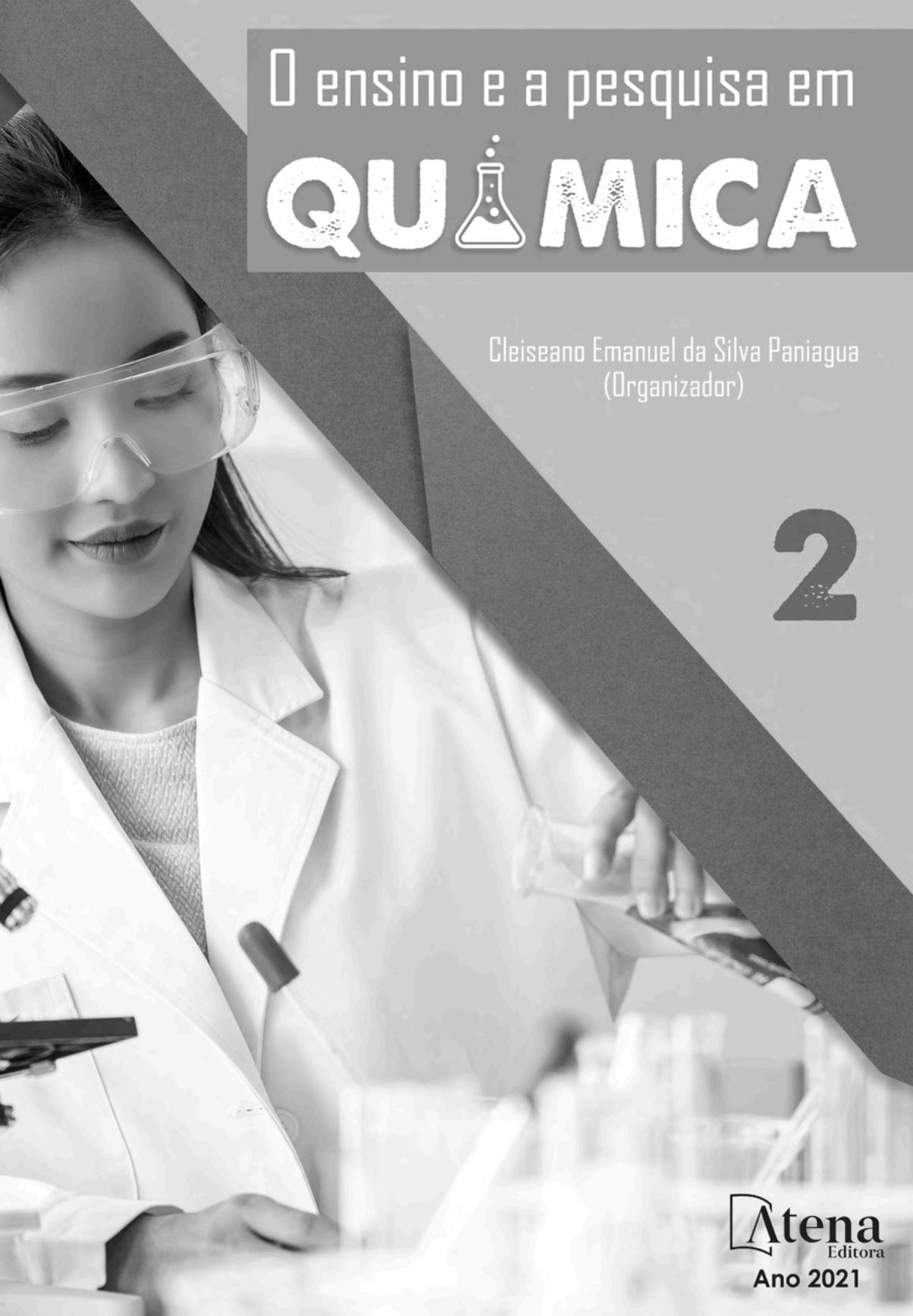


O ensino e a pesquisa em **QU** **MICA**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

2


Atena
Editora
Ano 2021



O ensino e a pesquisa em
QU  **MICA**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

2

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
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. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
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. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
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 Rio de Janeiro
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 Federac 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
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 Miraniilde 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

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 O ensino e a pesquisa em química 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-423-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.235213108>

1. Química - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540.7

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O e-book: “O ensino e a pesquisa em química” volume II é constituído por quinze capítulos de livro que foram reunidos em três grandes áreas temáticas, a saber: *i)* química analítica: determinação, otimização e validação; *ii)* desenvolvimento de adsorventes e catalisadores para remoção de diferentes classes de contaminantes e aplicação industrial e *iii)* temas diversos.

A primeira temática é constituída por seis capítulos e apresentam diversos estudos, entre os quais: *i)* determinação quantitativa de glicazida em comprimidos e os problemas provenientes do uso de comprimidos pelo sistema de partição não homogêneo; *ii)* a determinação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) empregando-se a técnica de voltametria; *iii)* a validação de um sistema fotocolorímetro em análises para o ensino de química na Universidade Tecnológica de Gutiérrez Zamora na cidade de Vera Cruz no México; *iv)* a importância da otimização para melhor entendimento dos estudos cinéticos em uma reação de hidrologenação; *v)* a triagem fitoquímica e análise de propriedades antioxidantes e *vi)* avaliação de estruturas metálicas orgânicas como fase estacionária em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).

A segunda temática é composta por cinco capítulos e apresentam: estudo de revisão que demonstram: *i)* o potencial de extração de fósforo em efluentes líquidos; *ii)* estudo de Montmorilonita como potencial adsorvente e aplicação em sistemas de fluxo contínuo e *iii)* avaliação e estudo de diferentes catalisadores para remoção de inúmeras classes de poluentes em matrizes aquáticas e reforma do etanol com vapor d’água.

