

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA QUÍMICA 2**



**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA QUÍMICA 2**



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia química 2 /  
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-536-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.362212610>

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

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

## APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Química 2” é constituído por dezoito capítulos de livros que foram organizados em quatro áreas temáticas: i) utilização de adsorventes para remoção de Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) em diferentes matrizes aquosas; ii) produção de biodiesel e bio-óleo a partir de biomassa ou reutilização de óleo de fritura; iii) análise de recuperação avançada de petróleo por injeção de gás carbônico ou polímeros e práticas de gestão para exploração de petróleo e gás natural e iv) aplicações diversas.

O primeiro tema é composto por 50% dos capítulos de livros presente no e-book, apresentando trabalhos utilizando biomassas de origem vegetal para remoção da turbidez presente em efluentes oleosos e metais em águas residuárias e industriais; remoção de nitrogênio amoniacal e o fármaco ivermectina utilizando o carvão ativado, respectivamente, *in natura* e funcionalizado com grafeno; aplicação de surfactantes não-iônicos para reduzir a dissolução de carbonatos e a redução do consumo de água em processo de bradagem; a apresentação de um método analítico para quantificar a presença de Bisfenol A em águas superficiais, um estudo de revisão da literatura que mostra a qualidade dos recursos hídricos em vários países e a presença da diversidade e quantidade dos CIEs nas matrizes aquosas e a caracterização físico-química da farinha de Inhame obtida pelo processo de atomização. A segunda temática apresenta dois estudos que investigaram a produção de biodiesel e bio-óleo a partir, respectivamente, do aproveitamento do óleo de soja/fritura e da pirólise proveniente de biomassa.

Os capítulos de 12 a 14 apresentam trabalhos que buscaram avaliar a eficiência da injeção de gás carbônico ou solução de polímero para avaliar a recuperação avançada do petróleo. Além disso, apresenta um estudo de práticas de gestão operacional de exploração e produção de petróleo e gás natural exigido para atender normas da ABNT e certificações ISO e regulamentos técnicos estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Já os trabalhos presentes nos capítulos de 15 a 18 tratam de temas que variam da utilização da garrafa PET como dispositivo para determinar a densidade aparente de materiais em forma de pó; análise da geometria, diluição e qualidade de revestimentos de aço AISI 317L aplicado pelo processo de GTAW; estudo teórico visando aumentar a eficiência de uma coluna cromatográfica utilizando sílica na forma de nanopartículas e; apresenta uma aplicação na indústria de alimentos que utilizou a mistura de bebida fermentada de camomila com o cogumelo da espécie *Agaricus Brasiliensis*.

Diante desta variedade de estudos, provenientes de pesquisadores (as) de diferentes partes do Brasil, a Atena Editora selecionou e reuniu estes trabalhos neste e-book que depois de publicado, estará acessível de forma gratuita em seu *site* e em outras plataformas digitais, contribuindo para a divulgação do conhecimento científico gerado nas

instituições de ensino de todo o país. Assim, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais os pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros ou capítulos de livros.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA CASCA DE MARACUJÁ NA REMOÇÃO DE TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO**

Cinthia Silva Almeida  
Antonia Vitória Grangeiro Diógenes  
Macilene Maria Monteiro Maia  
Daianni Ariane da Costa Ferreira  
Francisco Wilton Miranda da Silva  
Zilvam Melo dos Santos  
Manoel Reginaldo Fernandes  
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126101>

### **CAPÍTULO 2..... 9**

#### **AMMONIA NITROGEN REMOVAL FROM FISH PROCESSING WASTEWATER BY ADSORPTION USING ACTIVATED CARBON**

Davi Vieira Gomes  
Maria Alice Prado Cechinel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126102>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

#### **CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE IVERMECTINA EM CARVÃO ATIVADO FUNCIONALIZADO COM GRAFENO**

Eduardo Possebon  
Marcelo Fernandes Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126103>

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### **APLICAÇÃO DE SURFATANTES NÃO IÔNICOS NO CONTROLE DA TAXA DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATOS NA ACIDIFICAÇÃO DE MATRIZ**

Alcides de Oliveira Wanderley Neto  
Guilherme Mentges Arruda  
Dennys Correia da Silva  
Luiz Felipe da Hora  
Jefferson David Coutinho de Araújo  
Marcos Allyson Felipe Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126104>

### **CAPÍTULO 5..... 45**

#### **UM ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E REDUÇÃO DA PEGADA DE CARBONO EM PROCESSO DE BRASAGEM**

Caline Nunes de Carvalho  
Tereza Neuma de Castro Dantas  
Afonso Avelino Dantas Neto  
Herbert Senzano Lopes

Andréa Oliveira Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126105>

**CAPÍTULO 6..... 57**

**PROPOSTA DE MÉTODO ANALÍTICO PARA QUANTIFICAÇÃO DE BISFENOL A EM ÁGUAS SUPERFICIAIS**

Cristiano Gonçalves Alano  
Paula Roberta Perondi Furtado  
Marcia Luciane Lange Silveira  
Jamile Rosa Rampinelli  
Elisabeth Wisbeck  
Mariane Bonatti Chaves  
Sandra Aparecida Furlan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126106>

**CAPÍTULO 7..... 74**

**CONTAMINANTES DE INTERESSE EMERGENTE PRESENTES EM DIFERENTES MATRIZES AQUOSAS: O QUE VOCÊ NÃO VÊ, MAS AFETA E COMPROMETE A QUALIDADE DOS DIFERENTES ECOSSISTEMAS E A SAÚDE DE TODOS OS ORGANISMOS VIVOS**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126107>

**CAPÍTULO 8..... 87**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHA DE INHAME OBTIDA POR ATOMIZAÇÃO**

Edison Paulo de Ros Triboli  
Letícia Giuliani Yashiki

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126108>

**CAPÍTULO 9..... 93**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA E ÓLEO DE SOJA**

Rafael Melo dos Santos Costa  
Juan Medeiros Sousa  
Dyenny Ellen Lima Lhamas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126109>

