

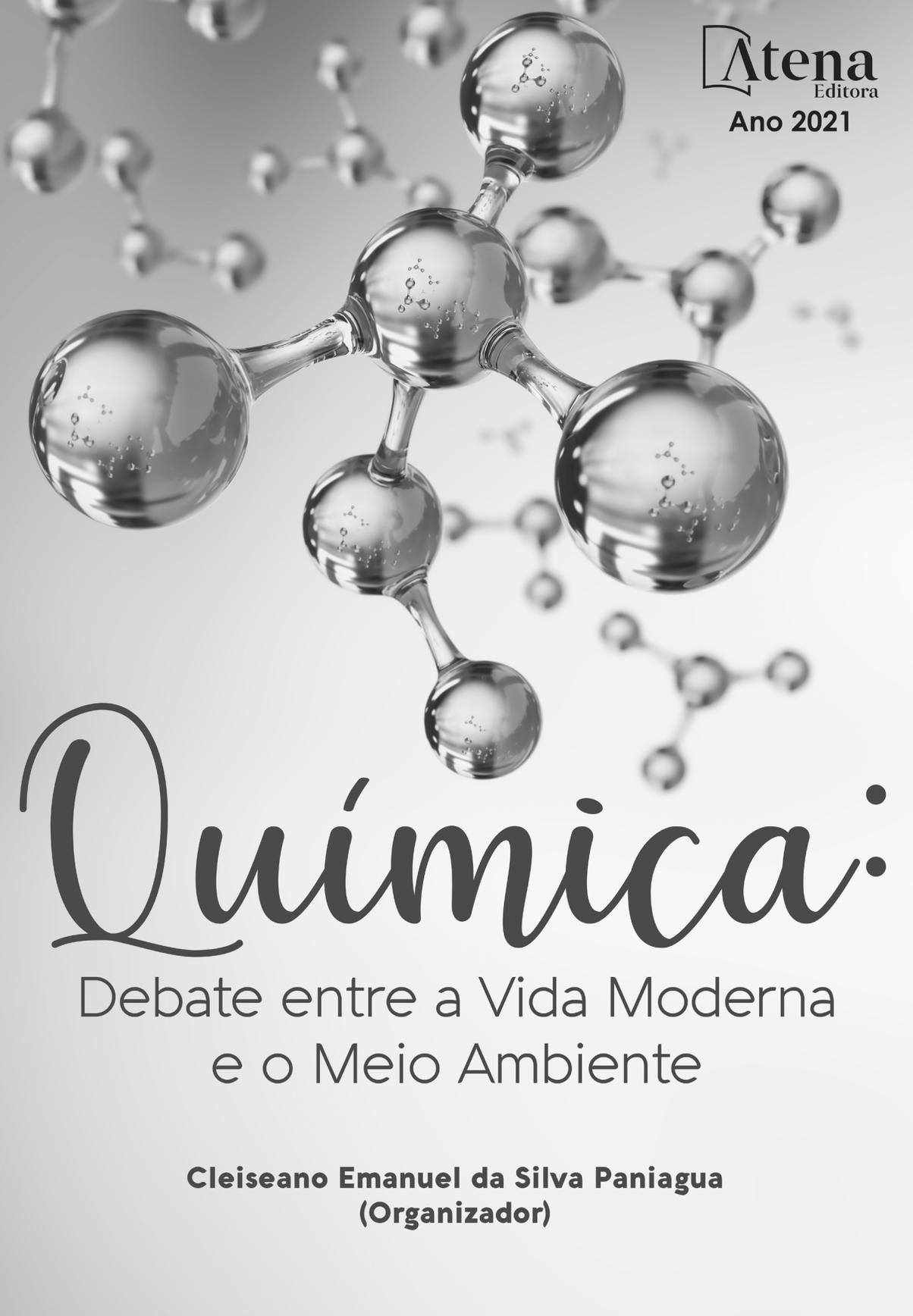


Atena
Editora
Ano 2021

Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2021

Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)**

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Química: debate entre a vida moderna e o meio ambiente

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Kimberlly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q6 Química: debate entre a vida moderna e o meio ambiente /
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 978-65-5706-978-3
DOI 10.22533/at.ed.783211204

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva
(Organizador). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

O E-book: “Química: Discutindo a Vida Moderna e o Meio Ambiente” em seu volume I é composto por dezoito trabalhos científicos em forma de capítulos que buscam apresentar e promover a discussão em relação à busca por alternativas e soluções que visem ampliar o aproveitamento de matéria-prima de origem vegetal que são tratados como resíduos e até passivos ambientais. Neste sentido, a incorporação de materiais lignocelulósicos (rico em fibras, vitaminas e outros nutrientes) como matéria-prima na composição de outros alimentos vem sendo cada vez mais investigado e aplicado tanto na nutrição animal quanto na humana. Além disso, a biomassa vegetal vem sendo estudada para: (i) produção de materiais e utensílios com propriedades semelhantes às encontradas em matérias-primas virgens provenientes de fontes não renováveis e que causam grandes impactos ao ambiente tanto em sua extração quanto no descarte após sua utilização; (ii) produção de combustíveis oriundos de fontes renováveis e que causam menor impacto ao meio ambiente; (iii) materiais com alta capacidade de remoção de poluentes presentes em diferentes matrizes aquosas e com enorme potencial para serem utilizados tanto em substituição quanto na complementação de etapas convencionais de tratamento de água e esgoto.

