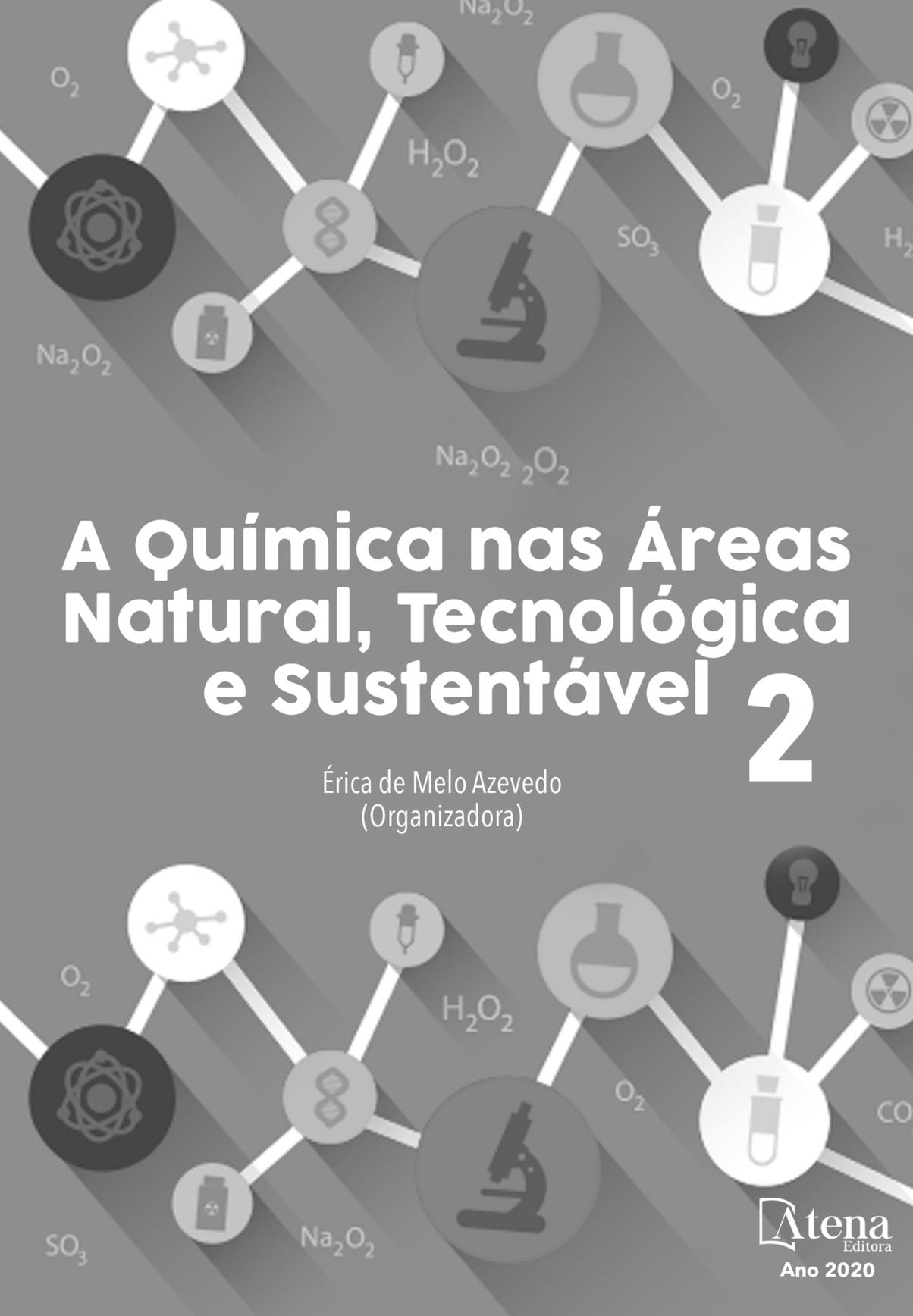
A decorative graphic on a teal background featuring a network of white lines connecting various chemistry-related icons. The icons include a dark blue atom, a white molecular structure, a cyan beaker, a red microscope, an orange flask, a white test tube, a dark blue lightbulb, and a cyan radiation symbol. Chemical formulas such as O_2 , Na_2O_2 , H_2O_2 , SO_3 , and $Na_2O_2 \cdot 2O_2$ are scattered throughout the design.

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

The background features a network of white lines connecting various circular icons and chemical formulas. The icons include a central microscope, a DNA double helix, a flask with liquid, a test tube, a lightbulb, a radiation symbol, a battery, and a molecular structure. Chemical formulas scattered around include O_2 , Na_2O_2 , H_2O_2 , SO_3 , and CO .

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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
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 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 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 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Ma. 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. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/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. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
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
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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

Q6 A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo
Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-386-6

DOI 10.22533/at.ed.866201906

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3.
Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.

CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A LEITURA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Ana Nery Furlan Mendes

Silvia Pelição Batista

DOI 10.22533/at.ed.8662019061

CAPÍTULO 2..... 15

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO DESCARTE DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Andréia Anele de Bortolli Pasa

Ledyane Rocha Uriartt

Rodrigo Lapuente de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.8662019062

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE BIOLÓGICA NA ÁGUA DA PRAIA DO ARUCARÁ NO MUNICÍPIO DE PORTEL – PARÁ – BRASIL

Pedro Moreira de Sousa Junior

Fernanda Sousa de Carvalho

Marcelly Balieiro Alves

Mateus Higo Daves Alves

Antônio Reynaldo de Sousa Costa

Gabrielle Costa Monteiro

Orivan Maria Marques Teixeira

Auriane Consolação da Silva Gonçalves

Jessica Vasconcelos Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.8662019063

CAPÍTULO 4..... 32

ANÁLISE DA ESPESSURA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MEIO FILTRANTE EM FILTRO RESIDENCIAL

Matheus da Silva Soares

Giulia Engler Donadel

Evandro Roberto Alves

Priscila Pereira Silva

DOI 10.22533/at.ed.8662019064

CAPÍTULO 5..... 40

ANALYSIS OF CORROSION RESISTANCE BEHAVIOUR IN ACID MEDIUM OF ALUMINIUM ALLOY WITH INTERMETALLIC α -Al₁₅(Fe, Mn, Cr)₄Si₂

Moises Meza Pariona

DOI 10.22533/at.ed.8662019065

CAPÍTULO 6..... 53

AVALIAÇÃO DO BINÔMIO SABER POPULAR *VERSUS* SABER CIENTÍFICO

DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Ossalin de Almeida
Elizabeth Maria Soares Rodrigues
Leonan Augusto da Silva Maciel
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

DOI 10.22533/at.ed.8662019066

CAPÍTULO 7..... 65

CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM PEIXES DO RIO TELES PIRES NA REGIÃO DA USINA HIDRELÉTRICA-UHE COLÍDER, MATO GROSSO

Solange Aparecida Arrolho da Silva
Anne Sthephane Arrolho Silva Correa
Liliane Stedile de Matos
Claumir Cesar Muniz
Aurea Regina Alves Ignacio
Michelli Regina de Almeida Cardoso Ramos

DOI 10.22533/at.ed.8662019067

CAPÍTULO 8..... 75

ELETRODOS MODIFICADOS COM CuO e Cu₂[Fe(CN)₆]: INVESTIGAÇÃO ELETROQUÍMICA NA PRESENÇA DE AZUL DE METILENO E ÍONS AG⁺

Wallonilson Veras Rodrigues
Anderson Fernando Magalhães dos Santos
Wesley Yargus Silva Santos
Welter Cantanhede da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8662019068

CAPÍTULO 9..... 92

DROGAS DE ESTUPRO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Aline Machado Zancanaro

DOI 10.22533/at.ed.8662019069

CAPÍTULO 10..... 102

EFEITO DO TEOR DE ÁGUA E DE NaCl SOBRE A DENSIDADE DA BARRIGA SUÍNA APÓS A SALGA

Rodrigo Rodrigues Evangelista
Marcio Augusto Ribeiro Sanches
Bruna Grassetti Fonseca
Andrea Carla da Silva Barretto
Javier Telis Romero

DOI 10.22533/at.ed.86620190610

CAPÍTULO 11..... 112

ENSINO DE CIÊNCIAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES SOBRE A PERSPECTIVA DA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Lucilene Lösch de Oliveira

Pâmela Daniely Schwertner Werner
Ana Rita Kraemer da Fontoura
Samile Martel Rhoden

DOI 10.22533/at.ed.86620190611

CAPÍTULO 12..... 122

ESTUDO DA AÇÃO COMPETITIVA ENTRE CROMO E COBRE NA REAÇÃO DE COMPLEXAÇÃO UTILIZANDO EXTRATO DE MANJERICÃO COMO COMPLEXANTE ORGÂNICO

Alexandre Mendes Muchon
Alex Magalhães Almeida

DOI 10.22533/at.ed.86620190612

CAPÍTULO 13..... 129

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO MICROPOLUENTE NORFLOXACINA UTILIZANDO UV E UV + H₂O₂

Ani Caroline Weber
Bruna Costa
Sabrina Grandó Cordeiro
Renata Pelin Viciniescki
Ytan Andreine Schweizer
Letícia Angeli de Oliveira
Peterson Haas
Aline Botassoli Dalcorso
Gabriela Vettorello
Daniel Kuhn
Bárbara Buhl
Elziane Pereira Ferro
Aline Viana
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.86620190613

CAPÍTULO 14..... 140

INSTRUMENTOS AVALIATIVOS: BUSCANDO PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Carlos Alberto Soares dos Santos Filho
Morgana Welke
André de Azambuja Maraschin
Claudete da Silva Lima Martins

DOI 10.22533/at.ed.86620190614

CAPÍTULO 15..... 147

INTEGRANDO EDUCAÇÃO, QUÍMICA E TECNOLOGIA: INOVAÇÕES NO ENSINO INTERDISCIPLINAR NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Samile Martel Rhoden
Fabiana Beck Pires
Gláucia Luciana Keidann Timmermann

Larissa de Lima Alves
Lucilene Losh de Oliveira
DOI 10.22533/at.ed.86620190615

CAPÍTULO 16..... 156

USO POTENCIAL DA ÁGUA PRODUZIDA DE PETRÓLEO NA GERAÇÃO DE ENERGIA TERMELÉTRICA: TECNOLOGIA E PERFIL QUÍMICO

Adriana de Lima Mendonça
Lucas Barbosa Silva Neto
Wesley da Costa Araújo
Ruth Rufino do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.86620190616

