



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 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 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

CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM $\text{Sr}(\text{OH})_2\text{-SrCO}_3\text{@CoFe}_2\text{O}_4$

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 22/03/2021

Pelrny da Silva Costa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ,
Programa de Pós-graduação em Química
<http://lattes.cnpq.br/5399376509824499>

Jussara Morais da Silva

<http://lattes.cnpq.br/6671398676271812>

Itaciara Erliny Maria da Silva Melo

<http://lattes.cnpq.br/6834541709379017>

Carla Verônica Rodarte de Moura

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ,
Departamento de Química
<http://lattes.cnpq.br/8314351279360798>

Edmilson Miranda de Moura

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ,
Departamento de Química
<http://lattes.cnpq.br/0624348825872858>

RESUMO: O emprego nanopartículas de Au suportadas em processos de oxidação de álcoois mostra bons resultados em relação ao desempenho catalítico. Além disso, a aplicação de suportes com basicidade intrínseca mostra-se eficaz para a ocorrência de uma reação com alta seletividade e a utilização de suportes magnéticos possibilita a separação mais prática do catalisador contido no sistema. Dessa forma, é coerente considerar o aprimoramento da performance catalítica através da impregnação

de óxidos básicos em suportes magnéticos, considerando especialmente a combinação de propriedades favoráveis à oxidação, como basicidade, área superficial específica e porosidade. Nesse contexto, o presente estudo investigou uma possível rota de obtenção de ácido benzóico através da oxidação de álcool benzílico catalisada por $\text{Sr}(\text{OH})_2\text{-SrCO}_3\text{@CoFe}_2\text{O}_4$. Para tanto, foram sintetizadas, a partir do método de sol-imobilização com NaBH_4 , nanopartículas de Au (AuNPs) suportadas em $\text{Sr}(\text{OH})_2\text{-SrCO}_3\text{@CoFe}_2\text{O}_4$. Para a caracterização dos materiais, foram utilizadas as técnicas: difração de raios X (DRX), adsorção e dessorção de N_2 , Fluorescência de raios X (FRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). Essas técnicas evidenciaram a presença de SrCO_3 e $\text{Sr}(\text{OH})_2$, em decorrência do precursor do suporte e da adsorção de umidade do ar e também uma distribuição uniforme desse material sobre a fase magnética. O catalisador final alcançou conversão de 70% com 69% de seletividade par ao ácido benzóico a 100°C, 4 bar de O_2 por 2,5h, com reutilização estável por 6 ciclos. Os resultados demonstraram, portanto, que o material tem grande potencial para a síntese requerida e, em comparação com a literatura, que uma maior pressão pode conferir uma maior seletividade para o ácido benzóico.

PALAVRAS - CHAVE: Álcool benzílico, Ácido benzóico, Catálise heterogênea, Nanopartículas, Controle de seletividade.

CATALYSIS FOR FINE CHEMICALS: SYNTHESIS OF BENZOIC ACID BY SELECTIVE OXIDATION OF BENZYL ALCOHOL WITH GOLD NANOPARTICLES SUPPORTED ON $\text{Sr}(\text{OH})_2\text{-SrCO}_3\text{@CoFe}_2\text{O}_4$

ABSTRACT: Supported gold nanoparticles (AuNPs) for the oxidation of alcohols have shown high catalytic performance results. Besides, the use of supports with intrinsic basicity is effective for a reaction with high selectivity and the use of magnetic supports allows an efficient separation of the catalyst from the reaction system. Thus, the impregnation of basic oxides on magnetic supports can improve catalytic performance, considering the combination of properties favorable to oxidation, such as basicity, specific surface area, and porosity. In this context, this paper investigated a possible reaction route for the production of benzoic acid by the oxidation of benzyl alcohol catalyzed with AuNPs supported on $\text{Sr}(\text{OH})_2\text{-SrCO}_3\text{@CoFe}_2\text{O}_4$. Thereby, AuNPs supported on $\text{Sr}(\text{OH})_2\text{-SrCO}_3\text{@CoFe}_2\text{O}_4$ were synthesized using the sol-immobilization method using NaBH_4 as the reducing agent. For the material characterization, the techniques used were: X-ray diffraction (XRD), N_2 adsorption and desorption, X-ray fluorescence (XRF), scanning electron microscopy (SEM), and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). These techniques showed SrCO_3 and $\text{Sr}(\text{OH})_2$ uniformly distributed over the magnetic phase. The presence of strontium carbonate and hydroxide is due to the support precursor and the adsorption of moisture in the air. The catalyst achieved 70% conversion with 69% selectivity for benzoic acid at 100°C , 4 bar of O_2 and 2.5h, allowing the reuse in 6 consecutive cycles. Therefore, results presented that the material has great potential for the required synthesis and that a higher pressure favors a greater selectivity for benzoic acid in comparison with the scientific literature.