Por fim, a terceira temática que apresenta quatro diferentes estudos que contemplam a corrosão obtida por pulverização de gás frio, a importância e utilização de supressores de poeira na mineração, preparação de nanopartículas poliméricas enriquecidas com óleos essenciais poliméricas e estudo de revisão das propriedades químicas da série de lantanídeos.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando por meio do incentivo de publicações de trabalhos de pesquisadores de todas as regiões do Brasil e de outros países com o intuito de colaborar com a publicação de e-books e, conseqüentemente, sua divulgação de forma gratuita em diferentes plataformas digitais de fácil acesso. Logo, a Atena Editora contribui para a divulgação e disseminação do conhecimento científico gerado dentro de instituições de ensino e pesquisa e que pode ser acessado de qualquer lugar e em tempo real por qualquer pessoa interessada na busca pelo conhecimento.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE GLICLAZIDA EM COMPRIMIDOS SULCADOS

Jacqueline Cristinne Guimarães Vidal

Maria Amélia Albergaria Estrela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131081>

CAPÍTULO 2..... 13

DETERMINAÇÃO VOLTAMÉTRICA DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS USANDO UM ELETRODO DE PASTA DE CARBONO MODIFICADO COM FTALOCIANINA DE ZINCO

Daniel Jackson Estevam da Costa

Rhayane Silva Rodrigues do Nascimento

Larissa da Silva Pereira

Janete Clair da Silva Santos

Camila Luciana Silva de Mesquita

Fátima Aparecida Castriani Sanches-Brandão

William Farias Ribeiro

Francisco Antonio da Silva Cunha

Mário César Ugulino de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131082>

CAPÍTULO 3..... 25

VALIDACIÓN DE UN FOTOCOLORÍMETRO PARA ANÁLISIS CUANTITATIVOS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Raúl Alejandro Limón Hernández

Verónica López Hernández

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar

Iriana Hernández Martínez

José Luis Xochihua Juan

Arsenio Sosa Fomperosa

Oscar Enrique Morales Moguel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131083>

CAPÍTULO 4..... 40

OTIMIZAÇÃO NUMÉRICA E ESTUDO CINÉTICO DA REAÇÃO DE HIDROALOGENAÇÃO DO ALFA-PINENO

Vladimir Lavayen

Thágor Moreira Klein

Chádia Schissler

Leticia Antunes Natividade

Alexandre Chagas

Jacqueline Arguello da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131084>

CAPÍTULO 5..... 50

TRIAMEN FITOQUÍMICA E ANÁLISE QUALITATIVA DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS FOLIARES DE *Cinnamomum zeylanicum* E *Cinnamomum burmannii*

Ana Francisca Gomes da Silva

Valéria Flávia Batista da Silva

Carolina Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131085>

CAPÍTULO 6..... 58

MOFs (METAL ORGANIC FRAMEWORKS) AS A STATIONARY PHASE IN LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC)

Tamires dos Reis Menezes

Kátilla Monique Costa Santos

Silvia Maria Egues Dariva

Juliana Faccin de Conto Borges

Cesar Costapinto Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131086>

CAPÍTULO 7..... 76

POTENCIAL DE EXTRAÇÃO DE FÓSFORO DE EFLUENTES LÍQUIDOS – REVISÃO DE LITERATURA

Luciana Faria Caetano de Souza

Suzana Maria Loures de Oliveira Marcionilio

Ana Carolina Ribeiro Aguiar

Ana Paula Cardoso Gomide

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131087>

CAPÍTULO 8..... 84

ESTUDO DE OBTENÇÃO DE MONTMORILONITA POR PRECIPITAÇÃO SEQUENCIAL PARA USO COMO ADSORVENTE PARA SISTEMAS DE FLUXO CONTÍNUO

Kathely Priscila de Souza Trindade

Graciele Vieira Barbosa

Alberto Adriano Cavalheiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131088>

CAPÍTULO 9..... 97

OXIDAÇÃO CATALÍTICA DO CORANTE AZUL DE METILENO USANDO NOVOS CATALISADORES Fe_2O_3

Matheus de Araújo Moura

Henrique Rebouças Marques Santos

Márcio Souza Santos

Rennan Noronha de Franca

Alexilda Oliveira de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2352131089>

CAPÍTULO 10..... 107

AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DO CATALISADOR FORMADO A PARTIR DO SULFATO DE MAGNÉSIO *in situ* NA PIRÓLISE CATALÍTICA DA BIOMASSA DE MACRÓFITA AQUÁTICA PARA OBTENÇÃO DE BIO-ÓLEO PIROLÍTICO

Júnior da Silva Camargo
Sonia Tomie Tanimoto
Fernando Alves Ferreira
Vitor Vinícius Anjos Bonfim Ribeiro
Regineide de Oliveira Lima
Ricardo Faustino Rits de Barros
José Alfredo Valverde
Layssa Aline Okamura
Paulo Renato dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.23521310810>

CAPÍTULO 11 120

REFORMA DO ETANOL COM VAPOR D' ÁGUA: AVALIAÇÃO DA ATIVAÇÃO PRÉVIA DO CATALISADOR Cu/Ni/Na₂O-Nb₂O₅

Laura dos Santos Costa
Maria Eduarda Bogado dos Santos
Marília de Oliveira Camargo
Marcos de Souza
Isabela Dancini Pontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.23521310811>

CAPÍTULO 12..... 129

STUDY OF CORROSION AND MECHANISMS OF COATINGS OBTAINED BY COLD GAS SPRAY USING OPEN CIRCUIT POTENTIAL AND MICROSCOPIC ANALYSIS

Fernando Santos da Silva
Sergi Dosta
Assis Vicente Benedetti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.23521310812>

CAPÍTULO 13..... 144

SUPRESSORES DE POEIRA DE MINERAÇÃO

Stéphane Miranda Francisco
Enio Nazaré de Oliveira Júnior
Ana Maria de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.23521310813>

CAPÍTULO 14..... 156

PREPARATION OF SUB-50 NM POLYMERIC NANOPARTICLES LOADED WITH ESSENTIAL OILS

Hened Saade Caballero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.23521310814>

CAPÍTULO 15.....	160
QUÍMICA DE LANTANÍDEOS	
Jorge Fernando Silva de Menezes	
Rodrigo Galvão dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.23521310815	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	192
ÍNDICE REMISSIVO.....	193

Data de aceite: 23/08/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Stéphane Miranda Francisco

Universidade Federal de São João del-Rei -
Engenharia Química
Ouro Branco – MG
<http://lattes.cnpq.br/9704194035270056>