CAPÍTULO 17..... 165

PRODUÇÃO DE IOGURTE COMO TEMA GERADOR PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO

Larissa de Lima Alves
Sandra Elisabet Bazana Nonenmacher
Samile Martel Rhoden
Taigor Quartieri Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.86620190617

CAPÍTULO 18..... 175

USO DE UM SIMULADOR INTERATIVO PARA O ESTUDO QUALITATIVO DO CONCEITO DE DENSIDADE

Samuel Robaert

DOI 10.22533/at.ed.86620190619

CAPÍTULO 19..... 187

VÍDEOS DRAW-CHEMISTRY COMO RECURSO DIDÁTICO AUDIO-LOGO-VISUAL PARA DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA

Narayana Sandes Silva
Ana Íris Correia Tavares da Silva
Monique Gabriella Angelo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.86620190620

SOBRE A ORGANIZADORA..... 198

ÍNDICE REMISSIVO..... 199

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO MICROPOLUENTE NORFLOXACINA UTILIZANDO UV E UV + H₂O₂

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Ani Caroline Weber

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8238624023188773>

Bruna Costa

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2255574648252180>

Sabrina Grando Cordeiro

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2337098282279202>

Renata Pelin Viciniescki

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0827908115631784>

Ytan Andreine Schweizer

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7243347940977880>

Letícia Angeli de Oliveira

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7126870130905683>

Peterson Haas

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7500747057637325>

Aline Botassoli Dalcorso

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2193241770863850>

Gabriela Vettorello

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4439234706040091>

Daniel Kuhn

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2164018760361843>

Bárbara Buhl

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0556579952698626>
02172320005

Elziane Pereira Ferro

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4145519524686336>

Aline Viana

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1326502291238152>

Eduardo Miranda Ethur

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0536800052883688>

Lucélia Hoehne

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1088266827926373>

RESUMO: Atualmente tem-se uma grande preocupação quando o assunto é a poluição ambiental, principalmente da água. Os micropoluentes estão cada vez mais presentes nos recursos hídricos, acarretando inúmeros problemas. A norfloxacina é o segundo antibiótico da classe das fluoroquinolonas mais encontrado em águas residuais e superficiais, que apesar de em baixas concentrações, pode causar bioacúmulo em animais, plantas e seres humanos, além de efeitos farmacodinâmicos e resistência microbiana. Devido a difícil degradação destes micropoluentes, estudos que busquem otimizar ou incrementar metodologias que possam degradá-los são de grande importância, como por exemplo, a fotólise direta e a combinação entre fotólise e peróxido de hidrogênio. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a degradação do antibiótico norfloxacina por meio do processo de fotólise direta e por fotólise com adição de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio, além da quantificação de peróxido de hidrogênio residual. Observou-se que houve a degradação de aproximadamente 100% da concentração inicial de norfloxacina em 15 minutos utilizando-se uma concentração de 47,6 mg/L de peróxido de hidrogênio e fotólise em um pH neutro (7), bem como a menor concentração de peróxido residual nesta condição. Pode-se concluir que o processo de degradação da norfloxacina por fotólise com adição de peróxido de hidrogênio demonstra grande potencial para utilização em Estações de Tratamento de Esgotos e Estações de Tratamento de Água.

PALAVRAS-CHAVE: Micropoluentes, Norfloxacina, Fotólise direta, Processos oxidativos avançados, Degradação.

EVALUATION OF THE DEGRADATION OF THE NORFLOXACIN MICROPOLLUTANT USING UV AND UV + H₂O₂

ABSTRACT: Currently, there is a great concern when it comes to environmental pollution, especially water. Micropollutants are increasingly present in water resources, causing numerous problems. Norfloxacin is the second antibiotic in the fluoroquinolone class most found in wastewater and surface water, which despite low concentrations, can cause bioaccumulation in animals, plants and humans, in addition to pharmacodynamic effects and microbial resistance. Due to the difficult degradation of these micropollutants, studies that seek to optimize or increase methodologies that can degrade them are of great importance, such as, for example, direct photolysis and the combination of photolysis and hydrogen peroxide. Thus, the objective of this work was to evaluate the degradation of the antibiotic norfloxacin through the process of direct photolysis and by photolysis with the addition of different concentrations of hydrogen peroxide, in addition to the quantification of residual hydrogen peroxide. It was observed that there was a degradation approximately of 100% of the initial concentration of norfloxacin in 15 minutes using a concentration of 47.6 mg/L of hydrogen peroxide and photolysis at a neutral pH (7), as well as the lowest concentration of residual peroxide in this condition. It can be concluded that the process of norfloxacin degradation by photolysis with the addition of hydrogen peroxide demonstrates great potential for use in Sewage Treatment Plants and Water Treatment Plants.