KEYWORDS: Benzyl alcohol, Benzoic acid, Heterogeneous catalysis, Nanoparticles, Selectivity control.

1 | INTRODUÇÃO

No advento do século XXI, a síntese de nanopartículas metálicas configura um importante objeto de pesquisa no campo da catálise. Seus ínfimos tamanhos e amplas superfícies específicas lhes garantem características totalmente distintas dos materiais macroestruturados (NASIR; NUR, 2008). Dentre as várias funções das nanopartículas metálicas, destaca-se a sua utilização na catálise de reações orgânicas, uma vez que elas favorecem a ocorrência dessas reações em condições mais brandas e mais sustentáveis.

Dentre os catalisadores heterogêneos, os que se baseiam em nanopartículas de metais nobres são economicamente mais relevantes (SCIREÈ, *et al.*, 2009). O alto potencial de redução desses metais explica a eficácia na nanoparticularização dos materiais, visto que essa propriedade auxilia na redução iônica e na estabilidade das nanopartículas (EVANOFF; CHUMANOV, 2005). Nesse âmbito, o ouro é um dos principais metais nobres utilizados, seja na forma monometálica ou combinado com outros metais. Conforme relata a literatura, as vantagens dos nanocatalisadores de ouro são sua eficácia, apresentando boa atividade e seletividade, e sua boa interação com a maioria dos suportes (KIM, 2009).

A química fina é um seguimento industrial em constante crescimento e os produtos

de oxidação de álcoois são demasiadamente utilizados na mesma. Convencionalmente, os oxidantes utilizados nessas reações têm base em crômio e originam resíduos poluentes e, assim, tem-se como solução a substituição destes pelo oxigênio molecular, o que proporcionará condições reacionais mais adequadas à preservação do meio ambiente (MELO, *et al.*, 2019).

Um dos processos mais utilizados na obtenção de produtos de alto valor agregado por catálise heterogênea com nanopartículas de metais nobres é a oxidação de álcoois, que tem como reação modelo a oxidação do álcool benzílico. Por conta dos vários produtos de oxidação do álcool benzílico, é necessária a utilização de catalisadores que proporcionem uma reação com altas conversão e seletividade para o produto almejado, gerando substâncias mais valorizadas no mercado industrial. Além disso, nesse processo, torna-se desnecessário o uso de agentes oxidantes tóxicos, partindo do pressuposto de que os nanocatalisadores permitem a participação de oxigênio molecular na reação gerando apenas água como subproduto (PEREIRA, *et al.*, 2019).

A obtenção de um bom desempenho catalítico do ouro, com ambas conversão e seletividade elevadas, exige a presença de um meio reacional alcalino, isso porque a adição de uma base favorece a extração do oxigênio do álcool, o que ativa o substrato e, conseqüentemente, acelera o processo oxidativo (FALCÃO, *et al.*, 2018). Considerando essa exigência, a utilização de óxidos e carbonatos de metais alcalinos-terrosos, que possuem basicidade intrínseca, pode ser uma alternativa viável à adição de sais alcalinos ao meio reacional. O óxido de estrôncio, por exemplo, vem sendo usado como suporte para catalisadores heterogêneos aplicados à produção de biodiesel, os quais demonstraram eficiência catalítica relevante, tanto em termos de atividade quanto em termos de estabilidade (FALCÃO, *et al.*, 2018).

Pereira, *et al.* (2019) aplicou o catalisador $\text{Au/Sr(OH)}_2/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ na oxidação do Álcool benzílico obtendo uma rota seletiva para a produção de Benzaldeído com um percentual de conversão de 87,4% e seletividade de 88,1%, sob condições amenas (2 bar de O_2 , 100 °C e 2,5 h). Contudo, ainda houve a produção de 11,9% de Ácido benzóico, que também é um produto muito utilizado na indústria alimentícia e na produção de nylon, se tornando interessante a realização do estudo de uma rota sintética para o mesmo (OLIVEIRA; REIS, 2017).

Nesse contexto, o desenvolvimento de uma rota sintética viável para a produção do Ácido benzóico a partir da oxidação do Álcool Benzílico em uma reação catalisada por nanopartículas de ouro suportadas em óxido de estrôncio dopado em ferrita de cobalto, compõe uma proposta relevante e pertinente.

2 | METODOLOGIA

2.1 Preparação do Suporte

O suporte $\text{SrO@CoFe}_2\text{O}_4$ foi preparado pelo método clássico de impregnação, mas com algumas modificações. Inicialmente foram adicionados em acetona e sob constante agitação (800 RPM), o SrO, obtido a partir da calcinação do SrCO_3 a 900°C , e a CoFe_2O_4 em uma proporção mássica de 1:5 (CoFe_2O_4 :Sr). A mistura foi mantida sob refluxo por 24h e posteriormente o material foi lavado 3 vezes com acetona, seguido de secagem em estufa a 150°C por 8h.