Enio Nazaré de Oliveira Júnior

Universidade Federal de São João del-Rei.
Departamento de Química, Biotecnologia e
Engenharia de Bioprocessos
Ouro Branco – MG
<http://lattes.cnpq.br/1123705010561141>

Ana Maria de Oliveira

Universidade Federal de São João del-Rei.
Departamento de Química, Biotecnologia e
Engenharia de Bioprocessos
Ouro Branco – MG
<http://lattes.cnpq.br/6232927330347386>

RESUMO: No cenário mundial atual, a busca por um desenvolvimento sustentável e salubre é altamente explorada no atendimento às demandas sociais e ambientais. Assim, as indústrias vêm aprimorando seus processos produtivos e, por conseguinte, são esperadas reduções nas emissões de poluentes. Diante disso, os supressores químicos se apresentam como uma alternativa viável no controle de particulados formados em vias de acesso de mineradoras de ferro, visto que a interação dessas soluções com a poeira é mais eficaz

que a interação com a água pura. Tendo em vista a ampla gama de mineradoras de ferro no Brasil foram analisados estudos com diferentes agentes supressores de poeira, sendo discutido também seu modo de ação e o possível impacto ambiental que estas substâncias podem causar.

PALAVRAS-CHAVE: Mineração de ferro, impacto ambiental, ação de supressores químicos.

MINING DUST SUPPRESSORS

ABSTRACT: In the current world scenario, the search for sustainable and healthy development is highly explored in meeting social and environmental demands. Thus, industries have been improving their production processes and, therefore, reductions in pollutant emissions are expected. Therefore, chemical suppressors are a viable alternative to control particulates formed in access roads of iron mining, since the interaction of these solutions with dust is more effective than the interaction with pure water. In view of the wide range of iron miners in Brazil, studies with different dust suppressing agents were analyzed, as well as their mode of action and the possible environmental impact that these substances can cause.

KEYWORDS: Iron mining, environmental impact, suppressor action.

1 | INTRODUÇÃO

É indubitável que as indústrias mineradoras são responsáveis pelo fornecimento de insumos elementares para o desenvolvimento das civilizações, uma vez que

proporcionam matérias-primas cujos propósitos variam do abastecimento da agricultura até a geração de energia (CARVALHO, 2017).

O Brasil possui a atividade mineradora como um forte pilar econômico, haja vista a intensa riqueza mineral do país. Nesse contexto, destaca-se o estado de Minas Gerais, com o Quadrilátero Ferrífero sendo a sua maior reserva mineral (RODRIGUES *et al.*, 2014). De acordo com a Agência Nacional de Mineração – ANM (2020), a produção comercializada de minério de ferro no Brasil gerou uma receita de R\$ 93.829.892.634,00 no ano de 2019, sendo Minas Gerais o estado responsável por gerar quase metade desse valor.

Contudo, a mineração gera impactos ambientais significativos, especialmente em relação a poluição atmosférica (CARVALHO, 2017). É importante salientar que algumas atividades da área mineradora, como a remoção do estéril, extração e refino, transporte e outras operações de manuseio do minério são responsáveis por gerar poeiras que são transportadas pelo vento e assim causam grande impacto em seu entorno (ENTWISTLE *et al.*, 2019).

O transporte da poeira altera a qualidade do ar, que é resultante da interação de fatores como tipo de material emitido, intensidade das emissões; topografia e condições meteorológicas da região (WHO, 2003). Dentre os agentes que deterioram essa qualidade, encontra-se o material particulado em suspensão, que corresponde a uma combinação complexa de substâncias orgânicas e inorgânicas, em estado sólido ou líquido, dispersas na atmosfera (WHO, 2003). A resolução do CONAMA nº 491/2018 (BRASIL, 2018) estabelece, ainda, que as partículas totais em suspensão (PTS) podem ser denominadas MP_{10} e $MP_{2,5}$ quando possuírem, respectivamente, diâmetros aerodinâmicos de 10 μm e 2,5 μm .

O material particulado pode permanecer longos períodos na atmosfera e a exposição a eles pode causar problemas à saúde, cuja gravidade dependerá do tamanho da partícula e do tempo de exposição, dentre outras questões. As partículas inaláveis podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório, enquanto as inaláveis finas podem penetrar mais profundamente no sistema respiratório, alcançando os alvéolos pulmonares. Adicionado a isto, os sais ferrosos provenientes de mineradoras de ferro podem reagir com o peróxido de hidrogênio do ambiente gerando espécies reativas de oxigênio em tecidos biológicos, que podem oxidar vários substratos orgânicos e causar inflamações pulmonares (GUNEY, CHAPUIS e ZAGUY, 2016; ENTWISTLE *et al.*, 2019).

Tendo em vista o potencial nocivo das partículas totais em suspensão (PTS), as Normas Reguladoras de Mineração – NRM, Portaria nº 237 de 18/10/2001 (BRASIL, 2001) preveem que quando os limites toleráveis de exposição a poeiras minerais são ultrapassados deve-se empregar medidas que reduzam, eliminem ou neutralizem seus efeitos. Sendo assim, é mister a necessidade de contenção dos mesmos, o qual pode ser realizado através do uso de água ou supressores químicos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é discutir as características de supressores químicos de poeira utilizados na mineração de ferro, bem como seu modo de ação e possíveis impactos ambientais

gerados no ambiente.

2 | SUPRESSORES DE POEIRA

Já é notório que partículas em suspensão na atmosfera podem provocar efeitos deletérios na saúde e no meio ambiente. Objetivando atenuar esses efeitos, jatos de água já foram amplamente utilizados como controladores de poeira, visto que a água causa a aglomeração das partículas impedindo que elas sejam transportadas pelo ar. Todavia, quando a água evapora, a perda de umidade faz com que o material se torne poeira novamente (COPELAND e KAWATRA, 2005).

Tendo em vista a insustentabilidade, aliada a baixa eficiência dos jatos d'água, é irrefutável a necessidade de formas alternativas de supressão dos particulados. À vista de tais preceitos, destaca-se o gradativo aumento do uso de supressores químicos, uma vez que pesquisas realizadas por Countess Environmental (2004) demonstraram que essas soluções são capazes de modificar as características físicas da via não pavimentada, tornando-a mais semelhante a estrada pavimentada, e, por essa razão, requerem aplicações menos frequentes que a umectação com água.