**CAPÍTULO 10..... 101**

**PRODUÇÃO DO BIO-ÓLEO A PARTIR DA PIRÓLISE RÁPIDA DA BIOMASSA**

Janaína Santos Matos  
Leila Maria Aguilera Campos  
Maria Luiza Andrade da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261010>

**CAPÍTULO 11..... 114**

UMA REVISÃO SOBRE A OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE EFLUENTES DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA GERADOS NO BRASIL

Renata Carvalho Costa

Márcio Daniel Nicodemos Ramos

André Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261011>

**CAPÍTULO 12..... 126**

ANÁLISE DE RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA INJEÇÃO MISCÍVEIS DE CO<sub>2</sub> POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO CASO UNISIM-II-H

Ana Paula Pereira Santos

Paulo Couto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261012>

**CAPÍTULO 13..... 145**

INJEÇÃO DE POLÍMEROS ACIMA DA PRESSÃO DE FRATURA DA FORMAÇÃO COMO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO

Maria do Socorro Bezerra da Silva

Edney Rafael Viana Pinheiro Galvão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261013>

**CAPÍTULO 14..... 157**

PRÁTICAS DE GESTÃO OPERACIONAL NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO (E&P) DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO BRASIL, PARA ATENDER REQUISITOS DE NORMAS ABNT NBR ISO DE SGI E DE REGULAMENTOS TÉCNICOS DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP)

Raymundo Jorge de Sousa Mançú

Luís Borges Gouveia

Silvério dos Santos Brunhoso Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261014>

**CAPÍTULO 15..... 196**

MELHORIA DA DETERMINAÇÃO DE DENSIDADE APARENTE DE PÓS COM AUXÍLIO DE DISPOSITIVO FEITO COM GARRAFA DE REFRIGERANTE

Edison Paulo de Ros Triboli

Marina Piasentini Oliva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261015>

**CAPÍTULO 16..... 202**

ANÁLISES DA GEOMETRIA, DILUIÇÃO E QUALIDADE DE REVESTIMENTOS DE AÇO AISI 317L APLICADOS PELO PROCESSO GTAW COM ADIÇÃO DE ARAME FRIO

Rafael Barbosa Carneiro dos Santos

João Pedro Inácio Varela

Mathews Lima dos Santos

Marcos Mesquita da Silva

Renato Alexandre Costa de Santana

Raimundo Nonato Calazans Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261016>

**CAPÍTULO 17.....215**

**ESTUDO TEÓRICO: AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE COLUNAS CROMATOGRÁFICAS  
POR APLICAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS**

Afonso Poli Neto

Herbert Duchatsch Johansen

Marcelo Telascrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261017>

**CAPÍTULO 18.....229**

**BEBIDA FERMENTADA DE CAMOMILA COM COGUMELO *AGARICUS BRASILIENSIS***

Joseane Martins de Oliveira

Édipo Gulogurski Ribeiro

Meakaythacher Massayumi Takayanagui

Ana Carolina Dobrychtop

Camila Kaminski

Herta Stutz

Sueli Pércio Quináia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261018>

**SOBRE O ORGANIZADOR.....238**

**ÍNDICE REMISSIVO.....239**

## CONTAMINANTES DE INTERESSE EMERGENTE PRESENTES EM DIFERENTES MATRIZES AQUOSAS: O QUE VOCÊ NÃO VÊ, MAS AFETA E COMPROMETE A QUALIDADE DOS DIFERENTES ECOSISTEMAS E A SAÚDE DE TODOS OS ORGANISMOS VIVOS

*Data de aceite: 27/09/2021*

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química, Uberlândia – Minas Gerais – Brasil  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>  
<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

**Valdinei de Oliveira Santos**

Escola Estadual Dom Eliseu – Unai – Minas Gerais - Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5877647086852971>

**RESUMO:** O constante e contínuo desenvolvimento científico e tecnológico, sociedade, vem possibilitando a sociedade a ter melhor e maior expectativa de vida em um mundo que está em constante transformação. A ciência trabalha dentro de um paradigma que proporciona solucionar problemas das gerações anteriores, manterem o estilo de vida da atual e pensar em um ambiente ecologicamente seguro e equilibrado para as gerações vindouras. Entretanto, o padrão e estilo de vida da sociedade vigente colocam em risco as futuras gerações, visto que o crescimento da população de forma desorganizada associada a suas crenças, culturas e educação estão corrompendo a saúde do meio ambiente e de todos os seres que nelas habitam inclusive o homem. Neste sentido, os Contaminantes de Interesse Emergente estão presentes em quantidade e diversidade que já

confirmou seu poder de causar impactos a curto, médio e longo prazo aos diferentes ecossistemas e organismos que o habitam. Diante disso, este trabalho tem por objetivo apresentar um panorama atual, a nível mundial, da contaminação das diferentes matrizes aquosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecossistemas, matrizes aquosas, meio ambiente e organismos.

CONTAMINANTS OF EMERGING INTEREST PRESENT IN DIFFERENT AQUEOUS MATRICES: WHAT YOU DON'T SEE BUT AFFECTS AND COMPROMISES THE QUALITY OF DIFFERENT ECOSYSTEMS AND THE HEALTH OF ALL LIVING ORGANISMS

**ABSTRACT:** The constant and continuous scientific and technological development, society, has been enabling society to have better and longer life expectancy in a world that is constantly changing. Science works within a paradigm that allows for solving the problems of previous generations, maintaining the current lifestyle and thinking about an ecologically safe and balanced environment for future generations. However, the standard and lifestyle of the current society put future generations at risk, as the disorganized population growth associated with their beliefs, cultures and education are corrupting the health of the environment and all beings that inhabit them including the man. In this sense, the Emerging Interest Contaminants are present in an amount and diversity that has already confirmed their power to cause impacts in the short, medium and long term to the different ecosystems and organisms that inhabit them. Therefore, this work

aims to present a current panorama, worldwide, of the contamination of different aqueous matrices.