2.2 Preparação do catalisador (nanoparticularização e deposição de metal)

O preparo do catalisador se dá em duas etapas: síntese das nanopartículas de ouro por redução e deposição sobre o suporte pelo método de sol-imobilização, com algumas modificações (Love *et al.*, 2005). Para a síntese das nanopartículas foram adicionados 0,6 mL de uma solução aquosa 2,0% de álcool poli vinílico (PVA 80%, 36 mg) sobre uma solução acetônica de HAuCl_4 (2,05 mmol; 4,10 mmol e 6,15 mmol de Au em 150 mL de Acetona) sob agitação magnética (800 RPM). Seguidamente, adicionou-se uma solução NaBH_4 na proporção mássica de 1:4 (metal:hidrogênio) para a redução do metal e, após o escurecimento da solução, o sistema permaneceu sob agitação por 30 minutos. De forma subsequente, foram adicionados 500 mg de suporte e a solução permaneceu sob agitação por 2h. A separação foi feita com auxílio de um ímã e o material foi lavado 3 vezes com água (100 mL) e uma com acetona (30 mL). Por fim, o catalisador foi seco em estufa a 150°C por 10h.

2.3 Reações de oxidação

O estudo do desempenho do catalisador foi realizado a partir de sua aplicação em reações de oxidação seletiva do álcool benzílico, que consiste em uma reação modelo em virtude da presença de apenas uma hidroxila na molécula. Na primeira etapa de testes foram realizadas quatro reações, uma para cada um dos catalisadores sintetizados e uma para o suporte ($\text{SrO@CoFe}_2\text{O}_4$). As reações foram feitas em um reator do tipo Fischer-Porter com capacidade de 100 mL no qual foram adicionados o catalisador (30 mg), o sal alcalino K_2CO_3 (0,33 mmol) e o álcool benzílico (9,6 mmol). Sob pressão de 4 bar de O_2 e temperatura de 100°C , a mistura reacional foi submetida a agitação por 2,5 h. Ao fim das reações, o catalisador foi separado pela ação de um ímã e uma alíquota de $20\ \mu\text{L}$ da fase líquida foi coletada e solubilizada em 1 mL de diclorometano para análise. A identificação dos produtos da oxidação do álcool benzílico foi realizada por cromatografia gasosa (CG) com utilização do padrão de oxidação do álcool em estudo (PEREIRA, *et al.*, 2019).

A segunda etapa de testes consistiu na definição das melhores condições de tempo e pressão para o catalisador que obteve melhor desempenho nos testes iniciais. Essa definição teve como principal critério o controle da seletividade. Além disso, a estabilidade

do catalisador também foi verificada por ensaios de reuso a fim de verificar a vida útil do material.

2.4 Caracterização do catalisador

Para a caracterização do catalisador de melhor desempenho foram aplicadas as seguintes técnicas: difratometria de raios-X (DRX) utilizando um difratograma Shimadzu XRD-6000 (Shimadzu Corp, Kyoto, Japan) com radiação Cu K α (1,5418 Å), operando a 40 kV e 40 mA. O refinamento de Rietveld da amostra foi realizado usando o software Rex 0.8.2. Os parâmetros de superfície foram determinados pelo método Brunauer-Emmett-Teller (BET) em uma faixa de pressão relativa de $0,07 < P / P_0 < 0,3$; O método de Barrett, Joyner e Halenda (BJH) foi usado para determinar o diâmetro médio dos poros. A quantificação relativa dos metais no material foi feita por fluorescência de raios-X (FRX) nos parâmetros de 120 s, 4 filtros, filtro minério de Cu/Zn e ponto focal ativado. Foi realizada espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), feita pelo espectrofotômetro Spectrum 100 (Perkin Elmer, Massachusetts, EUA), com programação para 32 varreduras cumulativas a 4 cm^{-1} . As características estruturais e homogeneidade na distribuição do óxido no suporte foi analisada por Microscopia eletrônica de varredura (MEV) com feixe primário de elétrons acelerados com 25 kV. Por fim, as análises de cromatografia gasosa (GC) foram realizadas usando Cromatógrafo Shimadzu 2010 equipado com detector de ionização em chama (FID) e coluna capilar Carbowax, usando p-xileno como padrão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Verificação do desempenho catalítico em função da carga metálica

A eficácia do ouro metálico nanoparticulado como catalisador da reação de oxidação do álcool benzílico foi comprovada por meio da comparação entre as conversões alcançadas pelos catalisadores e pelo suporte, bem como está disposto na Tabela 1.

Como pode ser observado, o suporte sozinho (entrada 1) não foi capaz de converter o álcool benzílico aos correspondentes produtos oxidados, evidenciando a necessidade de um agente catalisador em sua superfície para promover a reação. De forma semelhante, percebe-se um notável aumento na conversão do catalisador Au_{2%}/SrO@CoFe₂O₄ em relação ao catalisador Au_{1%}/SrO@CoFe₂O₄, o que pode ser facilmente atribuído ao aumento da carga metálica disponível no suporte.

