



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 Alfnas

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 10

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

Data de aceite: 01/04/2021

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Química
Uberlândia – Minas

<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>

<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

RESUMO: Os contaminantes de interesse emergente (CIE) são substâncias que estão presentes em todos os ecossistemas, inclusive em locais onde não há evidências de atividades antrópicas. Isto sugere a grande mobilidade que estes poluentes possuem, podendo contaminar e se bioacumular em organismos de diferentes níveis tróficos. O presente trabalho objetivou-se apresentar e discutir a presença de drogas ilícitas, hormônios e microplásticos que estão sendo encontrados em diferentes compartimentos aquáticos no Brasil. Além disso, será apresentado estudos que comprovem a capacidade em afetar ou desencadear inúmeros efeitos deletérios, em especial a desregulação endócrina em diferentes organismos. O estudo destes CIEs são bem recente no Brasil no que se refere ao monitoramento, detecção, quantificação e efeitos toxicológicos, não se tendo ainda uma diversidade de estudos tanto de toxicidade aguda quanto crônica para drogas ilícitas e microplásticos. Já para os hormônios se conhece muitos efeitos resultantes da exposição aguda ou crônica em diferentes organismos, inclusive no

ser humano. Casos de infertilidade, diminuição na produção de espermatozoides, atrofiação da genitália e feminização de diferentes espécies em organismos do sexo masculino. Nas mulheres, sabe-se que estas substâncias podem aumentar o número de incidência de câncer de mama, antecipação da primeira menstruação em adolescentes, desregulação do sistema reprodutivo, infertilidade entre outros. Neste sentido, pretende-se informar e alertar toda a sociedade em relação aos riscos que todos estão expostos, despertando a atenção para exigir dos governantes um posicionamento e atitudes para mudar ou minimizar os impactos decorrentes desta exposição silenciosa e onipresente nos diferentes compartimentos aquáticos em todas as regiões, estados e municípios. Para tanto, se faz necessário a reformulação da atual legislação brasileira que estabelece os padrões de qualidade para águas subterrâneas e superficiais destinadas ao abastecimento público, como sendo o primeiro passo a ser dado.

PALAVRAS-CHAVE: Desregulação endócrina, drogas ilícitas, toxicidade aguda e crônica, águas subterrâneas e superficiais.

PRESENCE OF COCAINE/CRACK, HORMONES AND MICROPLASTICS IN DIFFERENT AQUATIC MATRICES IN BRAZIL AND TOXICOLOGY TO EXPOSED ORGANISMS

ABSTRACT: Contaminants of emerging interest (CEI) are substances that are present in all ecosystems, including in places where there is no evidence of anthropogenic activities. This suggests the great mobility that these pollutants

have, which can contaminate and bioaccumulate in organisms of different trophic levels. The present work aimed to present and discuss the presence of illicit drugs, hormones and microplastics that are being found in different aquatic compartments in Brazil. In addition, studies showing the ability to affect and trigger numerous deleterious effects, in particular endocrine disruption in different organisms. The study of these CEIs is very recent in Brazil with regard to monitoring, detection, quantification and toxicological effects, and there is still no diversity of studies on both acute and chronic toxicity for illicit drugs and microplastics. As for hormones, there are many effects resulting from acute or chronic exposure in different organisms, including in humans. Infertility cases, decreased sperm production, genital atrophy and feminization of different species in male organisms. In women, it is known that these substances can increase the number of breast cancer, anticipation of the first menstruation in adolescents, deregulation of the reproductive system, infertility, among others. In this sense, it is intended to inform and alert the entire society regarding the risks that everyone is exposed to, calling attention to requiring government officials to adopt a position in attitudes to change or minimize the impacts resulting from this silent and omnipresent exposure in different aquatic institutions in all regions, states and municipalities. Therefore, it is necessary to reformulate the current Brazilian legislation that establishes the quality Standards for groundwater and surface water destined for public supply, as the first step to be taken.

KEYWORDS: Endocrine dysregulation, illicit drugs, acute and chronic toxicity, groundwater and surface water.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de grande importância para todos os seres vivos, sendo o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, componente de células e participando de processos biológicos. Embora 75% da superfície terrestre seja composta por água, a fração que corresponde a água doce é de somente 2,5%, dos quais: (i) 68,9% se encontram na forma de geleiras; (ii) 29,9% águas subterrâneas; (iii) 0,9% em solos e pântanos e (iv) apenas 0,3% na forma de rios e lagos que se encontram disponíveis para abastecimento público (CAMPESTRINI; JARDIM, 2017; FONTES et al., 2020).

