

A close-up photograph of a person's hand with light-colored skin and manicured nails, gently touching a vibrant green, textured surface of moss. The background is a dense, out-of-focus forest floor covered in similar moss, creating a rich, natural atmosphere.

# Meio ambiente:

Preservação, saúde  
y sobrevivência 3

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

A black and white photograph of a hand gently touching a mound of dark, rich soil. The hand is on the left side of the frame, with fingers slightly spread. The soil is on the right, showing its texture and depth. The background is a dark, textured surface, possibly more soil or a wall.

# Meio ambiente:

Preservação, saúde  
y sobrevivência 3

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

**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

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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Medio ambiente: preservación, salud y sobrevivência 3

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

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

M491 Medio ambiente: preservación, salud y sobrevivência 3 /  
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 978-65-258-0609-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.099222610>

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

CDD 577

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.



## PRESENTACIÓN

El e-book titulado: “Medio Ambiente: Preservación, Salud y Survival 3” consta de cuatro capítulos que buscan investigar: *i)* el uso de la fagoterapia en la conservación de alimentos procesados industrialmente; *ii)* manejo y conservación de áreas de protección permanente en ciudades de México y; *iii)* estado del arte del análisis ecotoxicológico de efluentes.

El primer capítulo evaluó el uso de la fagoterapia en la reducción de microorganismos nocivos para la salud humana y que contribuyen al deterioro de los alimentos. Para los autores, si bien existe una diversidad de cepas de fagos comerciales, estas necesitan experimentar mejoras entre las numerosas variables que afectan las condiciones ambientales de uso.

Los capítulos 2 y 3 presentan trabajos de las ciudades de Hidalgo y Cabo Pulmo, respectivamente, ubicadas en México. El primer trabajo buscó desarrollar material didáctico (guía, folletos, juegos de memoria) con el fin de contribuir a una mejor comprensión de las numerosas especies de cactus que se encuentran en la Reserva Barranca de Metztlán en la ciudad de Hidalgo. El capítulo 3 investigó el sistema de preservación del sistema de corales ubicado en el Parque Nacional en la ciudad de Cabo Pulmo en México, los investigadores presentaron una serie de factores que contribuyeron a convertirse en un referente internacional de conservación de corales.

El cuarto capítulo realizó una revisión sistémica en relación a los análisis ecotoxicológicos aplicados a efluentes de diversa naturaleza. Los investigadores concluyeron que, a pesar de la existencia de numerosos estudios y, en consecuencia, del aumento del conocimiento científico, es necesario intensificar aún más los estudios de toxicidad aguda y crónica para los organismos diana en los diferentes niveles tróficos de la cadena alimentaria.

En esta perspectiva, Atena Editora viene trabajando para estimular y alentar a cada vez más investigadores de Brasil y de otros países a publicar sus trabajos con garantía de calidad y excelencia en forma de libros, capítulos de libros y artículos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
EMPLEO DE FAGOS PARA BIOCONTROL EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PRIMARIA DE ALIMENTOS	
Maridania Jabier Frias	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226101">https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226101</a>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
GUÍA DE CACTÁCEAS DEL JARDÍN BOTÁNICO DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA BARRANCA DE METZTITLÁN, HIDALGO	
Cirenio Velasco Castillo	
Cesar Alejandro Hernández Pérez	
Ricardo Guevara Herrera	
Felipe J. Flores Hernández	
Raúl Valentín Islas	
Cesar Jiménez Pelcastre	
Raúl Gómez Villegas	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226102">https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226102</a>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
GESTION DE UN PARQUE NACIONAL ARRECIFAL: CABO PULMO, MEXICO	
Oscar Arizpe Covarrubias	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226103">https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226103</a>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS APLICADAS A EFLUENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Camylla Carneiro Rodrigues	
Rosana Gonçalves Barros	
Viníciu Fagundes Bárbara	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226104">https://doi.org/10.22533/at.ed.0992226104</a>	
<b>SOBRE EL ORGANIZADOR</b> .....	<b>44</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>45</b>

## ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS APLICADAS A EFLUENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Data de aceite: 03/10/2022

### Camylla Carneiro Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/1671546664172404>

### Rosana Gonçalves Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/3009142457782923>

### Viníciu Fagundes Bárbara

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/3052075493147161>

**RESUMO:** A disposição inadequada de efluentes no meio natural pode ocasionar a degradação ambiental, pois substâncias neles contidas desempenham função deletéria nas coleções hídricas, notadamente em parâmetros de vital importância para as comunidades aquáticas. Nesse sentido, a Ecotoxicologia estuda os efeitos das diferentes substâncias, naturais ou sintéticas, sobre organismos-teste, permitindo uma avaliação dos danos ambientais potenciais, além de prever possíveis impactos sistêmicos. Desse modo, visando contribuir com as discussões sobre o tema e a título de análise comparativa, o presente estudo objetivou realizar uma revisão sistemática buscando identificar artigos científicos que empregaram ensaios ecotoxicológicos para

fins de análise do potencial de degradação ambiental causada por efluentes. Para tanto, foi utilizada a base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, onde as palavras-chave consideradas foram: “ecotoxicologia” AND “efluente” AND “tratamento”. Foram aplicados cinco critérios de exclusão que consideravam principalmente o local e o tipo de amostra. Após a filtragem, foram identificados 11 artigos com pesquisas desenvolvidas nas regiões Sul e Sudeste, variando entre amostras de efluentes domésticos e industriais, sendo que a maioria desenvolveu bioensaios agudos com apenas uma espécie, principalmente do gênero *Daphnia*. Em geral, foi possível comprovar que o não tratamento ou o tratamento ineficaz dos efluentes podem causar impactos ambientais significativos sobre a biota aquática. De forma complementar, evidenciou-se que embora as pesquisas envolvendo ensaios ecotoxicológicos estejam crescendo no país, é necessário intensificar esses estudos, a fim de garantir maior conhecimento da Comunidade Científica sobre o tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecotoxicologia, bioensaios, organismos-teste, degradação ambiental, águas residuárias.

### ECOTOXICOLOGICAL ANALYSIS APPLIED TO EFFLUENTS: A SYSTEMATIC REVIEW

**ABSTRACT:** The inadequate disposal of effluents in the natural environment can cause environmental degradation, because substances contained therein play a deleterious role in water collections, notably in parameters of

vital importance for aquatic communities. In this sense, Ecotoxicology studies the effects of different substances, natural or synthetic, on test organisms, allowing an evaluation of the potential environmental damage, in addition to predicting possible systemic impacts. Thus, in order to contribute to discussions on the subject and as a comparative analysis, the present study aimed to conduct a systematic review to identify scientific articles that used ecotoxicological tests to analyze the potential environmental degradation caused by effluents. For this, the database of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel was used, where the keywords considered were: “ecotoxicology” AND “effluent” AND “treatment”. Five exclusion criteria were applied that mainly considered the location and type of sample. After filtering, 11 articles were identified with research developed in the South and Southeast regions, varying between domestic and industrial effluent samples, and most of them developed acute bioassays with only one species, where the most used species among all studies was from the genus *Daphnia*. In general, it was possible to prove that the non-treatment or ineffective treatment of effluents can cause significant environmental impacts on aquatic biota. Additionally, it was evident that although research involving ecotoxicological tests is growing in the country, it is necessary to intensify these studies in order to ensure greater knowledge of the Scientific Community on the subject.

**KEYWORDS:** Ecotoxicology, bioassays, test organisms, environmental degradation, wastewater.

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado à expansão industrial desencadeiam a produção generalizada de resíduos e efluentes, resultando no consumo excessivo de recursos naturais. Com isso, esgotos provenientes de diversos meios são lançados em corpos hídricos receptores, configurando um dos principais fatores de degradação da qualidade das águas fluviais (BELTRAME *et al.*, 2016).