Em contrapartida, a variação da conversão obtida quando a carga metálica do catalisador é aumentada para 3% é bem sutil, essa observação, aliada às variações também sutis das seletividades, sugerem um melhor desempenho catalítico ao material Au_{2%}/SrO@CoFe₂O₄ nas condições relatadas. Esse catalisador, portanto, foi o escolhido para otimização e discussão mais detalhada no presente trabalho.

Entrada	Catalisador	Conversão (%)	Seletividade (%)	
			Benzaldeído	Ácido Benzoico
1	SrO@CoFe ₂ O ₄	0	-	-
2	Au _{1%} /SrO@CoFe ₂ O ₄	32	65	35
3	Au _{2%} /SrO@CoFe ₂ O ₄	70	69	31
4	Au _{3%} /SrO@CoFe ₂ O ₄	77	71	29

Tabela 1. Verificação do desempenho catalítico do suporte e dos catalisadores nas reações oxidativas do álcool benzílico

Fonte: O autor, 2019.

De acordo com Pereira *et al.* (2019), o material Au/Sr(OH)₂/CoFe₂O₄, que é semelhante ao material aqui trabalhado, foi capaz de produzir benzaldeído através da reação de oxidação do álcool benzílico sob condições amenas (2 bar de O₂, 100 °C e 2,5 h), obtendo conversão de 87,4% e seletividade de 88,1%. Dessa forma, observa-se a influência da pressão na seletividade do material, deslocando a seletividade para o próximo produto de oxidação.

3.2 Caracterização do catalisador Au_{2%}/SrO-CoFe₂O₄

O SrO foi sintetizado em condições diferentes do método de referência, por esse motivo se fez necessário submetê-lo à análise de FTIR para confirmar se sua composição era a esperada. Os espectros de infravermelho da ferrita de cobalto (CoFe₂O₄), óxido de estrôncio (SrO), ferrita dopada com óxido (SrO@CoFe₂O₄) e catalisador final (Au_{2%}/SrO@CoFe₂O₄) estão expostos na Figura 1.

Como se observa na figura, o espectro correspondente à CoFe₂O₄ exibe uma banda larga e fraca localizada em torno de 580 cm⁻¹, a qual pode ser atribuída à vibração Fe-O da ligação Fe-O da estrutura MFe₂O₄ confirmando a formação da ferrita (ZHANG; WANG, 2008).

Comparando-se os outros três espectros, é possível constatar a presença do SrCO₃ no suporte. O íon carbonato (CO₃²⁻) isolado conta com uma simetria D_{3h} e, por conta disso, tem quatro modos vibracionais: em 1071 cm⁻¹ para u₁, se refere às vibrações assimétricas de estiramento C-O; em 858 cm⁻¹ para u₂ e em 698 cm⁻¹ para u₄, podem ser atribuídos às vibrações de deformação dentro e fora do plano do grupo CO₃²⁻; e em 1476 cm⁻¹ para u₃, representa o estiramento simétrico de C-O (MELO et al., 2019).

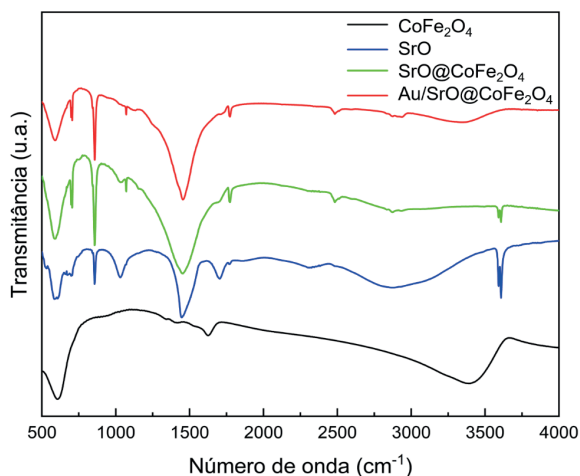


Figura 1. Espectros de FTIR das quatro fases de síntese do catalisador

Fonte: O autor, 2019.

Entre 3608 e 3499 cm^{-1} aparece uma banda que indica estiramento de OH^- , acusando a presença de ligações Sr-OH , que seriam resultantes da hidratação do SrO com a água proveniente do ar. Além disso, no espectro referente ao $\text{Au}_{1\%}/\text{SrO}@/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ conta com uma banda entre 3413-2536 cm^{-1} referente à estiramento H_2O , que indica a presença um composto hidratado (MELO *et al.*, 2019).

Com a ausência de bandas correspondentes ao SrO no espectro de infravermelho, se fez necessária a caracterização do material $\text{Au}_{2\%}/\text{SrO}@/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ pela técnica de DRX para a identificação e quantificação, a partir do refinamento de Rietveld, das fases cristalinas do catalisador. O difratograma e os dados do refinamento de Rietveld encontram-se dispostos na Figura 2.

