



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

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Elio 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 Cândido 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. Fágnor Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girelene 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 Vila – 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
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal 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
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a 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 Gonçalo 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 Miranilde 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. Abrão 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. Alessandro 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 Andreza 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. Edvaldo 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 Atílio 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 Krahil – 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 Kamily Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
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 Fenomenologia & 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 Lívia 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. Declararam 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 (<i>Cocos nucifera L.</i>) E DO ÓLEO DE ABACATE (<i>Persea americana Mill.</i>)	
Natasha Alves Rocha	
Valdiléia Teixeira Uchôa	
Camila Alves Rocha	
Maria Karina da Silva	
Maciel Lima Barbosa	
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos	
Luis Fernando Guimarães Noleto	
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 $\text{Sr}(\text{OH})_2$ -
 $\text{SrCO}_3 @ \text{CoFe}_2\text{O}_4$**

Pelry da Silva Costa

Jussara Morais 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 FLAVONOÍDES NAS FOLHAS DE *TRIPLARIS GARDNERIANA* WEDD. (POLYGONACEAE)

Sandra Kelle Souza Macêdo
Emanuela Chiara Valençá 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 Noleto

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 Joseita 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 PATIR 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

Máisa 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 MOLIBDÉNIO**

Carlos Taryk Bessa da Silva

Juliana Moreira Barreto

Paula Marcellly 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 Bertozi

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 Noleto

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 Joseíta 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 5

AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORRÓSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO

Data de aceite: 01/06/2021

Diene de Barros Ferreira

Universidade Federal da Fronteira Sul
Laranjeiras do Sul -Paraná

Felipe Staciaki da Luz

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava - Paraná

Gideã Taques Tractz

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava - Paraná

Guilherme Arielo Rodrigues Maia

Universidade Estadual de Londrina,
Departamento de Química
Londrina – Paraná

Letícia Fernanda Gonçalves Larsson

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava - Paraná

Paulo Rogério Pinto Rodrigues

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava - Paraná

Everson do Prado Banczek

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava - Paraná

RESUMO: Compostos orgânicos com heteroátomos apresentam a característica de inibição da corrosão, formando uma película protetora. Apesar desses compostos apresentarem boa eficiência a maioria dos

inibidores de corrosão são sintéticos, os quais são prejudiciais ao meio ambiente. Nesse trabalho foi avaliada a proteção da corrosão do aço carbono SAE 1020, promovida por um inibidor natural, a cafeína, nas concentrações de 0,1; 0,01; 0,001 e 0,0001 mol.L⁻¹. Para comparação foi utilizado o benzotriazol BTAH 0,01 mol.L⁻¹, como um inibidor tradicional. A resposta eletroquímica foi determinada por medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica e polarização potenciodinâmica anódica. Os ensaios de corrosão foram realizados em cloreto de sódio 0,5 mol.L⁻¹. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi estudar a inibição da corrosão do aço carbono utilizando a cafeína. Os resultados demonstraram que a cafeína pode ser empregada como inibidor de corrosão do aço carbono.

PALAVRAS - CHAVE: Inibidores de corrosão; química verde; eletroquímica.

ABSTRACT: Organic compounds with hetero atoms have the characteristic of corrosion inhibiting, forming a protective film. Although these compounds have good efficiency, most corrosion inhibitors are synthetic, which are harmful to the environment. In this work, the corrosion protection of SAE 1020 carbon steel was evaluated, promoted by a natural inhibitor, caffeine, in concentrations of 0.1; 0.01; 0.001 and 0.0001 mol.L⁻¹. For comparison, benzotriazole BTAH 0.01 mol.L⁻¹ was used as a traditional inhibitor. The electrochemical response was determined by measurements of electrochemical impedance spectroscopy and anodic potentiodynamic polarization. The corrosion tests were performed in sodium chloride 0.5 mol.L⁻¹. In this context, the

objective of this work was to study the corrosion inhibition of carbon steel using caffeine. The results showed that caffeine can be used as a corrosion inhibitor for carbon steel.

KEYWORDS: Corrosion inhibitors; green chemistry; electrochemistry.

