



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2021

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 Cremona

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 CINEMATOGRÁFICAS

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

CAPÍTULO 28

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

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 26/03/2021

Vitória Eduardo Mendes Vieira

Universidade Federal do Piauí
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/8135130294732675>

Luis Fernando Guimarães Noletto

Universidade Federal do Piauí
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/0270256521695721>

Francisco Henrique Pereira Lopes

Universidade Estadual do Piauí
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5348235843440580>

Marta Silva de Oliveira

Universidade Estadual do Piauí
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/3620702840768506>

Ester Pamponet Ribeiro

Universidade Estadual do Piauí
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5210917014451059>

Keyla Raquel Batista da Silva Costa

Universidade Federal do Piauí
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/4431601733224110>

Maria Karina da Silva

Universidade Estadual do Piauí
Teresina - Piauí
<http://lattes.cnpq.br/8328599565030069>

Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos

Universidade Estadual do Piauí
Teresina - Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5404658944785438>

Maria Joseíta dos Santos Costa

Universidade Federal do Piauí
Teresina – Piauí
<https://orcid.org/0000-0002-6125-1124>

Amanda Carolina Soares Jucá

Universidade Estadual do Piauí
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/7192615906274265>

Yáscara Lopes de Oliveira

Universidade Federal do Piauí
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/2680373714161096>

Laécio Santos Cavalcante

Universidade Estadual do Piauí
Teresina- Piauí
<http://lattes.cnpq.br/7690248628577122>

RESUMO: Estudos mais recentes sobre os mais diversos materiais inorgânicos têm sido aprofundados pela comunidade científica, dentre esses, os semicondutores como tungstato de magnésio (MgWO_4) vêm se destacando. Diferentes métodos de síntese estão sendo relatados para a obtenção deste material. O presente trabalho tem como objetivo identificar os principais métodos de síntese utilizados na obtenção de pós cerâmicos e cristais de MgWO_4 no período de 2009 a janeiro de 2020, destacando as vantagens e desvantagens destes. Trata-se

de uma revisão da literatura através de artigos publicados no período de tempo citado e por meio das bases de dados: Google acadêmico, Scopus e Web of Science. A partir da análise dos artigos selecionados foi possível identificar a síntese de reação em estado sólido como a mais aplicada no recorte temporal determinado e o método dos precursores poliméricos reportado pela primeira vez na literatura para a obtenção deste tungstato.

PALAVRAS - CHAVE: Tungstato de magnésio, $MgWO_4$, Métodos de síntese

MAGNESIUM TUNGSTATE ($MgWO_4$): A REVIEW ON SYNTHESIS METHODS

ABSTRACT: More recent studies on the most diverse inorganic materials have been deepened by the scientific community, among them, semiconductors such as magnesium tungstate ($MgWO_4$) have been highlighted. Different synthesis methods are being related to a material of this material. This work aims to identify the main methods of using ceramics powders and crystals $MgWO_4$ in the period from 2009 to January 2020, pointed out its advantages and disadvantages. This is a review of the literature through articles published in the mentioned period and through the databases: Scholar google, Scopus and Web of Science. From the analysis of the selected articles, it was possible to identify the synthesis by solid state reaction method, as the most applied method, with no temporal cut, determined and the method of polymeric precursors in the literature to test this tungstate, reported for the first time.

KEYWORDS: Magnesium tungstate, $MgWO_4$, synthesis methods

1 | INTRODUÇÃO

As descobertas e adaptações dos diversos materiais inorgânicos pela comunidade científica está em ascensão. Dentre esses, os materiais do tipo semicondutores se destacam por possuírem propriedades ópticas e eletrônicas ativas, podendo ser aplicados como sensores de umidade, dispositivos emissores de luz visível, displays, diodos emissores de luz, televisores, dispositivos eletro-ópticos, fotoluminescência e catalizadores na degradação de corantes (DANEVICH et al. 2009; PULLAR, FARRAH e ALFORD, 2007; KIM et al. 2011).

Nesse contexto, os tungstatos metálicos se apresentam como uma alternativa, pois possuem boas propriedades ópticas. A fórmula geral destes óxidos é representada por (AWO_4), sendo A um cátion bivalente dos metais de transição- d^n ($A^{2+} = Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Cu$ ou Mg), designados como modificadores de rede. Possuem dois grupos isoestruturais: tetragonal do tipo “scheelita” e monoclinica do tipo “wolframita” (MONTINI et al. 2010; CAVALLI, BELLETTI e BRIK, 2008; WANG e MCCREERY, 1989; BECKER et al. 2007).

Os óxidos metálicos de tungstato cristalizam na estrutura de wolframita monoclinica, porém o tungstato de magnésio ($MgWO_4$), possui três polimorfos, tetragonal, monoclinico e triclinico. Na faixa de temperatura de 400 a 800-850 °C, se tem a estrutura tetragonal. Em temperatura mais elevada, transforma-se na forma monoclinica e acima de 1165 °C cristaliza em triclinico (ERRANDONEA e RUIZ-FUERTEES, 2010; GANCHEVA, 2015).