Diante deste cenário, passou-se a discutir questões relacionadas à qualidade das águas que iriam muito além do que se conhecia em relação aos conceitos de parâmetros para qualidade de águas para fins potáveis ou não. A partir do início de 1990, com o aprimoramento e o desenvolvimento de técnicas analíticas capazes de quantificar em níveis traços (μg a ng L^{-1}), passou a se identificar e quantificar substâncias que eram até então “invisíveis” ao conhecimento humano e conseqüentemente seus potenciais efeitos ecotoxicológicos tanto aos organismos da biota aquática quanto aos mais diversos ecossistemas do mundo. Estas substâncias foram denominados de Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) (ÁLVAREZ- RUIZ; PICÓ, 2020; BOGER et al., 2021).

Os CIEs constituem-se em uma diversidade de classe de substâncias, entre as quais: (i) fármacos; (ii) pesticidas; (iii) retardantes de chamas bromados; (iv) corantes e conservantes; (v) surfactantes; (vi) metais tóxicos; (vii) drogas de abuso; (viii) hormônios;

(viii) produtos de higiene pessoal; (ix) microplásticos dentre outros (ÁLVAREZ- RUIZ; PICÓ, 2020; BOGER et al., 2021). Estes contaminantes chegam aos diferentes compartimentos aquáticos, conforme esquematizado na Figura 1.

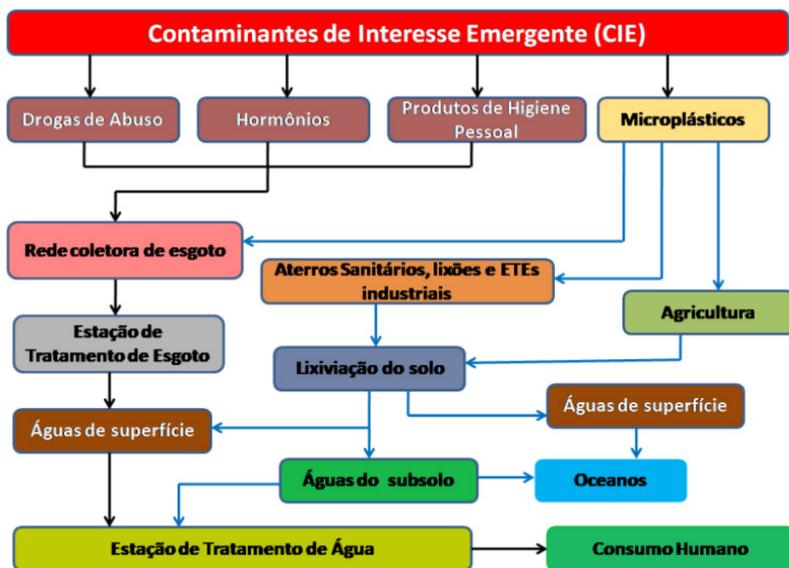


Figura 1: Possíveis rotas de entrada e distribuição de alguns CIE no ambiente

Fonte: O autor (2021).

Vários CIEs possuem a capacidade de atuar como disruptores endócrinos. Estes se constituem em um mecanismo de efeito relacionado ao funcionamento do sistema endócrino, podendo: (i) danificar ou alterar diretamente a função de um órgão endócrino; (ii) interagir com um receptor de hormônios; (iii) alterar o metabolismo de um hormônio em um órgão endócrino entre outros (BARRA et al., 2020; CAMPOS; QUEIROZ; ROSTON, 2019; CHENG et al., 2020). Várias classes de substâncias podem atuar como um disruptor endócrino, conforme esquema na Figura 3.

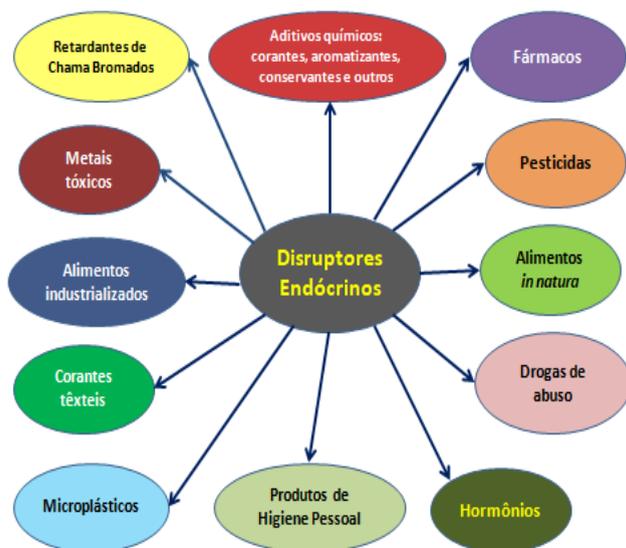


Figura 3: algumas classes de substâncias que desregulam o sistema endócrino

Fonte: O autor (2021).