Neste contexto a busca por novos materiais; tecnologias que proporcionam maior rapidez, menor consumo de reagentes, reaproveitamento de materiais, solventes menos tóxicos e produzidos a partir de fontes renováveis vêm ganhando cada vez mais espaço e se constituindo na chamada Química Verde.

No entanto, apesar de todos os esforços que vem sendo feitos nos diferentes setores da indústria, pesquisa e tecnologia na busca por processos ecologicamente mais corretos e sustentáveis, o estilo de vida da população fundamentado no consumo além da necessidade vem ocasionando inúmeros impactos ambientais tanto a biota aquática quanto aos diferentes ecossistemas do planeta Terra, tendo nos recursos hídricos o principal meio de propagação de substâncias provenientes de inúmeras fontes, em especial pelo sistema de saneamento básico e pela aplicação de pesticidas nas atividades agropecuárias.

Neste contexto, inúmeras técnicas de detecção e quantificação em escala traço (ng a $\mu\text{g L}^{-1}$) vem se destacando pela miniaturização ou capacidade de detectar e quantificar inúmeras classes de compostos (resíduos de fármacos, pesticidas, drogas ilícitas, hormônios, dentre outros) que se constituem em uma classe de substâncias na qual não se conhece os possíveis efeitos deletérios a médio e longo prazo para a saúde humana e do ambiente.

Com o intuito de colaborar tanto na divulgação quanto na disseminação de novos conhecimentos, a Atena Editora organiza e publica trabalhos de alta relevância, disponibilizando de forma gratuita em diferentes plataformas de busca e pesquisa.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

REAPROVEITAMENTO DAS CASCAS DE BANANA, LIMÃO E LARANJA NA PREPARAÇÃO DE PANQUECAS

Flávia Morais da Silva
Eliane de Fátima Souza
Vitoria Marques Cesar Leite

DOI 10.22533/at.ed.7832112041

CAPÍTULO 2..... 7

DESENVOLVIMENTO DE BIOFILME A PARTIR DO BAGAÇO DA LARANJA

Lucas Fernandes Domingues

DOI 10.22533/at.ed.7832112042

CAPÍTULO 3..... 16

ELABORAÇÃO DE UM IMPERMEABILIZANTE TÊXTIL À BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) COM PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS PROVENIENTES DO ÓLEO DA *MORINGA OLEIFERA*

Livia Mazuche Freire e Silva
Marcela Andrade Chagas
Maria Gabrielli Maciel Gonçalves
Mariana Ramos de Moraes
Ana Paula Ruas de Souza
Isabel Pereira

DOI 10.22533/at.ed.7832112044

CAPÍTULO 4..... 29

PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE LARANJA ATIVADO COM CLORETO DE CÁLCIO E SUA APLICAÇÃO EM TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM NITRATO

Lucas Fernandes Domingues
Greice Queli Nardes Cruz
Idel Perpetua Castro
Isadora Aparecida Archioli
Lorena Cristina Lopes

DOI 10.22533/at.ed.7832112045

CAPÍTULO 5..... 37

QUALIDADE DO AR: MARCADORES DE PAPEL DE BIBLIOTECA

Thairine Lima dos Santos
Celeste Yara dos Santos Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.7832112046

CAPÍTULO 6..... 47

RESTRAINTS ANALYSIS FOR THE RENEWABLE ENERGY EXPANSION IN BRAZIL SENSITIVE BIOMES FROM THE IRP PERSPECTIVE

Ivo Leandro Dorileo

Leonardo G. de Vasconcelos

Mauro Donizeti Berni

DOI 10.22533/at.ed.7832112047

CAPÍTULO 7.....65

REAPROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO POLIESTIRENO

Miriam Lucia Chiquetto Machado

Lucas Barreto Santos

Nilson Casimiro Pereira

DOI 10.22533/at.ed.7832112048

CAPÍTULO 8.....77

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADEQUAÇÃO DA SÍNTESE DO CICLOEXENO AO CONTEXTO DA QUÍMICA VERDE

Gabriely Golombieski

Marilei Casturina Mendes Sandri

Cássia Gonçalves Magalhães

DOI 10.22533/at.ed.7832112049

CAPÍTULO 9.....85

PRESENÇA DE PESTICIDAS EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL NO BRASIL: O “VENENO” LEGALIZADO E INGERIDO DE FORMA HOMEOPÁTICA

