

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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



Collection: applied environmental and sanitary engineering 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied environmental and sanitary engineering 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-988-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.889220305>

1. Environmental and sanitary engineering. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

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



Atena
Editora
Ano 2022

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.



PRESENTATION

The e-book: “Collection: Applied Environmental and Sanitary Engineering 2” consists of fifteen chapters that present works that aimed to contribute both to improving the quality and health of the environment and man, as well as to the development of technologies to reduce costs and improve the quality of basic sanitation, remedying and reducing the environmental impacts resulting from human activities.

Waste management in Brazil is “invisible” in the eyes of government plans at the municipal level, which is why precarious sanitation conditions prevail in most municipalities. In view of this, the scientific community has been reiterating through numerous studies, the need to implement systems for the collection and final disposal of waste in an environmentally more correct way.

The basic sanitation system in Brazil has been restructuring itself due to security and information technology that helps to monitor and automate water and sewage treatment systems, the final disposal of waste, the loss of water resources due to failures or ruptures of pipe among others. Added to this, the numerous software that are developed to improve operating systems that can present information in real time and operation in continuous flow, helping operators.

Finally, the study and development of new treatment technologies from agro-industry residues or from new technologies that aim to implement and improve the efficiency of existing conventional processes,

In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging researchers from Brazil and other countries to publish their work with a guarantee of quality and excellence in the form of books and book chapters that are available on the Editora’s website and elsewhere. digital platforms with free access.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

563 – COMO A GESTÃO DE RESÍDUOS É TRATADA NOS PLANOS DE GOVERNO DOS(AS) CANDIDATOS(AS) À PREFEITOS(AS)

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique Ferreira Ribeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203051>

CAPÍTULO 2..... 8

ESTUDO COMPORTAMENTAL DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique F. Ribeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203052>

CAPÍTULO 3..... 24

QUANTIFICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM ÁREAS DE TRANSBORDO E TRIAGEM

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique F. Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203053>


CAPÍTULO 4..... 33

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ALIMENTARES DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Deysiane Antunes Barroso Damasceno

Marcos Oliveira Dantas

Mônica de Abreu Azevedo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203054>

CAPÍTULO 5..... 44

II-1785 - SETORIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO I – DETERMINAÇÃO DAS CARGAS ORGÂNICAS

Moema Felske Leuck

Carlos André Bulhões Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203055>

CAPÍTULO 6..... 65

MANAGEMENT OF FLUORESCENT LAMPS: A CASE STUDY IN THE METROPOLITAN REGION OF RECIFE, PERNAMBUCO, BRAZIL

Eduardo Antonio Maia Lins


Marília Gabriela Jonas de Santana

Andréa Cristina Baltar Barros

Adriane Mendes Vieira Mota

Maria Clara Pestana Calsa

Adriana da Silva Baltar Maia Lins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203056>

CAPÍTULO 7..... 75


ONLINE MONITORING OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM

Eduardo Antonio Maia Lins

Roger Ramos Azevedo

Fuad Carlos Zarzar Júnior

Joaquim Teodoro Romão de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203057>


CAPÍTULO 8..... 83

IMPLEMENTATION OF IMPROVEMENT ACTIONS IN THE SOLID WASTE MANAGEMENT PROCESS IN SMALL AND MEDIUM CITIES: CASE STUDY OF THE MUNICIPALITY OF PATROCÍNIO LOCATED IN THE STATE OF MINAS GERAIS – BRAZIL

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Bruno Elias dos Santos Costa

Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203058>

CAPÍTULO 9..... 95


A IMPORTÂNCIA DE INVESTIMENTOS EM SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO PARA AS OPERADORAS DE SERVIÇO DE SANEAMENTO: UM OLHAR SOB OS INCIDENTES DIVULGADOS

Carlos Henrique Jorge

Dalton Issao Ito

Mariana Espindola de Souza

André Gambier Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203059>

CAPÍTULO 10..... 111


AQUACAD-PLUGIN: SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS NO AUTOCAD

Luis Henrique Magalhães Costa

Arthur Brito Gomes

Letícia de Vasconcelos Rodrigues

David Ermerson Farias Eugênio


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030510>





CAPÍTULO 11 122

AQUACAD: CONVERSÃO ONLINE ENTRE ARQUIVOS DOS PROGRAMAS DA PLATAFORMA CAD, GIS E DOS SIMULADORES EPANET E SWMM

Luis Henrique Magalhães Costa

Guilherme Marques Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030511>

CAPÍTULO 12.....	131
APLICAÇÃO DO TANK MODEL NA MODELAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS EM GOIÁS	
Tales Dias Aguiar Débora Pereira da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030512	
CAPÍTULO 13.....	142
UTILIZAÇÃO DE BAMBU “DENDROCALAMUS LATIFLORUS” COMO CAMADA SUPORTE EM FILTRO ANAERÓBIO PARA REMOÇÃO DE DBO E DQO EM TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIO	
Fagner Moreira de Oliveira Adão Genilson Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030513	
CAPÍTULO 14.....	149
DEGRADAÇÃO DE ANTIDEPRESSIVOS RESIDUAIS E CAFEÍNA EM ÁGUA, ESGOTO DOMÉSTICO E LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO EMPREGANDO FOTÓLISE DIRETA	
Ismael Laurindo Costa Junior Adelmo Lowe Plestch Yohandra Reyes Torres	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030514	
CAPÍTULO 15.....	167
AVALIAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS DE CONTAMINAÇÕES CAUSADAS POR BIFENILAS POLICLORADAS: UMA REVISÃO	
Rhayane Andrade Junior Rosana Gonçalves Barros Viníciu Fagundes Barbara	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030515	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	178
ÍNDICE REMISSIVO.....	179

AVALIAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS DE CONTAMINAÇÕES CAUSADAS POR BIFENILAS POLICLORADAS: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 25/02/2022

Rhayane Andrade Junior

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/3127596555756938>

Rosana Gonçalves Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás
Goiânia – Goiás
<http://orcid.org/0000-0003-4007-3450>

Viníciu Fagundes Barbara

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás
Goiânia – Goiás
<http://orcid.org/0000-0001-9243-5543>

RESUMO: Pertencente ao grupo de poluentes orgânicos persistentes (POPs), as Bifenilas Policloradas (PCBs), conhecidas no Brasil pelo nome comercial Ascarel, estão com a produção e o comércio proibidos a nível global, dado seu potencial de contaminação ambiental. Embora a Ecotoxicologia seja uma área do conhecimento capaz de auxiliar na obtenção de repostas científicas mais precisas sobre os impactos sistêmicos dos PCBs no meio natural, estudos com esse enfoque ainda são escassos. O presente trabalho objetivou rever a literatura de forma sistemática visando identificar os estudos científicos publicados internacionalmente que

envolveram avaliações ecotoxicológicas de compartimentos ambientais contaminados por PCBs. Para tanto, foi utilizada a base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os oito artigos selecionados demonstraram que a integralidade das pesquisas foi desenvolvida na Eurásia, mediante a realização de bioensaios agudos e crônicos. A maioria dos testes ecotoxicológicos contemplaram a análise de solos e sedimentos e foi realizada com apenas uma espécie de organismo-teste, sendo que somente dois autores utilizaram análises multiespécies. Também restou evidenciado que estudos com essa abordagem ainda são escassos e recentes em todo o mundo, embora o interesse pelo tema tenha aumentado nos últimos anos.

PALAVRAS-CHAVE: Ascarel, bioensaios, transformadores de energia, toxicidade, poluentes orgânicos persistentes.

ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENTS OF CONTAMINATIONS CAUSED BY POLYCHLORINATED BIPHENYLS: A REVIEW

ABSTRACT: Belonging to the group of persistent organic pollutants (POPs), Polychlorinated Biphenyls (PBs), known in Brazil by the trade name Ascarel, are with production and trade banned globally, given their potential for environmental contamination. Although Ecotoxicology is an area of knowledge capable of assisting in obtaining more precise scientific responses on the systemic impacts of PBs in the natural environment, studies with this focus are still scarce. The present work aimed to review the

literature in a systematic way aiming to identify the scientific studies published internationally that involved ecotoxicological assessments of environmental compartments contaminated by PBs. For this purpose, the database of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). The eight articles selected showed that the entire research was developed in Eurasia through the development of acute and chronic bioassays. Most of the ecotoxicological tests contemplated the analysis of soils and sediments and were performed with only one species of test organism, where only two authors used multi-species analysis. It also remained evident that studies with this approach are still scarce and recent around the world, although interest in the subject has increased in recent years.

KEYWORDS: Askarel, bioassays, energy transformers, toxicity, persistent organic pollutants.

1 | INTRODUÇÃO

O setor elétrico nacional vem alcançando sucessivas revisões e mudanças visando melhorias no atendimento às necessidades da sociedade (MERCEDES, RICO e POZZO, 2015), se dividindo em três etapas: geração (DOROCHE e ANSCHAU, 2015), transmissão (TOZEI, VIEIRA e MATTOS, 2014) e distribuição (DANIEL NETTO e HENKES, 2015). Especificamente, uma das principais fases do processo de distribuição é dada por transformadores de potência e capacitores nas subestações, componentes essenciais utilizados na redução ou elevação da tensão elétrica (OLIVARES-GALVAN *et al.*, 2011; HASAN, 2017). Devido ao alto custo do equipamento, o uso de um sistema de isolamento e refrigeração que garanta sua durabilidade e funcionamento é essencial, como o óleo mineral isolante (OMI) (ANTONELLO *et al.*, 2007). Todavia, capacitores e transformadores antigos ainda fazem o uso do óleo askarel nesse processo, uma bifenila policlorada (PCB) que possui em sua composição química um alto valor de cloro, substância de elevado nível de toxicidade ambiental, o que tem provocado sua gradual substituição por materiais menos agressivos (MELO *et al.*, 2011).

Os PCBs constituem um conjunto de óleos sintéticos composto por substâncias organocloradas, sendo que uma molécula pode variar consideravelmente no que se refere à quantidade de cloro em sua estrutura. Enquadram-se como substâncias sintéticas compondo os doze poluentes orgânicos persistentes (POPs) no âmbito da Convenção de Estocolmo (MARCÍLIO *et al.*, 2014). Devido à sua baixa degradabilidade, compõem um grupo de substâncias altamente conservativas/persistentes no ambiente, se bioacumulando nos organismos, com biomagnificação ao longo da cadeia alimentar (CETESB, 2012). Adicionalmente, contêm propriedades tóxicas, são persistentes à degradação e o seu transporte pode ocorrer pelo ar, água e por intermédio de espécies migratórias, sendo muitas vezes depositados em locais distantes da região de origem (CONVENÇÃO DE ESTOCOLMO, 2005).