1 | INTRODUÇÃO

Corrosão é deterioração de um corpo sólido por meio de uma reação química ou eletroquímica com o meio (FURTADO et al, 1981). Esses processos não deixam de ocorrer, porém, podem ser controlados por meio de medidas como tratamentos de superfície, proteção anódica ou catódica e adição de inibidores de corrosão (SOLTANI et al, 2012; GENTIL, 2003). Controlar a corrosão significa controlar a reação entre o metal e o meio, de forma que suas propriedades físicas e mecânicas não sejam afetadas durante o seu tempo de vida útil (GROSSER, 2008).

O aço carbono é uma importante liga utilizada em grande demanda de aplicações, devido a seu baixo custo e suas propriedades (ROCHA et al, 2014, SOUZA et al, 2014). Consiste na sua composição ferro e carbono, amplamente utilizada em peças, máquinas, automóveis eletrodomésticos em diversos setores de escala industrial (GENTIL, 2013; VIOMAR, et al, 2004). Contudo a utilização dessa liga metálica se torna limitada, pertinente a sua propensão a processos corrosivos, assim se é necessário o uso de métodos que impeçam esse efeito (SANTOS, et al, 2016).

O uso de inibidores, geralmente orgânicos, caracteriza-se em um dos métodos de grande interesse, já que funcionam como películas protetoras, devido a presença de grupos funcionais contendo heteroátomos como enxofre, nitrogênio e oxigênio, que interferem na ação eletroquímica inibindo a corrosão (ROSSI et al, 2007; SOLTANI et al, 2012; PEREIRA et al, 2012).

A ligação pode ser formada a partir do par de elétrons dos átomos doadores, com a superfície do metal, promovendo a absorção, a intensidade dependerá da densidade eletrônica sobre o átomo doador e da polarização do grupo, reduzindo assim o processo corrosivo (TORRES, et al, 2016). O uso de inibidores são uma forma de evitar o problema da corrosão com vantagens econômicas, sendo capaz de afetar as reações anódicas ou catódicas ou ambas e de acordo com a situação, e podem ser classificados como inibidores de corrosão catódicos anódicas ou mistos (GROSSER, F. N. 2018).

Apesar de apresentar grande eficiência na inibição das reações que ocasionam processos corrosivos, a maioria desses compostos é de origem petrolífera apresentando efeitos indesejáveis. Com o advento de discussões acerca da sustentabilidade dos processos, faz-se necessário repensar o uso de compostos não renováveis (SPIRO e STIGLIANI, 2009).

O efeito negativo desses inibidores não afeta somente organismos vivos, mas acaba sendo prejudicial ao ambiente, trazendo consequências muitas vezes irreversíveis

ao ecossistema afetado, com isso o desenvolvimento de inibidores que não agridam o meio ambiente se faz necessário (SANTOS et al, 2016).

Li (2012) utilizou extrato de bambu para inibir as reações de corrosão do aço em HCl e H_2SO_4 , obtendo eficiência de até 79% em H_2SO_4 0,5 mol.L⁻¹. Pereira (2012) utilizou extrato de casca de alho para a inibição da corrosão do aço carbono em HCl, obtendo eficiência de até 90%.

Rocha (2014) fez uso de extrato aquoso de manga e casca de laranja como inibidor verde, em aço carbono em solução de ácido clorídrico, alcançando eficiência 96%. O extrato de café foi estudado por Vasconcelos (2011) e apresentou até 88% de eficiência em HCl. Torres (2016) utilizou extrato de semente de mamão papaia para inibição da corrosão do aço carbono, em meio de ácido clorídrico, apresentando eficiência de 93%.

Ochoa (2013) obteve uma eficiência de 98%, utilizando amido de mandioca como um inibidor sustentável. Extrato de *Phyllanthus amarus* foi utilizado para a inibição das reações de corrosão do alumínio em meio básico e os autores obtiveram um máximo de 76% de eficiência de inibição em uma porcentagem de 20% de extrato (LI et al, 2012; PEREIRA et al, 2012; ROCHA et al, 2014; VASCONCELOS et al, 2011; OCHOA et al, 2013; ABIOLA e OTAIGBE, 2009).

Alguns trabalhos investigaram o uso da cafeína contra a corrosão de diferentes substratos metálicos com vantagens de inibição da corrosão para o zinco, cobre e aço carbono (GROSSER, F. N. 2008; SILVA et al, 2002, MACHADO, T. F. et al, 2005; FORNAZARI, M. S. et al, 2006).