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

DOI 10.22533/at.ed.78321120410

CAPÍTULO 10.....98

PRESENÇA DE COCAÍNA/CRACK, HORMÔNIOS E MICROPLÁSTICOS EM DIFERENTES MATRIZES AQUÁTICAS NO BRASIL E TOXICOLOGIA AOS ORGANISMOS EXPOSTOS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

DOI 10.22533/at.ed.78321120411

CAPÍTULO 11..... 110

CAFEÍNA, UM MARCADOR ANTROPOGÊNICO DE POLUIÇÃO AMBIENTAL – REVISÃO

Ismael Laurindo Costa Junior

Christiane Schineider Machado

Adelmo Lowe Plestch

Yohandra Reyes Torres

DOI 10.22533/at.ed.78321120412

CAPÍTULO 12..... 132

IDENTIFICAÇÃO DO COMPOSTO TRICLOSAN EM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL POR MEIO DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO MOLECULAR

Gabrielle Delfrate

Renato Itamar Duarte Fonseca

Elizabeth Weinhardt de Oliveira Scheffer

DOI 10.22533/at.ed.78321120413

CAPÍTULO 13..... 138

APLICAÇÃO DE MICROCRISTAIS DE β -(Ag₂MoO₄) NA DESCOLORAÇÃO DOS CORANTES ORGÂNICOS AZUL DE METILENO E RODAMINA B

Francisco Henrique Pereira Lopes
Luis Fernando Guimarães Noletto
Vitória Eduardo Mendes Vieira
Amanda Carolina Soares Jucá
Keyla Raquel Batista da Silva Costa
Marta Silva de Oliveira
Priscila Brandão de Sousa
Yáscara Lopes de Oliveira
Gustavo Oliveira de Meira Gusmão

DOI 10.22533/at.ed.78321120414

CAPÍTULO 14..... 153

MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS A POLUENTES EM ÁGUAS NATURAIS

Marciano Fabiano de Almeida
Ewerton Ferreira Cruz

DOI 10.22533/at.ed.78321120415

CAPÍTULO 15..... 167

ELECTROANALYTICAL DETECTION OF Cu²⁺, Fe²⁺ AND Zn²⁺ BY BORON DOPED DIAMOND ELECTRODE IN AMAZON BASIN

Neila de Almeida Braga
Lidiane Martins Moura Ferreira
Maurício Ribeiro Baldan
Neidenêi Gomes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.78321120416

CAPÍTULO 16..... 181

A STATISTICAL MULTIVARIATE APPROACH TO EVALUATE FLUORINE CONTENT IN BRAZILIAN TOOTHPASTES

Viviane Maria Schneider
Bryan Brummelhaus de Menezes
Lucas Mironuk Frescura
Sérgio Alexandre Gehrke
Marcelo Barcellos da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.78321120417

CAPÍTULO 17..... 196

TÉCNICA DE FOTOCATÁLISE COMO FORMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: UM ESTUDO

Jéssica Torres dos Santos
Jéssica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda
Julia Kaiane Prates da Silva
Louise Hoss
Guilherme Pereira Schoeler

Luiza Beatriz Gamboa Araújo Morselli
Josiane Pinheiro Farias
Vitória Sousa Ferreira
Maurizio Silveira Quadro
Robson Andreazza
Cicero Coelho de Escobar

DOI 10.22533/at.ed.78321120418

SOBRE O ORGANIZADOR.....	203
ÍNDICE REMISSIVO.....	204

CAPÍTULO 8

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADEQUAÇÃO DA SÍNTESE DO CICLOEXENO AO CONTEXTO DA QUÍMICA VERDE

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 12/02/2021

Gabriely Golombieski

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Ponta Grossa, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6917434561922083>

Marilei Casturina Mendes Sandri

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Ponta Grossa, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9830461482141951>

Cássia Gonçalves Magalhães

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Ponta Grossa, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7006592133835329>

RESUMO: O desenvolvimento autossustentável é um objetivo do mundo moderno; o desenho, desenvolvimento, e implementação de técnicas e produtos mais sustentáveis são pautas da Química Verde, cujos princípios são norteadores deste trabalho. A adequação da prática da síntese do cicloexeno para uma versão que apresente melhores resultados é o objetivo desse estudo. A estrela verde e a matriz verde foram confeccionadas para as reações analisadas, que empregavam ácido sulfúrico e ácido fosfórico como agente desidratante. Ambos os experimentos foram realizados em triplicata, sob aquecimento, em um destilador fracionado, utilizando-se quantidades variáveis de cicloexanol e do ácido forte. Após a execução e análise das reações, observou-se que não foi

possível melhorar a vertente química da síntese. Entretanto, a possibilidade de caracterização qualitativa do produto bruto permite suprimir o uso de procedimentos posteriores de purificação, o que seria vantajoso em aulas com tempo reduzido ou tendo em vista a economia de outros reagentes.

PALAVRAS-CHAVE: Química Verde, cicloexeno, reação de eliminação.