O tratamento dos dados cristalográficos permitiu a identificação de três fases cristalinas na amostra, cujos padrões utilizados foram indexados para CoFe_2O_4 (ICSD 191044), SrCO_3 (ICSD 166088) e $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ICSD 60661). Quanto aos dados quantitativos, o refinamento Rietveld indicou que o catalisador é composto por uma mistura de 43,7% de ferrita de cobalto, 31,4% de carbonato de estrôncio e 24,8% de hidróxido de estrôncio monohidratado.

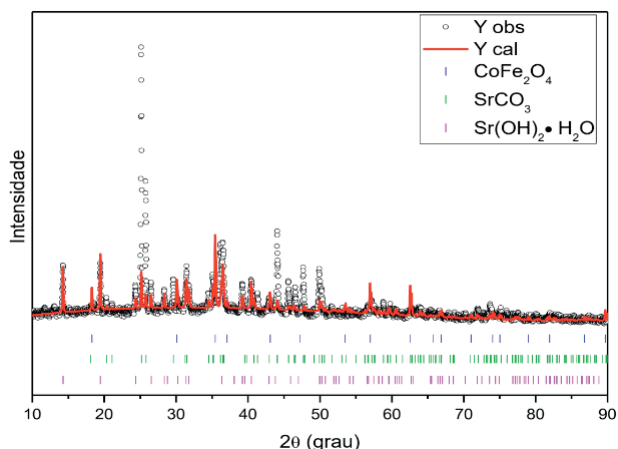


Figura 2. Difratoograma de Raios-X do catalisador

Fonte: O autor, 2019.

Esses resultados demonstram que a calcinação a 900°C não foi suficiente para decompor todo o SrCO_3 em SrO . Além disso, a interação do SrO presente com a água presente no ar pode ter levado à formação do $\text{Sr(OH)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (CASTRO, *et al.*, 2018). Não foram identificados picos de difração característicos das fases do ouro, possivelmente por estarem em uma quantidade muito pequena em relação à totalidade do material. Com base nessas análises o catalisador foi redesignado para $\text{Au}_{2\%}/\text{Sr(OH)}_2\text{-SrCO}_3@\text{CoFe}_2\text{O}_4$.

As investigação das propriedades morfológicas do catalisador por meio da técnica de microscopia eletrônica de varredura revelou uma significativa uniformidade tanto no tamanho das partículas de $\text{Sr(OH)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, quanto na sua distribuição sobre a ferrita de cobalto. Essas observações sugerem uma boa homogeneidade do material, garantindo-lhe estabilidade relevante.

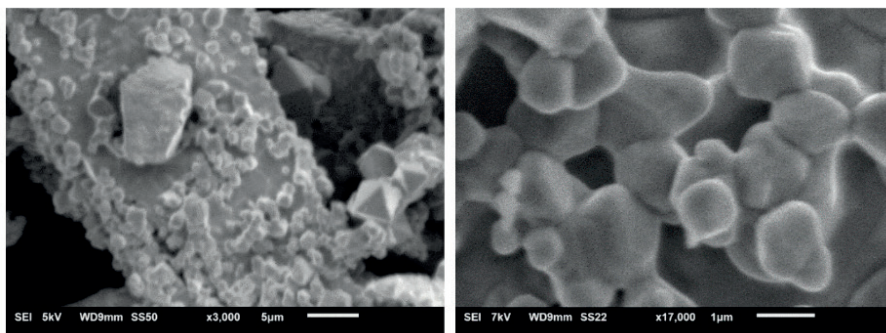


Figura 3. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Fonte: O autor, 2019.

A porosidade e a área superficial específica são características determinantes para o desempenho de materiais catalíticos. As isotermas de adsorção e dessorção de N_2 e os dados correspondentes estão dispostos na Figura 4 e na Tabela 2, respectivamente. Por se tratar do mesmo material e mesmo grupo de pesquisa, estes resultados foram reproduzidos de Pereira, *et al.* 2019.

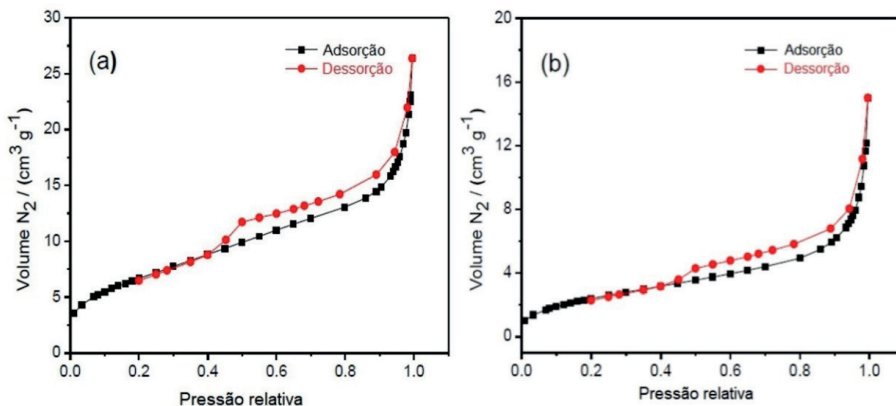


Figura 4. Isotermas de adsorção e dessorção de N_2 do (a) suporte e (b) catalisador

Fonte: Pereira, *et al.*, 2019.

