões e estiramentos de Ti – O – Ti (Gajovic *et al.*, 2009), em 278 e 841 cm^{-1} são atribuídas à flexões e estiramento de ligações Ti – O (Kim *et al.*, 1997), e em 666 cm^{-1} é atribuída por Razali *et al.* (2012) às vibrações de Ti – O – H.

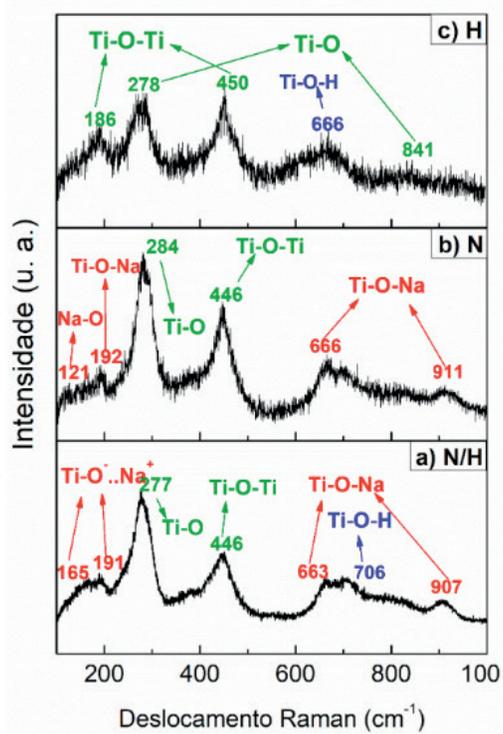


Figura 5. Espectros de Espalhamento Raman das amostras a) N/H, b) N e c) H.

A partir das atribuições propostas para os espectros observados, é possível tirar algumas conclusões a respeito do processo de formação dos titanatos estudados. Quando o material de partida é tratado com NaOH nas condições estabelecidas, algumas das ligações Ti – O – Ti são quebradas e ligações Ti – O – Na e Ti – OH são formadas. Quando os nanotubos formados são lavados com água destilada e solução ácida de HCl, estas ligações formadas reagem com a água e com o ácido para formar novas ligações que, quando submetidas a certas temperaturas, formam novas ligações do tipo Ti – O – Ti. Neste ponto, a fase anatase do TiO₂ começa a se formar.

Logo após o tratamento hidrotermal em pH = 14, quando os nanotubos são retirados do micro-ondas sua superfície está repleta de interações do tipo Na⁺-O-Ti, o que causa a formação de uma estrutura em que as cargas permanecem o mais longe possível entre si devido a repulsa eletrostática nessa região do material. Quando o material é lavado com água destilada, as espécies carregadas são eliminadas da superfície gradualmente, e quando o material é lavado com a solução ácida de HCl essas espécies são eliminadas imediatamente, o que altera a repulsão eletrostática e estrutura da superfície.

3.2 Características óptica e eletrônica

Os espectros de refletância difusa no UV-Vis obtidos para as amostras encontram-se na Figura 6a. É possível perceber que o espectro de N/H apresenta dois pontos de inflexão, “ombros”, assinaladas por setas em suas curvas na figura. Esse comportamento indica transições intermediárias entre a banda de valência e a banda de condução de fases cristalinas distintas na estrutura. Os espectros das outras amostras, caracterizadas anteriormente como puras, não possuem essa característica.

Através de seus espectros de reflectância difusa é possível calcular a energia de *bandgap* (E_g) das amostras, ou seja, a energia que absorvida na forma de fótons que excita os elétrons (e^-) do material para a banda de condução (BC), deixando um buraco (h^+) na banda de valência (BV). O cálculo é realizado considerando a função de remissão de Kubelka-Munk (Equação 3), que é proporcional ao coeficiente de absorção a do material, descrito na Equação 4.

$$F(R) = \frac{(1 - R^2)}{2R} \propto a \quad \text{Eq. 3}$$

$$(ahv)^2 = K(hv - E_g) \quad \text{Eq. 4}$$

$$E = \frac{hv}{\lambda} \quad \text{Eq. 5}$$

Nas equações descritas acima $F(R)$ é a função de Kubelka-munk, R é o valor de reflectância, E é a energia de *bandgap* em eV, h é a constante de Plank (4,136.10⁻¹⁵ eV.s),

u é a velocidade (2,998.108 m.s⁻¹) do fóton incidido e o expoente r pode ter valores $\frac{1}{2}$ e 2 representando a transição indireta e direta respectivamente. Assumindo a transição indireta, fica evidente que ao plotar $(ahv)^{1/2}$ em função de hv é possível calcular E_g por extrapolação da região linear para $(ahv)^{1/2} = 0$.