EVALUATION OF THE ADEQUATION POTENTIAL OF THE SYNTHESIS OF CYCLOEXENE IN THE GREEN CHEMISTRY CONTEXT

ABSTRACT: The self-sustaining development is a goal of the society nowadays. The drawing, the implementation of techniques and ecofriendly products are guiding points of the Green Chemistry. The aim of this research was to evaluate the adequation of the methodology used in the synthesis of the cyclohexene for a version that shows better results, based on the principles of the Green Chemistry. The holistic metrics green star and green matrix were made of the reactions analyzed. They have sulfuric and phosphoric acids as dehydrating agents. Both experiments were done in triplicate, under heat, by fractional distillation, using different amounts of cyclohexanol and strong acid. After the execution and analysis of the reactions, it was observed that it wasn't possible to improve the chemical greenery of the synthesis. However, the possibility of the qualitative characterization of the alkene obtained gives way to the elimination of the use of posterior procedures of purification of the product, which would be an advantage in

classes with short duration or aiming for the economy of other reactants.

KEYWORDS: Green Chemistry, cyclohexene, elimination reaction.

INTRODUÇÃO

A Química Verde (QV) tem enfoque na minimização da geração de resíduos, do uso racional de energia, redução do uso e da produção de substâncias tóxicas e demais questões relacionadas ao meio ambiente e à segurança, objetivando atingir resultados semelhantes ou melhores aos já existentes. Ela é norteadada por 12 princípios (CORRÊA *et al.*, 2017), cujo cumprimento pode ser avaliado em diferentes processos químicos, sejam em nível industrial ou acadêmico.

Tendo em vista a preocupação crescente com o desenvolvimento sustentável, a análise da verdura química de procedimentos didáticos no ensino de Química se apresenta como uma ferramenta útil para despertar a consciência dos futuros profissionais dessa área. A partir dessa análise, podem ser desenvolvidas alternativas que podem tornar uma determinada reação mais eficiente ou que leve a menor geração de resíduos (PIMENTA *et al.*, 2018). Nesse contexto, vários estudos reportam a avaliação da verdura química de experimentos de Química Orgânica adotados em cursos de graduação (FERRARI *et al.*, 2018; CUNHA *et al.*, 2017; CUNHA *et al.*, 2015; PIMENTA *et al.*, 2018).

A síntese de alcenos por meio da desidratação de álcoois é comumente abordada na disciplina de Química Orgânica dos cursos de graduação, tanto na descrição de conceitos relacionados à reatividade (SOLOMONS, G.; FRYHLE, C.; SNYDER, S., 2018) quanto no procedimento experimental (CORRÊA *et al.*, 2016). Por se tratar de uma síntese que envolve diversos conceitos abordados a análise da verdura química da obtenção desses compostos implica na execução de experimentos de maneira mais segura e consciente. O cicloexeno é um hidrocarboneto sintetizado frequentemente em práticas laboratoriais. É obtido através da reação de eliminação do cicloexanol, utilizando um agente desidratante (ácido) e temperatura elevada. O álcool é desidratado pela presença de ácido e aquecimento gradual, ocorrendo a formação do respectivo alceno. Trata-se de uma reação que ocorre via mecanismo E1 (SOLOMONS, FRYHLE, SNYDER, 2018). A facilidade da visualização da formação do produto faz com que essa síntese seja um relevante exemplo para ilustrar esse tipo de mecanismo de reação, além de permitir a discussão da importância do catalisador no meio reacional.

Tendo em vista a vasta abrangência de aspectos como periculosidade, degradabilidade, natureza das fontes de obtenção dos reagentes, incorporação de átomos aos produtos, entre outros, atender os princípios da QV não é tarefa fácil. No caso das reações de síntese, por exemplo, somente 10 princípios são avaliados (SANDRI, GOMES, BOLZAN, 2018). Por isso, foram desenvolvidas ferramentas para realizar as análises de verdura, tais como as métricas holísticas, que permitem avaliar o máximo possível

de princípios e se adequam tanto no âmbito da indústria como do ensino. São quatro os tipos de métricas holísticas: quadro verde, círculo verde, estrela verde e matriz verde, organizadas em ordem crescente de detalhamento e complexidade (PIMENTA *et al.*, 2018).