Como os PCBs não são biodegradáveis, ao serem introduzidos no meio ambiente podem permanecer intactos por vários anos (SILVA, TORRES e MALM, 2007; MOHR e COSTABEBER, 2012; FERREIRA, G., *et al.*, 2016). Especificamente, as partículas de

ascarel podem ser transportadas até corpos hídricos, possibilitando que organismos sejam expostos por intermédio da ingestão e/ou contato dermal, bioacumulando essas substâncias químicas e disponibilizando-as ao ser humano via cadeia alimentar (DEKONING e KARMAUS, 2000; CHATZIKOSMA e VOUDRIAS, 2007; SOBEK *et al.*, 2015; TREMOLADA *et al.*, 2015), desencadeando doenças graves (SOUZA e SMITH, 2013).

Segundo Maziero, Rogero e Alemany (2016), a Ecotoxicologia constitui uma área do conhecimento que estuda as implicações ocasionadas por agentes químicos sobre a dinâmica de organismos, populações e comunidades integrantes de ecossistemas estabelecidos, e que possibilita avaliar, inclusive, os níveis tróficos mais sensíveis. Montagner, Vidal e Acayaba, (2017) complementam que pesquisas ecotoxicológicas procuram respostas para os efeitos notados, de modo a entender os mecanismos de ação e a indicar valores que resguardam a qualidade ambiental, o que pode ser aplicado principalmente em análises de potenciais ecotoxicológicos de POPs.

Assim, o presente estudo objetivou revisar a literatura internacional de forma sistemática, a fim de identificar pesquisas que contemplaram o desenvolvimento de análises ecotoxicológicas voltadas para a mensuração dos efeitos potenciais de PCBs sobre compartimentos ambientais.

2 | METODOLOGIA

O trabalho consistiu em uma revisão sistemática de artigos científicos publicados internacionalmente que contemplaram o desenvolvimento de análises ecotoxicológicas voltadas para a mensuração dos efeitos potenciais de PCBs sobre compartimentos ambientais. Para tanto, foi utilizada a base de dados do Portal de Periódicos de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundada pelo Ministério da Educação do Brasil (MEC). Os descritores utilizados simultaneamente no campo 'Buscar Assunto' na plataforma de acesso da CAPES foram 'polychlorinated biphenyls', 'ecotoxicology', 'PCB', 'mineral oil' e 'toxicology'. A pesquisa foi realizada em março de 2020 e abrangeu trabalhos publicados entre os anos de 1920 e 2020.

As ocorrências obtidas foram preliminarmente analisadas mediante a averiguação do título, resumo e palavras-chaves, visando verificar se o objetivo e a metodologia predominantes de cada pesquisa se encaixavam no propósito do presente trabalho. Na sequência, os artigos selecionados foram analisados na íntegra, fichados e organizados em tabelas, de forma a facilitar a discussão teórica de seus respectivos conteúdos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca preliminar resultou em 54 ocorrências que, após devidamente analisadas quanto aos seus objetivos e metodologias predominantes, resultaram em oito trabalhos que

efetivamente se encaixaram na proposta deste estudo, descritos na Tabela 1.

O trabalho mais antigo identificado foi o de Fouchécourt, Berny e Rivière (1998), que desenvolveram um estudo com ratos da espécie *Sprague dawley* expostos durante 72 horas a uma amostra de solo contaminado por PCBs, na concentração de 207 ppm (partes por milhão). Foram coletadas seis amostras de solos poluídos de uma área industrial localizada na França. Os pesquisadores constataram que os índices das substâncias químicas de interesse nos pulmões e no fígado dos animais expostos correspondiam às encontradas em camundongos selvagens (0,2 até 6 ppm) que viviam em locais contaminados, comprovando a bioacumulação dos PCBs. Os resultados mostraram que os poluentes dos solos contaminados por PCBs são biodisponíveis para mamíferos, considerando a contaminação dos ratos em exposição por um período de apenas três dias. Nesse sentido, Selivanovskaya e Latypova (2003) destacam que estudos de toxicidade ambiental necessitam considerar a questão da biodisponibilidade, aspecto fundamental que interfere diretamente nos resultados advindos de experimentos ecotoxicológicos.

Autor (ano)	Compartimento ambiental avaliado	Espécie(s) utilizada(s)	Duração do bioensaio
Fouchécourt, Berny e Rivière (1998)	Solo	<i>Sprague dawley</i>	72 horas
Mdegela <i>et al.</i> (2009)	Água e Sedimento	<i>Macrobrachium rude</i> <i>Clarias gariepinus</i> <i>Oreochromis urolepis</i>	1h e 9min
Aslund, Simpson e Simpson (2011)	Solo	<i>Eisenia fetida</i>	48 horas
Ben-Kheder <i>et al.</i> (2012)	Água e Sedimento	<i>Carcinus maenas</i>	72 horas
Thomas <i>et al.</i> (2014)	Água e Sedimento	<i>Dreissena polymorpha</i>	2 meses
Zhang <i>et al.</i> (2015)	Solo	<i>Anabaena</i> PD-1 <i>Artemia salina</i>	7 dias 24 horas
Cúcák <i>et al.</i> (2017)	Água e Sedimento	<i>Aliivibrio fischeri</i> <i>Daphnia magna</i>	24 horas 48 horas
Lászlová <i>et al.</i> (2018)	Sedimento	<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	21 dias

Tabela 1: Aspectos ecotoxicológicos dos trabalhos selecionados, apresentados em ordem cronológica.