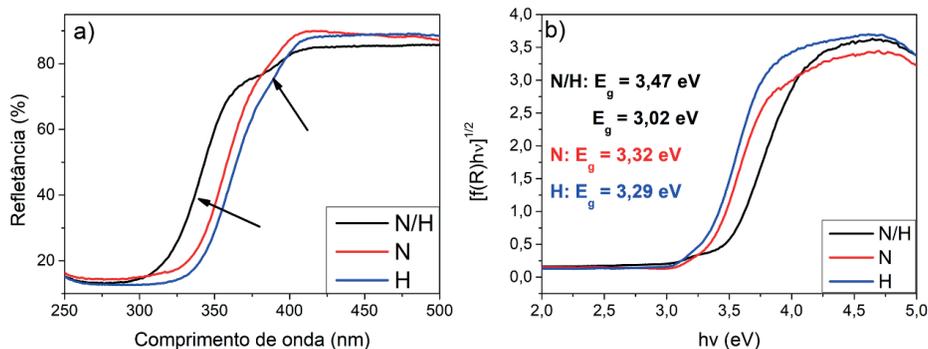


Figura 6. Espectros de refletância difusa no UV-Vis de N/H, N e H e **b)** espectros eletrônicos de N/H, N e H.

Os espectros eletrônicos calculados e os valores de *bandgap* encontrados estão registrados na Figura 6b. Para a amostra N/H, o primeiro valor de *bandgap* calculado, é igual a 3,47 eV, correspondente ao comprimento de onda igual a 357 nm, e o segundo valor obtido é de 3,02 eV, correspondente ao comprimento de onda de 411 nm, que se encontra na região visível do espectro eletromagnético, mais especificamente na região da luz violeta. Os espectros das amostras N e H apresentam apenas uma região de inflexão em suas curvas, indicando a identificação de apenas um valor de *bandgap* para tais. Os valores de *bandgap* encontrados para tais amostras são 3,32 eV e 3,29 eV, que correspondem aos comprimentos de onda 373 nm, 377 nm, respectivamente, todos localizados na região UV do espectro eletromagnético.

Nota-se que os valores encontrados são maiores do que a energia de *bandgap* do TiO₂ anatase, utilizado como precursor da síntese, que é de 3,2 eV. Esse efeito é consequência da inserção dos íons Na⁺ na estrutura do TiO₂ no processo de formação dos titanatos (Iani *et al.*, 2021), que promove mudanças na composição química e o consequente rearranjo da estrutura, e também formam possíveis defeitos estruturais (Sharma e Nihal, 2020). Tais mudanças na composição e no arranjo estrutural podem causar mecanicamente tensões internas na partícula e eletronicamente mudança na estrutura de bandas. Tais novos arranjos – mecânico e eletrônico – resultam na diferença de sobreposição dos orbitais, influenciando assim na semicondutividade, isto é, na possível diminuição do gap energético (Alkathy *et al.*, 2021).

Comparando as informações obtidas das caracterizações discutidas com o trabalho

de Iani *et al.* (2021), é possível fazer uma previsão de quais dos materiais mostrados no capítulo resultariam em melhores aplicações fotocatalíticas. No trabalho de Iani, que também estudou nanotubos de titanatos, o material com maior concentração relativa de sódio na estrutura (NT-H₂O) obteve melhor eficiência fotocatalítica sob irradiação de luz visível. Já o material com menor concentração relativa de sódio na estrutura (NT-HCl) apresentou melhor eficiência fotocatalítica sob irradiação de luz UV. Dessa forma, foi demonstrado que a presença de sódio na estrutura dos titanatos favorece a ação fotocatalítica do material sob luz visível e desfavorece sua ação sob luz UV. Portanto, dentre os materiais apresentados neste trabalho, a amostra N possivelmente obteria melhores resultados fotocatalíticos sob radiação visível comparado à amostra H, que por sua vez obteria melhores resultados sob radiação UV.

4 | CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos pelas diferenças na metodologia de síntese empregada, observa-se como os parâmetros de pH de lavagem das partículas e o tratamento térmico influenciam na composição dos nanotubos sintetizados a partir de TiO₂ anatase, sem alterar suas morfologias. Conclui-se que a lavagem ácida retira os íons Na⁺ da estrutura cristalina dos nanotubos, que havia sido inserido pela presença de NaOH em alta concentração durante a síntese HAM. Resultando em fase pura de hidrogenotitanato (amostra H). Além disso, o tratamento térmico em temperatura igual a 450°C durante 2h promove a eliminação dos íons H⁺ proveniente das lavagens, formando uma fase pura de titanato de sódio (amostra N).

REFERÊNCIAS

Alkathy, M. S.; Lente, M. H.; Eiras, J. A. Bandgap narrowing of Ba_{0,92}Na_{0,04}Bi_{0,04}TiO₃ ferroelectric ceramics by transition metals doping for photovoltaic applications. *Materials Chemistry and Physics*, v. 257, n. 123791, 2021.

Amoresi, R. A. C.; Oliveira, R. C.; Marana, N. L.; Almeida, P.; Prata, P. S.; Zaghete, M. A.; Longo, E.; Sambrano, J. R.; Simões, A. Z. CeO₂ Nanoparticle Morphologies and Their Corresponding Crystalline Planes for the Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants. *ACS Applied Nano Materials*, v. 2, n. 10, p. 6513-6526, 2019.