Beltrame *et al.* (2016) destacam que a disposição ou o lançamento inadequado de efluentes no meio ambiente pode ocasionar a contaminação e a degradação principalmente do solo e dos recursos hídricos, além de causar efeitos adversos às pessoas. Portanto, esse tema gera preocupações com o equilíbrio ambiental e a saúde pública, tornando-se um desafio técnico para o poder público e os profissionais da área ambiental (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Nos últimos anos tem sido observado o aumento da contaminação dos recursos hídricos por substâncias tóxicas variadas, principalmente devido ao fato da industrialização continuar em expansão em grande parte dos países, mas sem dar a devida atenção à redução dos impactos que gera (AHMED e AHMARUZZAMAM, 2016; THIPATHEE *et al.*, 2016). Quando ocorre contaminação hídrica por efluentes contendo metais pesados, os organismos podem ser intoxicados pelo contato direto ou por intermédio da cadeia alimentar, uma vez que esses elementos apresentam a capacidade de bioacumulação, sendo transferidos para níveis tróficos superiores, onde se localizam os seres humanos, ampliando seus efeitos ambientais e toxicológicos (MARENGONI *et al.*, 2013; OLIVEIRA

*et al.*, 2006).

Efluentes domésticos e industriais apresentam diversas características físico-químicas cujo efeito ecotoxicológico potencial está diretamente associado a fatores como tipo da atividade industrial, sistema de tratamento e vazão. Com isso, as substâncias neles contidas interferem negativamente nos recursos hídricos, notadamente em termos de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), parâmetros de vital importância para os organismos aquáticos (JORDÃO e PESSÔA, 2011).

A avaliação da ecotoxicidade leva em conta efeitos letais e subletais do agente poluidor, sendo os principais estresses biológicos observados a imobilidade e as mudanças morfológicas e comportamentais (CASTILHOS *et al.*, 2011; POMPÊO, SILVA e PAIVA, 2015). Tais estudos, associados aos conhecimentos relativos aos efeitos na saúde e os limites aceitáveis das substâncias químicas no meio ambiente, permitem estabelecer as prioridades e as formas de intervenção efetiva para proteger uma determinada população dos riscos toxicológicos de uma contaminação (AMORIM, 2003).

No Brasil, vem-se utilizando a Ecotoxicologia como ferramenta de apoio ao monitoramento da qualidade hídrica (CETESB, 2013; MAGALHÃES e FERRÃO FILHO, 2008; TAVARES, 2014;). Niva e Brown (2019) ressaltam que a Ecotoxicologia tem evoluído como Ciência e também se destacado como uma importante possibilidade de avaliação de riscos ambientais potenciais, estabelecendo claramente relações de causa x efeito. Por isso, ensaios ecotoxicológicos vêm sendo cada vez mais utilizados para investigar a toxicidade de misturas complexas, uma vez que testes químicos não são capazes de avaliar todas as possíveis interações dos poluentes com o meio ambiente (ISO, 2019; SANTOS, BARROS e BÁRBARA, 2020).

Diante do exposto, considerando a problemática da contaminação ambiental por águas residuárias e visando contribuir para os debates sobre o tema, o presente estudo objetivou realizar uma revisão sistemática sobre o uso da Ecotoxicologia em análises de efluentes.

## **METODOLOGIA**

No presente estudo realizou-se um recorte metodológico que contemplou o levantamento de artigos científicos sobre ensaios ecotoxicológicos com efluentes disponibilizados na base de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A busca foi realizada, especificamente, no campo 'Buscar Assunto' da plataforma e as palavras-chave consideradas foram: "ecotoxicologia" AND "efluente" AND "tratamento". Após a primeira pesquisa na base de dados com a *string* de busca adotada, optou-se por considerar apenas artigos de pesquisas desenvolvidas no Brasil.