Os principais fatores observados na supressão de poeira por sprays d'água são: baixo ângulo de contato, rápida compactação das partículas e efetiva penetração do supressor (COPELAND, EISELE e KAWATRA, 2009; WU, PENG e WU, 2007). De forma análoga, a qualidade dos supressores químicos é analisada através da intensidade com que ele molha os particulados finos, uma vez que isso acarreta em uma diminuição do seu ângulo de contato. Além disso, outra questão observada para se obter um bom supressor é o quanto ele compacta o material particulado, haja vista que este fato previne que a poeira seja transportada pelo ar (COPELAND, EISELE e KAWATRA, 2009). É importante ressaltar também que o uso de produtos aditivos para a supressão de poeira acarreta na formação de uma camada superficial proveniente da agregação de particulados maiores. Por conseguinte, obtém-se níveis reduzidos de poeira, melhor qualidade eólica e hídrica e maior segurança no transporte de pessoas e equipamentos (JONES *et al.*, 2013).

Segundo Jones e colaboradores (2013) os supressores químicos de poeira podem ser classificados em:

- Absorvente de água: material absorve pequenas quantidades de água da atmosfera. Por conseguinte, gera aglomeração dos finos e preserva a agregação da matriz do solo através de forças de sucção. São solúveis em água e geram um pequeno aumento da resistência do solo. Alguns exemplos destes compostos são o cloreto de cálcio, cloreto de magnésio e cloreto de sódio;
- Polímeros orgânicos não petrolíferos ou naturais: são responsáveis por aglomerar os finos e as partículas mais grossas, como uma espécie de “cola”. São subprodutos das indústrias de base vegetal. Possuem composição dependente

da matéria vegetal empregada e dos produtos químicos usados no processamento. A maioria é solúvel em água e não fornecem melhoria suficiente na resistência para serem considerados estabilizadores de solo. Alguns exemplos são os derivados de lignina, óleos vegetais, bio-fluidos e açúcar extraído da beterraba;

- Derivados de petróleo e resinas de petróleo: se fundamenta no uso de emulsões asfálticas diluídas que causam melhoria na resistência do solo e controlam a poeira por meio da cimentação dos particulados. As resinas de petróleo geralmente são constituídas por uma mistura de polímeros naturais e aditivos à base de petróleo. Tem ação semelhante aos polímeros naturais, no entanto, são mais resistentes à lixiviação pela água. Alguns exemplos são as resinas de petróleo, derivados de asfalto, óleos minerais de óleos base;
- Emulsões de polímero sintético ou dispersões de polímero: se baseiam em suspensões de polímeros sintéticos em que a polimerização dos monômeros ocorre em meio predominantemente aquoso. Com a evaporação do meio aquoso, os ingredientes ativos colam as partículas agregadas umas às outras. Alguns exemplos são os acrilatos, acetatos de polivinila e cloratos de polivinila;
- Fluidos sintéticos: neste tratamento estão incluídos os fluidos de base sintética e formulação exclusiva de isoalcanos sintéticos. São controladores de poeira eficazes, todavia, não podem ser considerados estabilizadores de solo, por não possuírem resistência suficiente;
- Óleos eletroquímicos / sulfonados: Seus princípios ativos são compostos, majoritariamente, por óleos minerais de hidrocarbonetos modificados com ácido sulfúrico, de modo a formar um ácido sulfônico. Para atuarem de forma adequada dependem de reações de troca iônica. Os agentes tensoativos são os óleos sulfonados, os quais são capazes de fixar, deslocar, ou substituir cátions por troca iônica em argilas, convertendo os materiais do solo em compostos hidrofóbicos;
- Enzimas: espécies com atividade microbiana utilizadas para neutralizar a atividade da argila sem agredir o ambiente ao redor. Alguns exemplos são a urease extraída da soja (WU *et al.*, 2020) e a base de bactéria *Bacillus* sp. VS1 (NAEIMI e CHU, 2017).

Os supressores contidos nessas categorias podem, ainda, serem subdivididos, em relação a sua disponibilidade no mercado, ou seja, os comerciais, e os que ainda se encontram em fase de pesquisa.

2.1 Supressores de poeira relatados na literatura

Muitos são os supressores relatados na literatura. Dentre os supressores de poeira absorventes de água destacam-se os que possuem cloreto de cálcio em sua composição. Copeland e colaboradores (2009) relataram que esse reagente higroscópico maximiza a eficiência da água como supressante de MP_{10} de minério de ferro, uma vez que ele retém

a umidade e possui forte interação com a superfície do óxido de ferro.

Outro composto com característica supressora são polímeros orgânicos não petrolíferos ou naturais, principalmente os obtidos a partir da polimerização do amido de batata; da goma guar, e, também, o produzido à base de celulose. O amido é um material largamente estudado devido a sua alta viabilidade, uma vez que possui fontes variadas, baixo custo, armazenamento estável e excelente biodegradabilidade (SUN *et al.*, 2020). Assim, é importante destacar os supressores sintetizados por Sun e colaboradores (2020) e Hu e colaboradores (2020). O primeiro, formado por amido de batata com introdução monomérica de metacrilato de metila e acrilamida (SMA), juntamente com solução de surfactante de brometo de hexadecil trimetil amônio, resultou em um produto que gera um coágulo espesso com a poeira, acarretando em uma fixação dos particulados, impedindo que esses sejam transportados pelo ar (SUN *et al.*, 2020). Já o segundo, composto por amido líquido de batata pré-tratado com hidróxido de sódio, graftizado com ácido poliacrílico misturado com A-gelatina 7,5 % (m/v) e glicerina 7,5% (m/v), originou uma solução que forma um filme endurecido na superfície da amostra, causando a aglutinação das partículas de poeira (HU *et al.*, 2020).