Mdegela *et al.* (2009) avaliaram o impacto dessas substâncias em ecossistemas aquáticos na Tanzânia mediante a análise de águas superficiais, sedimentos, peixes e camarões dulcícolas capturados em trechos de corpos hídricos e pântanos localizados nos arredores da cidade de Morogoro, além da barragem Mindu, responsável pelo abastecimento da cidade e regiões adjacentes, totalizando 14 pontos aleatórios de

amostragem. Os organismos-teste pertenciam às espécies *Macrobrachium rude*, *Clarias gariepinus* e *Oreochromis urolepis*. O trabalho demonstrou que as concentrações se mostraram insignificantes, levando à conclusão de que não contribuem de forma significativa como poluentes para a população. Em seus estudos, Mwevura, Othman e Mhehe (2002) destacaram que apesar da substância ter sido encontrada nas espécies analisadas, a mesma não apresentava riscos toxicológicos significativos para a população local.

Aslund, Simpson e Simpson (2011) analisaram o grau de toxicidade de PCBs em minhocas da espécie *Eisenia fetida*, expostas durante 48 horas a solos artificiais contaminados com PCBs. O principal resultado obtido foi que os PCBs interromperam o metabolismo de carboidratos nos organismos, tendo sido constatada a variação brusca de ATP, betaína e valina nas minhocas expostas ao solo com maior concentração de PCB, em relação aos demais experimentos. O estudo também comprovou que o 1H NMR metabolômico de D2O-buffer extraído dos metabólitos de minhocas pode ser conveniente para o monitoramento direto da biodisponibilidade e toxicidade dos PCBs no solo, em comparação com pesquisas mais longas.

Ben-Khedler *et al.* (2012) se propuseram a analisar os efeitos de PCBs em *Carcinus maenas*, além da contaminação de água e sedimentos na lagoa de Bizerta, Tunísia. Foram medidos o índice de contaminação de PCBs nas brânquias e na glândula do sistema digestivo de caranguejos expostos durante três dias em um teste de toxicidade crônica. Os pesquisadores comprovaram maiores índices de PCBs em dois pontos amostrais, sendo que os efeitos nos organismos-teste variaram bastante, com altos índices de contaminantes nas guelras e glândulas digestivas. Isso provavelmente ocorreu devido às diferenças entre os níveis de metais e hidrocarbonetos disponibilizados no ambiente pelas outras atividades desenvolvidas no local.

Thomas *et al.* (2014) analisaram mexilhões-zebra (*Dreissena polymorpha*) do rio Drava, na Croácia, em uma área poluída e uma de referência. Adicionalmente, os organismos-teste também foram expostos a PCBs em ambiente laboratorial durante dois meses, em teste de toxicidade crônico. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas no DNA das duas populações, foi constatado um aumento de danos nos micronúcleos em hemócitos nos mexilhões oriundos de águas contaminadas, o que pode ser explicado pela diminuição na aptidão desses animais causada pelos poluentes aos quais foram expostos. O estudo comprovou como vantagem principal a viabilidade de mensurar os efeitos na genética dos mexilhões a diversos pontos de organização biológica, com a aplicação de um sistema temporal e econômico com uso das três metodologias bem constituídas.

Em Hangzhou, na China, Zhang *et al.* (2015) estudaram o impacto da cianobactéria *Anabaena* PD-1 em solos utilizados para o cultivo de arroz contaminados por PCBs. As amostras foram inseridas em um meio sem cloro para determinar a habilidade de degradação dos organismos em relação aos PCBs. O trabalho concluiu que, após sete

dias, as amostras expostas à *Anabaena* PD-1 tiveram uma redução no grupo de controle de clorofilas de 3,7% e 11,7% na concentração de íons cloretos. A *Anabaena* demonstrou a capacidade de degradação de PCBs, evidenciando o estudo como uma nova forma de remediação de solos contaminados por PCBs.

Por sua vez, Čučák *et al.* (2017) estudaram sedimentos e águas superficiais no complexo Pančevo, na Sérvia. A análise de sedimentos objetivou detectar a situação de poluentes (incluindo PCBs) ao longo dos anos, utilizando, entre outros, matéria seca e orgânica. Em uma análise multiespécies, foram utilizados exemplares de *Artemia salina* e *Aliivibrio fischeri* expostos durante 24 horas aos compartimentos contaminados, e *Daphnia magna* durante 48 horas. Os resultados, quando comparados aos de Andrade e Costa (2008) e Markou e Georgakakis (2011), por exemplo, demonstraram diminuição no nível de poluição, provavelmente devido à degradação natural dos componentes tóxicos, dadas as elevadas colônias de bactérias que se desenvolveram nos meios de cultura.