Devido à importância de se buscar metodologias de síntese cada vez mais seguras e com menor impacto ambiental, esse trabalho teve como objetivo comparar a verduza de procedimentos da síntese do cicloexeno com o uso das métricas holísticas estrela verde e matriz verde, e visualizar possíveis mudanças e melhorias para alcançar uma síntese mais verde, possível de ser aplicada nos laboratórios universitários.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a confecção da estrela verde, utilizou-se o software disponível no Portal Educa, que requer os dados da reação e informações encontradas na tabela FISPQ (ficha de informação de segurança de produtos químicos), a exemplo dos riscos de cada reagente. A obtenção do cicloexeno foi realizada seguindo a metodologia proposta por Corrêa *et al.* (2016). Nos experimentos, quantidades variadas de cicloexanol foram colocadas em balões de fundo redondo juntamente a um ácido (ácido fosfórico ou ácido sulfúrico). A mistura foi levada a um equipamento de destilação fracionada, o qual foi submetido a aquecimento controlado. O aquecimento foi fornecido por uma manta elétrica, porém, testes com óleo mineral em recipiente metálico também foram realizados. O tempo de reação no destilador foi o mesmo para todos os experimentos utilizando a manta elétrica – 10 minutos. Para os experimentos utilizando banho de óleo o tempo foi superior – 50 a 60 minutos. O produto da reação, obtido por destilação, foi coletado em uma proveta. Todos os procedimentos foram realizados em triplicata. Para caracterização do cicloexeno, foi realizada a reação com permanganato de potássio, o qual altera sua cor roxa para marrom, quando a presença desse alceno é confirmada (VOGEL, 1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a análise da reação de obtenção do cicloexeno foi feita considerando-se as métricas *a priori* da química verde (estrela verde e matriz verde). Observou-se que o uso de ácido sulfúrico apresenta melhores vantagens no quesito de verduza, pois a quantidade utilizada do ácido caracteriza-se como catalítica. De acordo com os parâmetros que precisam ser alcançados para obter uma síntese mais verde (SANDRI, GOMES, BOLZAN, 2018), reagentes catalíticos são melhores que reagentes estequiométricos. Para alguns autores, a utilização de catalisador é uma desvantagem e por isso a estrela verde do experimento utilizando ácido sulfúrico apresenta-se em desvantagem em comparação à estrela verde do da reação envolvendo ácido fosfórico. Nessa métrica, os dez princípios da QV são analisados: a cor verde representa o cumprimento do princípio, a cor vermelha representa o não cumprimento e as duas cores juntas representam o cumprimento parcial

(RIBEIRO *et al.*, 2010). Na estrela verde de ambos os experimentos (Figuras 1 e 2), foi possível verificar que os princípios P5 e P8 foram atendidos, uma vez que não houve a utilização de solventes auxiliares nem derivatização das reações. Para a reação catalisada pelo ácido sulfúrico, foi possível perceber nono princípio sendo parcialmente cumprido devido ao uso do reagente catalisador. Para ambas as metodologias, os princípios P3, P7 e P10 não foram cumpridos. Isso se justifica pela toxicidade do cicloexeno, que está em desacordo com o critério estabelecido em P3 (geração de produtos com baixa ou nenhuma toxicidade) (SANDRI, GOMES, BOLZAN 2018). O sétimo princípio se refere ao uso de reagentes de fontes renováveis, o que não é o caso dos reagentes utilizados nesse estudo. A geração de produtos cuja degradação seja inócua é o critério descrito em P10 (PIMENTA *et al.*, 2018). Da mesma forma, o alceno produzido nas sínteses propostas não atende a esse requisito.

Embora exista vantagem na utilização do ácido sulfúrico, esse ácido é conhecido por causar carbonização e formar óxido de enxofre. Por isso, seu uso não é tão empregado. As várias tentativas de realizar o experimento diferem na quantidade utilizada de reagentes, na escolha do ácido e no equipamento de destilação. As várias tentativas de realizar o experimento diferem na quantidade utilizada de reagentes, no rendimento esperado, no excesso de reagente e eficiência de massa, e na escolha do ácido. O fator E (grandeza que expressa a razão de massa entre a totalidade da massa dos resíduos produzidos e a massa do produto desejado) é comumente utilizado na química verde para análise de um experimento, e nesse trabalho a reação envolvendo um menor volume de ácido e igual rendimento apresentou um fator E mais baixo – mais produto foi formado gerando menos resíduo. Essas diferenças foram perceptíveis ao confeccionar a matriz verde de cada experimento, métrica que considera os pontos fortes e fracos baseando-se nos 12 princípios (algumas das avaliações incluem reagente em excesso e fator E) (MACHADO, 2011). A obtenção do cicloexeno sob catálise com ácido sulfúrico foi realizada, levando a resultados semelhantes ao se substituir o agente desidratante por ácido fosfórico. Houve diferença no aspecto final do líquido restante no balão, o qual apresentou uma coloração esverdeada ao se utilizar ácido sulfúrico.

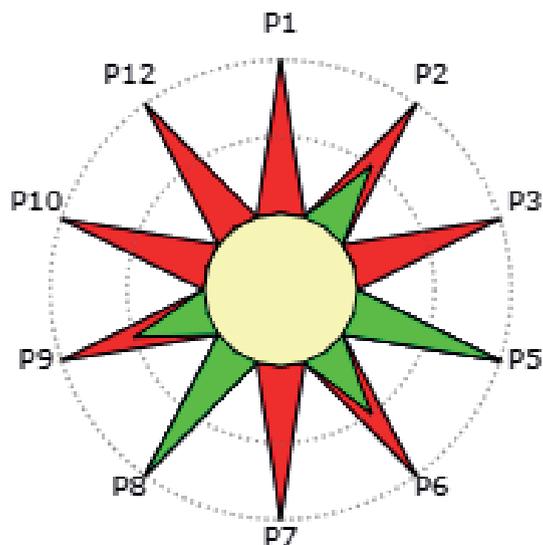


Figura 1. Estrela verde da reação utilizando ácido sulfúrico como catalisador. Em vermelho, o princípio não foi cumprido; em verde, o princípio foi cumprido.