KEYWORDS: Micropollutants, Norfloxacin, Direct photolysis, Advanced oxidative processes, Degradation.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os assuntos que ganharam atenção nas últimas décadas, os contaminantes emergentes têm se destacado devido à grande incidência de poluição ao meio ambiente (ALMOMANI et al., 2018; J. WANG; S. WANG, 2018). Uma grande variedade de substâncias utilizadas para tratamento de doenças tem sido encontrada em ambientes aquáticos de forma não metabolizada, sendo em grande maioria antibióticos, dos quais estima-se um consumo de 200.000 toneladas por ano (ÖZCAN; ÖZCAN; DEMIRCI, 2016). Estima-se ainda que cerca de 50 a 90% dessas substâncias são excretadas de forma não metabolizada após a ingestão, sendo liberadas no esgoto doméstico e não removidas durante o tratamento de esgoto nas estações (ETEs). Conseqüentemente, estas substâncias estão cada vez mais presentes em corpos hídricos de captação de água. As estações de tratamento de água (ETAs), por sua vez, comumente utilizam processos convencionais de tratamento, que podem ou não degradar as moléculas de antibióticos (SANTOS; MEIRELES; LANGE, 2015).

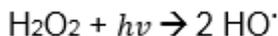
A norfloxacin (NOR) é um antibiótico da classe das fluoroquinolonas utilizada em grande escala tanto na medicina humana, quanto na veterinária (TEGZE et al., 2019). É o segundo antibiótico da classe das fluoroquinolonas mais encontrado em águas residuais e superficiais, e apesar de ser encontrado em concentrações de nanogramas por litro (ng/L) ou microgramas por litro ($\mu\text{g/L}$) é considerado um contaminante, dado que o bioacúmulo em organismos aquáticos, plantas e seres humanos pode desenvolver efeitos farmacodinâmicos (WANG et al., 2018), além de produzir genes bacterianos com resistência antimicrobiana (JIN et al., 2019; LOPES et al., 1998; NIU et al., 2016).

Diante da resistência a biodegradação desses contaminantes (YIN et al., 2019), e da dificuldade de degradação total dos processos convencionais aplicados nas ETAs e ETEs (MELO et al., 2009), faz-se necessário o incremento de metodologias capazes de degradá-los. Buscando a remoção destes micropoluentes, tem-se empregado amplamente processos de fotólise direta e processos oxidativos avançados (POAs) (IKE et al., 2019).

A fotólise direta baseia-se no fragmento das moléculas através da radiação ultravioleta (UV) e visível, onde a molécula que possui capacidade de absorção de radiação atinge seu estado excitado e fragmenta-se posteriormente (PINTO et al., 2019). Já o POA utilizando-se fotólise e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) trata-se do método de degradação baseado na formação de radicais hidroxila ($\text{HO}\cdot$). O radical hidroxila possui um potencial padrão de redução igual a 2,73 V, superior a outros oxidantes comumente utilizados para os mesmos fins (MELO et al., 2009; WANG et al., 2018), o que o torna muito reativo e pouco seletivo, podendo oxidar um amplo

espectro de substâncias (SU et al., 2019).

A combinação de UV com H_2O_2 é um POA muito importante para degradação de micropoluentes, pois trata-se de um processo eficiente e de baixo custo (SU et al., 2019). O H_2O_2 sofre uma quebra homolítica de sua molécula quando exposto à radiação, resultando para cada molécula de H_2O_2 dois radicais hidroxila (HO^\cdot) (ARZATE et al., 2019; MELO et al., 2009), como pode ser visto na reação:



Percebe-se assim que estudos envolvendo a degradação de antibióticos são de grande importância. Desta forma, este trabalho teve como objetivo verificar a degradação do micropolvente norfloxacin pela técnica de fotólise direta (UV) e processo oxidativo avançado (UV + H_2O_2). Ainda, buscou-se minimizar a quantidade de H_2O_2 utilizada e quantificar o H_2O_2 residual.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo da solução de norfloxacin

Para o preparo da solução a ser degradada utilizou-se o antibiótico norfloxacin (Sigma-Aldrich, CAS: 70458-96-7). Para ambos os testes (fotólise direta e fotólise + H_2O_2), fez-se uso de uma solução estoque do antibiótico na concentração de 5 mg/L, a qual foi preparada utilizando-se água ultra purificada, com resistividade específica de 18,2 M Ω .cm.

2.2 Teste de fotólise direta

O teste de irradiação baseou-se no trabalho de Sarkar et al. (2014). Primeiramente, montou-se o reator. Para isto, utilizou-se um reator de bancada com capacidade de 250 mL e inseriu-se a cerca de 5 centímetros do fundo do reator um tubo de quartzo (14 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro) contendo uma lâmpada de vapor de mercúrio (Osram) de 125 W, servindo de fonte de radiação UV. Durante os experimentos, manteve-se o reator em banho de gelo a fim de equilibrar a temperatura da solução a ser analisada, tendo em vista que a reação possui caráter exotérmico.

Em seguida, adicionou-se 200 mL da solução estoque de NOR (5 mg/L) no reator e irradiou-se por um período de 60 minutos, retirando-se alíquotas de 3 mL a cada 5 minutos para verificação da degradação, utilizando-se um espectrofotômetro de absorção molecular UV/Vis (Thermo Scientific, GENESYS 10) em um comprimento de onda de 275 nanômetros. Os experimentos foram conduzidos em um pH neutro e a temperatura da solução se manteve entre 21 e 23 °C.

2.3 Teste de fotólise + H₂O₂

Para realização da degradação da NOR por meio da fotólise e H₂O₂, utilizou-se o mesmo reator do teste de fotólise direta, variando-se a concentração de H₂O₂, adaptando-se ainda a metodologia de Santos, Meireles e Lange (2015).