**KEYWORDS:** Ecosystems, water matrices, environment and organisms.

## 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 o abastecimento público (PANIAGUA, 2021a,b), conforme a Figura 1:

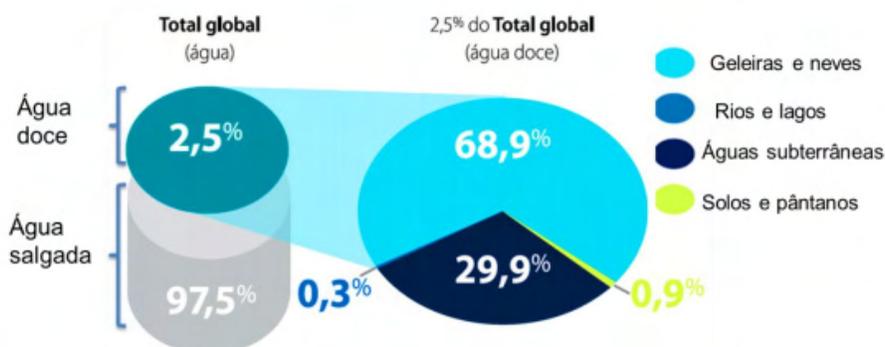


Figura 1: disponibilidade de água no mundo.

Fonte: Acervo dos autores (2021).

Diante deste cenário, questões relacionadas à qualidade das águas têm sido extensivamente discutidas, tendo em vista que se trata de um recurso imprescindível em atividades humanas, tais como: (i) abastecimento público e industrial; (ii) irrigação agrícola; (iii) produção de energia elétrica; (iv) atividades de lazer e recreação e (v) preservação da vida aquática (BOGER et al., 2021; STARLING; AMORIM; LEÃO, 2019). Em busca de uma maior expectativa de vida, o conhecimento científico proporcionou melhorias na qualidade de vida da população que vem aumentando sem nenhuma política pública de ordem mundial para o controle do tamanho da população. Conseqüentemente, o aumento e a variedade de compostos químicos são introduzidos para uso da sociedade em seus diferentes setores. Como resultado, aumenta-se a quantidade e diversidade de resíduos que são provenientes de diferentes fontes (residencial, comercial e industrial) que entram no ambiente e chegam aos compartimentos aquáticos (K'OREJE et al., 2020; VERAS et al., 2019), contaminando-

os e tornando-os inutilizáveis ou tratáveis a elevado custo sem a garantia de retorno aos biomas aquáticos originários. Assim, a contaminação dos recursos hídricos (Figura 2) é um caso que se agrava diariamente em função da falta de políticas públicas e de reformulações nas legislações vigentes que tratam dos padrões de potabilidade (CLIMENT et al., 2019; CVETNIC et al., 2019).



Figura 2: a) rio Cintarum –Indonésia; b) rio Jordão, Cisjordânia; c) rio Tietê, São Paulo-Brasil; d) rio Ganges – Índia.

Fonte: Acervo dos autores (2021).

Pelas imagens da Figura 2, observa-se que tais rios se encontram em locais onde a população vive a margem de uma pobreza extrema ou em localidades onde existem crenças absolutistas, sinalizando para um baixo ou a completa inexistência de grau de instrução e conseqüentemente menor percepção da realidade e dos riscos que estão a sua volta. Logo, os recursos hídricos não são vistos com a devida importância que se deveria ver, transformando-os impróprios para a sobrevivência da biota aquática e para fins potáveis (ÁLVAREZ-RUIZ; PICÓ, 2020; PIVETTA et al., 2020).

Neste cenário se encontram os Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) que passaram a ser identificados a partir de 1970, com a presença de resíduos de fármacos em ambientes aquáticos nos EUA, sendo determinado ácido clofibrico em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na faixa de 0,8 a 2,0  $\mu\text{g L}^{-1}$  (GARRISON; POPPE; ALLEN,

1976). Na mesma década foram encontrados hormônios (TABAK; BUNCH, 1970), ácido salicílico, metabólito dos antilipêmicos, clofibrato e etofibrato na ordem de  $\mu\text{g L}^{-1}$  (HIGNITE; AZARNOFF, 1977). Na década seguinte, a presença de fármacos em águas de rios do Reino Unido foi determinada na concentração de  $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$  (RICHARDSON; BOWRON, 1985). Outros estudos feitos no Canadá determinaram ibuprofeno e naproxeno em amostras de ETE (ROGERS et al., 1986).

No final da década de 90, com o advento de técnicas hífenadas como a cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS), viabilizando atingir limites de detecção em concentrações de  $\text{ng L}^{-1}$  a  $\mu\text{g L}^{-1}$ , têm permitido pesquisas de monitoramento de um maior número de compostos químicos, entre os quais: *i*) fármacos (BOGER et al., 2021; FERNANDES et al., 2020); *ii*) drogas ilícitas (LÓPEZ-GARCÍA et al., 2021; PEGO e tal., 2018); *iii*) pesticidas (ELFIKRIE et al., 2020); *iv*) hormônios (KASONGA et al., 2021; PICO et al., 2019); *v*) microplásticos (CASTRO et al., 2018; PICÓ et al., 2020); *vi*) produtos de higiene pessoal (MENG et al., 2021; PEMBERTHY et al., 2020); retardantes de chama (PIZZOCHERO et al., 2019); metais tóxicos (DALZOCHIO et al., 2017) entre outros. Logo, os CIEs são provenientes de atividades antrópicas com potencial ou real ameaça a saúde humana e/ou ambiente e que não possuem legislação que estabeleça tanto os padrões de potabilidade ou níveis de toxicidade seguro (K'OREJE et al., 2020; MONTAGNER et al., 2017; USGS, 2020). Neste contexto, os CIE chegam aos compartimentos aquáticos por diferentes vias, conforme apresentadas pelo esquema da Figura 3.