A estrutura monoclinica do tipo wolframita do $MgWO_4$ pertence ao grupo espacial

($P2/c$), grupo pontual de simetria (C_{2h}^4) e formada por duas unidades de fórmula molecular por célula unitária ($Z = 2$) (RUIZ-FUERTES et al. 2010; ERRANDONEA e RUIZ-FUERTES, 2010). Este, apresenta uma mesma coordenação química para os átomos de tungstênio no estado de oxidação (W^{6+}) que são formadores de rede e os metais de transição são os modificadores de rede (A^{2+}) que formam grupos de coordenação ou clusters octaédricos distorcidos de $[WO_6]$ e $[AO_6]$, respectivamente (ALMEIDA et al. 2012; GANCHEVA, 2015). A Figura 1 mostra a representação esquemática da célula unitária para a estrutura monoclinica do cristal de $MgWO_4$.

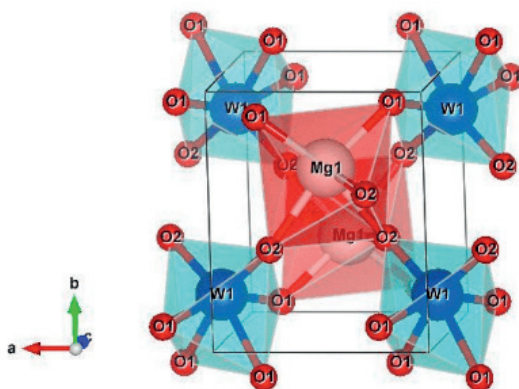


Figura 1: Representação esquemática da célula unitária monoclinica do cristal de $MgWO_4$

Fonte: Adaptação da referência (Gouveia et al. 2020)

Além da temperatura, os métodos de síntese influenciam diretamente na obtenção de diferentes estruturas de um material. Os primeiros pós-cerâmicos e cristais de $MgWO_4$ foram preparados pelos seguintes métodos de síntese: reação em estado sólido (RES) ou pela mistura dos seus respectivos óxidos (MgO e WO_3) com vários ciclos de moagem e tratamento térmico, e o crescimento de cristais pelo método de solução (CCMS) em elevadas temperatura e pressão, entretanto, estes métodos necessitam de temperaturas superiores a $1000\text{ }^\circ\text{C}$, podendo afetar de forma negativa na formação dos cristais, além do alto custo dos equipamentos que por sua vez encarecem o processo de síntese. (GUO e KLEPPA, 1996; KAZENAS et al. 2004; FONDA, 1944; KRAVCHENKO, 1969; SROUBEK e ZOANSKY, 1966).

Assim, com base na evolução dos métodos de síntese existentes, recentemente têm sido desenvolvidos e utilizados outras rotas de obtenção dos pós-cerâmicos e cristais de $MgWO_4$, buscando facilitar a síntese destes tungstatos com diferentes tamanhos, morfologias e propriedades eletrônicas (PULLAR, FARRAH e MCN ALFORD, 2007; LM,

JEE e KIM, 2012). Vale salientar que os diversos métodos de síntese reportados na literatura para obtenção destes materiais na forma pura e dopada são: vapor químico (STEINER, 2005; THANGALA et al. 2009), sol-gel (SG) (BAIZ et al. 2008), hidrotérmico convencional (HC) (AMBERG et al. 1988) e precursores poliméricos (PP) (GOUVEIA et al. 2020).

Desta maneira, tendo em vista a importância e influência do método de síntese para a obtenção de um material com boas propriedades, neste capítulo de livro, objetiva-se identificar os principais métodos encontrados na literatura para a síntese do MgWO_4 no período de 2009 a janeiro de 2020, descrevendo e destacando as vantagens e desvantagens de cada rota, reunindo assim, dados que podem ser utilizados como um suporte de consulta, com informações relevantes para a comunidade acadêmica e científica.

2 | METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão da literatura, que consistiu nas seguintes etapas: delimitação da temática da pesquisa e o intervalo temporal para os artigos, definição das bases de dados e descritores, estabelecimento dos critérios de inclusão e de exclusão, leitura exploratória dos artigos selecionados e por fim, a exposição dos resultados encontrados.

A busca foi realizada considerando artigos publicados nos anos de 2009 a janeiro de 2020 e por meio das bases de dados Google acadêmico, Scopus e Web of Science, usando as palavras-chaves: “ MgWO_4 ”, “magnesium tungstate”, “synthesis” e suas respectivas traduções.

Os artigos encontrados foram avaliados através do título e resumo, sendo lidos em sua íntegra somente aqueles considerados relevantes. Os critérios de inclusão adotados foram estudos que abordem métodos de síntese do MgWO_4 , artigos em inglês ou português, que estejam completos e dentro do corte temporal. Os critérios de exclusão foram artigos que tratam de outros materiais, textos incompletos e em outras línguas, que estejam mais de uma vez nas bases de dados e fora do período estabelecido.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca por um embasamento bibliográfico é uma etapa decisiva para a construção de um bom trabalho de revisão. Em grande parte dos casos essas bibliografias são localizadas em bases de dados já consolidadas e com ampla gama de materiais publicados. Desse modo, empregou-se uma sequência de passos a fim de realizar o levantamento dos artigos utilizados nesse trabalho. O fluxograma apresentado na Fig. 2 esquematiza o resultado da seleção das bases de dados e por fim, dos artigos para este estudo de revisão.