O objetivo desse trabalho foi estudar o uso de cafeína como inibidor da corrosão do aço carbono (SAE 1020), visando a substituição dos inibidores orgânicos de origem petrolífera por produtos naturais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação dos substratos metálicos

Os substratos metálicos foram amostras de aço carbono (SAE 1020) disponíveis no laboratório do Grupo de Pesquisas em Eletroquímica – GPEL®, preparadas por meio de lixamento com lixas de SiC de granulometrias #320, #400, #600 e #1200.

A composição química das amostras de aço foi obtida por meio de fluorescência de raios-X, em um equipamento portátil OXFORD XMET 7500, disponível no GPEL®.

Eletrólitos

Foi utilizada uma solução de NaCl 0,5 molL⁻¹ como eletrólito para a realização dos ensaios de corrosão e para a determinação do comportamento eletroquímico do metal base sem a presença de cafeína.

Para a avaliação da inibição da cafeína uma solução de NaCl de 0,5 mol.L⁻¹ foi utilizada como solvente para a preparação das soluções inibidoras nas concentrações: 0,1,

0,01, 0,001 e 0,0001 molL⁻¹.

Ensaios de corrosão

Os ensaios de corrosão foram realizados em um potencioscópio da GAMRY em uma célula de três eletrodos, constituída de um eletrodo de trabalho de aço carbono (SAE 1020); eletrodo de referência de prata cloreto de prata e contra eletrodo de platina de grande área superficial.

Potencial de circuito aberto (PCA): o potencial de circuito aberto foi monitorado por, no mínimo, 2 horas anteriormente à realização dos demais ensaios;

Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE): os ensaios de EIE foram realizados a partir do PCA, com uma perturbação de potencial de ± 10 mV em frequências de 10^4 Hz até 0,001 Hz.

Polarização Potenciodinâmica (POL): os ensaios de POL consistirão na aplicação de um sobrepotencial catódico de $-1,0$ V e de um sobrepotencial anódico de $+1,0$ V a partir do PCA.

Cálculo da eficiência do inibidor: a eficiência de inibição promovida pelos inibidores foi obtida a partir da equação (1) (TUSSOLINI, 2010):

$$\theta = \frac{j_{\text{substrato metálico}} - j_{\text{substrato metálico com inibidor}}}{j_{\text{substrato metálico}}} \quad (1)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de potencial de circuito aberto estão apresentados na Figura1. As respostas da variação de potencial em função do tempo demonstram o comportamento das amostras em circuito aberto, a partir das quais pode se observar um deslocamento para valores mais negativos para as amostras com inibidores. Tal resposta sugere um comportamento catódico.

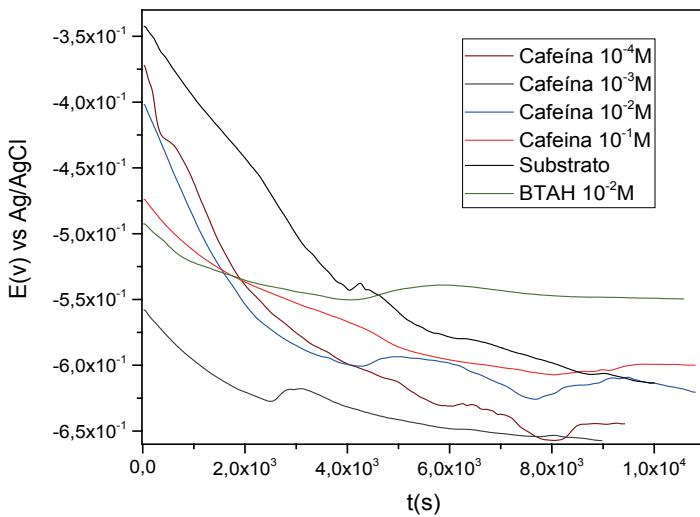
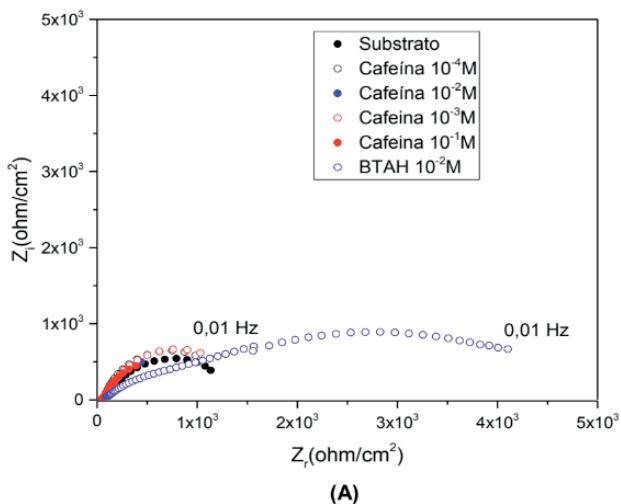
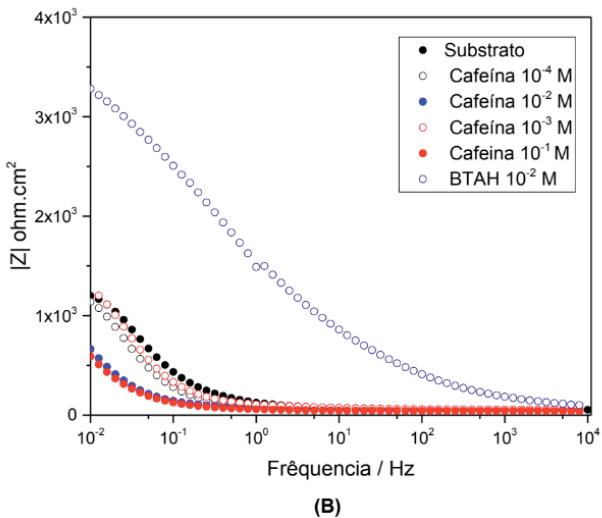