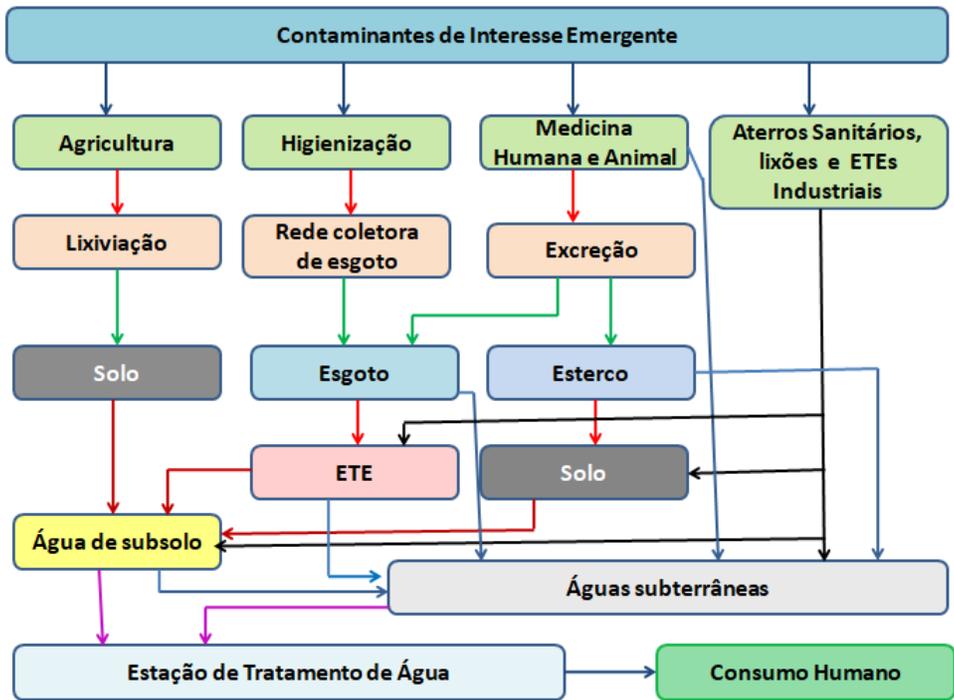


Figura 3: Possíveis rotas de entrada e distribuição dos CIE no ambiente.

Fonte: Os autores (2021).

Os processos convencionais de tratamento de água e esgoto foram projetados para reduzir a carga de poluentes orgânicos, nutrientes e micro-organismos patogênicos, não objetivando, especificadamente, a remoção de CIE presentes nos mesmos (K'OREJE et al., 2020; LÓPEZ-GÁRCIA et al., 2020). Neste contexto, milhares de trabalhos científicos foram publicados ao longo dos anos, identificando CIE em variedade e quantidade em todo o mundo, inclusive em locais praticamente inabitáveis, como a Antártida (GONZÁLEZ-ALONSO et al., 2017). Para fins didáticos, serão apresentados os principais estudos em forma de Tabelas e divididas por continentes.

Classe de CIE	Principais resultados	Cidade/País	Referência
Fármacos	Quantificação dos antibióticos: Azitromicina, Amoxicilina, Norfloxacina, Ciprofloxacina, Doxiciclina, Sulfametoxazola de 0.13 a 4.63 $\mu\text{g L}^{-1}$ em água de rio dentro do perímetro urbano.	Curitiba/Brasil	[BOGER et al., 2021]
Fármacos	Determinação de diclofenaco, triclosan e ibuprofeno na concentração de 0,10 a 1,54 3,53 $\mu\text{g L}^{-1}$ no golfo de Urabá na Colômbia.	Bogotá/Colômbia	[PEMBERTHY et al., 2020]
Pesticida	Detecção e quantificação de 22 pesticidas e 12 sub-produtos na bacia do rio Cachapoal.	Chile	[CLIMENT et al., 2019]
Pesticida	Quantificação de glifosato (de 0,09 a 0,31 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e ácido aminometilfosfonico (de 0,05 a 0,24 $\mu\text{g L}^{-1}$ ). no rio Guaporé.	Maru/Brasil	[FERNANDES-RÚBIO et al., 2019]
Fármacos	Quantificação dos anti-inflamatórios diclofenaco e paracetamol durante seis meses em dois pontos do rio Beberibe: área preservada e área com intensa urbanização. Sendo quantificado 42,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ na área preservada e 193,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ em área de intensa urbanizada.	Recife/Brasil	[VERAS et al., 2019]
Fármacos	Determinação de vinte fármacos em águas residuárias, chegando a 50,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ de acetaminofeno, azitromicina, ciprofloxacina, norfloxacina (bióticos); losartana e vasartana (anti-hipertensivos) a 1,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ .	Bogotá/Colômbia	[BOTERO-COY et al., 2018]
Pesticidas	Foram detectados 32 pesticidas diferentes, sendo que os que foram encontrados com maior frequência foram: metalocloro, tebuconazola e fipronil (0,09 – 10,5 $\mu\text{g L}^{-1}$ ), bifenil (0,02- 0,07 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas de superfície.	Geórgia/Estados Unidos	[GLINSKI et al., 2018]
Pesticidas	Determinação dos pesticidas organoclorados: Endosulfan e lindano de 0,00012 a 0,027 $\mu\text{g L}^{-1}$ em águas de superfície do rio Nuble.	Chile	[MONTORY et al., 2017]
Drogas de abuso	Quantificação de cocaína (COC) e do seu principal metabolito benzoilegonina (BE) em dezesseis rios do estado de São Paulo, sendo de 0,006 a 0,022 $\mu\text{g L}^{-1}$ (COC) e de 0,01 a 0,65 $\mu\text{g L}^{-1}$ (BE).	Estado de São Paulo/Brasil	[CAMPESTRINI; JARDIM, 2017]

Tabela 1: Diversidade de CIE encontrado em países do continente Americano.

Fonte: OS autores (2021).