Outra solução supressora que merece destaque é a produzida a partir da goma guar, a qual é proveniente do endosperma do guar, um composto natural com características espessantes e biodegradáveis que possui um alto número de grupos hidroxila hidrofílicos (THOMBARE *et al.*, 2016). Zhang e colaboradores (2020) sintetizaram o hidroxipropil goma guar (HYP – GG) e o utilizaram no preparo de um agente polimérico de supressão de poeira com propriedades de umedecimento e coagulação aprimoradas. Verificou-se que o HYP – GG promoveu a coagulação dos particulados, enquanto os outros agentes atuaram como surfactante, reduzindo a tensão superficial do líquido. Por conseguinte, ocorreu uma diminuição considerável da resistência à colisão entre o líquido e a poeira. Além disso, o agente coagulante gerou uma adesão dos particulados às gotículas, formando um bolo mais denso de poeira, impedindo que estas fossem dispersas no ambiente.

Outro supressor de polímero orgânico discutido na literatura é o a base de carboximetilcelulose de sódio (CMC), derivado da celulose, no qual o grupo carboximetil é ligado aos grupos hidroxil dos monômeros de glicose. A CMC é um aglutinante ecológico e barato, podendo ser extraído de resíduos de papel e usado para sintetizar uma solução supressora através da copolimerização graft com álcool polivinílico e N-vinilpirrolidina. A carboximetilcelulose de sódio forma um filme na superfície do material particulado, promovendo aglutinação e retenção de umidade na poeira (ZHOU *et al.*, 2020).

Outra categoria de supressores que vem sendo explorada na literatura é a de supressores enzimáticos, isto porque o método biológico de controle dos particulados apresenta efeitos estáveis e confiáveis, que não agredem o meio ambiente e não geram poeira secundária (ZHAN, QIAN e YI, 2016). Um exemplo é o uso de materiais cimentícios de carbonatos biológicos provenientes da bactéria *Paenibacillus mucilaginosus*. Verificou-se

que íons carbonato podem mineralizar íons cálcio formando uma camada de consolidação de calcita (CCL), cujas propriedades mecânicas, tais como resistência à erosão por chuva e vento; umidade e compatibilidade ecológica, são superiores às apresentadas pela água. Além disso, foi relatado que o pó fugitivo poderia ser melhor controlado, visto que este foi cimentado e ligado a camada de consolidação de calcita (ZHAN, QIAN e YI, 2016).

Como relatado, os trabalhos descritos na literatura evidenciam que os supressores em estudo demonstram grande potencial para aplicações industriais. No entanto ainda são necessários estudos de viabilidade econômica e ecológica até sua aplicação final.

2.2 Supressores de poeira disponíveis comercialmente

Em função da inviabilidade do uso de água, os sistemas de controle de particulados foram sendo substituídos por polímeros supressores de poeira comerciais visando maximizar a eficiência e sustentabilidade do processo. Dentre os supressores disponíveis comercialmente destacam-se as soluções fornecidas pela Waterflows, 3M, BMA Ambiental Ltda, Dust Control Brasil e H2O especialidades químicas.

O selante Terrafix 02HO é um agente impermeabilizante que atua eliminando a poeira que poderia sofrer arraste eólico em pilhas de minério de ferro. Este produto consiste em um líquido branco e viscoso, de caráter aniônico, solúvel em água, que deve ser aplicado após diluição. São indicados entre 0,5 a 1,0 L m⁻² de solução do composto e a taxa de reaplicação é definida com base nas condições ambientais (WATERFLOWS, 2021).

O supressor de poeira SDS-2 é um produto comercializado pela 3M™ e consiste em uma solução à base de água com uma mistura de agentes umectantes, bem como álcoois alquílicos etoxilados; alquilsulfato de dietanolamina; éter butílico de dietilenoglicol e sulfatos e carbonatos orgânicos. Estes agentes são biodegradáveis e objetivam acelerar a penetração da água e aumentar a retenção de umidade na superfície da estrada. É importante ressaltar também que este supressor é utilizado em baixas concentrações, entre 0,01% a 0,2% (v/v), dependendo do resultado requerido. Ele atua reduzindo a tensão superficial, de modo que o agente umectante penetre efetivamente no solo, impedindo que as partículas sejam transportadas pelo ar (3M, 2018).

A empresa BMA Ambiental Ltda oferece várias opções de supressores de poeira provenientes de misturas atóxicas que são biodegradáveis, visto que a maioria é composta por polímeros orgânicos, e que proporcionam uma economia de água de no mínimo 30%. Dentre eles, tem-se o Bioaglopap RDC GL, destinado ao uso em solos e vias de acesso de mineradoras, cujo objetivo é desacelerar a evaporação da água, e o Bioaglopap RDC Primer, originado de uma mistura balanceada de polímeros naturais derivados de lipídios e hidrocarbonetos, ideal para controlar poeira em estradas pavimentadas e não pavimentadas, uma vez que preserva a umidade da via sem torná-la escorregadia e insegura para o tráfego (BMA ambiental, 2021).

A Dust Control Brasil fabrica o Forte Fitosoil, um supressor de poeira de base

polimérica biodegradável, constituído por uma mescla de macromoléculas vegetais de massa molar entre 4.000 a 20.000 g mol⁻¹. Este produto é não-cancerígeno e seguro para a saúde humana e para a fauna e flora do local e pode ser aplicado em vias pavimentadas ou não. Em estradas não pavimentadas, ele possibilita o controle da emissão de poeira gerando uma melhor estabilidade estrutural do solo. Controla, ainda, fenômenos de erosão e gera uma economia de irrigação de água em mais de 90%. A concentração e dosagem do produto a ser aplicado depende das condições do solo, como o nível de compactação, tensão mecânica e também do resultado esperado. Além disso, observou-se que a eficácia do produto por períodos longos é mantida quando ocorrem reaplicações periódicas e sistemáticas em baixas concentrações, após a aplicação inicial. O produto deverá ser aplicado ao solo após compactação e irrigação a uma taxa de 0,50 a 0,80 L m⁻² (Dust Control Brasil, 2021).