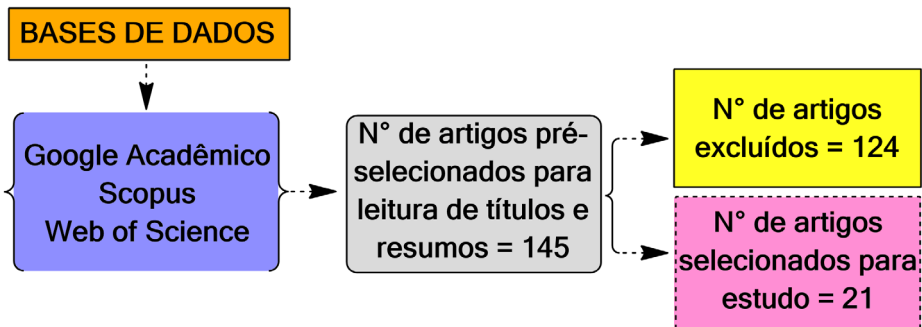


Figura 2: Fluxograma esquemático de seleção dos artigos para estudo.

A partir da busca efetuada nas bases de dados (Google Acadêmico, Scopus e Web of Science), utilizando as palavras-chaves “MgWO₄”, “magnesium tungstate”, “synthesis” e suas respectivas traduções, foram pré-selecionados para leitura de títulos e resumos um total de 145 artigos, sendo 124 excluídos por não condizerem com a proposta desse trabalho e não atenderem aos critérios de inclusão estabelecidos, sendo ao fim, selecionado 21 artigos para identificação dos métodos de síntese aplicados na obtenção do MgWO₄.

3.1 Métodos de Síntese para Pós-Cerâmicos e Cristais de MgWO₄

Levando em consideração a importância e a influência dos diversos métodos de síntese para a obtenção do MgWO₄, buscou-se identificar os principais métodos relatados na literatura e abordar suas características. Dentre os 21 artigos selecionados, no período de janeiro de 2009 a janeiro de 2020, foram identificados cinco principais métodos de síntese para pós-cerâmicos e cristais de MgWO₄, sendo eles: Reação em estado sólido (KIM et al. 2011; JAYAPRAKASH e KRISHNAKUMAR, 2019; BHUYAN et al. 2017; CHAI et al. 2016; DEY et al. 2014; GUO et al. 2012; GUO et al. 2015; HAN et al. 2015; SARASWATHY, RAO e THARA, 2018), crescimento de cristais pelo método de solução (DANEVICH et al. 2009; KRUTYAK et al. 2016; LOIKO et al. 2018; NAGORNAYA, et al. 2009; RUIZ-FUERTES et al. 2011; ZHANG et al. 2015; ZHANG et al. 2019), hidrotérmico convencional (HUANG et al. 2018; MENG et al. 2019; LI, YANG e MENG, 2009), sol-gel (HE e WANG, 2013) e precursores poliméricos (GOUVEIA et al. 2020). A Fig. 2 exhibe, de forma quantitativa, os métodos identificados e após isto, são descritos cada um deles.

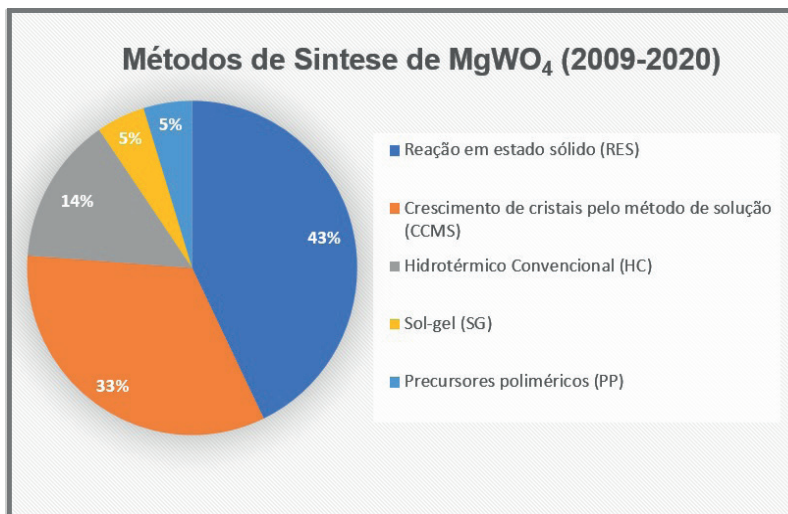


Figura 2: Principais métodos de síntese de MgWO₄ utilizados no período de 2009 a 2020.

É possível observar na Fig. 2 que a maior parte dos artigos selecionados utilizam o método de reação em estado sólido para obtenção de MgWO₄, totalizando um percentual de 43%. Em seguida, também são usadas as rotas de crescimento de cristais pelo método de solução, hidrotérmico convencional, sol-gel e precursores poliméricos, que correspondem à 33, 15, 5 e 5%, respectivamente. Em cada método descrito abaixo, são listados os principais parâmetros aplicados nessas metodologias como por exemplo, as reações envolvidas nas sínteses, os reagentes químicos utilizados e as temperaturas de reação/calcinação, dispostos na Tabela 1.