<b>Classe de CIE</b>	<b>Principais resultados observados</b>	<b>Cidade/País</b>	<b>Referência</b>
Fármacos	Determinação e quantificação de fármacos antiretrovirais e antimalárico ( $>100 \mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas de superfície, água residuárias, água de lençóis freáticos e águas para fins potáveis em regiões da África.	África	[K <sup>o</sup> OREJE et al.,2020]
Fármacos	Determinação de Ciprofloxacina ( $332.154 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), seguido de ofloxacina, ampicilina, levofloxacina, sulfametoxazole em canais de águas residuárias.	Rawalpindi Islamabad, Paquistão	[ZAFAR et al., 2020]
Fármacos	Detecção de fármacos da classe de: anti-inflamatórios, antibióticos, não-esteroides, $\beta$ -bloqueadores, regulador lipídico e antiepiléptico em águas marinhas.	África do Sul	[MADIKIZELA et al., 2020]
Pesticidas, Fármacos e Produtos de Higiene Pessoal	Determinação e quantificação de: diazinona ( $1,02 \mu\text{g L}^{-1}$ ), cafeína ( $0,021 \mu\text{g L}^{-1}$ ), diclofenaco ( $1,39 \mu\text{g L}^{-1}$ ), paracetamol ( $3,07 \mu\text{g L}^{-1}$ )	Arábia Saudita	[PICÓ et al., 2020]
Fármacos	Detecção e quantificação dos anti-inflamatórios ibuprofeno e paracetamol ( $1000 \mu\text{g L}^{-1}$ ); antibióticos (sulfadoxina e sulfametoxazole) e antiretrovirais (lamivudina e nevirapina) em concentração de $100 \mu\text{g L}^{-1}$ em efluente tratado que deságua no rio Ngong.	Nairobi/Quênia	[K <sup>o</sup> OREJE et al.,2018]

Tabela 2: Diversidade de CIE encontrado em países do continente Africano.

Fonte: Os autores (2021).

<b>Classe de CIE</b>	<b>Principais resultados observados</b>	<b>Cidade/País</b>	<b>Referência</b>
Pesticidas, Fármacos, Retardantes de Chama e outros	Foram detectados: 15 pesticidas, 35 fármacos, dois retardantes de chamas, dois inibidores de corrosão, três metabólitos entre outros em duas áreas urbanas industrializadas na região de Gumi e Daegu, presentes nas ETA e ETE destas regiões.	Gumi e Daegu/ República da Korea	[CHOI et al., 2021]
Pesticida	Determinação de 32 pesticidas nos rios Nadun e Wanquan na cidade de Hainan. Sendo: carbendazima ( $257,2 \mu\text{g L}^{-1}$ ), imidacloprida ( $139,4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e nove outros pesticidas legalizados ( de $0,02$ a $675,4 \mu\text{g L}^{-1}$ ).	Hainan/China	[TAN et al., 2020]
Pesticida e fármacos	Determinação e quantificação de 35 pesticidas, 17 fármacos e 10 produtos de desinfecção em água potável na cidade de Shangai. Os pesticidas foram encontrados na ordem de $2.58$ – $3.66 \mu\text{g L}^{-1}$ e os antibióticos entre $0,00086$ – $0,048 \mu\text{g L}^{-1}$ .	Shangai/ China	[SUN et al., 2020]
Fármacos	Detecção e quantificação dos antibióticos: eritromicina (de $0,0021$ - $0,030 \mu\text{g L}^{-1}$ ), ofloxacina (de $0,29$ – a $8,4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) no rio Yangtzé.	Jiangsu/ China	[ZHANG et al., 2020]
Drogas ilícitas e fármacos	Detecção e quantificação de quetamina ( $1,1 \mu\text{g L}^{-1}$ );marmesina, oxolamina e ansimar ( $1,2 \mu\text{g L}^{-1}$ );	Haikou/China	[HUANG et al., 2020]
Pesticidas	Detecção e quantificação de: propiconazola ( $4,49 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e pimetrozina ( $0,0013 \mu\text{g L}^{-1}$ ) na bacia do rio Tengli.	Selangor/ Malasia	[ELFIKRIE et al., 2020]

Fármacos e Pesticidas	Determinação de 13 antibióticos e 15 pesticidas, sendo que 13 destes compostos foram quantificados na concentração de 0,065 $\mu\text{g L}^{-1}$ .	Península de Liaodong/ China	[XIE et al., 2019]
Pesticidas	Determinação e quantificação de 31 pesticidas nas águas do rio Hooghly na concentração de 3,01 $\mu\text{g L}^{-1}$ , excedendo os limites estabelecidos pela Comissão Européia (0,50 $\mu\text{g L}^{-1}$ ).	West Bengal/ Índia	[MONDAL et al., 2018]

Tabela 3: Diversidade de CIE encontrado em países do continente Asiático.

Fonte: Os autores (2021).

Classe de CIE	Principais resultados observados	Cidade/ País	Referência
Drogas de abuso e seus metabólitos	Foram detectadas 20 drogas de abuso e metabólitos em quatro rios da bacia da Espanha, entre os quais: cocaína, metadona, cannabiol, tetrahidrocannabiol entre outros.	Barcelona/ Espanha	[LÓPEZ-GÁRCIA et al., 2021]
Fármacos	Determinação e quantificação de gemfibrozil (0,013 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e cafeína (0,012 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas residuárias utilizadas para a irrigação na agricultura.	Barcelona/ Espanha	[MONTEMURRO et al., 2021]
Fármacos e outros	Detecção de fármacos, pesticidas, produtos de higiene pessoal entre outros. Foram monitorados e detectados em sete estações de tratamento de água em diferentes municípios da Ucrânia.	Kiev/ Ucrânia	[HO et al., 2020]
Fármacos	Detecção e quantificação dos antibióticos claritromicina (0,60 $\mu\text{g L}^{-1}$ ), sulfametoxazole (0,40 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e trimetoprima (0,39 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) no período de agosto/2018 a junho/2019 em água potável, águas superficiais e efluente de estação de tratamento de esgoto.	Alemanha	[VOIGT et al., 2020]
Fármacos	Detecção de carbamazepina, sulfapiridina, sulfametoxazole, ketoprofeno e diclofenaco e quantificação de cafeína (1,53 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas de lençóis freáticos.	Sopot/ Polônia	[SZYMCZYCHA et al., 2020]
Fármacos e outros	Detecção de 15 substâncias entre as quais: pesticidas, fármacos, produtos de higiene pessoal, drogas entre outros na faixa de ng - $\mu\text{g L}^{-1}$ em águas residuárias do município.	Torino/Itália	[SPINA et al., 2020]
Fármacos	Monitoramento de maio/2017 a março/2019 com coletas em efluente de três ETAr, sendo detectado com grande frequência: azitromicina, imidacloprida, claritromicina, diclofenaco e eritromicina.	Basque/ Espanha	[SOLAUN et al., 2020]
Fármacos	Detecção dos antibióticos: claritromicina, moxifloxacina, ofloxacina, azitromicina, ciprofloxacina e trimetropima no rio Leça. Detecção de fármacos psiquiátricos: carbamazepina, citalopram, fluoxetina, sertralina, trazodona e venlafaxina no rio Leça e Doço. Sendo quantificado azitromicina (0,0029 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas do rio Leça e 0,043 $\mu\text{g g}^{-1}$ em seus sedimentos.	Porto/ Portugal	[FERNANDES et al., 2020]
Fármacos	Determinação e quantificação de venlafaxina (0,29 $\mu\text{g L}^{-1}$ ), benzoilecgonina (0,14 $\mu\text{g L}^{-1}$ ), lorazepam (0,096 $\mu\text{g L}^{-1}$ ), citalopram (0,093 $\mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas na costa ao Norte da Espanha.	Espanha	[FERNÁNDEZ-RÚBIO et al., 2019]