Outro supressor de poeira disponível no mercado é o desenvolvido pela UFMG com apoio da Fapemig e comercializado pela H2O Especialidades Químicas. Este produto é o único no mercado gerado a partir de fontes totalmente renováveis, uma vez que possui a glicerina, rejeito do biodiesel, como sua matéria-prima. Os supressores H2O Eco Dust Green e Eco Dust TPV são agentes incrustadores de longo prazo destinados, principalmente, ao controle de poeiras de minério em áreas abertas (H2O Ambiental, 2020).

Apesar de haver no mercado diferentes produtos comerciais supressores de poeira, na prática observa-se que são necessárias reaplicações do produto em intervalos de tempo curtos em decorrência do elevado tráfego nas vias. Isto faz com que o custo de aplicação destes produtos seja alto e a eficácia do controle de formação da poeira diminua (Dados não publicados).

2.3 Modo de ação dos supressores na diminuição da formação da poeira

Os supressores interagem de diferentes formas com o solo de modo a impedir que as partículas menores se desprendam e sejam carregadas pelo ar. Embora se tenha poucos registros na literatura de como um supressor interage com o minério de ferro, há muitos estudos direcionados ao uso de soluções supressoras na poeira de carvão.

Partículas hidrofóbicas, como as advindas da poeira de carvão, são difíceis de molhar, inviabilizando o uso do spray de água na captura dos particulados. Para reverter essa situação, alguns surfactantes se unem às superfícies do mineral de modo a converter as partículas hidrofóbicas em hidrofílicas, as quais possuem mais facilidade de umedecimento (COPELAND e KAWATRA, 2005). Estudos realizados por Copeland e Kawatra (2005) demonstraram que pelotas de minério de ferro são altamente hidrofílicas, haja vista que os minerais puros possuem muitos grupos óxido em sua composição. Sendo assim, o supressor poderia interagir diretamente com a superfície do minério de ferro.

Tendo em vista as características do minério de ferro foram realizados estudos afim de examinar o comportamento da poeira na presença do supressor. Era esperado

que agentes umectantes eficazes reduzissem a tensão superficial da água, uma vez que isso gera um aumento na cinética de umedecimento das partículas. Contudo, constatou-se que a supressão dos particulados de minério de ferro foi mais satisfatório com o uso de reagentes higroscópicos, como o cloreto de cálcio, que reduziu o ângulo de contato do minério de ferro, aumentou ligeiramente a tensão superficial e diminuiu a perda de umidade das partículas finas. Este fato indica que, para o minério de ferro, é preferível que se utilize soluções que retenham umidade e possuam forte interação com as superfícies do óxido de ferro, como demonstrado para o cloreto de cálcio (COPELAND E KAWATRA, 2005, COPELAND, EISELE e KAWATRA, 2009).

O supressor a base de amido (SMA) foi utilizado em amostras de solo provenientes de indústrias carvoeiras. O carvão analisado possuía grande número de grupos hidroxila (-OH) e pequenos números de grupos amino (-NH₂) e sulfidril (HS), já o supressor continha muitos grupos hidroxila e amino. Estes grupos possuem alta tendência em atrair os hidrogênios das moléculas de água e, por causa disso, formam ligações de hidrogênio. Dessa forma, a combinação de amostra de carvão, supressor e água formaram uma estrutura mais adequada para prevenir a dispersão da poeira pelo ar. Assim, o supressor foi difundido ao redor da camada de carvão, promovendo a adsorção dessa solução no solo. Foi constatado ainda que a adição de brometo de hexadecil trimetil amônio favoreceu a supressão, visto que o bromo provocou uma adsorção mais profunda do supressor na camada de carvão (SUN *et al.*, 2020).

Além disso, estudos realizados com o supressor à base de carboximetilcelulose de sódio (CMC) indicaram que grupos hidrofílicos presentes na poeira proveniente de minas de carvão (-CC, -CO, etc.) e grupos da mesma natureza no CMC exibiram atração mútua, conforme o princípio de compatibilidade semelhante. Assim, ligações de hidrogênio e forças intermoleculares de van der Waals foram formadas entre o supressor e o carvão. Em função dessa combinação, este supressor cobriu a superfície da poeira de carvão e, por conseguinte, apresentou melhores resistências às intempéries, ou seja, melhor controle de particulados (ZHOU *et al.*, 2020).

Vale ressaltar também o funcionamento do supressor enzimático produzido a partir da bactéria *Paenibacillus mucilaginosus*, em que os íons cálcio foram mineralizados em partículas de carbonatos formando uma camada de calcita que sedimentou a poeira fugitiva. Esse processo se inicia com a conversão, através da ação enzimática da bactéria, do dióxido de carbono absorvido em íons bicarbonatos, os quais foram transformados em íons carbonato. Em função da carga negativa e pela adição de substrato, estes íons atraíram os íons cálcio, presente no solo, para a parede celular do microrganismo. A *posteriori*, os íons cálcio sofreram mineralização e foram precipitados em partículas de carbonato na superfície celular. Assim, os particulados foram cimentados formando uma camada de consolidação de calcita, a qual foi responsável por prevenir a dispersão dos particulados em função de suas propriedades mecânicas (ZHAN, QIAN e YI, 2016).

2.4 Análise dos impactos ambientais associados ao uso de supressores

Atualmente, há uma acentuada preocupação em relação ao meio ambiente, em virtude da degradação acelerada que este seguimento vem sofrendo. Dessa forma, a análise de possíveis impactos ambientais gerados pelos agentes redutores de poeira deve ser amplamente explorada, haja vista que o objetivo do controle dos particulados é promover melhores condições ambientais. Alguns exemplos de estudos que contemplam estas características são abordados abaixo.

O primeiro estudo diz respeito aos supressores absorventes de água, que possuem majoritariamente em sua composição cloretos, os quais, de forma geral, podem resultar em avarias à vegetação das proximidades onde são aplicados, e também, são potenciais contaminantes de cursos de água e lençóis freáticos (EDVARDSSON e MAGNUSSON, 2011). Faz-se importante destacar ainda que o cloreto de cálcio pode causar impactos aquáticos, em cursos de água doce, para trutas, em concentrações de 400 ppm, e para outras espécies de peixes, em concentrações de 10.000 ppm. Apesar da vegetação não ser observada em vias móveis de mineradoras de ferro constatou-se que os íons cloreto atingem, principalmente, espécies como pinheiro, cicuta, choupo, freixo, abeto e bordo (JONES *et al.*, 2013).