Entre as diferentes classes de substâncias que atuam como disruptores endócrinos, estão: (i) Drogas de abuso; (ii) hormônios e (iii) microplásticos que serão apresentados e abordados a seguir.

1.1 Drogas ilícitas

No Brasil o crescimento demográfico desordenado associado à falta de políticas públicas que possibilitem o acesso tanto a serviços públicos de qualidade quanto a oportunidade de geração de emprego e renda, aos jovens e adultos, vem desencadeando efeitos sociais adversos e levando parte da sociedade à marginalização e conseqüentemente o uso abusivo e indiscriminado de drogas ilícitas. Estas ações resultam em problemas de saúde pública, levando a dependência química, ao suicídio e homicídio de jovens e adultos (PEGOA et al., 2018). Diante deste contexto, a presença de drogas ilícitas em diferentes matrizes aquosas passou a ser identificadas com maior frequência em diferentes regiões do país (CAMPESTRINI; JARDIM, 2017; FONTES et al., 2020)

Fontes e colaboradores (2020) estudaram a presença de cocaína (COC) e benzoilecgonina (BE) em água do mar e em sedimentos na zona costeira da Baía de Santos/SP. Os estudos apontaram a presença de COC (de 0,00191 a 0,0125 $\mu\text{g L}^{-1}$) e de BE (de 0,0099 a 0,0285 $\mu\text{g L}^{-1}$) em água do mar. Já nas amostras de sedimentos foi quantificado apenas a presença de COC (de 0,94 a 46,85 $\mu\text{g kg}^{-1}$).

Campestrini e Jardim (2017) avaliaram a presença de COC e de BE em águas superficiais e de torneira coletada em 22 pontos e 16 rios diferentes no estado de São

Paulo. Entre as 34 amostras de águas superficiais, foram encontradas BE em 94% destas em concentrações que variaram de 0,010 a 1,019 $\mu\text{g L}^{-1}$ de BE e de 85% para COC que variou de 0,006 a 0,062 $\mu\text{g L}^{-1}$. Já nas amostras de água de torneira, foi quantificado BE em 100% das amostras, cujas concentrações variaram de 0,010 a 0,652 $\mu\text{g L}^{-1}$ e para COC quantificou-se de 0,006 a 0,022 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Observa-se que o monitoramento, detecção e quantificação de drogas ilícitas são bastante recentes no Brasil, colaborando para os poucos estudos que avaliem a toxicologia destas e de outras drogas nos diferentes organismos e ecossistemas (FELICE et al., 2019; MARANHO et al., 2017; SOUZA et al., 2019).

Souza e colaboradores (2019) estudaram a toxicidade da mistura crack-cocaína na taxa de fertilização e desenvolvimento embrionário-larval do ouriço do mar (*Echinometra lucunter*). Inicialmente, expôs-se a espécie a diferentes concentrações da mistura crack-cocaína (de 6,25 a 100 mg L^{-1}) em diferentes valores de pH (de 7,0 a 8,5). Para o teste de fertilização não houve diferenças significativas em relação à amostra padrão. Já os ensaios para embrião-larva, apresentou a redução pela metade da concentração efetiva (CE_{50}) em diferentes pHs (7,5; 8,0 e 8,5), respectivamente, 11,58; 10,57 e 58,83 mg L^{-1} . Em pH 7,0 foi observado tanto efeitos na taxa de fertilização quanto no desenvolvimento embrionário do ouriço do mar.

Felice e colaboradores (2019) avaliaram a exposição de *Daphnia magna* a duas concentrações de COC (0,05 a 0,5 $\mu\text{g L}^{-1}$), onde se avaliou os efeitos sobre o estado oxidativo (quantidade de espécies reativas de oxigênio, atividade de enzimas antioxidantes e desintoxicantes), a atividade de natação (em 7, 14 e 21 dias) e a taxa de reprodução durante 21 dias. Todas estas atividades avaliadas foram afetadas, demonstrando um potencial risco aos organismos da biota aquática.