ME	RS	RQ	TRC (°C)	REFERÊNCIA
RES	$MgO_{(s)} + WO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} MgWO_{4(s)}$	MgO e WO ₃	750-1100	BHUYAN et al. 2017
CCMS	$MgO_{(aq)} + Na_2WO_{4(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgWO_{4(s)} + Na_2O_{(s)}$	MgO e NaWO ₄	1200	DANEVICH et al. 2009
HC	$Mg(NO_3)_{2(aq)} + Na_2WO_{4(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgWO_{4(s)} + 2Na^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$	Mg(NO ₃) _{2(s)} e NaWO _{4(s)}	≈ 200	MENG et al. 2019
SG	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O_{(aq)} + H_2WO_{4(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgWO_{4(s)} + 6H_2O_{(aq)} + 2NO_{2(g)}$	Mg(NO ₃) _{2(aq)} · 6H ₂ O e H ₂ WO _{4(aq)}	80-100	SEGAL et al. 1997
PP	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O_{(aq)} + C_6H_8O_7_{(aq)} + H_2WO_{4(aq)} + NH_3 \cdot H_2O_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgWO_{4(s)} + 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(aq)}$	Mg(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O _(aq) , C ₆ H ₈ O _{7(aq)} , H ₂ WO _{4(aq)} e NH ₃ · H ₂ O _(aq)	90-110	GOUVEIA et al. 2020

Tabela 1: Resumo de algumas características dos métodos de síntese de MgWO₄.

ME: Método empregado; RS: Reação de síntese; RQ: Reagentes químicos; TRC: Temperatura de reação/calcinação.

A respeito das reações de sínteses envolvidas nestes métodos, é possível observar que há uma predominância das reações de precipitação e de dupla troca, como mostrado na Tabela 1. Além disso, são empregados diversos reagentes químicos como fontes de Mg^{2+} (cátion) e WO_4^{2-} (ânion), é o caso do óxido de magnésio, nitratos de magnésio, tungstato de sódio e ácido tungstico. Outro fator importante para ser discutido sobre a síntese desses materiais é a temperatura de reação e calcinação. Observa-se que são usadas desde faixas de temperaturas mais baixas (80 a 200 °C) como no caso dos métodos HC, SG e PP, até faixas mais elevadas (750 a 1200 °C) para os métodos RES e CCMS, comprovando assim, a versatilidade desses meios de obtenção do $MgWO_4$.

3.1.1 *Reação em Estado Sólido (RES)*

O método de reação em estado sólido, no universo de 21 trabalhos selecionados, 9 optaram por utilizar esta rota (KIM et al. 2011; JAYAPRAKASH e KRISHNAKUMAR, 2019; BHUYAN et al. 2017; CHAI et al. 2016; DEY et al. 2014; GUO et al. 2012; GUO et al. 2015; HAN et al. 2015; SARASWATHY, RAO e THARA, 2018). O método de RES é considerado um dos primeiros meios para a obtenção do $MgWO_4$, baseando-se na reação entre óxidos e/ou carbonatos, moagem, mistura e tratamento térmico em temperaturas relativamente altas, e que possuem valores próximos aos do ponto de fusão dos componentes, podendo decompor o material final (SEGAL, 1997).

Esta rota é considerada de simples realização e se caracteriza nas seguintes etapas principais: primeiro as matérias primas são selecionadas, seguindo uma estequiometria adequada, necessitando que as partículas estejam em contato efetivo, e que as distribuições dos reagentes sejam homogêneas, para um produto final quimicamente homogêneo. Posteriormente os reagentes são pulverizados, misturados e calcinados em temperaturas que variam entre 750 e 1200 °C (MARCILLY, CQURTY e DELMQN, 1970).

3.1.2 *Crescimento de Cristais pelo Método de Solução (CCMS)*

A síntese do $MgWO_4$ por crescimento de cristais pelo método de solução é bastante aplicada na literatura, sendo esta, utilizada em 7 artigos dos selecionados (DANEVICH et al. 2009; KRUTYAK et al. 2016; LOIKO et al. 2018; NAGORNAYA, et al. 2009; RUIZ-FUERTES et al. 2011; ZHANG et al. 2015; ZHANG et al. 2019). Tal método baseia-se em três principais técnicas, sendo elas: as técnicas em altas e baixas temperaturas, técnica de fluxo e a TSSG (Top Seeded Solution Growth). Este método consiste na dependência da solubilidade de um composto, em um determinado solvente, com os parâmetros termodinâmicos envolvidos.

As técnicas de crescimento de cristais de $MgWO_4$ utilizadas nos artigos selecionados são de fluxo de crescimento por fusão (DANEVICH et al. 2009; KRUTYAK et al. 2016; NAGORNAYA, et al. 2009; RUIZ-FUERTES et al. 2011) e a TSSG (LOIKO et al. 2018;

ZHANG et al. 2015; ZHANG et al. 2019). Na primeira técnica são dissolvidos os reagentes MgO e WO₃ que se pretende cristalizar (soluto) em um composto fundido de Na₂WO₄ (fluxo) em alta temperatura para crescimento sobre a semente inicial do cristal, que atua como solvente e se evapora durante o processo em alta temperatura, aumentando a concentração de soluto na solução, que então se precipita e cristaliza. Já na segunda, os mesmos materiais de partida são pesados, homogeneizados, levados para o forno em um cadinho de platina e depois para o forno de crescimento e por fim submetidos ao tratamento térmico (RAMIREZ, 1998).