A pesquisa foi realizada entre os dias 05/05/2021 e 05/10/2021, e abrangeu trabalhos

publicados entre 2003 e 2021. Os artigos identificados pelo sistema foram submetidos a uma análise prévia dos títulos, resumos e palavras-chave, a fim de averiguar quais efetivamente se encaixavam no propósito deste estudo, considerando os critérios mencionados. Assim, aqueles efetivamente selecionados foram lidos na íntegra, fichados e analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento preliminar realizado no portal de periódicos CAPES resultou em 62 ocorrências, que após analisadas quanto aos seus objetivos, metodologias predominantes e critérios de exclusão, resultaram em 11 artigos que efetivamente se encaixavam na proposta deste estudo.

O trabalho mais antigo identificado foi o de Düpont e Lobo (2012), que avaliaram a eficiência da Estação de Tratamento de Efluente (ETE) da Universidade de Santa Cruz do Sul. Para tanto, os autores desenvolveram ensaios ecotoxicológicos, químicos, físicos e microbiológicos do efluente antes e após o tratamento. Nos ensaios de toxicidade aguda e crônica foram utilizados como organismo-teste, respectivamente, as espécies *Daphnia magna* e *Ceriodaphnia* dúbia. A metodologia usada para toxicidade aguda seguiu a NBR 12713 (ABNT, 2004). Os resultados foram expressos como concentração efetiva média capaz de causar a 50% dos organismos-teste efeitos de imobilidade [CE (I) 50], com duração de 48 horas, e classificados por meio de uma escala de toxicidade proposta por Lobo, Rathke e Brentano (2006). O estudo também calculou a vazão ideal para recebimento do efluente tratado pelo corpo hídrico receptor, evidenciando que o córrego não tinha capacidade de suporte que permitisse a prevenção de efeitos agudos e crônicos à biota aquática, comprovando que a ETE estudada necessitava de ajustes nos processos operacionais para sanar os impactos ambientais causados.

Por sua vez, Queissada *et al.* (2013) enfocaram o tratamento de efluente da etapa de demulsificação por acidificação de uma indústria de usinagem, localizada na região do Vale do Paraíba, em São Paulo. Para tanto, utilizaram os organismos-teste autóctones *Epicoccum nigrum* e *Cladosporium sp.*, e usaram o fungo *A. niger* como microrganismo comparativo de referência. O objetivo principal do estudo foi avaliar qual dos dois microrganismos seria mais eficaz no tratamento de águas residuais do fluido de corte, utilizando um sistema oxigenado (air-lift). Os autores utilizaram a alga verde *Pseudokirchneriella subcaptata* como organismo-teste para determinar a toxicidade crônica, seguindo a metodologia da norma brasileira 12648 (ABNT, 2005). Após o tratamento foi constatado que os dois microrganismos utilizados no estudo reduziram efetivamente a toxicidade crônica em comparação ao fungo de referência, enquanto o *A. niger* teve uma redução efetiva de 9%, *Epicoccum nigrum* e *Cladosporium sp.* obtiveram efetivamente uma redução de 48% e 45%, respectivamente. Os resultados evidenciaram que os dois microrganismos utilizados possuem alto potencial para reduzir os parâmetros relacionados à poluição neste tipo de

efluente se comparados com o fungo *A. niger*.

Com o intuito de avaliar o tratamento combinado de lixiviado e efluente doméstico, Mannarino *et al.* (2013) realizaram um estudo na ETE de Icaraí, em escala piloto, com mistura do lixiviado do aterro de resíduos sólidos urbanos do Morro do Céu, localizado em Niterói (Rio de Janeiro - RJ) e efluente doméstico da mesma cidade. Foram utilizados como organismos-teste peixes do gênero tilápia, expostos no aquário ao efluente do tratamento combinado da estação-piloto. Os resultados indicaram presença de concentrações mais elevadas de HPA e maior frequência de micronúcleos e de outras anormalidades nucleares nos peixes expostos ao efluente tratado em concentrações maiores, em relação ao grupo controle, evidenciando a capacidade de tais bioindicadores em maior concentração causar danos genotóxicos. Apesar disso, de modo geral, foi percebida uma diminuição do impacto do efluente com tratamento combinado quando comparado ao lixiviado bruto, necessitando, assim, de mais pesquisas na área que comprovem a eficiência do método.