Figura 1. Potencial de circuito aberto (PCA)

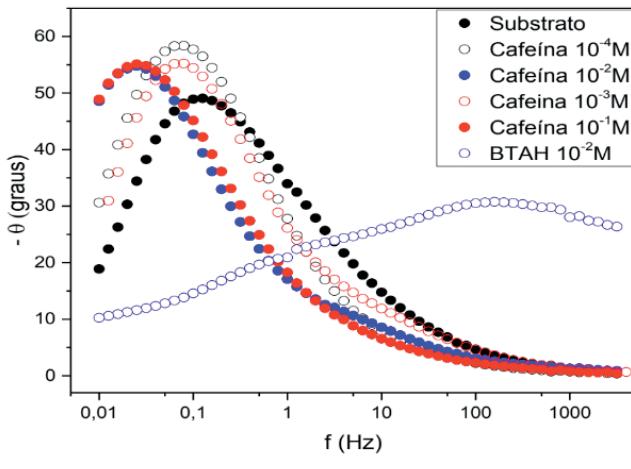
Para a amostra com inibidor de BTAH um comportamento diferente foi observado, pois os potenciais se tornaram mais positivos que para o substrato e as outras amostras indicando um comportamento anódico.

Os resultados de espectroscopia de impedância eletroquímica estão apresentados na Figura 2. Os diagramas de Nyquist da Figura 2(A) apresentam apenas um arco capacitivo para todas as amostras sugerindo que apenas um processo está ocorrendo.





(B)



(C)

Figura 2. Diagramas de Impedância (A) Nyquist (B) Modulo de impedância e (C) Bode Ângulo de Fase.

Maiores valores de impedância foram medidos para as amostras tratadas com inibidores, indicando que estes promoveram um aumento na resistência à corrosão do aço carbono. Para o BTAH os valores de impedância foram os maiores indicando a maior resistência à corrosão, já para a cafeína os maiores valores de impedância foram observados para as concentrações 0,001 mol.L.

Os diagramas da Figura 2(B) demonstram que há uma resposta distinta quando são comparados os sistemas. Apenas uma constante de tempo foi determinada para o substrato e para cafeína. Entretanto, maiores valores de ângulo de fase foram medidos com

cafeína. Em presença de BTAH duas constantes foram observadas. A primeira está entre 100 e 1000 Hz, atribuída ao inibidor adsorvido na superfície do metal. A segunda constante está entre 0,1 e 1 Hz e pode ser atribuída aos processos de corrosão. Os resultados da Figura 2(C) indicam um aumento do módulo de impedância para as amostras com cafeína e BTAH evidenciando a maior resistência à corrosão. Os maiores valores de modulo de impedância foram obtidos com a concentração de cafeína de 0,01 mol/L. Tais respostas estão de acordo com os diagramas de Nyquist.

Os resultados de polarização potenciodinâmica estão na Figura 3.