Lászlová *et al.* (2018) pesquisaram os efeitos de saponina não iônica e aniônica (Rhamnolipids R-90) na biodegradação de Delor 103. Para tanto, obtiveram amostras de sedimentos envelhecido advindos do canal Strážsky de resíduos industriais, antigo produtor de PCBs da Eslováquia (1959-1984). Para tanto, foram aplicadas cepas bacterianas *Achromobacter xilosoxidans* que degradam PCB, isoladas em contato com o solo contaminado durante 21 dias, utilizando o método de toxicidade aguda. O estudo demonstrou que a adição de saponina e R-90 aumentaram em 55% e 60% as taxas de biodegradação de PCBs.

Em linhas gerais, em termos de compartimentos ambientais, os trabalhos pesquisados se concentraram na análise de águas superficiais, solos e sedimentos, não tendo contemplado águas subterrâneas, o que representa um nicho de pesquisa a ser explorado pela comunidade científica. Essa priorização investigativa pode ser explicada porque o descarte ambientalmente inadequado, acidentes de percurso, incêndios e a falta de manutenção de transformadores e capacitores contaminados por PCBs expõem primeiramente as águas superficiais, solos e sedimentos aos efeitos potencialmente degradantes dessas substâncias (BRILHANTE e CALDAS, 2004; CHATZIKOSMA e VOUDRIAS, 2007). Adicionalmente, no caso específico das águas superficiais, há maior risco de exposição humana. Em relação ao solo, Chen *et al.* (2014) concluíram em seu estudo que solos agrícolas de áreas de reciclagem de resíduos eletrônicos necessitam receber mais atenção com respeito à contaminação por PCBs, dada sua persistência e mobilidade de longo prazo.

De acordo com Pompêo, Silva e Paiva (2015), investigações englobando apenas uma espécie podem implicar na baixa confiabilidade dos resultados devido à sensibilidade dos organismos, que, se não forem selecionados adequadamente, tenderão a representar riscos potenciais super ou subdimensionados. Por outro lado, ensaios ecotoxicológicos multiespécies não necessariamente garantem a obtenção de resultados mais confiáveis,

tendo em vista que a escolha dos organismos também pode ser equivocada. Contudo, ainda assim potencializam o espectro representativo dos diferentes níveis tróficos investigados.

Para Magalhães e Ferrão Filho (2008), independentemente da quantidade de espécies, o mais relevante é que testes ecotoxicológicos sejam desenvolvidos utilizando organismos indicadores que possuam comprovada sensibilidade a substâncias químicas (PASSARELI, ABESSA e CESAR, 2019). No caso específico dos trabalhos analisados, verificou-se que nenhum dos organismos foi utilizado em mais de um estudo, o que ilustra a ampla variedade de possibilidades experimentais possíveis (ALVES e SILVANO, 2006).

Em relação ao tipo de bioensaio realizado, se agudo ou crônico, é necessário que esse recorte metodológico esteja alinhado com o nível de segurança mínimo pretendido em relação aos resultados almejados. Isso porque, enquanto a toxicidade aguda é determinada por intermédio de ensaios de curta duração, com exposições dos organismos a altas concentrações das substâncias químicas de interesse (FERREIRA, 2003; MAGALHÃES e FERRÃO FILHO, 2008; POMPEO, SILVA e PAIVA, 2015), a crônica possibilita compreender comportamentos dos organismos expostos a baixas concentrações e durante longos períodos de tempo, sendo normalmente medida por interferências subletais, como fisiológicas, morfológicas ou até mesmo reprodutivas (COSTA *et al.*, 2008).

Em termos geográficos, a Tabela 2 apresenta os países e os periódicos onde os artigos analisados foram publicados, incluindo o fator de impacto. Verifica-se que vem ocorrendo o aumento do interesse científico pelo tema em questão, dada a elevação do número de trabalhos publicados internacionalmente nos últimos anos, notadamente a partir de 2014. Todavia, o número de estudos ecotoxicológicos voltados para a análise do potencial de degradação ambiental de PCBs ainda é pequeno, carência enfatizada por Aslund, Simpson e Simpson (2011), Pozzo, Stülp e Costa (2017) e Zhang *et al.* (2015).

Autor (ano)	País do periódico	Nome do periódico (fator de impacto atual)
Fouchécourt, Bery e Rivière (1998)	França	Archives of Environmental Contamination And Toxicology (2,400)
Mdegela <i>et al.</i> (2009)	Tanzânia	Water Air Soil Pollution (1,900)
Aslund, Simpson e Simpson (2011)	Canadá	Ecotoxicology (2,535)
Ben-Kheder <i>et al.</i> (2012)	Tunísia	Environ Science and Pollution Research (3,056)
Thomas <i>et al.</i> (2014)	Alemanha	BioMed Research International (2,276)
Zhang <i>et al.</i> (2015)	China	PLOS ONE (2,740)
Čučak <i>et al.</i> (2017)	Sérvia	Environ Science and Pollution Research (3,056)
Lászlová <i>et al.</i> (2018)	Eslováquia	Water Air Soil Pollution (1,900)

Tabela 2: Países de publicação dos periódicos, incluindo os fatores de impacto dos periódicos.

Verifica-se que a maior parte dos artigos foi publicada em periódicos científicos de países desenvolvidos, onde os investimentos em educação e ciência são maiores, o que alavanca oportunidades em pesquisas especializadas, principalmente no âmbito ambiental. Para Kuppermann (1994), países em desenvolvimento tendem a investir menos em estudos científicos, principalmente na área ambiental.