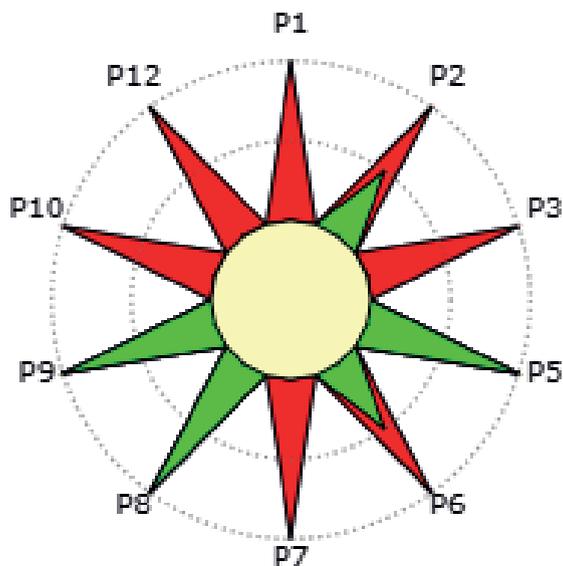


Figura 2. Estrela verde da reação utilizando ácido fosfórico como catalisador. Em vermelho, o princípio não foi cumprido; em verde, o princípio foi cumprido.

Em uma reação do tipo E1, a formação do carbocátion é a etapa determinante da velocidade da reação. A formação desse intermediário se dá a partir do ataque dos elétrons π do alceno ao próton do ácido. (SOLOMONS, G.; FRYHLE, C.; SNYDER, S. 2018) Isso

explica o fato de que, ao se utilizar menor quantidade de H_2SO_4 , o rendimento tenha sido menor (Tabela 1). Além disso, pode-se considerar que a variação de resultados se deve à possível perda do produto por evaporação através do destilador e pela dificuldade no aquecimento gradativo do sistema.

Volume de H_2SO_4 (mL)	Rendimento bruto da reação (mL)
0,23	2,5
0,6	4,4
0,6	3,4
0,6	3,0

Tabela 1 - Experimentos utilizando 10 mL de cicloexanol e H_2SO_4 a 1,5 mol/L, em volumes variáveis.

Volume de H_3PO_4 (mL)	Rendimento bruto da reação (mL)
2,0	4,2
2,0	3,2
2,0	3,2
2,5	5

Tabela 2 – Experimentos utilizando 10 mL de cicloexanol, com variação do volume de H_3PO_4 .

Ao se utilizar quantidade superior de ácido fosfórico o rendimento foi maior, porém, o tempo de extração aumentou para 20 minutos. Embora o rendimento tenha sido superior utilizando 2,5 mL do ácido, para as aulas práticas dos laboratórios de ensino uma reação mais rápida utilizando 2,0 mL de ácido é vantajosa, e se houver controle rigoroso de temperatura e de perdas de reagente, o rendimento é próximo, comparado à reação utilizando 2,5 mL. Também foram realizados mais dois experimentos que permitiram comparar a diferença de volume obtido de cicloexeno (Tabela 3) com perdas (A) e sem perdas (B).

	Volume de H_3PO_4 (mL)	Rendimento bruto da reação (mL)
A	2,5	3,4
B	2,0	3,8

Tabela 3 – Comparação de experimentos com perda (A) e sem perda (B), utilizando 10 ml de cicloexanol

Ao se analisar os dados reportados na tabela 3, é possível perceber que mesmo utilizando maior quantidade de ácido, o volume de cicloexeno final foi menor. Para haver o controle de perdas, o equipamento de destilação deve ser montado corretamente e o

termômetro deve ser vedado na saída da coluna de fracionamento com auxílio de borracha ou outro material que sele a saída de vapor.

Foi observado que, ao se utilizar maior quantidade de reagente do que o necessário, o cicloexeno não foi extraído, evidenciando a importância de se conhecer as concentrações exatas a serem usadas a fim de se alcançar um rendimento mais expressivo. Para esse experimento, 16 mL de cicloexanol e 2,5 mL de ácido fosfórico foram utilizados, sem obtenção de produto. Testes com maior quantidade de ácido (5,0 mL) foram realizados, mostrando volume extraído de cicloexeno parecido com os testes utilizando menor quantidade (2,5 mL) (Tabela 4).