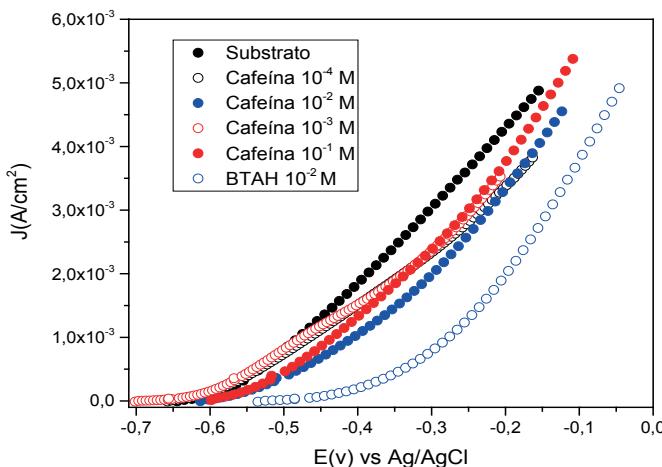


Figura 3. Curvas de polarização potenciodinâmica anódica.

As curvas de polarização apresentam um comportamento ativo para todas as amostras. Menores densidades de corrente foram determinadas para os sistemas com inibidor, quando comparadas com aquelas medidas para o substrato. Estes resultados demonstram que os inibidores atuaram na proteção da corrosão do aço carbono, entretanto, o BTAH foi inibidor que apresentou menores densidades de corrente, por isso, foi o mais eficiente na proteção da corrosão do aço carbono.

A composição química do aço carbono foi avaliada por fluorescência de raios-X e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Amostra	Elementos (% m/m)							
	Fe	Mn	Al	Si	S	Cr	Ti	C
Aço carbono (SAE 1020)	98,7%	0,19	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,21

Tabela1. Composição química do aço carbono (SAE 1020).

A composição determinada está de acordo com as especificações para o aço carbono (SAE 1020), pois para esta liga metálica a proporção de carbono deve estar entre 0,19-0,23 %.

Os valores de eficiência estão apresentados na Tabela 2.

Amostra	$j_{\text{médio}} (\text{A.cm}^{-2})$	$\theta (\%)$
Aço Carbono	$4,02 \cdot 10^{-3}$	-
BTAH 10^{-2} mol/L	$1,90 \cdot 10^{-4}$	95,3%
Cafeína 10^{-2} mol/L	$1,03 \cdot 10^{-3}$	74,4%
Cafeína 10^{-1} mol/L	$1,31 \cdot 10^{-3}$	67,5%
Cafeína 10^{-4} mol/L	$1,50 \cdot 10^{-3}$	63,1%
Cafeína 10^{-3} mol/L	$1,51 \cdot 10^{-3}$	62,4%

Tabela 2. Valores de eficiência da inibição da corrosão a partir do grau de cobertura das amostras.

Os resultados demonstram que os inibidores aumentaram a resistência à corrosão do substrato metálico, pois menores densidades de corrente foram determinadas para os materiais em contato com os inibidores.

A maior eficiência medida foi para o inibidor BTAH, entretanto, a cafeína apresentou eficiências de inibição significativas, com o maior valor sendo determinado para este inibidor verde na concentração de $1 \cdot 10^{-2}$ mol.L $^{-1}$.

4 | CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho indicaram que a cafeína pode ser utilizada como um inibidor verde para a proteção da corrosão do aço carbono SAE 1020 em meio de NaCl 0,5 mol/L.

As eficiências de inibição determinadas para a cafeína permitem concluir que esta substância é um inibidor verde com potencial significativo para a proteção da corrosão do aço carbono (SAE 1020).

O comportamento de proteção da corrosão promovida pela cafeína foi inferior a proteção promovida pelo BTAH, entretanto, a cafeína apresenta vantagens ambientais.

REFERÊNCIAS

ABIOLA, O. K.; OTAIGBE, J. O. E. The effects of *Phyllanthus amarus* extract on corrosion and kinetics of corrosion process of aluminum in alkaline solution. *Corrosion Science*, v. 51, p. 2790-2793, 2009.

FORNAZARI, M. R.; GONÇALVES, R. S.; SPINELLI, A., Corrosão do cobre na presença de cafeína In: 29a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2005 Poços de Caldas, Anais da 28a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química,

FURTADO, P., "Introdução a Corrosão e Proteção as Superfícies Metálicas". Belo Horizonte, Empresa Universitária da UFMG, 1981.