Andrés, J.; Gracia, L.; Gouveira, A. F.; Ferrer, M. M.; Longo, E. Effects of surface stability on the morphological transformation of metals and metal oxides as investigated by first principles calculations. *Nanotechnology*, v. 26, 2015.

Coletto, U.; Amoresi, R. A. C.; Teodoro, V.; Iani, I. M.; Longo, E.; Zaghete, M. A.; Perazolli, L.A. An approach for photodegradation mechanism at TiO₂/SrTiO₃ interface. *Journal of Materials Science-Materials in Electronics*, v. 29, p. 20329-20338, 2018.

Colfen, H.; Mann, S. Higher-order organization by mesoscale self-assembly and transformation of hybrid nanostructures. *Angewandte Chemie International Edition*, v. 42, n. 21, p. 2350-2365, 2003.

Gajovic, A.; Friscic, I.; Plodinec, M.; Ivekovic, D. High temperature Raman spectroscopy of titanate nanotubes. *Journal of Molecular Structure*, v. 924-926, p. 183-191, 2009.

Hipólito, P. H.; Flores, N. J.; Klimova, E. M.; Cortés, A. G.; Bokhimi, X.; Alarcón, L. E.; Klimova, T. E. Novel heterogeneous basic catalysts for biodiesel production: Sodium titanate nanotubes doped with potassium. *Catalysis Today*, v. 250, pp. 187-196, 2015.

Hu, W.; Li, L.; Li, G.; Meng, J.; Tong, W. Synthesis of Titanate-Based Nanotubes for One-Dimensionally Confined Electrical Properties. *The Journal of Physical Chemistry C*, v. 113, p. 16996-17001, 2009.

Iani, I. M.; Teodoro, V.; Marana, N. L.; Coletto Jr, U.; Sambrano, J. R.; Simões, A. Z.; Teodoro, M. D.; Longo, E.; Perazolli, L. A.; Amoresi, R. A. C.; Zaghete, M. A. Cation-exchange mediated synthesis of hydrogen and sodium titanates heterojunction: Theoretical and experimental insights toward photocatalytic mechanism. *Applied Surface Science*, v. 538, n. 148137, 2021.

Kim, H. M.; Miyaji, F.; Kokubo, T.; Nakamura, T. Effect of heat treatment on apatite-forming ability of Ti metal induced by alkali treatment. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, v. 8, p. 341-347, 1997.

Lin, L.; Jiang, W.; Chen, L.; Xu, P.; Wang, H. Treatment of Produced Water with Photocatalysis: Recent Advances, Affecting Factors and Future Research Prospects. *Catalysts*, v. 10, n. 8:924, 2020.

Lv, Y.; Duan, S.; Wang, R. Structure design, controllable synthesis, and application of metal-semiconductor heterostructure nanoparticles. *Progress in Natural Science: Materials International*, v. 30, p. 1-12, 2020.

Manfroi, D.C.; Dos Anjos, A.; Cavalheiro A.A.; Perazolli, L. A.; Varela, J. A.; Zaghete, M. A. Titanate nanotubes produced from microwave-assisted hydrothermal synthesis: Photocatalytic and structural properties. *Ceramics International*, v.40, p.14483-14491, 2014.

Razali, M. H.; Noor, A.-F. M.; Mohamed, A. R.; Sreekantan, S. Morphological and Structural Studies of Titanate and Titania Nanostructured Materials Obtained after Heat Treatments of Hydrothermally Produced Layered Titanate. *Journal of Nanomaterials*, v. 2012, n. 962073, 2012.

Sanders, D. P.; Larralde, H.; Leyvraz, F. Competitive nucleation and the Ostwald rule in a generalized Potts model with multiple metastable phases. *Physical Review B*, v. 75, n. 132101, 2007.

Sandoval, A.; Hernández-Ventura, C.; Klimova, T. E. Titanate nanotubes for removal of methylene blue dye by combined adsorption and photocatalysis. *Fuel*, v. 198, p. 22-30, 2017.

Sharma, M.; Nihal. Effect of N-doped graphene on optical, electrical and electrochemical properties of hydrothermally synthesized TiO₂ nanocomposite. *Materials Today: Proceedings*, v. 26, p. 3390-3396, 2020.

Suetake, J.; Nosaka, A. Y.; Hodouchi, K.; Matsubara, H.; Nosaka, Y. Characteristics of Titanate Nanotube and the States of the Confined Sodium Ions. *The Journal of Physical Chemistry C*, v. 112, p. 18474-18482, 2008.

Zhu, B.; Strada, S. J. The Novel Functions of cGMP-Specific Phosphodiesterase 5 and its Inhibitors in Carcinoma Cells and Pulmonary/Cardiovascular Vessels. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, v. 7, n. 4, p. 437-454(18), 2007.

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
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

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

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

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

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)