Machado *et al.* (2014) avaliaram o efluente produzido durante a hemodiálise de um centro de diálise, escolhido ao acaso em Joinville (Santa Catarina – SC) com o intuito de quantificar a toxicidade dos poluentes através de vários testes de curto e longo prazo realizados com dois bioensaios, usando o flagelo verde *Euglena gracillis* e o cladóceros *Daphnia magna* como organismos-teste. O resultado para os testes agudos com *Euglena gracillis* e *Daphnia magna*, expresso em CE 50, classificou o efluente contendo poluentes de médio risco. Em relação ao teste de toxicidade crônica, foi constatado que o efluente de hemodiálise não causou alterações fisiológicas até a concentração de 10%, e concentrações acima de 25% causaram a morte precoce de fêmeas. Os dados apresentados mostraram que o efluente advindo da hemodiálise apresenta riscos ambientais significativos quando descartados sem tratamento no meio ambiente.

Por intermédio de análises físico-químicas e ensaios ecotoxicológicos, Tavares (2014) avaliou a qualidade dos efluentes provenientes das ETEs dos municípios São João da Boa Vista (São Paulo – SP), Espírito Santo do Pinhal (SP) e Águas da Prata (SP). Para tanto, foram utilizados nos ensaios de toxicidade aguda e crônica os microcrustáceos *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* como organismos-teste, respectivamente. Os resultados para análise aguda foram expressos em CE (I) 50, com duração de 48 horas, e mostraram que os efluentes não apresentaram grande potencialidade para ocasionar efeitos tóxicos ao microrganismo estudado nas condições analisadas, indicando toxicidade baixa e, portanto, não oferecendo risco aos organismos do corpo hídrico receptor. No ensaio da toxicidade crônica restou comprovado que duas das ETEs não ofereciam riscos aos seus respectivos corpos receptores. Entretanto, a ETE do município de Águas da Prata evidenciou um resultado preocupante e, como não houve definição experimental suficiente na porcentagem de concentração devido às limitações do estudo, não foi possível aplicar a avaliação do risco ecotoxicológico que o efluente apresentava.

Maria, Lange e Amaral (2014) coletaram o efluente da etapa de branqueamento

de uma indústria de papel e celulose que utilizava processo kraft para avaliar a toxicidade em sua pré e pós-degradação biológica em dois estágios da produção. Foram realizados testes agudos com *Daphnia similis*, seguindo a NBR 12713 (ABNT, 2004), e testes crônicos com *Ceriodaphnia dubia*, conforme a NBR 13373 (ABNT, 2005), com resultados expressos em CE 50 e valor crônico, respectivamente. Na pré-degradação de toxicidade aguda e crônica os efluentes ácidos, alcalinos e mistos indicaram elevada toxicidade, já esperada devido ao fato do efluente de branqueamento ser o maior responsável pela toxicidade do efluente total de indústrias de papel e celulose. Após a degradação, tanto termofílica quanto mesofílica, foi constatado que os processos biológicos removeram eficientemente a toxicidade aguda, principalmente da amostra alcalina, sendo o processo mesofílico o melhor para o tratamento dos efluentes; todavia, mesmo assim o resultado de tratamento alcançado não foi o suficiente para o enquadramento aos padrões de lançamento.