Volume de cicloexanol (mL)	Volume de H_3PO_4 (mL)	Volume extraído de cicloexeno (mL)	Observação
10	2,5	0,9	Uso de vidraria inadequada, ocorrendo perdas
16	2,5	Não foi extraído	Excesso de reagente desfavorece a reação
10	5,0	5,0	Reação foi rápida (10 min)
10	2,5	5,0	Reação mais demorada (30 min)

Tabela 4. Quantidades de reagentes utilizados, do alceno obtido e observações feitas no curso dos experimentos

O uso do banho de óleo em recipiente metálico obteve rendimento mais baixo quando comparado com o uso da manta elétrica e em algumas tentativas, a temperatura não alcançou o mínimo necessário para a destilação do produto ou ficou oscilante. Utilizando o banho de óleo, o tempo de reação aumenta significativamente devido ao tempo necessário para atingir a temperatura adequada para a reação ocorrer.

Com base nos resultados expostos, verificou-se que não foi possível melhorar a vedura química da desidratação do cicloexanol, seja empregando-se ácido sulfúrico ou ácido fosfórico como agentes desidratantes. Corrêa e colaboradores (2016) sugerem um procedimento que descreve etapas posteriores de purificação do cicloexeno. Entretanto, considerando que o material destilado bruto, tal como obtido nesse experimento, já é passível de caracterização, isso se mostra vantajoso, tendo em vista a economia de reagentes necessários nas etapas seguintes. Nesse contexto, numa mesma aula, o professor poderia também ilustrar e fazer comentários a respeito da reação de oxidação de um alceno, verificada nessa etapa. Além disso, é possível demonstrar a eficiência da reação trabalhando em microescala, como demonstrado nesse estudo. Cabe ressaltar que, num contexto demonstrativo, esse experimento seria útil para ilustrar também a técnica de destilação fracionada, enfatizando a importância do controle da temperatura em síntese orgânica e na separação de misturas.

CONCLUSÃO

A síntese do cicloexeno foi obtida com maior eficiência sob aquecimento suave utilizando a manta elétrica a baixas temperaturas e evitando perdas pela coluna de fracionamento. O uso do ácido fosfórico e do ácido sulfúrico levaram a rendimentos similares, sendo que o ácido sulfúrico possui a desvantagem da ocorrência de carbonização. Evidenciou-se a importância da quantidade estequiométrica dos reagentes ideal a ser utilizada, pois quantidades maiores de cicloexanol prejudicam a síntese, bem como quantidades baixas do álcool. Apesar de não ter sido possível melhorar a vertente química da reação de obtenção do cicloexeno, a possibilidade de caracterização qualitativa do produto bruto permite suprimir o uso de procedimentos posteriores de purificação, o que seria vantajoso em aulas com tempo reduzido ou tendo em vista a economia de outros reagentes.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, A. G.; DE OLIVEIRA, K. T.; PAIXÃO, M. W.; BROCKSOM, T. J.. **Química orgânica experimental: uma abordagem de química verde**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

CUNHA, S.; MATOS, J. S. Além da caipirinha: cachaça como solvente para síntese orgânica e extração de pigmento. **Química Nova**, v. 40, n. 10, p. 1253-1258, 2017.

CUNHA, S.; DA COSTA, O. B. S.; DE SANTANA, L. L. B.; LOPES, W. A. Acetanilida: síntese verde sem solvente. **Química Nova**, v. 38, n. 6, p. 874-876, 2015.

FERRARI, J.; DA COSTA, M. H. J.; DA SILVA, D. A. D.; SILVA JÚNIOR, E. A. A síntese verde da mentona – uma proposta didática para o ensino de Química Orgânica Experimental. **Revista Debates em Ensino de Química** v.4, n.2, 2018.

MACHADO, A.S.C. Da gênese ao ensino da química verde. **Química Nova**, v.34, n. 3, p. 535-543, 2011.

PIMENTA, S. F.; GOMES, S. I. A. A.; SANDRI, M. C. M. Análise de experimentos de Química Orgânica sob uma perspectiva de Química Verde. **Revista Debates em Ensino de Química**, v.4, n.1, 2018.

RIBEIRO, M. G. T. C. Catálogo digital de vertente de atividades laboratoriais para o ensino da Química Verde, 2014. Disponível em: http://educa.fc.up.pt/catalogo/pt/construcao__ev. Acesso em: 17, nov. 2020.

SANDRI, M.C.M.; GOMES, S.I.A.A.; BOLZAN, J.A. **Química orgânica experimental: aplicação de métricas holísticas de vertente**. Curitiba: Editora IFPR, 2018, p. 8-19.

SOLOMONS, G.; FRYHLE, C.; SNYDER, S. Química Orgânica, v.1, Rio de Janeiro: LTC, 2018.