Utilizou-se 200 mL de solução de NOR (5 mg/L) contendo as concentrações de 47,6; 71,4 e 193,12 mg/L de H₂O₂, o que corresponde a 1,4; 2,1 e 5,68 mmol/L, respectivamente. Três condições de pH foram avaliadas, sendo elas básico (pH 9), neutro (pH 7) e ácido (pH 4). Para todas as condições, manteve-se a temperatura em 22,5 °C e irradiou-se a solução por 20 minutos, retirando-se alíquotas de 3 mL a cada 3 minutos até se atingir 15 minutos, e então, aos 20 minutos retirou-se a última alíquota. Novamente, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro UV-Vis em um comprimento de onda de 275 nm.

2.4 Quantificação de peróxido residual

A quantificação de H₂O₂ residual foi realizada através do método proposto por Nogueira, Oliveira e Paterlini (2005), que se baseia na reação do H₂O₂ com metavanadato de amônio em meio ácido, produzindo uma solução de coloração vermelho-alaranjada e com máximo de absorbância em 450 nm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fotólise da norfloxacin

A Figura 1 traz a degradação da NOR durante o período de 60 minutos, utilizando-se o processo de fotólise direta.

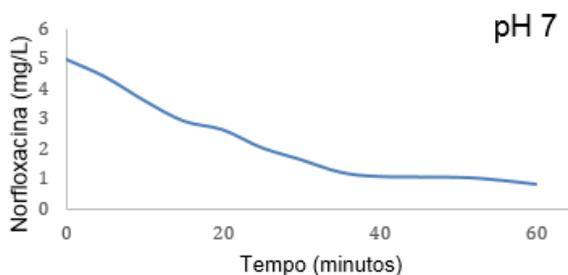


Figura 1 - Degradação da norfloxacin durante 60 minutos por meio da fotólise direta

Fonte: Dos autores (2020).

Ao final da irradiação obteve-se uma concentração de 0,85 mg/L do fármaco, de modo que aproximadamente 83% da molécula original tenha sido degradada

durante a irradiação. Um estudo realizado por Santos, Meireles e Lange (2015) obteve 50% de degradação de uma solução contendo 15 mg/L de NOR durante 60 minutos de fotólise direta, e 85% de degradação somente após 7 horas de reação. Isto indica que a concentração inicial do fármaco presente influencia no tempo e na degradação, de modo que maiores concentrações demandam um maior tempo para atingir um percentual de redução igual ao de menores concentrações, algo esperado, tendo em vista que em maiores concentrações de fármaco presente, mais moléculas precisam ser quebradas e consequentemente, degradadas.

3.2 Fotólise + H₂O₂

A Figura 2 traz os resultados obtidos para a degradação da norfloxacin utilizando-se fotólise + 47,6 mg/L de H₂O₂ em diferentes pHs (ácido, neutro e básico).

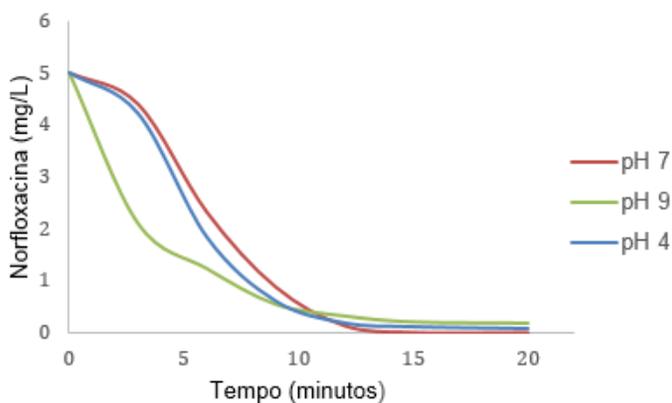


Figura 2 – Degradação da norfloxacin em pH 4, 7 e 9 (fotólise + 47,6 mg/L de H₂O₂)

Fonte: Dos autores (2020).

É possível observar que o pH 7 (neutro) foi o mais eficaz na degradação da norfloxacin nestas condições, pois em 15 minutos, aproximadamente 100% da concentração inicial de antibiótico havia sido degradada, uma vez que ficou abaixo do Limite de detecção da técnica da espectrometria de absorção molecular na região do UV/Vis, que foi de 0,004 mg/L. A segunda melhor condição foi o pH ácido, que em 20 minutos havia degradado 98% do micropoluinte, e então o pH alcalino, onde em 20 minutos obteve-se uma degradação de 96%.

Na Figura 3, tem-se os resultados obtidos para a degradação da norfloxacin utilizando-se uma concentração de 71,4 mg/L de H₂O₂ + fotólise, em pH 4, 7 e 9.

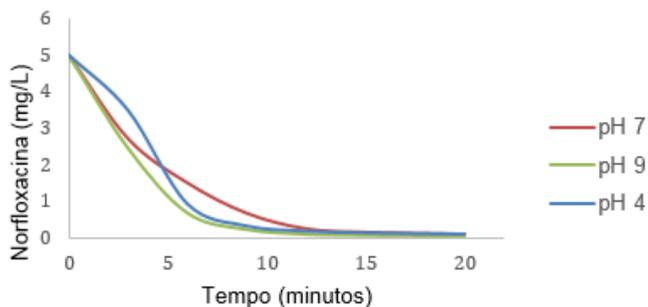


Figura 3 – Degradação da norfloxacina em pH 4, 7 e 9 (fotólise + 71,4 mg/L de H_2O_2)

Fonte: Dos autores (2020).