Maranho e colaboradores (2017) avaliaram o efeito do crack no mexilhão marinho *Perna perna* em diferentes estágios de desenvolvimento (fertilização e desenvolvimento embrio-larval) desta espécie. Para os gametas e o desenvolvimento larval foram encontradas as concentrações: em 1 h ($CI_{50} = 23,53 \text{ mg L}^{-1}$) e 48 h ($CI_{50} = 16,31 \text{ mg L}^{-1}$), respectivamente. A maior concentração que não apresentou toxicidade aguda (MCTA) foi de 10 mg L^{-1} enquanto a menor concentração de efeito observado (MCEO) foi de 20 mg L^{-1} . Já em relação ao desenvolvimento embrionário-larval encontrou-se um MCTA de 0,625 mg L^{-1} e um MCEO de 1,25 mg L^{-1} . Efeitos citogenotóxicos foram evidenciados ao se expor mexilhões a concentrações de crack de 5 a 500 $\mu\text{g L}^{-1}$.

1.2 Hormônios

Os hormônios esteróides são uma classe de substâncias químicas com atividade farmacológica, de origem natural ou sintética, que podem ser divididos em três grandes grupos: (i) estrógenos (hormônios sexuais femininos-HSF); (ii) andrógenos (hormônios sexuais masculinos) e os (iii) progestógenos (hormônios da gravidez). Os HSF possuem a

propriedade de exercer efeitos no organismo, na reprodução, no crescimento dentre outras. Dentre os HSF, destacam-se: a estrona (E1), o β -estradiol (E2) e o estriol (E3) que são naturais e derivados do colesterol (presente no organismo humano) e o 17 α -etinilestradiol que é um hormônio sintético (BARRA et al., 2020; CAMPOS; QUEIROZ; ROSTON, 2019; CHENG et al., 2020).

O E1 é o hormônio que predomina em mulheres na menopausa; o E2 tem a função de regular o ciclo menstrual; o E3 é sintetizado pelo organismo durante a gravidez e o EE2 foi desenvolvido para fins clínicos de reposição hormonal e métodos contraceptivos. Devido a sua excreção pelo organismo, principalmente pela rede de esgoto domiciliar, estas substâncias vem sendo encontradas com maior frequência e concentração em águas superficiais, visto que os processos convencionais de tratamento de água e esgoto não foram projetos para remover estes CIEs. Além disso, os hormônios possuem alta lipofilicidade e apresentam resistência a degradação, possuindo um enorme potencial para adentrar na cadeia alimentar e ser transportado para locais onde há pouca ou nenhuma presença humana (PUSCEDDU et al., 2019; SILVA; MARQUES; GARCIA, 2019).

A literatura já registra vários estudos que comprovam os efeitos deletérios a saúde humana, tais como: (i) diminuição da quantidade de espermatozóide; (ii) aumento da incidência de câncer de mama em mulheres e (iii) anormalidades no sistema reprodutivo humano. Em outros animais, verificaram-se diferentes efeitos, a saber: (i) feminização e reversão sexual da espécie de peixe; (ii) inibição do crescimento testicular e espermatogênese, decréscimo da capacidade de fertilização dos ovos em função da redução da produção dos hormônios sexuais masculino e alteração no comportamento reprodutivo em crocodilos, animal que possui o sistema endócrino mais semelhante a espécie humana (CHENG et al., 2020; PONTELLI et al., 2020).

Sendo assim, os hormônios se constituem em uma das principais classes de CIE que podem afetar o sistema endócrino de vários organismos, sendo denominadas de desreguladores endócrinos (DEs), que se constitui na interferência (de síntese, secreção, transporte, recepção, ação ou eliminação) dos hormônios de organismos, inclusive do homem (GRACELI et al., 2020; PONTELLI et al., 2020;), sendo representado na Figura 3.