4 | CONCLUSÃO

O levantamento realizado evidenciou que embora PCBs sejam substâncias poluentes capazes de gerar impactos ambientais significativos, podendo ser encontradas em diferentes compartimentos ambientais – notadamente na água, solo e sedimentos –, estudos voltados para a compreensão de seus efeitos ecológicos potenciais ainda são escassos no mundo e majoritariamente concentrados em países desenvolvidos, o que representa um importante nicho de pesquisa ser explorado pela comunidade científica nacional. Adicionalmente, foi identificada a necessidade de realização de pesquisas ecotoxicológicas em águas subterrâneas contaminadas por PCBs.

Especificamente em termos ecotoxicológicos, é importante que novos estudos sejam desenvolvidos para que se possa compreender melhor quais são os organismos-teste mais indicados para a mensuração do grau de degradação ambiental potencial dos PCBs, bem como as metodologias dos bioensaios mais adequadas para essa mensuração, elucidando questões como a quantidade mínima de espécies mais indicada e os tipos de ensaios (agudos ou crônicos) mais adequados, visando tornar as respostas obtidas mais seguras, representativas e aplicáveis para fins de gerenciamento ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.R.; COSTA, J.A.V. Cultivo da Microalga *Spirulina Platensis* em Fontes Alternativas de Nutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1551-1556, set. 2008.

ANTONELLO, I.; HUMERES, E.; SOUZA, I.G.; DEBACHER, N. A. Determinação de Ascarel em Óleo Isolante de Transformadores. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 709-711, jan. 2007.

ASLUND, M. L. W.; SIMPSON, A. J.; SIMPSON, M. J. H NMR Metabolomics of Earthworm Responses to Polychlorinated Biphenyl (PCB) Exposure in Soil. **Ecotoxicology**, London, v. 20, p. 836-46, Mar. 2011.

CHATZIKOSMA, D.G.; VOUDRIAS, E.A. Simulation of Polychlorinated Biphenyls Transport in the Vadose Zone. **Environmental Geology**, v. 53, p. 211–220, Jan. 2007.

CHEN, C.; YANG, K.; YU, C.; QIN, Z.; HUANG, R.; TANG, X.; SHEN, C.; SHI, H.; HASHMI, M.Z. Polychlorinated Biphenyls Attenuation in Soil from E-Waste Recycling Area Under Flooded and Dryland Conditions. **CLEAN - Soil Air Water**, Hanchou, v. 190, p. 43-50, Apr. 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental**. São Paulo: CETESB, 2012.

COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.M.R.; ESPINDOLA, E.L.G. A Toxicidade em Ambientes Aquáticos: Discussão e Métodos de Avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, set. 2008.

ČUČAK, D.I.; SPASOJEVIĆ, J.M.; BABIĆ, O.B.; MALETIĆ, S.P.; SIMEUNOVIĆ, J.B.; RONČEVIĆ, S.D.; DALMACIJA, B.D.; TAMAŠ, I.; RADNOVIĆ, D.V. A Chemical and Microbiological Characterization and Toxicity Assessment of the Pančevo Industrial Complex Wastewater Canal Sediments, Serbia. **Environmental Science and Pollution Research**, Servia, v. 24, p. 8458–8468, Feb. 2017.

DEKONING, E.P.; KARMAUS, W. PCB Exposure in Utero and Via Breast Milk. A Review. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, Lansing, v. 10, p. 285-293, 2000.

DOROCHE, M. R.; ANSCHAU, C.T. Oferta de Energia Elétrica no Brasil. *Revista Tecnológica*, v. 2, n. 1, p. 402-414, 2015.

FERREIRA, C.M. Testes de Toxicidade Aquática para Monitoramento Ambiental. **Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 01, p. 17-18, jan. 2003.

FOUCHÉCOURT, M.O.; BERNY, P.; RIVIÈRE, J.L. Bioavailability of PCBs to Male Laboratory Rats Maintained on Litters of Contaminated Soils: PCB Burden and Induction of Alkoxyresorufin O-Dealkylase Activities in Liver and Lung. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, Versailles, v. 35, p. 680–687, 1998.

HASAN, M.I. Using the Transformer Oil-Based Nanofluid for Cooling of Power Distribution Transformer. **International Journal of Energy and Environment**, Nasiriyah, v. 8, n. 3, p. 229-238, May 2017.

KUPPERMANN, A. Investimentos em Ciência e Tecnologia. **Estudos Avançados**, Pasadena, v. 8, n. 20, p. 18-22, abr. 1994.

LÁSZLOVÁ, L.; DUDÁŠOVÁ, H.; OLEJNÍKOVÁ, P.; HORVÁTHOVÁ, G.; VELICKÁ, Z.; HORVÁTHOVÁ, H.; DERCOVÁ, K. The Application of Biosurfactants in Bioremediation of the Aged Sediment Contaminated with Polychlorinated Biphenyls. **Water Air Soil Pollut**, Bratislava, v. 229, n. 219, p. 1-18, Jun. 2018.

MAGALHÃES, D.P.; FERRAZ FILHO, A.S. A Ecotoxicologia Como Ferramenta no Biomonitoramento de Ecossistemas Aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 355-381, 2008.

MARKOU, G.; GEORGAKAKIS, D. Cultivation of Filamentous Cyanobacteria (Blue-Green Algae) in Agro-Industrial Wastes and Wastewaters: A review. **Applied Energy**, Atenas, v. 88, Oct. 2011.