Zhan e colaboradores (2016), objetivando examinar a ocorrência de impactos ambientais advindos do supressor de materiais cimentícios de carbonatos biológicos, cultivaram sementes de soja ao ar livre em duas amostras de 100 m² de solo onde, em uma, borrifou-se o supressor e, na outra, apenas água em igual volume. Foi constatado que o cultivo de sementes apresentou melhor brotamento e crescimento das mudas no solo borrifado com o supressor enzimático, em comparação com o solo que recebeu somente água na aspersão. Isto pode ser explicado uma vez que muito mais água foi retida sob a camada de consolidação da calcita (CCL) formada pela solução supressora, enquanto que na aplicação somente de água pouca umidade foi preservada. Por consequência, as mudas começaram a murchar mais rapidamente na aspersão com água. Isto é um indicativo de que este supressor não causa impacto à vegetação do local em que é aplicado.

Zhou e colaboradores (2020) e Hu e colaboradores (2020) realizaram experimentos de degradação ecológica para analisar a interação dos supressores produzidos a partir de resíduos de papel e a base de amido com o ambiente. As degradações ocorreram sob ação combinada de água, ar e micro-organismos. No primeiro, referente ao supressor de resíduos de papel, foi demonstrado que após 20 dias esse produto foi gradualmente degradado em substâncias atóxicas e inofensivas. No segundo, a solução supressora de amido sofreu uma degradação de cerca de 52% (m/m) decorridos 30 dias de sua exposição, e foi aumentando gradativamente até chegar a 82% m/m após 60 dias. Estes resultados atestam que a degradação destes supressores não produz compostos nocivos ao ambiente. A solução supressora a base de celulose foi produzida a partir da conversão

de resíduos de papel. Este fato acarreta em uma preservação do meio ambiente, redução do gasto energético; do consumo de matérias-primas de fibras naturais; dos custos e ainda cria benefícios econômicos e sociais substanciais (PRAJAPAT e GOGATE, 2019; ZHOU *et al.*, 2020).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria mineradora gera uma grande quantidade de poeira em diversos dos seus processos. E esta poeira é arrastada pelo vento para o entorno do empreendimento. Para minimizar este fenômeno, jatos d'água foram largamente empregados. Todavia, em virtude da inviabilidade deste método surgiram os chamados supressores químicos de poeira, os quais requerem um menor número de aplicações e são menos nocivos ao ambiente. Vários compostos vêm sendo estudados e comercializados para este fim. Apesar dos muitos esforços na área, o controle da poeira de mineração não é totalmente eficiente e são necessárias reaplicações periódicas dos produtos levando a um consumo alto de água e a um custo elevado do processo.

Em relação ao possível impacto ambiental gerado pelo uso destes produtos, vários estudos vêm demonstrando que são baixos, devido às suas características biodegradáveis. Entretanto, como não há na literatura estudos avaliando como se comportam os supressores de poeira no que tange à lixiviação no solo, alcance e comportamento no lençol freático e escoamento lateral, a busca por produtos mais eficazes, com intervalos de reaplicação maiores e com estudos de impactos ambientais mais aprofundados ainda é necessária.

REFERÊNCIAS

3M. **3M™ Dust Suppressant SDS-2** – Safety Data Sheet. Minnesota, 2018. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/5358020/construction.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

ANM - Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro**, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>>. Acesso em: 5 mai. 2021.

BMA AMBIENTAL. **Supressores de poeira**. Disponível em: <https://bmaambiental.com.br/supressores-de-poeira/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BRASIL. Portaria DNPM nº 237 de 18 de outubro de 2001. **Aprova as Normas Reguladoras de Mineração – NRM**. Disponível em: < https://www.dnrm-pe.gov.br/Legisla/nrm_09.htm >. Acesso em: 6 jan. 2021.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Dispõe sobre padrões de qualidade do ar**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF. 223. ed., p. 155, 21 nov. 2018.

CARVALHO, F. P. Mining industry and sustainable development: time for change. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 61-77, 2017.

COPELAND, C. R.; EISELE, T. C.; KAWATRA, S. K. Suppression of airborne particulates in iron ore processing facilities. **International Journal of Mineral Processing**, v. 93, p. 232-238, 2009.

COPELAND, C. R.; KAWATRA, S. K. Dust suppression in iron ore processing plants. **Minerals and Metallurgical Processing**, v. 22, n. 4, p. 177-191, 2005.

COUNTESS ENVIRONMENTAL. **WRAP Fugitive Dust Handbook**. Califórnia: Western Governors' Association Contract No. 30204-83; 2004, 244 p.

DUST CONTROL BRASIL. **Fito soil Forte**. Disponível em: <<https://dustcontrolbrasil.com/produtos/fito-soil-forte-supressor-de-poeira/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

EDVARDSSON, K.; MAGNUSSON, R. Impact of fine materials content on the transport of dust suppressants in gravel road wearing courses. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 23, n. 8, p. 1163-1170, 2011.

ENTWISTLE, J. A.; HURSTHOUSE, A. S.; REIS, P. A. M.; STEWART, A. G. Metalliferous mine dust: human health impacts and potential determinants of disease in mining communities. **Current Pollution Reports**, v. 5, p. 67-83, 2019.

GUNEY, M.; CHAPUIS, R. P.; ZAGURY, G. J. Lung bioaccessibility of contaminants in particulate matter of geological origin. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, p. 24422-24434, 2016.

H2O AMBIENTAL. **Supressor de poeira**. Disponível em: <<http://h2oambiental.ind.br/nossos-produtos/supressor-de-poeira/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

HU, Y.; SHI, L.; SHAN, Z.; DAI, R.; CHEN, H. Efficient removal of atmospheric dust by a suppressant made of potato starch, polyacrylic acid and gelatin. **Environmental Chemistry Letters**, v. 18, p. 1701-1711, 2020.