Em 2015, outro estudo foi realizado utilizando o efluente da ETE da Universidade de Santa Cruz do Sul. Desta vez, Mohr *et al.* (2015) avaliaram a eficiência da macrófita *Hymenachne grumosa* como organismo-teste para remoção de poluentes utilizando *wetlands* construídos em duas estações experimentais, sendo que na primeira (PA 1) foi utilizado o efluente da Universidade, e na segunda (PA 2) de uma propriedade rural. Para tanto, utilizaram espécimes de *Daphnia magna*. Dentre outros aspectos, o estudo demonstrou que a utilização da macrófita *Hymenachne grumosa* aplicada em sistemas de tratamento com *wetlands* construídos foi altamente significativa, representando uma opção viável para remoção da toxicidade dos efluentes.

O estudo de Campos e Piveli (2016), assim como o de Mannarino *et al.* (2013), também envolveu tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e efluente doméstico. A proposta dos autores foi avaliar a capacidade de redução da toxicidade aguda da mistura em um processo integrado de lodo ativado com biomódia móvel, através de ensaios ecotoxicológicos envolvendo os organismos-teste *Allivibrio fischeri* e *Daphnia similis*. Os resultados observados foram a imobilidade ou letalidade dos organismos, expressos em CE 50, indicando que o lixiviado aumentou a toxicidade do afluente ao processo. No caso do teste envolvendo *Allivibrio fischeri*, foi constatado que o tratamento proposto pelos autores reduziu consideravelmente (na ordem de 70%) o nível de toxicidade do efluente, porém, levando em consideração a tabela adotada, a classificação do grau de toxicidade passou o afluente de nível muito tóxico apenas para o nível tóxico, apresentando, ainda, riscos ao meio ambiente. Já o teste agudo realizado com o organismo-teste *Daphnia magna* não demonstrou muita sensibilidade às substâncias presentes nas amostras, indicando ausência de toxicidade no efluente do processo em todas as concentrações de lixiviado empregadas. O estudo recomendou pesquisas posteriores com ensaios de toxicidade crônica a fim de avaliar o impacto ambiental ao longo do tempo nesse tipo de processo.

Peitz e Xavier (2019) avaliaram o arranjo de meios de suporte e a influência da variação da carga orgânica aplicada em lagoas aeradas modificadas com meio esponjoso

para tratamento de efluente de celulose de uma indústria localizada em Curitiba (Paraná – PR). Para avaliar a eficiência do tratamento proposto foram realizadas análises físico-químicas e ensaios de toxicidade aguda tendo como organismo-teste o microcrustáceo *Daphnia magna*. Especificamente em relação à toxicidade aguda, foi comprovado que a mesma tinha correlação com os compostos fenólicos totais, uma vez que após o tratamento biológico ambas as concentrações sofreram diminuição nos valores obtidos. Todas as amostras após o tratamento proposto tiveram a remoção da toxicidade aguda, entretanto, o desempenho geral do processo, em relação ao restante das análises, se mostrou inferior ao de uma lagoa controle, indicando que as modificações realizadas na pesquisa não são recomendadas para tratar o efluente de indústria de celulose.

Por sua vez, Barszcz *et al.* (2019) avaliaram o desempenho de alagados construídos cultivados com macrófitas emergentes na redução de toxicidade de efluente doméstico, validando-o com análises físico-químicas e com ensaios de toxicidade aguda com o microcrustáceo *Daphnia similis* como organismo-teste, e de fitotoxicidade utilizando como bioindicador quatro espécies vegetais: a dicotiledônea *Lactuca sativa*, a monocotiledônea *Sorghum vulgare* e as macrófitas aquáticas *Lemna sp.* e *Azolla sp.* Os ensaios de fitotoxicidade indicaram que três das espécies estudadas (*Lactuca sativa*, *Sorghum vulgare* e *Lemna sp.*) não foram sensíveis ao efluente analisado como a *Azolla sp.*, que se mostrou sensível ao efluente, revelando que pode ser melhor aproveitada em análises investigativas dessa natureza.