O perfil das curvas de adsorção e dessorção de N_2 evidenciam isotermas do tipo 2 sugerindo um sistema não poroso. Essa informação é coerente com o material analisado, já que, de acordo com Pereira, *et al.*, 2019, tanto o $CoFe_2O_4$, quanto o $SrCO_3$ e $Sr(OH)_2$ não têm grandes poros, bem como pode ser observado na Tabela 2.

Catalisador	Au (%)	Área superficial (m^2g^{-1})	Diâmetro do poro (Å)	Volume total do poro (cm^3g^{-1})
$SrCO_3$ - $Sr(OH)_2@CoFe_2O_4$	-	24,75	64,02	0,033
$Au_{2\%}/SrCO_3$ - $Sr(OH)_2@CoFe_2O_4$	2,0	9,22	89,37	0,018

Tabela 2. Propriedades de superfície mensuradas por fissorção de N_2 do suporte e catalisador

Fonte: Pereira, *et al.*, 2019.

Quanto às propriedades de superfície (Tabela 2), verifica-se uma considerável redução na área superficial específica e no volume de poros do catalisador em relação ao suporte. Isso possivelmente decorre da deposição de nanopartículas de ouro nos

pequenos poros do material e indica uma distribuição uniforme. Dessa forma a superfície do catalisador tende a estar totalmente recoberta pelo metal, possibilitando uma maior interação com o meio reacional.

A quantificação metálica relativa dos componentes do catalisador foi investigada pela técnica de fluorescência de raios X, conforme está demonstrado na Figura 5.

Assim como na difração de raios X, não foi possível identificar o sinal correspondente ao ouro, o que pode ser explicado pela pouca quantidade do metal em relação aos outros. Embora o pico não seja visível, a análise permitiu a detecção e quantificação do ouro no catalisador, revelando um percentual de 1,8% em relação ao suporte.

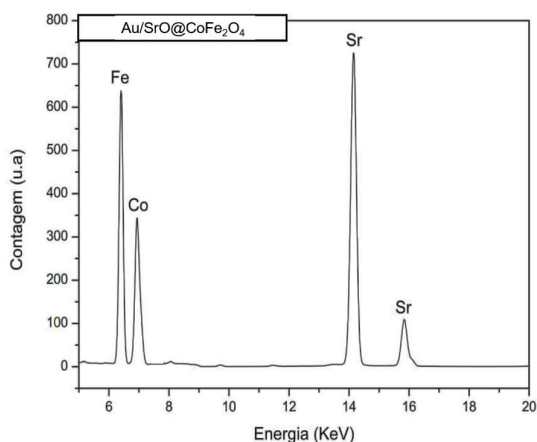


Figura 5. Fluorescência de Raios-X do catalisador

Fonte: O autor, 2019.

Como a síntese do catalisador analisado foi planejada para obtenção de um material com 2% em peso de metal. Essa diferença entre o valor teórico e o calculado por FRX pode ser explicado por flutuações amostrais, isto é, o ouro pode estar distribuído de forma não homogênea fazendo com que alguma região específica da superfície tenha mais NPs de ouro que outra, além disso, alguns erros podem estar envolvidos na análise, como a flutuação do equipamento e a área superficial ocupada pelo catalisador na execução da técnica (MELO, *et al.*, 2019). Para os demais metais a técnica indicou quantidades coerentes com o valor teórico individual, como visto no gráfico: 20,5% de Fe; 11,35% de Co e 66,4% de Sr.

3.3 Ensaios reacionais e otimização

O material aqui investigado já era alvo de investigações no grupo de pesquisa para a produção de benzaldeído, portanto, o presente estudo buscou otimizar a rota catalítica

em função da obtenção do composto mais oxidado, o ácido benzoico. Como pode ser observado na Figura 6, o ácido benzoico é produto da oxidação sequencial do benzaldeído, produto menos oxidado.

O caráter sequencial da reação já sugere por si só a necessidade de uma maior disponibilidade de oxigênio ou um tempo maior de reação. Desta forma, a otimização do processo foi feita pela investigação das variações de tempo e pressão a fim de se obter as melhores condições para alcançar uma boa conversão e seletividade para o ácido benzoico (PEREIRA, *et al.*, 2019).