3.1.3 Hidrotérmico Convencional (HC)

O método Hidrotérmico convencional vem sendo utilizado na preparação de diferentes tungstos na forma de micro e nanocristais com diferentes propriedades eletrônicas (RAJAGOPAL et al. 2010). Em relação a síntese do MgWO₄, essa rota foi aplicada em 3 artigos (HUANG et al. 2018; MENG et al. 2019; LI, YANG e MENG, 2009), sendo definido como um processo de obtenção de materiais cristalinos a partir da dissolução de precursores solúveis em solução aquosa sob uma temperatura, pressão e mineralizador (SOMIYA, 2000).

Os precursores dos reagentes iniciais são dissolvidos em solução aquosa e levados para a autoclave ou um reator de aço inoxidável com formato cilíndrico, onde em seu lume se deposita uma cápsula de politetrafluoretileno (TEFLON) que minimiza o ataque químico durante a síntese. O reator é fechado, parafusado e inserido um manômetro para medir a pressão dentro do sistema, depois é colocado sob uma manta aquecedora e um termômetro para medir os gradientes de calor (HIRATSUKA, SANTILLI e PULCINELLI, 1995). Depois de finalizado o processamento hidrotérmico, a suspensão resultante é separada, lavada e centrifugada para separação do pós-cristalinos de MgWO₄ precipitados e por fim o material é seco.

3.1.4 SOL-GEL (SG)

Esse método de síntese é definido como qualquer processo que envolve uma solução ou um sol que passa por uma transição sol-gel. Nessa transição, a solução ou dispersão transforma-se pelo estabelecimento de ligações químicas entre as partículas ou entre as espécies moleculares, levando à formação de uma rede sólida tridimensional (gel) (ILER, 1979).

A rota do sol-gel foi aplicada para a obtenção do MgWO₄ em 1 dos artigos selecionados (HE e WANG, 2013), neste caso, trata-se do tipo sol-gel coloidal, que consiste inicialmente na preparação de soluções dos reagentes químicos (observados na Tabela 1), que são misturadas e a união entre as partículas pelo processo de crescimento e agregação, devido a adição de um ácido diluído ou H₂O, pode levar à desestabilização da dispersão coloidal,

formando géis ou precipitados, sendo em seguida secos e calcinados (RAMIREZ, 1998).

3.1.5 Precursores Poliméricos (PP)

O método dos precursores poliméricos, também conhecido como método Pechini, é uma variante do sol-gel, sendo modificado pela complexação de alcóxidos metálicos, ou sais solúveis nas reações de esterificação e polimerização. Essa rota de síntese foi aplicada pela primeira vez na literatura para a obtenção do $MgWO_4$ (GOUVEIA et al. 2020), e consiste em quatro etapas: Inicialmente é preparado o citrato de tungstênio a partir das soluções de ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) e ácido túngstico (H_2WO_4), sendo homogeneizado com hidróxido de amônio ($NH_3 \cdot H_2O$).

Na segunda etapa é realizado o processo de gravimetria para encontrar a concentração do citrato preparado. Na terceira etapa é adicionado a este, o nitrato de magnésio ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), realizando o controle de pH com amônia, em seguida o etilenoglicol ($C_6H_8O_7$) é colocado para promover a reação de polimerização. Na última etapa essa solução é aquecida para formação da resina, que é submetida a um pré-tratamento térmico, seguido de calcinação (GOUVEIA et al. 2020).

3.2 Vantagens e Desvantagens

A partir da descrição de cada método de síntese abordado nas seções anteriores, podemos considerar algumas características favoráveis e de baixo custo, bem como, propriedades negativas, que podem dificultar o seu manuseio e deixá-los mais caros. Na Tabela 2, estão dispostas as vantagens e desvantagens dos principais métodos de síntese identificados no período de 2009 a janeiro de 2020 para a obtenção do $MgWO_4$.

MÉTODO	VANTAGENS	DESvantagens
RES	Simplicidade da rota, abundância e baixo custo dos precursores	Necessidade de altas temperaturas de reação
CCMS	Cristais com boa qualidade óptica	Pode formar centro de impurezas nos cristais
HC	Obtêm material bem fino, cristalino e com maior área de superfície específica	Fases deletérias nos cristais sintetizados
SG	Boa homogeneidade química	Contração do material durante o processo de secagem
PP	Razoável rendimento e material com boa atividade fotocatalítica	Longas etapas de síntese

Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos métodos de síntese do $MgWO_4$.

É possível observar na Tabela 2, que o método de RES foi o mais utilizado na faixa de tempo delimitada, isso é justificado pelo fato de sua rota ser mais simples que as demais, seus reagentes precursores (MgO e WO_3) possuírem um baixo custo e abundância. No entanto, este método possui a desvantagem de necessitar de altas temperaturas, o que resulta em um custo mais elevado (KIM et al. 2011; JAYAPRAKASH e KRISHNAKUMAR, 2019; BHUYAN et al. 2017; CHAI et al. 2016; DEY et al. 2014; GUO et al. 2012; GUO et al. 2015; HAN et al. 2015; SARASWATHY, RAO e THARA, 2018). Além disso, nesta rota de síntese é possível obter cristais de $MgWO_4$ com ótimas propriedades fotoluminescentes, que são muito importantes para aplicações em lâmpadas fluorescentes e Diodos Emissores de Luz – LEDs (BHUYAN et al. 2017).