Kist *et al.* (2020) avaliaram o potencial dos fungos *Pleurotus floridae* e *Pleurotus ostreatus* para a degradação de compostos nitroaromáticos em efluentes da Indústria de Materiais Explosivos (IMBEL), localizada em São Paulo (SP). Dentre os controles analíticos estudados, foi desenvolvido o ensaio de toxicidade aguda com *Daphnia magna* seguindo os procedimentos da NBR 12.713 (ABNT, 2009), tendo os resultados expressos em fator de toxicidade de acordo com a menor diluição que apresentou imobilidade em não mais que 10% dos organismos. O tratamento proposto esclareceu que a atividade enzimática apresentada por *Pleurotus floridae* removeu o fator de toxicidade em níveis da ordem de 55% e 50%. Em geral, o biotratamento fúngico promoveu uma redução suficiente nos níveis dos parâmetros analisados, deixando-os dentro dos limites estabelecidos na legislação ambiental.

Em termos gerais, nos trabalhos analisados os aspectos ecotoxicológicos descritos evidenciam que a grande maioria dos artigos analisados contemplou bioensaios com apenas um organismo-teste, enquanto apenas dois estudos foram multiespécies, sendo estes para o teste de toxicidade aguda. Segundo Pompêo, Silva e Paiva (2015), o uso de mais de um organismo-teste é recomendado, pois cada espécie possui uma sensibilidade diferente às substâncias tóxicas, e, uma vez que várias espécies respondem de maneira similar a tais substâncias, isso indica uma confiabilidade maior nos resultados de toxicidade. Além disso, com exceção de Mannarino *et al.* (2013) e Queissada *et al.* (2013), todos os

artigos analisados utilizaram como organismo-teste os microcrustáceos *Daphnia magna* ou *Daphnia similis*, que são bastante empregadas em bioensaios devido ao fato de serem sensíveis aos efeitos tóxicos (CETESB, 2013), além de possuírem fácil reprodução e manuseio em ambientes laboratoriais.

Em relação à diversidade de organismos-teste empregados, Martins e Bianchini (2011) ressaltam que pesquisadores de diferentes regiões do Brasil precisam cada vez mais selecionar espécies locais como organismo-teste, sendo tal procedimento essencial para padrões de lançamento e qualidade da água mais consistentes em cada região, além de tornar seus estudos mais representativos. Por outro lado, a seleção de espécies localmente importantes, mas ainda pouco estudadas, pode resultar na rejeição de trabalhos a serem publicados em revistas internacionais reconhecidas, uma vez que não são de importância ou relevância global (SARMA e NANDINI, 2006).

A maioria dos trabalhos pesquisados realizaram bioensaios de toxicidade aguda. Não há exigências pré-estabelecidas em relação ao tipo de ensaio, no entanto, a definição do bioensaio a ser desenvolvido, seja crônico ou agudo, precisa atender ao nível mínimo de segurança exigido para as respostas pleiteadas (SANTOS, BARROS e BÁRBARA, 2020).

As pesquisas analisadas se mostraram bem distribuídas em relação aos tipos de efluentes (doméstico e industrial), além disso, dois estudos (CAMPOS e PIVELI, 2016; MANNARINO *et al.*, 2013) contemplaram uma combinação de efluente doméstico e lixiviado de aterro sanitário, cuja composição é complexa e requer processos de tratamento conjuntos e adequados antes do lançamento no corpo receptor (CASTILHOS JUNIOR, DALSSASSO e ROHERS, 2010), demonstrando a preocupação ambiental com a destinação e tratamento desses lixiviados.