Fármacos e pesticidas	Detecção e quantificação do pesticida isoproturona ( $0,092 \mu\text{g L}^{-1}$ ), atrzina ( $0,042 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e simazina ( $0,026 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e vários fármacos ( $0,40 \mu\text{g L}^{-1}$ ) nos rios Ave, Leça, Antuã, e Cértima.	Porto/ Portugal	[BARBOSA et al., 2018]
	Determinação e quantificação de N- Formil – 4 – aminoantipirina (4FAA) de $0,00003$ para $0,058 \mu\text{g L}^{-1}$ . Determinação de N- Acetil-4- aminoantipirina (4AAA), hidroclorotiazida, mepivacaina, venlafaxina em águas residuárias para reuso na agricultura.	Almeria/ Espanha	[MARTÍNEZ-PIERNAS et al., 2018]
Fármacos	Determinação e quantificação de oxitetraciclina, florfenicol e flumequina em amostras de água marinha, sendo quantificado de $0,1$ a $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ .	Madrid/ Espanha	[GONZÁLEZ-GAYA et al., 2018]
Fármacos e outros	Detecção e quantificação de ibuprofeno ( $1,75 \mu\text{g L}^{-1}$ ), duas fragrâncias sintéticas ( $6,54$ e $2,75 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e surfactantes sintéticos ( $37,4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas da bacia do rio Guadalete.	Espanha	[CORADA-FERNÁNDEZ et al., 2017]
Pesticidas	Foram avaliados 56 pesticidas, dos quais 42 foram detectados e quantificados em águas de superfície entre 2010 e 2011 no rio Mondego.	Porto/ Portugal	[CRUZEIRO et al., 2016]
Pesticidas	Determinação e quantificação de bifenilas policloradas ( $0,00054$ até $0,075 \mu\text{g L}^{-1}$ ), pesticidas organoclorados ( $0,66$ até $10,02 \mu\text{g L}^{-1}$ ) no rio Tiber.	Napoli/Itália	[MONTUORI et al., 2016]

Tabela 4: Diversidade de CIE encontrado em países do continente Europeu.

Fonte: Os autores (2021).

## 21 CONCLUSÕES

Os CIEs já se encontram nas mais diversas regiões do mundo e em diferentes matrizes aquosas, o que confirma a enorme mobilidade dos CIEs por meio dos recursos hídricos. Diante disso, se faz necessário a organização de uma agenda ambiental voltada exclusivamente para discutir políticas públicas em âmbito nacional e internacional, no qual tenha como prioridade o estabelecimento de Valores Máximos Permitidos a serem detectados nas diferentes matrizes aquosas. Além disso, se faz necessário a instauração de protocolos que proíbam a comercialização e aplicação de diversos princípios ativos que já foram ou estão em fase de proibição em alguns continentes.

## 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.

BARBOSA, M. O. et al. Spatial and seasonal occurrence of micropollutants in four Portuguese Rivers and a case study for fluorescence excitation-emission matrices. **Science of the Total Environment**, v. 644, p.1128-1140, 2018.

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.

BOTERO-COY, A. M. et al. An investigation into the occurrence and removal of pharmaceuticals in Colombian wastewater. **Science Total Environmental**, v. 642, p. 842-853, 2018.

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.

CASTRO, R. O.; SILVA, M. L.; A. F. V. Review on microplastic studies in Brazilian aquatic ecosystems. **Ocean and Coastal Management**, v. 165, p. 385-400, 2018.

CHOI, Y. et al. Identification, quantification, and prioritization of new emerging pollutants in domestic and industrial effluents, Korea: Application of LC-HRMS based suspect and non-target screening. **Journal of Hazardous Materials**, v. 402, p.123706, 2021.

CLIMENT, M. J. et al. Residues of pesticides and some metabolites in dissolved and particulate phase in surface stream water of Cachapoal River basin central Chile. **Environmental Pollution**, v. 251, p. 90-101, 2019.

CORADA-FERNÁNDEZ, C. et al. Effects of extreme rainfall events on the distribution of selected emerging contaminants in surface and groundwater: The Guadalete River basin (SW, Spain). **Science of the Total Environment**, v.605-606, p. 770-783, 2017.

CRUZEIRO, C. et al. Environmental assessment of pesticides in the Mondego River Estuary (Portugal). **Marine Pollution Bulletin**, v. 103, p. 240-246, 2016.

CVETNIC, M. et al. Key structural features promoting radical driven degradation of emerging contaminants in water. **Environment International**, v. 124, p. 38-48, 2019.

DALZOCHIO, T. et al. Water quality parameters, biomarkers and metal bioaccumulation in native fish captured in the Ilha River, southern Brazil. **Chemosphere**, v. 189, p. 609-618, 2017.

ELFIKRIE, N. et al. Occurrence of pesticides in surface water, pesticides removal efficiency in drinking water treatment plant and potential health risk to consumers in Tenggi River Basin, Malaysia. **Science of the Total Environment**, v. 712, p. 136540, 2020.

FERNANDES, M. J. et al. Antibiotics and antidepressants occurrence in surface Waters and sediments collected in the north of Portugal. **Chemosphere**, v. 239,p.124729, 2020.