GENTIL, V. Corrosão. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 341p.

GROSSER, F. N. A atuação da cafeína como inibidora da corrosão do zinco metálico em meio etanólico, 2008. 112f. Dissertação (Mestrado em Química), Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

LI, X.; DENG, S.; FU, H. Inhibition of the corrosion of steel in HCl, H₂SO₄ solutions by bamboo leaf extract. *Corrosion Science*, v. 62, p. 163–175, 2012.

MACHADO, T. F.; GONÇALVES, R. S., Proposta de utilização de um inibidor de corrosão não tóxico para o zinco em meio aquoso In: 28a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2005 Poços de Caldas, Anais da 28a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.; MAINIER, F.B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão de metais. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 57–60, 2003.

MERÇON, F.; IVO, P.; GUIMARÃES, C.; MAINIER, B. Corrosão: Um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, v. 4, n. 19, p. 2–5, 2004

OCHOA, N. ET AL. Modified cassava starches as potential corrosion inhibitors for sustainable development. *Mat. Res.*, São Carlos , v. 16, n. 6, p. 1209-1219, Dec. 2013.

PEREIRA, S.S. DE; PÊGAS, M.M.; FERNÁNDEZ, T.L.; MAGALHÃES, M.; SCHÖNTAG, T.G.; LAGO, D.C.; SENNA, L.F. DE; D'ELIA, E. Inhibitory action of aqueous garlic peel extract on the corrosion of carbon steel in HCl solution. *Corrosion Science*, v. 65, p. 360–366, 2012.

ROSSI, C. G. F. T. ET AL. Estudo comparativo da eficiência da difenilcarbazida e do óleo de coco saponificado microemulsionados na inibição da corrosão de aço carbono. *Química nova*, v. 30, n. 5, p. 1128-1132, 2007.

ROCHA, J. C.; GOMES, J. A. C. P.; D'ELIA, E. Aqueous extracts of mango and orange peel as green inhibitors for carbon steel in hydrochloric acid solution. *Mat. Res.*, São Carlos , v. 17, n. 6, p. 1581-1587, Dec. 2014 .

SANTOS, J. E. P. ET AL. Estudo da Inibição de Corrosão do aço carbono em ácido clorídrona presença de mangiferina. *Matéria (Rio J.)*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 1045-1053, dez. 2016 .

SILVA, F. T.; SPINELLI, A.; GONÇALVES, R. S., Caracterização da atuação da cafeína como inibidor de corrosão do aço-carbono ABNT 1005 em meio aquoso, In: 28a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2005 Poços de Caldas, Anais da 28a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.

SOLTANI, N.; TAVAKKOLI, N.; KHAYATKASHANI, M.; JALALI, M.R.; MOSAVIZADE, A. Green approach to corrosion inhibition of 304 stainless steel in hydrochloric acid solution by the extract of *Salvia officinalis* leaves. *Corrosion Science*, v. 62, p. 122–135, 2012.

SOUZA, F. S.; GONÇALVES, R. S.; SPINELLI, A. Assessment of caffeine adsorption onto mild steel surface as an eco-friendly corrosion inhibitor. *J. Braz. Chem. Soc.*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 81-90, Jan. 2014.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

UHLIG, H. H.; REVIE, R. W. *Corrosion and corrosion control: An introduction to corrosion science and engineering*. John Wiley & Sons, 1985. 441p.

TORRES, V. V.; CABRAL G. B.; SILVA, A. C.G.; FERREIRA, K. C. R.; ELIA, E. D. Ação inibidora de extratos da semente do mamão papaia na corrosão do aço-carbono 1020 em HCl 1 mol L-1. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 423-430, May 2016.

VASCONCELOS, V.; SALGADO, R.; FAIA, C.; SÁ, D.; LOPEZ, T.; ALBERTO, C.; GUEDES, A.; ELIA, E.D. Inhibitory action of aqueous coffee ground extracts on the corrosion of carbon steel in HCl solution. *Corrosion Science*, v. 53, n. 7, p. 2385–2392, 2011.

VIOMAR, A., VANJURA, B., GRASSI, M., OLIVEIRA, M.D.F., ROGÉRIO, P. Aperfeiçoamento do processo de tratamento de superfície do aço carbono. In: *Encontro e Exposição Brasileira de tratamento de suferfície*. 2004, p. 205–213.

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](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK 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](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 👤 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)