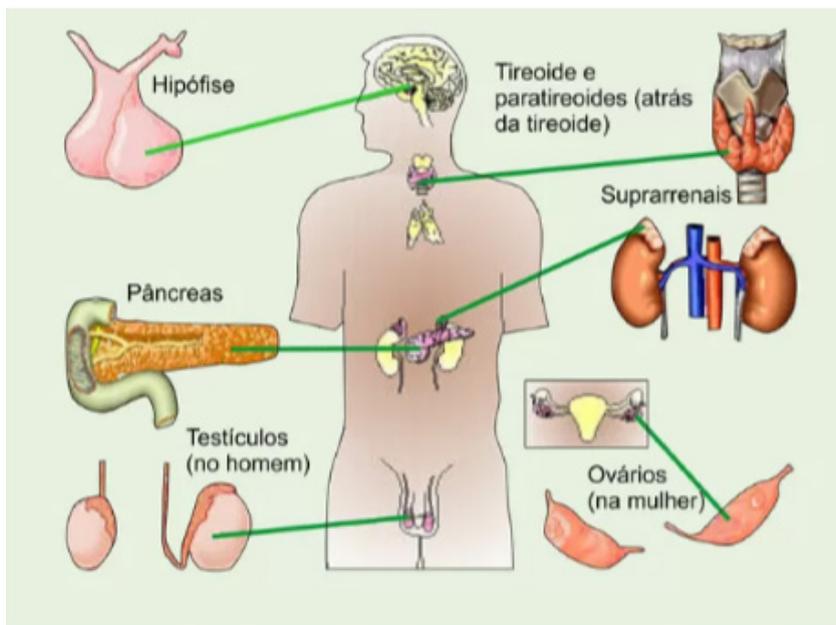


Figura 3: Sistema endócrino humano (masculino e feminino)

Fonte: Acerto do autor (2021).

Diante desta real ameaça que os hormônios podem conferir a organismos de diferentes ecossistemas, vários trabalhos recentes foram encontrados na literatura que reportam a presença destes CIEs em diferentes matrizes aquosas no Brasil (PINHEIRO et al., 2015; PUSCEDDU et al., 2019; TEIXEIRA et al., 2017).

Pinheiro e colaboradores (2015) avaliaram e quantificaram a presença de hormônios em águas de escoamento superficial e de drenagem provenientes de aplicação de dejetos suínos em solo no município de Blumenau/SC. Os hormônios avaliados foram a estrona, estradiol e 17α -etinilestradiol, sendo encontrados $733,6 \mu\text{g L}^{-1}$ de estrona em águas de escoamento de drenagem e $235,4 \mu\text{g L}^{-1}$ de 17α -etinilestradiol, não sendo quantificado o estradiol.

Teixeira e colaboradores (2018) estudaram a presença de hormônios em efluente proveniente de uma estação de tratamento de esgoto no município de Lorena/SP, sendo encontrados e quantificados: a estrona ($5,06 \pm 3,37 \mu\text{g L}^{-1}$), 17β -estradiol ($4,19 \pm 3,53 \mu\text{g L}^{-1}$), estriol ($7,74 \pm 3,95 \mu\text{g L}^{-1}$), 17α -etinilestradiol ($2,55 \pm 2,16 \mu\text{g L}^{-1}$).

Pusceddu e colaboradores (2019) avaliaram a presença de hormônios no sistema estuarino de Santos e São Vicente/SP. Em todos os locais amostrados foram encontrados: estriol (de $20,9$ a $694,2 \mu\text{g kg}^{-1}$), 17β -estradiol ($23,9 \mu\text{g kg}^{-1}$) e 17α -etinilestradiol ($86,3 \mu\text{g kg}^{-1}$). Estas concentrações de hormônios podem estar relacionadas a um emissário de esgoto doméstico.

Além da detecção e quantificação de diferentes hormônios nos diversos compartimentos aquáticos do Brasil existem estudos apontando os efeitos deletérios e ecotoxicológicos em organismos de diferentes espécies, inclusive para o ser humano (SILVA; MARQUES; GARCIA, 2019; WEBER et al., 2017).

A primeira observação de efeitos deletérios na saúde humana em função do consumo de hormônios se deu entre os anos de 1940 a 1970 pela ingestão do dietilestilbestrol (DES) que foi um hormônio sintético utilizado para prevenir o aborto. No entanto, observou-se que as filhas das mulheres que utilizaram o DES apresentaram um aumento de casos de câncer no sistema reprodutivo. Além disso, ocasionou a adenocarcinoma (tumor maligno proveniente de células glandulares epiteliais e secretoras) de células da vagina (BERGMAN et al., 2013).

Weber e colaboradores (2017) avaliaram a capacidade de desregulação endócrina dos hormônios estradiol, estrona e estriol na reprodução do peixe lambari (*Astyanax rivularis*) na cabeceira da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. Os resultados apontaram: 0,2; 0,25 e 0,2 $\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente, para estradiol, estrona e estriol. Estes hormônios juntamente com outros CIEs, aumentaram a proporção de espécies do sexo feminino, elevou o nível de vitelogenina no fígado de peixes machos. Houve diminuição do fator de crescimento e produção de espermatozóides em machos.