FERNÁNDEZ-RUBIO, J. et al. Psychoactive pharmaceuticals and illicit drugs in coastal waters of North-Western Spain: Environmental exposure and risk assessment. **Chemosphere**, v. 224, p. 379-389, 2019.

GARRISON, A. W.; POPE, J. D.; ALLEN, F. R. Analysis of organic compounds in domestic wastewater. In: KEITH, C. H. (Ed.). Identification and analysis of organic pollutants in water. Michigan: **Ann Arbor Science**, p. 517-566, 1976.

GLINSKI, D. A. et al. Analysis of pesticides in surface water, stemflow, and throughfall in na agricultural area in South Georgia, USA. **Chemosphere**, v. 209, p. 496-507, 2018.

- GONZÁLEZ-ALONSO, S. et al. Occurrence of pharmaceutical, recreational and psychotropic drug residues in surface water on the northern Antarctic Peninsula region. **Environmental Pollution**, v. 229, p. 241-254, 2017.
- GONZÁLEZ-GAYA, B. et al. An optimized sample treatment method for the determination of antibiotics in seawater, marine sediments and biological samples using LC-TOF/MS. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 994-1004, 2018.
- HIGNITE, C.; AZARNOFF, D. L. Drugs and drug metabolites as environmental contaminants: chlorophenoxyisobutyrate and salicylic acid in sewage water effluent. **Life Sciences**, v. 20, p. 337-341, 1977.
- HO, K. T. et al. Contaminants, mutagenicity and toxicity in the surface Waters of Kyiv, Ukraine. **Marine Pollution Bulletin**, v. 155, p. 111153, 2020.
- HUANG, Y. H. et al. Emerging contaminants in municipal wastewaters and their relevance for the surface water contamination in the tropical coastal city Haikou, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 235, p. 106611, 2020.
- KASONGA, T. K. et al. Endocrine-disruptive chemicals as contaminants of emerging concern in wastewater and surface water: A review. **Journal of Environmental Management**, v.277, p. 111485, 2021.
- K'OREJE, K. O. et al. Occurrence, fate and removal of pharmaceuticals, personal care products and pesticides in wastewater stabilization ponds receiving Rivers in the Nzoia Basin, Kenya. **Science of the Total Environment**, v. 637-638, p. 336-348, 2018.
- K'OREJE, K. O. et al. Occurrence and treatment of contaminants of emerging concern in the African aquatic environment: Literature review and a look ahead. **Journal of Environmental Management**, v.254, p. 109752, 2020.
- LÓPEZ-GARCÍA, E. et al. Drugs of abuse and their metabolites in river sediments: Analysis, occurrence in four Spanish river basins and environmental risk assessment. **Journal of Hazardous Materials**, v. 401, p. 123312, 2021.
- MADIKIZELA, L. M. et al. Pharmaceuticals and their metabolites in the marine environment: sources, analytical methods and occurrence. **Trends in Environmental Analytical Chemistry**, v. 28, p. e00104, 2020.
- MARTÍNEZ-PIERNAS, A. B. et al. Validation and application of a multiresidue method based on liquid chromatography-tandem mass spectrometry for evaluating the plant uptake of 74 microcontaminants in crops irrigated with treated municipal wastewater. **Journal of Chromatography A**, v. 1534, p. 10-21, 2018.
- MENG, Y. et al. A review on analytical methods for pharmaceutical and personal care products and their transformation products. **Journal of Environmental Science**, v. 101, p. 260-281, 2021.
- MONDAL, R. et al. GC-MS/MS determination and ecological risk assessment of pesticides in aquatic system: A case study in Hooghly River basin in West Bengal India. **Chemosphere**, v. 206, p. 217-230, 2018.

MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: Cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017.

MONTEMURRO, N.; JOEDICKE, J.; PÉREZ, S. Development and application of a QuEChERS method with liquid chromatography-quadrupole time of flight-mass spectrometry for the determination of 50 wastewater-borne pollutants in earthworms exposed through treated wastewater. **Chemosphere**, v. 263, p. 128222, 2021.

MONTORY, M. et al. First report on organochlorine pesticides in water in a highly productive agro-industrial basin of the Central Valley, Chile. **Chemosphere**, v.174, p. 148-156, 2017.

MONTUORI, P. et al. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in Tiber River and Estuary: Occurrence, distribution and ecological risk. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1001-1016, 2016.

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

PEMBERTHY, D. M. et al. Monitoring pharmaceuticals and personal care products in water and fish from the Gulf of Urabá, Colombia. **Heliyon**, v. 6, e.04215, 2020.

PICÓ, Y. et al. Pharmaceuticals, pesticides, personal care products and microplastics contamination assessment of Al-Hassa irrigation network (Saudi Arabia) and its shallow lakes. **Science of the Total Environment**, v.701, p. 135021, 2020.

PICO, Y. et al. Contaminants of emerging concern in freshwater fish from four Spanish Rivers. **Science of the Total Environment**, v. 659, p. 1186-1198, 2019.

PIVETTA, R. C. et al. Tracking the occurrence of psychotropic pharmaceuticals in Brazilian wastewater treatment plants and surface water, with assessment of environmental risks. **Science of the Total Environment**, v.727, p.138661, 2020.

PIZZOCHERO, A. C. et al. Occurrence of legacy and emerging organic pollutants in whitemouth croakers from Southeastern Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 682, p. 719-728, 2019.

ROGERS, I. H.; BIRTWELL, I. K.; KRZYNYSKI, G. M. Organic extractables in municipal wastewater of Vancouver, British Columbia. **Canadian Journal Water Pollution Research**, v. 21, p. 187-204, 1986.

SOLAUN, O. et al. Contaminantes of Emerging Concern in the Basque coast (N Spain): occurrence and risk assessment for a better monitoring and management decisions. **Science of the Total Environmental**, v. XX, P. XX- XX, 2020.

SPINA, F. et al. Ecofriendly laccases treatment to challenge micropollutants issue in municipal wastewaters. **Environmental Pollution**, v. 257, p. 113579, 2020.

STARLING, M. C. V. M.; AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D. Occurrence, control and fate of contaminants of emerging concern in environmental compartments in Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 372, p. 17-36, 2019.