MAZIERO, S. M.; ROGERO, S. O.; ALEMANY, A. Estudo Ecotoxicológico da Nanopartícula de Prata em *Daphnia Similis*. **Journal of the Health Sciences Institute**, São Paulo, v. 34, n. 03, p. 133-139, 2016.

MDEGELA, R.H.; BRAATHEN, M.; PEREKA, A. E.; MOSHA, R.D.; SANVIK, J.; SKAARE, J.U. Heavy Metals and Organochlorine Residues in Water, Sediments, and Fish in Aquatic Ecosystems in Urban and Peri-Urban Areas in Tanzania. **Water Air Soil Pollution**, v. 203, p. 369–379, Feb. 2009.

MELO, S.M.; LEAL, J.S.; FIGUEREDO, F.C.; JÚNIOR, J.R.S. Estudo da Aplicação de Óleo Vegetal Como Óleo Isolante em Transformador Elétrico. **Sociedade Brasileira de Química**, 2011.

MERCEDES, S.S.P.; RICO, J.A.P.; POZZO, L.Y. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 104, p. 13-36, 2015.

MOHR, S.; COSTABEBER, I.H. Aspectos Toxicológicos e Ocorrência dos Bifenilos Policlorados em Alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 559-566, mar. 2012.

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**, São Paulo, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, jul. 2017.

MWEVURA, H., OTHMAN, O.C.; MHEHE, G.L. Organochlorine Pesticide Residues in Sediments and Biota from the Coastal Area of Dar es Salaam City, Tanzania. **Marine Pollution Bulletin**, Dar es Salaam, n. 45, p. 262-267, 2002.

OLIVARES-GALVAN, J.C.; ESCARELA-PEREZ, R.; GEORGILAKIS, P.S.; FOFANA, I. Evaluation of distribution transformer banks in electric power systems. **International Transactions on Electrical Energy Systems**, Ciudad de Mexico, v. 23, p. 364-379, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Declaração sobre o Meio Ambiente Humano**. Estocolmo, 2005.

PASSARELLI, M.C.; ABESSA, D.M.S.; CESAR, A. Sensitivities of two tropical epibenthic amphipodsto physical chemical variables and reference toxicants. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 14, n. 1, p. 27-33, Jun. 2019.

POMPÊO, M.; SILVA, D.C.V.R.; PAIVA, T.C.B. A Ecotoxicologia no Contexto Atual no Brasil. **Ecologia de reservatórios e interfaces**, São Paulo, v. 22, p. 340-353, 2015.

PORTARIA INTERMINISTERIAL (MIC/MI/MME) nº 019, de 29 de janeiro de 1981, dispõe sobre fabricação e uso de Ascarel. 1981.

POZZO, D.M.; STÜLP, P.C.; COSTA, M.B. Estudo Sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes: Bifenilas Policloradas - PCBs. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 108, jun. 2017.

SELIVANOVSKAYA, S.Y.; LATYPOVA, V. Z. The use of bioassays for evaluating the toxicity of sewage sludge and sewage sludge-amended soil. *Journal of Soils and Sediments*, **Landsberg**, v. 3, n. 02, p. 85–92, 2003.

SILVA, C.E.A.; TORRES, J.P.M.; MALM, O. Toxicologia das Bifenilas Policloradas. In: *Oecologia Brasiliensis XI*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 179-187, **Anais**. 2007.

SOBEK, A.; SUNDQVIST, K.L.; ASSEFA, A.T.; WIBERG, K. Baltic Sea Sediment Records: Unlikely Near Future Declines in PCBs and HCB. **The Science of the Total Environment**. v. 15, p. 518-519C, Mar. 2015.

SOUZA, S.; SMITH, W.S. Conhecimento Sobre as Legislações e Normas Referentes às Bifenilas Policloradas (PCB's): Status Atual e Aplicações Sob a Ótica da Engenharia Ambiental. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 08, n. 01, p. 619-634, 2013.

THOMAS, E.G.; SRUT, M.; STAMBUK, A.; KLOBUCAR, G.I.V.; SEITZ, A.; GRIEBELER, E.M. Effects of Freshwater Pollution on the Genetics of Zebra Mussels (*Dreissena Polymorpha*) at the Molecular and Population Level. **BioMed Research International**, Mainz, v. 14, abr. 2014.

TOZEI, N.P.; VIEIRA, W.C.; MATTOS, L.B. Efeitos Da Participação De Consórcios Nos Lances e Deságios em Leilões e Transmissão de Energia Elétrica no Brasil. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 18, n. 1, p. 91-116, 2014.

TREMOLADA, P.; GUAZZONI, N.; COMOLLI, R.; PAROLINI, M.; LAZZARO, S.; BINELLI, A. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Air and Soil From a High-Altitude Pasture in the Italian Alps: Evidence of CB-209 Contamination. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 19571-19583, ago. 2015.

VINÍCIUS NETTO, D.; HENKES, J.A. Sistema de Geração e Distribuição de Energia Por Parte do Operador Nacional do Sistema Brasileiro: ONS O Pêndulo do Desenvolvimento. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 339-362, mar. 2015.