Verifica-se que nestas condições o melhor pH foi alcalino (9), pois em 12 minutos havia degradado 98% da concentração inicial do fármaco, enquanto utilizando-se pH 7 e pH 4 este percentual só foi atingido aos 20 minutos.

Na Figura 4 pode-se visualizar a degradação da norfloxacina utilizando-se fotólise + H_2O_2 na concentração de 193,12 mg/L, em pH ácido, básico e neutro.

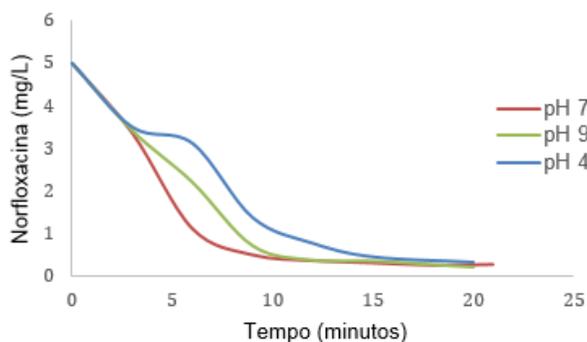


Figura 4 – Degradação da norfloxacina em pH 4, 7 e 9 utilizando fotólise + H_2O_2 (193,12 mg/L)

Fonte: Dos autores (2020).

Observa-se que para uma concentração de H_2O_2 de 193,12 mg/L o pH 9 é o que atinge a maior degradação do antibiótico em 20 minutos, correspondendo a 96% de degradação. Utilizando-se um pH de 7, tem-se 95% de degradação do antibiótico em 18 minutos, percentual que se mantém até os 21 minutos e para um pH de 4, em 20 minutos tem-se 94% de degradação do antibiótico.

Se compararmos todas as condições testadas de degradação por meio de

fotólise + H_2O_2 em diferentes pHs e concentrações de peróxido, pode-se verificar que a utilização de 47,6 mg/L de H_2O_2 em um pH neutro (7) foi a única capaz de degradar em torno de 100% da concentração inicial do antibiótico, demonstrando não ser necessária uma alta concentração de peróxido para uma maior quebra das moléculas de norfloxacina, além de utilizar-se um pH neutro, de modo que contribuiria para a utilização em estações de tratamento de esgoto e água. Estes resultados diferenciam daqueles observados por Santos, Meireles e Lange (2015), onde a melhor concentração de peróxido dentre as testadas foi utilizando-se 2,1 mmol/L (correspondente a 71,4 mg/L) em um pH de 2 a 3. No entanto, apesar da degradação ocorrer mais rápido em pH mais ácido, após cerca de 65 minutos houve degradação de quase 100% do antibiótico em pH 7, sendo necessário avaliar-se o custo-benefício. Estas diferenças nas concentrações e pHs ótimos podem estar relacionadas as condições do processo e concentração inicial do antibiótico utilizada.

3.3 Peróxido residual

A Tabela 1 traz a concentração de peróxido residual presente ao final de cada experimento utilizando-se diferentes concentrações de H_2O_2 + fotólise, tendo em vista que a presença de peróxido em água ou efluente também deve ser observada, pois pode apresentar efeitos tóxicos a organismos quando em concentrações elevadas, ou ainda, reagir com outras substâncias presentes.

Concentração inicial de H_2O_2 na solução (mg/L)	pH	Concentração residual de H_2O_2 na solução (mg/L)	Teor residual (%)
47,6	4	25,32	53,19
47,6	7	22,85	48,00
47,6	9	25,00	52,52
71,4	4	38,22	53,53
71,4	7	42,74	59,86
71,4	9	30,80	43,14
193,12	4	157,90	81,76
193,12	7	144,61	74,88
193,12	9	112,74	58,38

Tabela 1 – Concentração de peróxido de hidrogênio residual em cada condição utilizada conjuntamente com a fotólise: pH ácido, básico e neutro, nas concentrações de 47,6; 71,4 e 193,12 mg/L de H_2O_2

Fonte: Dos autores (2020).

Pode-se observar que as condições em que houve maior degradação da NOR apresentam menores teores de peróxido residual. Isto se deve ao fato de a degradação ocorrer devido à presença de radicais hidroxilas, e conseqüentemente, quanto maior a degradação, maior o consumo de radicais hidroxila e menor a concentração de peróxido residual.

4 | CONCLUSÃO

Pode-se concluir que por meio da fotólise direta (UV) utilizando-se uma lâmpada de 125 W é possível degradar 83% da concentração inicial (5 mg/L) de norfloxacin. Ainda, observou-se que para o processo utilizando-se H_2O_2 + fotólise a melhor condição se dá utilizando-se um pH 7 e 47,6 mg/L de H_2O_2 , na qual houve uma degradação de aproximadamente 100% da concentração inicial de antibiótico em 15 minutos e conseqüentemente, devido a total degradação, o teor de peróxido residual foi o menor dentre as condições avaliadas. Percebe-se assim que a utilização de H_2O_2 junto ao processo de fotólise traz maiores eficiências de degradação da norfloxacin. Cabe ressaltar ainda, a importância de avaliação dos produtos resultantes da degradação e da toxicidade destes.