SUN, S. et al. Characteristics of organic pollutants in source water and purification evaluations in drinking water treatment plants. **Science of the Total Environment**, v. 733, p. 139277, 2020.

SZYMCZYCHA, B. et al. Submarine groundwater discharge as a source of pharmaceutical and caffeine residues in coastal ecosystem: Bay of Puck, southern Baltic Sea case study. **Science of the Total Environment**, v. 713, p. 136522, 2020.

TABAK, H. H.; BUNH, R. L. Steroid hormones as water pollutants. I. Metabolismo of natural and synthetic ovulation-inhibiting hormones by microorganisms of activated sludge and primary settled sewage. **Developments in Industrial Microbiology**, v. 11, p. 367-376, 1970.

TAN, H. et al. Pesticide residues in agricultural topsoil from the Hainan tropical riverside basin: Determination, distribution, and relationships with planting patterns and surface water. **Science of the Total Environment**, v. 722, p.137856, 2020.

United States Geological Survey (USGS), 2020 disponível em: <http://toxics.usgs.gov/regional/emc/index.html> Acesso em 17/12/2020.

VERAS, T. B. et al. Analysis of the presence of anti-inflammatories drugs in surface water: A case study in Beberibe river – PE, Brazil. **Chemosphere**, v.222, p. 961-969, 2019.

VOIGT, A. M. et al. The investigation of antibiotics residues, antibiotic resistance genes and antibiotic-resistant organisms in a drinking water reservoir system in Germany. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v.224, p. 113449, 2020.

XIE, H. et al. Occurrence, distribution and ecological risks of antibiotics and pesticides in coastal Waters around Liaodong Peninsula, China. **Science of the Total Environment**, v. 656, p. 946-951, 2019.

ZAFAR, R. et al. Occurrence and quantification of prevalent antibiotics in wastewater samples from Rawalpindi and Islamabad, Pakistan. **Science of the Total Environment**, 2020.

ZHANG, G. et al. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistance genes and their correlations in lower Yangtze River, China. **Environmental Pollution**, v.257, p. 113365, 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 30, 31, 32, 72

Adsorvente 3, 4, 5, 6, 8, 20, 21, 61, 63, 64

Afluentes 19

Agência Nacional do Petróleo - ANP 157, 159, 160, 193

Águas subterrâneas 75

Águas superficiais 19, 57, 69, 70, 71, 81

Análise cromatográfica 216

Antibióticos 18, 80, 81

Atomização 87, 88, 89, 90, 91, 197, 201

### B

Bioadsorvente 238

Biochemical Oxygen Demand (BOD) 9, 10

Biocombustíveis 8, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 105, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 161, 193

Biodiesel 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

### C

Carvão ativado 3, 10, 18, 21, 32, 72

Cascas de maracujá 1, 2, 3, 4, 6, 7

Catalisador 93, 94, 95, 98, 108, 109, 118

Chemical Oxygen Demand (COD) 9, 10

Cinética 18, 20, 21, 24, 26, 28, 41, 106

Colunas cromatográficas 215, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226

Combustíveis fósseis 94, 102

Compressibilidade 196, 197

Corpos hídricos 19, 57, 59, 60, 70

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) 33, 77, 216, 227, 228

### D

Densidade 88, 89, 92, 93, 96, 97, 98, 108, 119, 121, 127, 128, 149, 196, 197, 198, 199, 200

Densidade aerada 89, 196, 197, 200

Densidade aparente 92, 196, 198

## E

Efeito estufa 45, 46, 49, 94, 102

Efluentes 3, 5, 19, 31, 59, 60, 114, 116, 120, 123, 124, 182, 238

Efluentes domésticos 19

Efluentes industriais 59

Espalhamento de Luz Dinâmico (DLS) 217

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 76, 81, 119, 124, 238

## F

Fármacos 19, 32, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 218, 227

Fraturas induzidas 150

Fraturas naturais 148

Funil 4, 22, 196, 197, 198, 199, 200

## G

Garrafa PET 197

Grafeno 18, 21, 31, 218, 227

## H

Hidrofobizada 1, 6, 8

Hormônios 18, 60, 77

## I

Impacto ambiental 54, 55

Índices de fluidez de *Hausner* e de *Carr* 87

Inhame 87, 88, 89, 90, 91

Injeção de polímeros 145, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155

Ivermectina 18, 19, 21, 31, 32

## M

Materiais particulados 196

Matéria-prima 88, 95, 114, 115, 116, 117, 196

Matrizes aquosas 74, 82

Mesh 1, 2, 4, 6, 10, 36

Microplásticos 77

## **N**

Nanopartículas 215, 217, 218, 219, 220, 226, 227, 228

## **O**

Óleo de fritura 93, 94, 95, 97, 98, 99

Óleo de soja 93, 94, 95, 97, 98, 99

Óleo diesel 1, 4

Organic matter 9, 15, 16

## **P**

Pesticidas 18, 77, 79, 80, 81, 82

Petróleo 1, 2, 5, 8, 34, 35, 36, 37, 94, 96, 99, 102, 103, 104, 126, 127, 128, 129, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 203, 204, 212, 213, 215

Polímero 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 216

Processos convencionais de tratamento de água e esgoto 18, 78

## **R**

Reaproveitamento 123

Recuperação Avançada de Petróleo (EOR) 126, 128, 145, 146, 147

Recursos hídricos 59, 61, 76, 82, 123

Renovável 93, 94, 95, 102, 104, 105

Reservatórios Não-Convencionais (RNC) 147

Resíduos agroindustriais 3, 5, 7, 122

## **S**

Separação granulométrica 1, 4

Sílica 215, 216, 217, 218, 219, 220, 226, 227, 228

Solução polimérica 147, 149, 150, 151, 154

Surfactantes 18, 34, 82

Sustentável 49, 94, 101, 193, 200, 236

## **T**

Transesterificação etílica 93, 98, 99

Turbidez 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

## **U**

Umidade 60, 88, 89, 90, 103, 107, 108, 109, 232

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA QUÍMICA 2



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



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



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA QUÍMICA 2



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



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



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)