ZHANG, H.; JIANG, X.; LU, L.; XIAO, W. Biodegradation of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by the Novel Identified Cyanobacterium *Anabaena* PD-1. **Plos One**, Iowa, v. 10, Jul. 2015.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Technician in Chemistry from the Professional College of Uberlândia (2008), Bachelor of Chemistry from the Federal University of Uberlândia (2010), Degree in Chemistry from the University of Uberaba (2011) and in Biological Sciences from the Faculdade Única (2021). Specialist in Teaching Methodology of Chemistry and Teaching in Higher Education at Faculdade JK Serrana in Brasília (2012), specialist in Teaching Science and Mathematics at Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021). Master in Chemistry from the Federal University of Uberlândia (2015), with emphasis on development of bioadsorbent to remove As (V), Sb (III) and Se (IV) ions in different aquatic matrices. PhD in Chemistry from the Federal University of Uberlândia (2018), with emphasis on Advanced Oxidative Processes [heterogeneous photocatalysis ($\text{TiO}_2/\text{UV-A}$ and $\text{TiO}_2/\text{Solar}$) and $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-C}$ for removal of contaminants of emerging concern (CEC) in different aquatic matrices. She carried out her first Post-Doctoral internship (from May 2019 to June 2021) at the Federal University of Uberlândia with an emphasis on the application of new oxidizing agents using solar radiation to remove CEC in effluents from a sewage treatment plant. He is currently carrying out his second Postdoctoral Internship (July 2021 - current) at UFU in the same line of research. Degree in Physics at Faculdade Única (September 2021 to November 2022). He has 11 years of experience as a chemistry technician at the Federal Institute of Goiás, having acted as responsible for the analysis of physical-chemical and biological parameters of water and effluents from a sewage treatment plant. It operates in the following lines of research: (i) Development of new methodologies for the treatment and recovery of chemical waste generated in the laboratories of teaching and research institutions; (ii) CEC monitoring studies; (iii) Development of new advanced technologies for CEC removal in different aquatic matrices; (iv) Study and development of new bioadsorbents for environmental remediation of CEC in different aquatic matrices; (vi) Environmental Education and; (vii) literacy and scientific processes in the area of Science of Nature, especially biology and chemistry.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antrópica 147

Água 2, 36, 37, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 111, 112, 113, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 136, 137, 149, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 168, 170, 171, 174

Águas superficiais 46, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 149, 150, 151, 161, 163, 170, 172

Antidepressivos 149, 151, 152, 154, 155, 159, 163

Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) 24, 25, 26, 27, 31, 32

B

Bacias hidrográficas 47, 63, 123, 131, 140, 141

Back-end 124

Bambu 142, 143, 144, 145, 147

Bifenilas policloradas (PCBs) 167, 176, 177

Bioensaios 167, 174

Biofilme 142, 144, 145, 147

Biota 86, 149, 150, 176

C

Collection 24, 44, 45, 67, 68, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94

Compostagem 3, 19, 20, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Conselho Estadual de Política Ambiental e Recursos Hídricos (COPAM/CERH) 147

Construção civil 4, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 32

D

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 143, 147

E

Ecotoxicologia 167, 169, 175, 176

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 142, 143, 147

F

Fármacos 149, 150, 151, 152, 155, 156, 158, 160

Filtro anaeróbio 142, 143

Fluorescent lamps 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

Fotólise 149, 151, 153, 154, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163

Fototransformação 149

Front-end 124

G

Garbage 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 92

Gestão de resíduos 1, 2, 3, 4, 7

Gradiente reduzido generalizado 131, 133, 136

H

Hazardous 65, 66, 72, 73

I

Impactos ambientais 8, 17, 34, 107, 142, 150, 174

Impactos sistêmicos 167

L

Landfills 83, 84, 86, 92, 94

Linguagem de estilo - CSS 124

Linguagem de marcação - HTML 124

M

Meio ambiente 8, 23, 27, 28, 32, 34, 41, 61, 75, 95, 96, 141, 142, 149, 154, 168, 176

Microcontaminantes 149, 151, 157, 163

Modelos hidrológicos 131, 132

Model-View-Controller (MVC) 124

Municipal Solid Waste (USC) 75, 76, 77, 82

O

OnLine Management 75

Organismo-teste 167

P

Patógenos 33

Plano de governo 1, 2, 4

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 34, 41

Poluentes emergentes 149, 150

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) 167, 168, 176

Problemáticas ambientais 1, 2

Produtos farmacêuticos 149

R

Radiação solar 135, 149, 151, 153, 162, 163

Reciclagem 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 34, 172

Recursos hídricos 41, 44, 61, 122, 130, 131, 132, 137, 141, 142, 147

Recursos naturais 9, 61

Resíduos alimentares 33, 35, 40

Resíduos da construção e demolição 1, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27

Resíduos orgânicos 33, 34, 35, 42, 43

S

Saneamento básico 2, 7, 60, 63, 64

Segurança cibernética 95, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107

Selective collect 83

Simulador hidráulico 111

Sistema de abastecimento de água 104, 111, 112, 127

Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 44, 46, 59

Softwares 48, 75, 103, 112, 122, 123

T

Tank model 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

Tecnologia da informação 95, 97, 98, 99

Tecnologia operacional 95

Teste de germinação 33, 35, 36

Trucks 75, 76, 78, 79, 81

U


United States Environmental Protection Agency (USEPA) 106, 109


V


Variáveis ambientais 131


W

Water resources 83, 92, 131

 www.atenaeditora.com.br


 contato@atenaeditora.com.br


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


 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**