REFERÊNCIAS

ALMOMANI, Fares; BHOSALE, Rahul; KUMAR, Anand; KHRAISHEH, Majeda. **Potential use of solar photocatalytic oxidation in removing emerging pharmaceuticals from wastewater: a pilot plant study.** *Solar Energy*, v. 172, p. 128–140, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.041>. Acesso em: 10 jul. 2020.

ARZATE, S.; PFISTER, S.; OBERSCHELP, C.; SÁNCHEZ-PÉREZ, J. A. **Environmental impacts of an advanced oxidation process as tertiary treatment in a wastewater treatment plant.** *Science of The Total Environment*, v. 694, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.378>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BABU, D. Syam; SRIVASTAVA, Vartika; NIDHEESH, P.V.; KUMAR, M. Suresh. **Detoxification of water and wastewater by advanced oxidation processes.** *Science of The Total Environment*, v. 696, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133961>. Acesso em: 15 jul. 2020.

CHEN, Meijuan; CHU, W. **H_2O_2 assisted degradation of antibiotic norfloxacin over simulated solar light mediated Bi_2WO_6 : Kinetics and reaction pathway.** *Chemical Engineering Journal*, v. 296, p. 310–318. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2016.03.083>. Acesso em: 15 jul. 2020.

IKE, Ikechukwu A.; KARANFIL, Tanju; CHO, Jinwoo; HUR, Jin. **Oxidation byproducts from the degradation of dissolved organic matter by advanced oxidation processes – A critical review.** *Water Research*, v. 164, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114929>. Acesso em: 12 jul. 2020.

JIN, Xindie; ZHOU, Xiaoqin; SUN, Peng; LIN, Shuyao; CAO, Wenbin; LI, Zifu; LIU, WENXIU. **Photocatalytic degradation of norfloxacin using N-doped TiO₂: Optimization, mechanism, identification of intermediates and toxicity evaluation.** *Chemosphere*, v. 237, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124433>. Acesso em: 11 jul.2020.

LOPES, A.A.; SALGADO, K.; MARTINELLI, R.; ROCHA, H. **Aumento da frequência de resistência à norfloxacina e ciprofloxacina em bactérias isoladas em uroculturas.** *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 44, n. 3, p. 196–200, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-42301998000300006>. Acesso em: 11 jul. 2020.

LU, Jing; ZHU, Xiaoshan; TIAN, Shengyan; LV, Xiaohui; CHEN, Zuohong; JIANG, Yuelu; LIAO, Xingsheng; CAI, Zhonghua; CHEN, Baiyang. **Graphene oxide in the marine environment: toxicity to *Artemia salina* with and without the presence of Phe and Cd²⁺.** *Chemosphere*, v. 211, p. 390–396, 2018a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.140>. Acesso em: 16 jul. 2020.

LU, Jing; TIAN, Shengyan; LV, Xiaohui; CHEN, Zuohong; CHEN, Baiyang; ZHU, Xiaoshan; CAI, Zhonghua. **TiO₂ nanoparticles in the marine environment: impact on the toxicity of phenanthrene and Cd²⁺ to marine zooplankton *Artemia salina*.** *Science of the Total Environment*, v. 615, p. 375–380, 2018b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.292>. Acesso em: 17 jul. 2020.

MADHAV, M. R.; DAVID, S. Einstein Mariya; KUMAR, R. S. Suresh; SWATHY, J. S., BHUVANESHWARI, M.; MUKHERJEE, Amitava; CHANDRASEKARAN, N. **Toxicity and accumulation of copper oxide (CuO) nanoparticles in different life stages of *Artemia salina*.** *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 52, p. 227–238, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2017.03.013>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MELO, Silene Alessandra Santos; TROVÓ, Alam Gustavo; BAUTITZ, Ivonete Rossi Bautitz; NOGUEIRA, Raquel Fernandes Pupo. **Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados.** *Química Nova*, v. 32, n. 1, p. 188–197, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100034>. Acesso em: 12 jul. 2020.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E., JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; McLAUGHLIN, J. L. **Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents.** *Planta Medica*, v. 45, n. 1, p. 31–34, 1982. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-2007-971236>. Acesso em: 20 jun. 2020.

NIU, Xi-Zhi; BUSETTI, Francesco; LANGSA, Markus; CROUÉ, Jean-Philippe. **Roles of singlet oxygen and dissolved organic matter in self-sensitized photo-oxidation of antibiotic norfloxacin under sunlight irradiation.** *Water Research*, v. 106, p. 214–222, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.002>. Acesso em: 11 jul. 2020.

NOGUEIRA, Raquel F.Pupo; OLIVEIRA, Mirela C.; PATERLINI, Willian C. **Simple and fast spectrophotometric determination of H₂O₂ in photo-Fenton reactions using metavanadate.** *Talanta*, v. 66, n.1, p. 86–91, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.10.001>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ÖZCAN, Ali; ÖZCAN, Ayça Atilır; DEMIRCI, Yusuf. **Evaluation of mineralization kinetics and pathway of norfloxacin removal from water by electro-fenton treatment.** *Chemical Engineering Journal*, v. 304, p. 518–526, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.06.105>. Acesso em: 10 jul. 2020.