Campos e colaboradores (2018) os efeitos resultantes da mudança de taxas hormonais no peixe *Epinephelus marginatus* em função da exposição ao derramamento de óleo (rico em hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - PAH). Observou-se que a exposição subletal in vivo (96 h) a um tipo de PAH em duas concentrações (0,1 e 1,0 mg L^{-1}) desencadeou aumento na área dos hepatócitos, os níveis de 17β – estradiol e de testosterona não foram afetados no plasma ou no teste *in vitro*. No entanto, os PAH podem interromper a produção de esteróides na fase de desenvolvimento do peixe, causando disfunções durante a mudança de sexo e maturidade das gônadas e afetando o desenvolvimento dos ovários devido à diminuição do 11-cetotestosterona.

1.3 Microplásticos

Dentre a diversidade de resíduos lançados no ambiente, os plásticos têm chamado a atenção em função de sua maior produção e consumo nos últimos anos, resultando em sua onipresença nos diversos ecossistemas do mundo. De 1964 a 2016 a produção de plástico saltou de 15 para 322 milhões de toneladas. Estes materiais ao serem expostos a condições diversas e interagindo com o ambiente, sofrem fragmentações originando os microplásticos (MORAIS et al., 2020; OLIVATTO et al., 2019).

Estes poluentes foram observados no ambiente a partir de 1970, vindo a receber a denominação de “microplásticos” somente a partir de 2004 com o trabalho de Thompson e colaboradores (2004). Os microplásticos (MPs) constituem-se em um grupo de plásticos com tamanho inferior a 5,0 mm. Além disso, estes materiais possuem: (i) grande tempo

de permanência no ambiente; (ii) lenta degradação e alteração de sua forma; (iii) alta capacidade de redução de tamanho e (iv) elevada capacidade de agregar ou liberar outros poluentes de natureza orgânica ou inorgânica no ambiente (MORAIS et al., 2020; OLIVATTO et al., 2019).

Em função destas e de outras propriedades, os MPs vem ganhando maior atenção e investigação por parte da comunidade científica devido à grande potencialidade que vem demonstrando de alterar a biota aquática e os diferentes ecossistemas oceânicos de todo o mundo (NETO et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020). No Brasil, estudos recentes, apontam a presença dos MPs em diferentes sistemas aquáticos e em várias regiões do país (CASTRO et al., 2020; MORAIS et al., 2020), conforme Tabela 1:

Descrição/Observação	Cidade/Estado	Referência
Avaliação e distribuição de microplásticos em águas superficiais e em sedimentos de locais de cultivo e extração de mexilhões. Os microplásticos representaram 83% dos resíduos coletados, com maior concentração média (138,41 itens kg ⁻¹) em sedimentos da praia. Sendo identificado: polietileno de alta densidade (38%), polipropileno (21%) e estireno (10%) foram os polímeros mais frequentes.	Niterói/RJ	[CASTRO et al., 2020]
Ingestão de microplásticos (MP) pela anêmona marinha <i>Bunodosoma cangicum</i> . A partir da extração da cavidade gastrovascular, identificou-se 139 itens de MPs, sendo encontrado em 68 indivíduos. Os principais polímeros identificados foram: polietileno tetráftalato, polipropileno, poliamida, poliuretano, polietileno, acrilonitrilc butadieno estireno, poliestireno e rayon. Os estudos demonstram que locais mais urbanizados e populosos são mais propícios a ingestão de MPs.	Manaus/AM	[MORAIS et al., 2020]
As amostras de microplásticos (MP) foram caracterizadas e sua composição química identificada por espectroscopia de infravermelho, que identificou os polímeros polietileno e polipropileno com granulometria ≤ 1 mm, sendo as partículas mais abundantes na amostragem. O total de MPs variou de 1,40 a 21,3 partículas m ⁻³ .	Baía de Guanabara/RJ	[OLIVATTO et al., 2019]
As amostras eram constituídas por fibras sintéticas provenientes das redes de pesca que representaram 77% do microplásticos nas amostras. Além disso, as micrografias obtidas revelaram a presença de bactérias e esporos de fundos adsorvidos nas fibras.	Baía de Vitória/ES	[NETO et al., 2019]
As amostras de microplásticos foram caracterizadas por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR). Grande quantidade de coliformes foram encontradas aderidas nos MPs. 44 cepas bacterianas foram confirmadas por PCR como do tipo <i>Escherichia Coli</i> e 59 cepas de bactérias da espécie <i>Vibrio spp</i> (sendo que doze cepas foram identificadas, como: <i>Vibrio cholerae</i> [6], <i>Vibrio vulnificus</i> [5] e <i>Vibrio mimicus</i> [1]). Estes resultados comprovam que os MPs podem atuar como um substrato para biofilmes bacterianos.	Baía de Guanabara/RJ	[SILVA et al., 2019]