Semelhantemente ao método anterior, a CCMS exibe a vantagem de se obter cristais de $MgWO_4$ com boas qualidades ópticas, possibilitando suas aplicações em processos fotocatalíticos. Entretanto, este método, associado ao composto de fluxo (solvente) utilizado tungstato de sódio dihidratado ($NaWO_4 \cdot 98,6\%$) que tem uma menor pureza em relação aos componentes óxidos da síntese, tais como óxido de magnésio e óxido de tungstênio (MgO e $WO_3 \cdot 99,5\%$), contribuiu para a formação de centros de impurezas nos cristais, isto é, fases secundárias que não pertencem ao material, comprometendo a pureza do produto obtido (DANEVICH et al. 2009). Além disso, é um método que necessita de altas temperaturas, resultando na elevação do seu custo.

Por outro lado, o método HC apresenta diversas vantagens como: a obtenção de um material mais fino, com alto grau de periodicidade e cristalinidade, bem como, uma maior área de superfície específica, sendo esta última característica o resultado de um menor tamanho das partículas (cerca de 45 nm), que é um dos fatores chaves para promover melhores aplicações em processos de fotocatalise. No entanto, tal rota possibilita a formação de fases secundárias dos cristais de $MgWO_4$ obtidos, isto é, apresenta a formação de impurezas no material, tornando-o não confiável (LI, YANG e MENG, 2009).

A síntese sol-gel tem a vantagem de homogeneidade química devido a mistura dos componentes a nível coloidal, isto é, uma mistura em que as partículas são tão pequenas que não podem ser vistas a olho nu (SEGAL, 1997). As desvantagens se dão pela contração do material durante o processo de secagem, pois provoca uma pressão capilar, que leva ao encolhimento da rede do gel, processo esse denominado xerogel (RAMIREZ, 1989).

O método de síntese dos precursores poliméricos tem como principal vantagem, obter um bom rendimento do $MgWO_4$, e como comprovado no artigo analisado (GOUVEIA et al. 2020), o material resultante desta rota apresenta a eficácia na fotodegradação de 56% do corante alaranjado de metila e 84% verde de bromocresol. Entretanto, tem como desvantagem, as longas etapas de reação, que vai desde o preparo do citrato (6 horas), o procedimento gravimétrico (6-7 horas), até a preparação do pó de $MgWO_4$ (4 horas) e a etapas de secagem e calcinação.

4 | CONCLUSÕES

Em suma, foi possível identificar a partir de artigos publicados no período de 2009 a janeiro de 2020, cinco principais rotas de obtenção do MgWO_4 : Reação em estado sólido, crescimento de cristais pelo método de solução, hidrotérmico convencional, sol-gel e precursores poliméricos, sendo descritas cada uma das rotas e ressaltando as vantagens e desvantagens das mesmas. O método de síntese de reação em estado sólido foi o mais utilizado nos últimos anos no recorte temporal definido, devido ao fato da simplicidade da rota e baixo custo dos reagentes precursores (MgO e WO_3). O método de síntese dos precursores poliméricos foi utilizado pela primeira vez na literatura para obtenção de MgWO_4 , comprovando a eficácia deste material na fotodegradação dos corantes orgânicos alaranjado de metila e verde de bromocresol. Diante disso, foi possível obter informações importantes sobre tais rotas e as características favoráveis e desfavoráveis, obtendo assim dados relevantes que podem ser utilizados como suporte de consulta para a comunidade acadêmica e científica.

REFERÊNCIAS

DANEVICH, F. et al. **MgWO_4 —A new crystal scintillator**. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res, v.608, p.107–115, 2009.

PULLAR, R. C.; FARRAH, S.; ALFORD, N. M. **MgWO_4 , ZnWO_4 , NiWO_4 and CoWO_4 microwave dielectric ceramics**. J. Eur. Ceram. Soc. v. 27, p.1059–1063, 2007.

KIM, D. W. et al. **Electronic band structures and photovoltaic properties of MWO_4 ($\text{M}=\text{Zn}$, Mg , Ca , Sr) compounds**. J. Solid State Chem. v.184, p.2103–2107, 2011.

MONTINI, T. et al. **Synthesis, characterization and photocatalytic performance of transition metal tungstates**. Chem. Phys. Lett. v.498, p.113–119, 2010.

CAVALLI, E.; BELLETTI, A. BRIK, M.G. **Optical spectra and energy levels of the Cr^{3+} ions in MWO_4 ($\text{M}=\text{Mg}$, Zn , Cd) and MgMoO_4 crystals**. J. Phys. Chem. Solids. v.69, p.29–34, 2008.

WANG, Y.; MCCREERY, R. L. **Evaluation of a Diode Laser/Charge Coupled Device Spectrometer for Near-Infrared Raman Spectroscopy**. Anal. Chem, v.61, p.2647–2651, 1989.