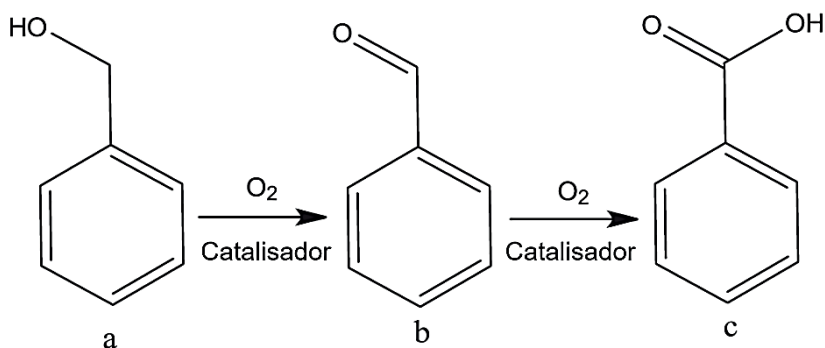


Figura 6. Representação esquemática da reação de oxidação do álcool benzílico (a), para os principais produtos: (b) benzaldeído e (c) ácido benzoico.

Fonte: (Pereira, *et al.*, 2019).

Entrada	Tempo (h)	Pressão (bar)	Conversão (%)	Seletividade (%)	
				Benzaldeído	Ácido Benzoico
1	2,5	2	72	68	32
2	4	2	73	52	48
3	2,5	4	78	34	66
4	4	4	80	31	69

Tabela 3. Otimização da reação e oxidação do álcool benzílico

Fonte: O autor, 2019.

Como esperado, o aumento da pressão e do tempo de reação favoreceu tanto a conversão quanto a seletividade para o ácido benzoico. Porém, como pode ser observado na Tabela 3, a influência da variação da pressão foi mais significativa que a variação do tempo. Além disso, é possível observar que o aumento da pressão favorece mais a seletividade que a conversão.

Com base nos resultados demonstrados na Tabela 2, apenas o aumento da pressão de bar é suficiente para alcançar um desempenho satisfatório, especialmente no quesito custo benefício, já que a seletividade dobra em relação à pressão de 2 bar. Assim, podem ser consideradas condições ótimas de reação o tempo de 2,5 h e pressão de 4 bar de O₂.

A estabilidade do catalisador Au_{2%}/Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄ foi investigada pela realização de 6 ciclos reacionais consecutivos. Os dados obtidos a partir dessa investigação estão representados na Figura 7 e, como pode ser observado, demonstram que o material se manteve estável e com boa atividade ao longo dos 6 ciclos.

São observadas apenas sutis flutuações nos resultados de conversão e seletividade, indicando a manutenção das propriedades catalíticas do material durante todos os ciclos. Essa manutenção das propriedades catalíticas indica claramente que não ocorre nenhum processo de desativação do material.

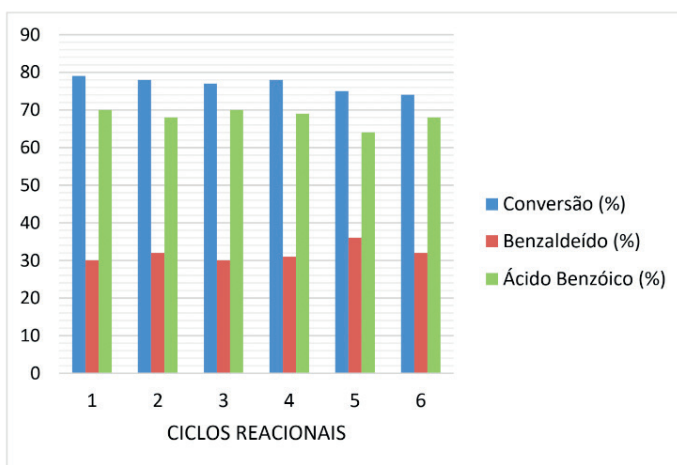


Figura 7. Ensaios de reuso do catalisador

Fonte: O autor, 2019.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O catalisador Au/Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄ demonstrou ser ativo para a oxidação do álcool benzílico independente da carga metálica depositada (1%, 2% ou 3%), como o suporte não exibiu conversão do álcool, a presença do ouro foi considerada imprescindível para a reação, de modo que qualquer atividade pode ser atribuída a ele. Comparando os resultados obtidos com os testes catalíticos iniciais, o catalisador contendo carga metálica de 2% obteve melhor desempenho catalítico em relação aos demais. As análises de FTIR e DRX revelaram a ocorrência de SrCO₃ remanescente do precursor junto ao Sr(OH)₂, compondo duas fases cristalinas que, com base nas análises de MEV encontram-se

homogeneamente distribuídas sobre a superfície da ferrita de cobalto. O estudo catalítico do material indicou a pressão como principal variável para o controle da seletividade, de modo que a inserção de 4 bar de O₂ favorece fortemente a obtenção do ácido benzoico, atingindo valores de conversão e seletividade de ~80% e ~65%, respectivamente, em 2,5h. Além disso, o material se demonstrou estável por 6 ciclos reacionais consecutivos e atingindo conversões de até 79% e seletividades de até 70% para o ácido benzoico. Por fim, este trabalho enfatiza o grande potencial do catalisador Au_{2%}/Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄ para a oxidação do álcool benzílico e evidencia a possibilidade do controle da seletividade apenas pela variação da pressão de O₂ inserida no sistema.