Tabela 1: detecção e identificação de microplásticos em ambientes aquáticos

Fonte: O autor (2021).

Além da contaminação da biota aquática, conforme apresentado por estudos na Tabela X, Os MPs vêm desencadeando inúmeros efeitos toxicológicos em diferentes organismos da biota aquática (ARIAS-ANDRES et al., 2018; JIN et al., 2018).

Jin e colaboradores (2018) avaliaram os efeitos desencadeados no intestino da espécie de peixe zebrafish frente à exposição ao MP poliestireno. Os organismos foram expostos durante 14 dias a diferentes concentrações e tamanho do MP (de 100 a 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$), os bacteroidetes e proteobactéria diminuíram significativamente. Já a presença de firmicutes aumentou no intestino do peixe nos diferentes tamanhos do poliestireno. Além disso, os resultados apontaram que o MP pode induzir a disbiose e inflamação no intestino do peixe zebrafish.

Arias-Andres e colaboradores (2018) avaliaram a capacidade dos microplásticos se constituírem em um biofilme e na capacidade de troca de genes em bactérias levando a resistência ao antibiótico trimetoprima a partir da espécie *Escherichia coli*. Os resultados apontam a transferência horizontal de genes em habitats onde existem comunidades microbianas e que a resistência ao antibiótico pode vir a desencadear a evolução de bactérias aquáticas, podendo representar um enorme risco a saúde humana.

Murphy e Quinn (2018) estudaram o efeito dos MPs em comunidades planctônicas da espécie *Hydra attenuata*, a qual foi exposta a flocos de polietileno em diferentes concentrações (0,01; 0,02; 0,04; 0,08 g mL^{-1}) em 3, 24, 48 e 96h apresentando mudanças significativas tanto na reprodução quanto na morfologia da *Hydra attenuata*.

21 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou ter uma noção e conseqüentemente uma visão da real ameaça que estes poluentes podem desencadear tanto em organismos da biota aquática, quanto de outros ecossistemas pelo planeta e que muitos problemas que foram gerados deve-se, principalmente, pelo estilo de vida que a sociedade “moderna” vem construindo e afetando cada vez mais o meio ambiente, tendo seus efeitos voltados a fim de afetar e prejudicar a existência de várias espécies de organismos, inclusive a humana. Além disso, as drogas ilícitas e os microplásticos são ainda muito recentes e conseqüentemente não se pode inferir a real dimensão que estes poluentes podem afetar o meio ambiente.

Logo, se faz necessário avaliar o atual estilo de vida da sociedade e propor uma legislação que regulamente a presença destes contaminantes em águas para fins potáveis e a mudança de paradigma em relação ao estilo de vida da atual sociedade.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ- RUIZ, R.; PICÓ, Y. Analysis of emerging and related pollutants in aquatic biota. **Trends in Environmental Analytical Chemistry**, v. 25, p. e00082, 2020.

ARIAS-ANDRES, M. et al. Microplastic pollution increases gene exchange in aquatic ecosystems. **Environmental Pollution**, v.237, p. 253-261, 2018.

BARRA, R. O. et al. Integrated approaches for detecting the occurrence and effects of endocrine disrupting substances in surface Waters. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 18, p. 20-22, 2020.

BERGMAN, A. et al. State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012: an assessment of the state of the science of endocrine disruptors prepared by a group of experts for the United Nations Environment Programme and World Health Organization. **World Health Organization**, 2013.

BOGER, B. et al. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistant bacteria in subtropical urban Rivers in Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 402, p.123448, 2021.

CAMPESTRINI, I.; JARDIM, W. F. Occurrence of cocaine and benzoylecgonine in drinking and source water in the São Paulo State region, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 576, p. 374-380, 2017.

CAMPOS, J. M.; QUEIROZ, S. C. N.; ROSTON, D. M. Removal of the endocrine disruptors ethinyl estradiol, bisphenol A, and levonorgestrel by subsurface constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v. 693, p.133514, 2019.