BECKER, P. et al. **High-gain Raman induced multiple Stokes and anti-Stokes generation in monoclinic multiferroic MnWO_4 single crystals**. Laser Phys. Lett. v.4, p.884, 2007.

RUIZ-FUERTES, J. et al. **High-pressure phase transitions and compressibility of wolframite-type tungstates**. J. Appl. Phys., v.107, p.083506-1–083506-10, 2010.

ERRANDONEA, D.; RUIZ-FUERTES, J. **A Brief Review of the Effects of Pressure on Wolframite-Type Oxides**. J. Crystals. V.8 p.71-1–71-19, 2018.

- ALMEIDA, M. A. P. et al. **Structural refinement and photoluminescence properties of MnWO_4 nanorods obtained by microwave-hydrothermal synthesis.** J. Inorg. Organomet. Polym. Mater. v.22 p. 264–27, 2012.
- GANCHEVA, M. et al. **Mechanochemically assisted solid state synthesis, characterization, and catalytic properties of MgWO_4 .** J Mater Sci. v.50, p.3447–3456, 2015.
- GOU, Q.; KLEPPA, O. J. **Enthalpies of formation from the component oxides of MgWO_4 , CaWO_4 (scheelite), SrWO_4 , and BaWO_4 , determined by high-temperature direct synthesis calorimetry.** Thermochim. Acta. v.288, p.53–61, 1996.
- KAZENAS, E. K. et al. **Magnesium Tungstate Evaporation Thermodynamics.** Russian Metallurg. (Metally). p.320–324, 2004.
- FONDA, G. R. **The Magnesium Tungstate Phosphor.** J. Phys. Chem, v.48, p.303–307, 1944.
- KRAVCHENKO, V. B. **Crystal structure of the monoclinic form of magnesium tungstate MgWO_4 .** J. Struct. Chem. v.10, p.139–140, 1969.
- SROUBEK, Z.; ZOANSKY, K. **Electron Spin Resonance of Cu^{2+} Ion in CdWO_4 , ZnWO_4 , and MgWO_4 Single Crystals.** J. Chem. Phys. v.44, p.3078–3083, 1966.
- PULLAR, R.C.; FARRAH, S.; MCN ALFORD, N. **MgWO_4 , ZnWO_4 , NiWO_4 and CoWO_4 microwave dielectric ceramics.** J. Eur Ceram Soc., v. 27, p.1059–1063, 2007.
- Im, DH.; Jee, HS.; Kim, ES. Jpn J Appl Phys. **2012**, 510-511.
- STEINER, U. Z. **On the Chemical Vapor Transport of Ternary Transition Metal- and EarthAlkaline Tungstates MWO_4 with Chlorine.** Anorg. Allg. Chem. v.631, p.1706–1714, 2005.
- THANGALA, J. et al. **A hot-wire chemical vapor deposition (HWCVD) method for metal oxide and their alloy nanowire arrays.** Thin Solid Films, V.517, p.3600–3605, 2009.
- BAIZ, T. et al. **Synthesis of $\text{MgHf}(\text{WO}_4)_3$ and $\text{MgZr}(\text{WO}_4)_3$ using a non-hydrolytic sol–gel method.** J. Sol-Gel Sci. Technol, v.47, p.128–130, 2008.
- AMBERG, M. et al. **Preparation, crystal structure, and luminescence of magnesium molybdate and tungstate monohydrates, $\text{MgMoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ and $\text{MgWO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.** J. Solid State Chem, v.77, p.162–169, 1988.
- JAYAPRAKASH, J.; KRISHNAKUMAR, V.; **Synthesis and optical characterization of cerium doped MgWO_4 phosphor.** Materials today: proceedings. v.26, p.3514–3517, 2020.
- BHUYAN, P. et al. **Experimental and theoretical analysis of electronic and optical properties of MgWO_4 .** J Mater Sci, 2017.
- CHAI, X. et al. **Emissão verde brilhante de modo duplo e propriedades de detecção de temperatura em fósforo MgWO_4 co-dopado com $\text{Er}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$.** RSC Adv, v.6, p.64072-64078, 2016.

DEY, S. et al. **Metal-to-Metal Charge Transfer in AWO_4 ($\text{A} = \text{Mg, Mn, Co, Ni, Cu, or Zn}$) Compounds with the Wolframite Structure.** *Inorg. Chem.* v.53, p.4394–4399, 2014.

GUO, M. et al. **Low-temperature sintered MgWO_4 - CaTiO_3 ceramics with near-zero temperature coefficient of resonant frequency.** *J Eur Ceram Soc.* v.32, p.883–890, 2012.

GUO, M.; DOU, G.; LI, Y.; GONG, S. **The improvement research on microwave dielectric properties of magnesium tungstate for LTCC.** *J Mater Sci: Mater Electron.* v.26, p.608–612, 2015.

HAN, S. et al. **Effect of the cation size on the framework structures of magnesium tungstate, $\text{A}_4\text{Mg}(\text{WO}_4)_3$ ($\text{A} = \text{Na, K}$), $\text{R}_2\text{Mg}_2(\text{WO}_4)_3$ ($\text{R} = \text{Rb, Cs}$).** *Dalton Trans.* v.44, p.5810, 2015.