PINTO, Leydy Katherine Ardila; SILVA, Bianca Ferreira da; SPADOTO, Mariângela; BOTTA, Clarice Maria Rispoli; AZEVEDO, Eduardo Bessa. **Which route to take for diclofenac removal from water: Hydroxylation or direct photolysis?**. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, v. 382, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.111879>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SARKAR, Shubhajit; ALI, Sura; REHMANN, Lars; NAKHLA, George; RAY, Madhumita B. **Degradation of estrone in water and wastewater by various advanced oxidation processes**. Journal of Hazardous Materials, v. 278, p. 16–24, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.05.078>. Acesso em: 17 jul. 2020.

SANTOS, Lucilaine Valéria de Souza; MEIRELES, Alexandre Moreira; LANGE, Liséte Celina. **Degradation of antibiotics norfloxacin by Fenton, UV and UV/H₂O₂**. Journal of Environmental Management, v. 154, p. 8–12, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.021>. Acesso em: 10 jul. 2020.

SU, Hailei; CHRISTODOULATOS, Christos; SMOLINSKI, Benjamin; ARIENTI, Per; O'CONNOR, Greg; MENG, Xiaoguang. **Advanced Oxidation Process for DNAN Using UV/H₂O₂**. Engineering, v. 5, n. 5, p. 849-854, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.08.003>. Acesso em: 12 jul. 2020.

TEGZE, Anna; SÁGI, Gyuri; KOVÁCS, Krisztina; TÓTH, Tünde; TAKÁCS, Erzsébet; WOJNÁROVITS, László. **Radiation induced degradation of ciprofloxacin and norfloxacin: Kinetics and product analysis**. Radiation Physics and Chemistry, v. 158, p. 68–75, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.01.025>. Acesso em: 10 jul. 2020.

WANG, Jianlong; WANG, Shizong. **Activation of persulfate (PS) and peroxymonosulfate (PMS) and application for the degradation of emerging contaminants**. Chemical Engineering Journal, v. 334, p. 1502-1517, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.11.059>. Acesso em: 10 jul. 2020.

WANG, Wen-Long; WU, Qian-Yuan; HUANG, Nan; XU, Zi-Bin; LEE, Min-Yong; HU, Hong-Ying. **Potential risks from UV/H₂O₂ oxidation and UV photocatalysis: A review of toxic, assimilable, and sensory-unpleasant transformation products**. Water Research, v. 141, p. 109–125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.005>. Acesso em: 11 jul. 2020.

YIN, Fei; WANG, Cui; LIN, Kun-Yi Andrew; TONG, Shaoping. **Persulfate activation for efficient degradation of norfloxacin by a rGO-Fe₃O₄ composite**. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v. 102, p. 163–169, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tjce.2019.05.022>. Acesso em: 12 jul. 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem didática para o ensino de química 92

Agrotóxicos 175, 176, 178, 179

Alimento 165

Aluminium alloy 40, 52

Amazônia meridional 66, 68

Azul de metileno 75, 76, 78

B

Bagaço de cana-de-açúcar 32, 34, 36

Barriga suína 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

BNCC 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13

C

Compostagem 15, 17, 18, 20, 21

Concentração de mercúrio total em peixes 65

Corrosion resistance 40, 42

D

Densidade 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 160, 172, 180, 181, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191

Divulgação de ciências 192, 193

Drogas de abuso 92, 94

E

Educação 1, 3, 5, 6, 9, 13, 15, 16, 20, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 64, 75, 92, 93, 100, 101, 113, 115, 120, 121, 140, 143, 146, 147, 148, 149, 153, 154, 155, 165, 167, 174, 175, 178, 179, 190, 193, 195, 202, 203

Educação ambiental 15, 16, 179

Ensino-aprendizagem 2, 4, 9, 10, 12, 112, 114, 119, 195

Ensino de química 1, 53, 57, 63, 92, 100, 114, 140, 148, 174, 175, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 190, 192, 200, 201

Estudo qualitativo 180, 185

F

Filtro residencial 32, 38

Formação de professores 13, 62, 112, 118

Funções orgânicas 6, 57, 58, 92, 93, 94, 98, 99, 100, 169, 170

H

HPAs 156, 158, 159, 160, 162, 163

I

Ictiofauna 66, 70, 71

Instrumentos avaliativos 140, 141, 142, 143, 145

Interdisciplinaridade 54, 55, 94, 112, 117, 147, 148, 153, 154, 155, 165, 167

L

Licenciatura em Química 112, 113, 115, 121, 147, 148, 149, 150, 155, 177

M

Metodologias alternativas 1

N

Norfloxacin 130, 137, 138, 139

Norfloxacin 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

P

Plantas medicinais 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

Processos oxidativos avançados 130, 131, 138

Produção de iogurte 165, 167, 170, 171, 172, 173

Produção de vídeos 192, 193, 194, 196, 197, 202

Q

Química desenhada 192, 195

Química verde 122, 123, 128

R

Reação de complexação 122, 124, 128

S

Saber científico 53, 62

Salga úmida 102, 103, 104, 105, 107, 109, 111

Saneamento 23, 29, 30, 38, 164

Saúde pública 23, 24, 29, 30

Simulações interativas 180, 184, 189

T

Tema gerador 165, 167, 168, 173, 175, 179

V

Voltametria cíclica 75, 77, 79

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **2**



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **2**



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br