CAMPOS, M. F. et al. Endocrine disruption of phenanthrene in the protogynous dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Serranidae: Perciformes). **General and Comparative Endocrinology**, v. 257, p. 255-263, 2018.

CASTRO, R. O. et al. Spatio-temporal evaluation of macro, meso and microplastics in surface Waters, bottom and beach sediments of two embayments in Niterói, RJ, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 160, p. 111537, 2020.

CHENG, D. et al. A critical review on antibiotics and hormones in swine wastewater: Water pollution problems and control approaches. **Journal of Hazardous Materials**, v. 387, p.121682, 2020.

FELICE, B. et al. Biochemical and behavioral effects induced by cocaine exposure to *Daphnia magna*. **Science of the Total Environment**, v. 689, p. 141-148, 2019.

FONTES, M. K. et al. Mussels get higher: A study on the occurrence of cocaine and benzoylecgonine in seawater, sediment and mussels from a subtropical ecosystem (Santos Bay, Brazil). **Science of the Total Environment**, v. XX, P. XX-XX, 2020.

GRACELI, J. B. et al. The impact of endocrine-disrupting chemical exposure in the mammalian hypothalamic-pituitary axis. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 518, p. 110997, 2020.

JIN, Y. et al. Polystyrene microplastic induce microbiota dybiosis and inflammation in the gut of adult zebrafish. **Environmental Pollution**, v. 235, p. 322-329, 2018.

MARANHO, L. A. et al. Exposure to crack causes adverse on marine mussels *Perna perna*. **Marine Pollution Bulletin**, v. 123, p. 410-414, 2017.

MORAIS, L. M. S. et al. The sea anemone *Bunodosoma cangicum* as a potential biomonitor for microplastics contamination on the Brazilian Amazon coast. **Environmental Pollution**, v. 265, p. 114817, 2020.

MURPHY, F.; QUINN, B. The effects of microplastic on freshwater *Hydra attenuata* feeding, morphology & reproduction. **Environmental Pollution**, v. 234, p. 487-494, 2018.

NETO, J. A. B. et al. Microplastics and attached microorganisms in sediments of the Vitória bay estuarine system in SE Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 169, p. 247-253, 2019.

OLIVATTO, G. P. et al. Microplastic contamination in surface Waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro. **Marine Pollution Bulletin**, v. 139, p. 157-162, 2019.

OLIVEIRA, C. W. S. et al. Food ecology and presence of microplastic in the stomach content of neotropical fish in an urban river of the upper Paraná River Basin. **Ambiente & Água – An interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 15, n. 4, p. e2551, 2020.

PEGOA, A. M. F. et al. Cocaine toxicological findings in cases of violent death in Sao Paulo city – Brazil. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 60, p. 3-8, 2018.

PINHEIRO, A. et al. Veterinary antibiotics and hormones in water from areas given applications of pig slurry. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.20, n. 3, p. 639-646, 2015.

PONTELLI, R. C. N. et al. Endocrine disrupting chemicals associated with dry eye syndrome. *The Ocular Surface*, v.18, p. 487-493, 2020.

PUSCEDDU, F. H. et al., Estrogens levels in surface sediments from a multi-impacted Brazilian estuarine system. **Marine Pollution Bulletin**, v. 142, p. 576-580, 2019.

SILVA, L. O.; MARQUES, P. M.; GARCIA, G. P. P. Estrogens in the environment: their effects on human health and aquatic biota. **Sustentare**, v. 3, n.1, p. 75-92, 2019.

SILVA, M. M. et al. Dispersal of potentially pathogenic bacteria by plastic debris in Guanabara Bay, RJ, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 141, p. 561-568, 2019.

SOUZA, L. S. et al. Harmful effects of cocaine by product in the reproduction of sea urchin in different ocean acidification scenarios. **Chemosphere**, v. 236, p. 124284, 2019.

TEIXEIRA, R. B. et al. Determination of estrogenic hormones in sewage and effluent of a decentralized sewage treatment plant by activated sludge. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 13, n. 2, p.e2059, 2018.

THOMPSON, R. C. et al. Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, v. 304, n. 5672, p. 838, 2004.

WEBER, A. A. et al. Reproductive effects of oestrogenic endocrine disrupting chemicals in *Astyanax rivularis* inhabiting headwaters of the Velhas River, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 592, p.693-703, 2017.

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