SARASWATHY, D. et al. **Intense Blue Colors in Wolframite-Type $\text{Co}^{2+}:\text{MgWO}_4$ Oxides Through Distortion in Co^{2+} Octahedra.** *Chemistry Select.* v.3, p.410–417, 2018

KRUTYAK, N. R. et al. **Influence of peculiarities of electronic excitation relaxation on luminescent properties of MgWO_4 .** *Optics and Spectroscopy.* v. 121, p.45–51, 2016.

LOIKO, P. et al. **Monoclinic $\text{Tm}:\text{MgWO}_4$ crystal: Crystal-field analysis, tunable and vibronic laser demonstration.** *Journal of Alloys and Compounds.* V. 763, p. 581-591, 2018.

NAGORNAYA, L. et al. **Tungstate and Molybdate Scintillators to Search for Dark Matter and Double Beta Decay.** *IEEE transactions on nuclear science.* v.56, 2009.

RUIZ-FUERTES, J. et al. **High-pressure Raman spectroscopy and lattice-dynamics calculations on scintillating MgWO_4 : Comparison with isomorphous compounds.** *Phys. Rev. B.* v. 83. p.214112, 2011.

Zhang, L.; Huang, Y.; Sun, S.; Yuan, F.; Lin, Z.; Wang G. **Thermal and spectral characterization of $\text{Cr}^{3+}:\text{MgWO}_4$ —a promising tunable laser material.** *J. Lumin.* v.169, p.161–164, 2016.

ZHANG, L. et al. **Growth, spectroscopy and first laser operation of monoclinic $\text{Ho}^{3+}:\text{MgWO}_4$ crystal.** *J. Lumin.* v.213, p.316–325, 2019.

HUANG, J. et al. **Strategy to Enhance the Luminescence of Lanthanide Ions Doped MgWO_4 Nanosheets through Incorporation of Carbon Dots.** *Inorg. Chem.* v.57, p.8662–8672, 2018.

MENG, J. et al. **Template-free hydrothermal synthesis of MgWO_4 nanoplates and their application as photocatalysts.** *RSC Adv.* v.9, p.2567-2571, 2019.

LI, J.Q.; YANG, C.; MENG J. X. **Hydrothermal Synthesis of MgWO_4 and Its Luminescence.** *Chin J Lumin.* v.3, p.327-332, 2009.

He, H.-Y.; Wang, Y. **Comparative study on photoluminescence efficiencies of Sm^{3+} -doped MeWO_4 ($\text{Me} = \text{Ba, Sr, Ca, and Mg}$) phosphors.** *J Mater Sci: Mater Electron.* v.24, p.4847–4852, 2013.

GOUVEIA, A. et al. **Electronic Structure, Morphological Aspects, and Photocatalytic Discoloration of Three Organic Dyes with MgWO_4 Powders Synthesized by the Complex Polymerization Method.** *J Inorg Organomet Polym.* v. 30, p.1-19, 2020.

SEGAL, D. **Chemical synthesis of ceramic materials**. J. Mater. Chem., v.7, 1297-1305, 1997.

Marcilly, C.; Cqurty, P.; Delmqn, B. **Preparation of Highly Dispersed Mixed Oxides and Oxide Solid Solutions by Pyrolysis of Amorphous Organic Precursors**. J. ACS-Discussions and Notes. v.53, p.56-57, 1970.

Ramirez, R.A.R. MSC Dissertation, Federal University of São Carlos. São Carlos, Brazil, 1998.

SOMIYA, S.; ROY. R. **Hydrothermal synthesis of fine oxide powders**. Bull. Mater. Sci. v.23, p.453-460, 2000.

HIRATSUKA, R. S., SANTILLI, C. V., PULCINELLI, S. H. **O Processo Sol-Gel: uma visão físico-química**. Química Nova. v.18, p.171-180, 1995.

ILER, R. K., **The Chemistry of Silica**. v.365, p.741, 1979.

RAJAGOPAL, S. et al. **Hydrothermal synthesis and electronic properties of FeWO₄ and CoWO₄ nanostructures**. J. Alloys Compd. v.493, p.340-345, 2010.

SOBRE A ORGANIZADORA

ELEONORA CELLI CARIOCA ARENARE - Licenciada, Bacharela em Química, pela UFAM, Especialista em Informática na Educação pelo IFAM, Mestra em Ensino de Ciências, pela UEA. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/ REAMEC pela UFMT, pertencente ao polo da UEA, realiza pesquisas com ênfase no Ensino de Química com foco nas seguintes temáticas:: Química Ambiental (Temáticas Ambientais, Sustentabilidade, Química Verde), Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs); Tecnologias Assistivas, Educação Inclusiva para alunos com Deficiências, com ênfase nas Práticas Inclusivas aplicadas em sala de aula ou em qualquer outro espaço educativo, à alunos com Deficiência Visual (Alunos Cegos ou com Baixa Visão). Investiga as bases teóricas e metodológicas registradas na produção acadêmica brasileira, na busca das argumentações, contribuições e a trajetória das evidências científicas que possibilitam a INCLUSÃO de alunos com tais deficiências no Universo Científico que fundamenta a disciplina Química. Atualmente é professora na Universidade Federal Fluminense (UFF), onde ministra aulas e desenvolve pesquisas relacionadas ao Ensino de Química.

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)