VOGEL, A. I. **Química orgânica: análise orgânica qualitativa**. 1977, p. 265-266.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agrotóxicos 99, 100, 102, 108, 109, 172, 176

Água 2, 7, 11, 16, 18, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 79, 80, 97, 101, 102, 103, 109, 111, 113, 114, 115, 121, 125, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 144, 145, 146, 147, 148, 152, 153, 154, 161, 165, 166, 175, 176, 180, 209, 211, 212, 213

Águas superficiais 43, 113, 114, 115, 118, 122, 132, 133, 134, 135, 137, 144, 165, 170, 174, 212

Amostras ambientais 166, 170, 171

Analito 133, 147, 167, 168, 169, 170, 173, 174

Antimicrobiana 28, 29, 30, 31, 33, 38, 39, 144

Atividades antrópicas 110

B

Bactérias 9, 31, 32, 35, 37, 50, 118, 119, 124, 131, 152

Bioacumulação 145

Biodegradabilidade 131, 209

Biofilme 7, 8, 11, 12, 13, 14, 119

Biomarcadores 124, 128, 134, 136

Biomassa 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 48, 213

Biota aquática 111, 114, 118, 119

C

Carvão 18, 23, 24, 27, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 80

Catalisadores 150, 159

Celulose 8, 16, 18, 20, 21, 22, 40, 44, 49, 50, 53, 54

Compartimentos aquáticos 101, 102, 110, 112, 117

Compostos orgânicos 1, 40, 49, 51, 52, 56, 88, 124, 152, 213

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 166

Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) 110, 111, 215

Corantes 80, 81, 111, 124, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 169, 174, 211

Cromatografia Gasosa (GC) 49, 136, 172, 175, 176

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) 136, 173, 175

D

Degradação 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 92, 105, 115, 118, 122, 127, 130, 131, 132, 137, 152, 153, 161, 162, 163, 164, 210, 211, 212, 213

Desregulação endócrina 110, 117, 166

Drogas ilícitas 110, 113, 114, 119

E

Ecosistemas 97, 110, 111, 114, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 125, 128, 130, 131, 132, 136, 212

Ecotoxicidade 212

Efeitos deletérios 110, 115, 117

Efluentes industriais 150, 152, 208, 209, 211, 213

Energia renovável 17, 23, 25

Esgoto 115, 116, 122, 124, 126, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 144, 145, 212, 215

Estação de tratamento de esgoto 116, 144, 215

F

Fármacos 111, 122, 124, 128, 130, 133, 135, 136, 137, 213

Fotoativação 161, 162

Fotocatalisador 211, 212

Fotocatálise heterogênea 150, 162, 208, 210

Fungos 31, 32, 37, 50, 213

H

Hemicelulose 16, 18, 20, 21, 22, 44

Hormônios 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

I

Impacto ambiental 31, 77, 91, 212

L

Lignina 16, 18, 19, 20, 21, 49, 50, 53, 54, 55

Limite de detecção 134, 170

luz solar 212

luz ultravioleta 212

M

Meio ambiente 6, 8, 32, 38, 47, 77, 79, 87, 90, 99, 100, 105, 119, 122, 123, 125, 128, 131,

132, 145, 149, 165, 166, 167, 176, 209, 212

Metais 42, 80, 111, 165, 166, 168, 170, 171, 174, 175, 179, 180, 212, 213, 215

Métodos analíticos 165, 166, 167, 168, 173, 175

Métodos eletroquímicos 173

Micro-organismos 40

Microplásticos 110, 112, 113, 117, 118, 119

Micropoluentes 122, 127, 128, 130, 133, 135, 136, 144

O

Óxidos metálicos 150, 153

P

Pesticidas 42, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 111, 165, 166, 168, 169, 172, 174

Poliestireno 28, 30, 32, 39, 40, 77, 78, 118, 119

Polímero 7, 10, 32, 77, 79

Poluentes 22, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 110, 117, 118, 119, 122, 124, 128, 144, 152, 159, 162, 163, 165, 166, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 210

Processos convencionais de tratamento 115, 210

Processos oxidativos avançados 150, 152, 208, 209, 213, 215

Q

Química 7, 14, 16, 17, 18, 21, 25, 26, 28, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 46, 48, 49, 57, 80, 89, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 110, 113, 118, 123, 125, 126, 145, 149, 162, 163, 164, 173, 174, 176, 177, 179, 208, 210, 212, 213, 215

Química orgânica 90, 96

Química verde 7, 89, 90, 91, 92, 96

R

Radical hidroxila 153

Reaproveitamento 1, 2, 5, 7, 41, 44, 77

Reciclagem 32, 36, 37, 77, 79, 87, 88

Recursos hídricos 102, 103, 121, 163, 165, 166, 208, 209

Resíduos 1, 3, 4, 7, 8, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 42, 43, 44, 47, 77, 78, 79, 81, 88, 90, 92, 105, 106, 117, 118, 123, 152, 212, 213

Reutilização 7, 32, 39, 79, 215

S

Sistema endócrino 99, 112, 113, 115, 116

Sistemas aquáticos 118

Substâncias tóxicas 90

T

Toxicidade aguda 110, 114

Toxicidade crônica 166

Tratamento biológico 178

Tratamento de água 33, 41, 43, 44, 47, 48, 115, 144

Tratamento de efluentes 47, 150, 208, 209, 210, 211, 213



Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br