JONES, D.; KOCIOLEK, A.; SURDAHL, R.; BOLANDER, P.; DREWES, B.; DURAN, M.; FAY, L.; HUNTINGTON, G.; JAMES, D.; MILNE, C.; NAHRA, M.; SCOTT, A.; VITALE, B.; WILLIAMS, B. **Unpaved Road Dust Management. A Successful Practitioner's Handbook**. Western Transportation Institute, Colorado, 2013, 94 p.

NAEIMI, M.; CHU, J. Comparison of conventional and bio-treated methods as dust suppressants. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, p. 23341-23350, 2017.

PRAJAPAT, A. L.; GOGATE, P. R. Depolymerization of carboxymethyl cellulose using hydrodynamic cavitation combined with ultraviolet irradiation and potassium persulfate. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 51, p. 258-263, 2019.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; NALINI JÚNIOR, H. A. Iron ore mining promotes iron enrichment in sediments of the Gualaxo do Norte River basin, Minas Gerais State, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 71, n. 9, p. 4177-4186, 2014.

SUN, J.; ZHOU, G.; GAO, D.; WEI, Z.; WANG, N. Preparation and performance characterization of a composite dust suppressant for preventing secondary dust in underground mine roadways. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 156, p. 195-208, 2020.

THOMBARE, N.; JHA, U.; MISHRA, S.; SIDDIQUI, M. Z. Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 88, p. 361-372, 2016.

WATERFLOWS. Boletim Técnico – **Supressor Terrafix 02HO**. Disponível em: < <http://waterflows.com.br/portal/>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

WHO – World Health Organization. **Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide**: report on a WHO working group. Bonn, Germany: Regional Office for Europe, 2003, 98 p.

WU, C.; PENG, X.; WU, G. Wetting agent investigation for controlling dust of lead–zinc ores. **Transactions of Nonferrous Metals Society of China**, v. 17, n. 1, p. 159–167, 2007.

WU, M.; HU, X.; ZHANG, Q.; ZHAO, Y.; SUN, J.; CHENG, W.; FAN, Y.; ZHU, S.; LU, W.; SONG, C. Preparation and performance evaluation of environment-friendly biological dust suppressant. **Journal of Cleaner Production**, v. 273, p. 123162-123181, 2020.

ZHAN, Q.; QIAN, C.; YI, H. Microbial-induced mineralization and cementation of fugitive dust and engineering application. **Construction and Building Materials**, v. 121, p. 437-444, 2016.

ZHANG, H.; NIE, W.; YAN, J.; BAO, Q.; WANG, H.; JIN, H.; PENG, H.; CHEN, D.; LIU, Z.; LIU, Q. Preparation and performance study of a novel polymeric spraying dust suppression agent with enhanced wetting and coagulation properties for coal mine. **Powder Technology**, v. 364, p. 901-914, 2020.

ZHOU, G.; LI, S.; LIU, Z.; WANG, N.; WEI, Z.; LIU, W. Synthesis and performance characteristics of a new ecofriendly crust-dust suppressant extracted from waste paper for surface mines. **Journal of Cleaner Production**. v. 258, p. 120620-120660, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 84, 85, 86, 93, 94, 95, 98, 99, 151
Adsorvente 84, 94, 95
Agência de Proteção Ambiental Americana - USEPA 15
Agência Nacional de Mineração - ANM 145, 153
Aguas residuales 25
Águas superficiais 98
Ambiente aquático 98
Análise qualitativa 50
Análise quantitativa 1
Antioxidante 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57
Argilominerais sintéticos 84

B

Biocombustíveis 108, 116
Biomassa 81, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 118

C

Câncer 15, 54
Catalisador 42, 99, 101, 107, 108, 109, 110, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127
Combustíveis fósseis 120, 121
Compostos tóxicos 98
Comprimido 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11
Contaminantes ambientais 13
Corantes 17, 97, 98
Corrosion 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143
Cromatografia gasosa 41, 42, 46, 47, 112, 116

D

Degradação térmica 109
Desenvolvimento sustentável 144
Destilação 40, 41
Doseamento 1, 6

E

Ecosistemas aquáticos 79

Efeito estufa 121

Efluentes industriais 98

Electrochemical Impedance Spectroscopy -EIS 130

Eletrodo 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24

Espectrofotometria 25, 26

Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier - FT IR 109

Essential oils 48, 156, 157

Etanol 43, 50, 52, 120, 121, 126, 127, 184

Eutrofização 79

F

Farmacocinéticos 2

Fármacos 12, 98, 106

Fertilizantes 76, 77, 81, 98

Fitoquímica 50, 52, 53, 54, 55

Flora 51, 150

Fósforo 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83

Fotocolorímetro 25, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

G

Green diesel 108, 116

H

Hidroalogenação 40, 42, 43

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs 13, 14, 15, 23

High Performance Liquid Chromatography - HPLC 60, 66, 69, 73, 74

I

Impacto ambiental 16, 144, 153

L

Lantanídeos 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 170, 171, 176, 180, 181, 183, 184, 185

Legislação ambiental 98

M

Material particulado em suspensão 145

Medicamentos 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10
Meio ambiente 13, 14, 23, 81, 98, 107, 120, 121, 146, 148, 152, 153
Metais pesados 84
Metais traços 98
Metal Organic Frameworks - MOF's 58
Métodos eletroanalíticos 14
Micro-organismos 152
Mineração 78, 144, 145, 153

N

Nanoparticles - NP 156, 157, 158, 159, 186
Normas Reguladoras de Mineração - NRM 145, 153

P

Partículas totais em suspensão - PTS 145
Pirólise 15, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118
Planejamento fatorial 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49
Plantas medicinais 51, 56, 57
Poluentes orgânicos 84, 98
Poluição atmosférica 145
Potencial carcinogênico 14

R

Reação de Fenton 97, 99, 101
Recursos hídricos 81, 98

S

Solução tampão 14, 18
Supressores químicos 144, 145, 146, 153
Sustentabilidade 76, 82, 107, 149

T

Taninos 50, 52, 53, 54, 56
Terpeno 40, 42
Toxicidade 5, 15, 16, 56, 184
Troca iônica 84, 85, 147

V

Voltametria 14, 16, 24

O ensino e a pesquisa em **QU** **MICA**

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

2

 **Atena**
Editora
Ano 2021

O ensino e a pesquisa em **QU** **MICA**

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

2