REFERÊNCIAS

- CARRETTIN, S. *et al.* Selective oxidation of glycerol to glyceric acid using a gold catalyst in aqueous sodium hydroxide. **Chemical Communications**, Cambridge, v.7, p. 696-697, 2002.
- CASTRO, Karla Patrícia R. et al. Aerobic Oxidation of Benzyl Alcohol on a Strontium-Based Gold Material: Remarkable Intrinsic Basicity and Reusable Catalyst. **Catalysts**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.83-93, 2018.
- CAVALCANTI, L.C. **Incompatibilidades farmacotécnicas**. São Paulo: Pharmabooks. 2 ed. 2008.
- EVANOFF JR, D. D.; CHUMANOV, G. Synthesis and Optical Properties of Silver Nanoparticles and Arrays. **ChemPhysChem**, Weinheim, v. 6, p. 1221-1231, 2005.
- FALCÃO, M. S.; *et al.* Synthesis, Characterization and Catalytic Evaluation of Magnetically Recoverable SrO/CoFe₂O₄ Nanocatalyst for Biodiesel Production from Babassu Oil Transesterification. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, p. 845-855, 2018.
- FERREIRA, H. S.; RANGEL, M. C. Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. **Química nova**, São Paulo, v. 32, o. 1860-1870, 2009.
- HELLAND, A.; KASTENHOLZ, H. Development of nanotechnology in light of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 16, p. 885-888, 2008.
- HUTCHINGS, G. J. Catalysis by gold. **Catalysis Today**, Amsterdam, v. 100, p. 55-61, 2005.
- KE Y. H. *et al.* Oxidative esterification of ethylene glycol in methanol to form methyl glycolate over supported Au catalysts. **Catalysis Science and Technology**, v. 4, p. 3141-3150, 2014.
- KIM, H. Production of metal nanoparticles from precursors having low reduction potentials. **United States Patent**, US 7625637 B2, 2009.
- LOVE, C. S. et al. Synthesis of gold nanoparticles within a supramolecular gel-phase network. **Chemical Communications**, [s.l.], v. 15, n. 15, p.1971-1973, 2005.

MELO, I. E. M. S.; et al. Catalisador de oxidação de álcool comutável por seletividade Au – Pd: controlando a dualidade do mecanismo usando uma abordagem multivariada. **ChemCatChem**, v. 11, n.13, p. 3022–34, 2019.

NASIR, S. M; NUR, H. Gold nanoparticles embedded on the surface of polyvinyl alcohol layer. **Journal of Fundamental Sciences**, Skudai, v. 4, p. 245-252, 2008.

OLIVEIRA, P. H. R., e REIS. R. R. Ácido benzóico (CAS 65-85-0). **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 6, p. 2673–87, 2017.

PEREIRA, L.; et al. Ouro suportado em nanopartículas de CoFe₂O₄ enriquecidas com superfície de estrôncio: uma estratégia para a oxidação seletiva do álcool benzílico. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 6, p. 1317-1325, 2019.

PORTA, F.; PRATI, L. Selective oxidation of glycerol to sodium glycerate with gold-on-carbon catalyst: na insight into reaction selectivity. **Journal of Catalysis**, San Diego, v. 32, p. 397-403, 2004.

PRATI, L.; MARTRA, G. New gold catalysts for liquid phase oxidation. **Gold Bulletin**, Londres, v. 32, p. 96-101, 1999.

SCIRÈ, S. *et al.* Supported silver catalysts prepared by deposition in aqueous solution of Ag nanoparticles obtained through a photochemical approach. **Applied Catalysis A: General**, Amsterdam, v. 23, p. 138-145, 2009.

TAYLOR, K. J. *et al.* Ultraviolet photoelectron spectra of coinage metal clusters. **Chemical Physics**, Amsterdam, v. 96, p. 3319-3329, 1991.

ZHANG, G.; WANG, G. Preparation of uncoated iron oxide nanoparticles by thermal ecarboxylation of iron hydroxide cetylsulfonyl acetate in solution. **Materials Letters**. V. 62, p. 219, 2008.

ZHOU, C.; *et al.* Chemoselective catalytic conversion of glycerol as a biorenewable source to valuable commodity chemicals. **Chemical Society Reviews**, Cambridge, v. 37, p. 527-550, 2008.

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)