Em termos de distribuição espacial, trinta e seis por cento dos estudos foram realizados na região Sul e sessenta e quatro por cento na região Sudeste do Brasil. Uma possível explicação para esse cenário é o fato dessas regiões serem as mais populosas e industrializadas do país e, por conta disso, terem desenvolvido uma maior preocupação quanto aos recursos ambientais e a sua gestão. Adicionalmente, são Estados onde há maior incentivo ao desenvolvimento de pesquisas, tais dados corroboram com o estudo de Carvalho e Schmidt (2008), onde foram identificados que a maior parte das pesquisas desenvolvidas na área da educação ambiental são na região Sudeste, salientando a necessidade de políticas de estímulo ao equilíbrio regional nas publicações científicas no Brasil. Dentre os artigos selecionados, nenhum foi realizado fora do Sul e do Sudeste, mostrando o quanto pesquisas em outras regiões do país ainda são escassas.

## CONCLUSÃO

Os artigos publicados nos últimos nove anos em que se baseou o presente estudo evidenciaram que efluentes, tanto domésticos como industriais, possuem um grande

potencial poluidor, causando impactos significativos nos organismos-teste e comprovando, assim, o elevado risco aos ecossistemas aquáticos. Em praticamente todos os estudos apresentados foi possível constatar que o efluente amostrado possuía uma toxicidade capaz de gerar impactos negativos ao meio ambiente caso descartado sem tratamento.

Paralelamente, também foi possível perceber que é de suma importância a aplicação de tratamentos e processos adequados para cada tipo de efluente, uma vez que a redução da sua toxicidade está diretamente ligada a eficiência do processo, evitando, assim, a contaminação dos corpos hídricos receptores. Além disso, identificou-se que a seleção de organismos-teste normatizados e suficientemente sensíveis também é fundamental para a confiabilidade dos ensaios.

Sabe-se ainda que, ao se tratar de impactos ambientais, tem-se uma problemática um tanto quanto complexa, devido aos seus efeitos diretos e indiretos e amplo rol de ambientes e indivíduos que podem ser afetados negativamente dentro de um ecossistema como um todo, sendo ainda mais dinâmicos e preocupantes nos casos em que as evidências de tais só se manifestam após um lapso temporal, como é o caso dos efeitos tóxicos na cadeia de bioacumulação.

Nesse sentido, mesmo sendo confirmado que o Brasil está disseminando pesquisas científicas voltadas para a temática abordada, ainda se faz necessário o desenvolvimento de mais estudos nessa área do conhecimento, expandindo, no caso do enfoque do presente trabalho, o nível de experiência e aprendizado acerca dos tratamentos e dos impactos de efluentes sobre os diferentes compartimentos ambientais, em especial às coleções hídricas superficiais.

Adicionalmente, também é imprescindível que os sistemas de tratamento de efluentes sejam implementados de maneira eficaz, assim como acompanhados, objetivando-se diminuir a degradação ambiental por efluentes. Bem como deve-se considerar sempre se manter um vínculo entre as pesquisas científicas e órgãos reguladores e licenciadores, a fim de modernizar o sistema de gestão e controle por parte do Estado.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12713: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com Daphnia spp (Crustacea, Cladocera)**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12713: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com Daphnia spp (Crustacea, Cladocera)**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12713: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com Daphnia spp (Crustacea, Cladocera)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12648: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13373: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com Ceriodaphnia spp (Crustacea, Cladocera)**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- AHMED, J.K.; AHMARUZZAMAN, M. A review on potential usage of industrial waste materials for binding heavy metal ions from aqueous solutions. **Journal of Water Process Engineering**, Índia, v. 10, p. 39-47, Abr. 2016.
- AMORIM, L.C.A. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Belo Horizonte-MG, v. 6, n. 2, p. 158-170, 2003.
- ARAÚJO, K.S. de; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A.C.; MALPASS, G.R.P. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais (MG). **Ambiente & Água**, Taubaté-SP, v. 11, n. 2, p. 388-401, Abr-Jun. 2016.
- BARSZCZ, L.B.; BELLATO, F.C.; BENASSI, R.F.; MATHEUS, D.R. Avaliação ecotoxicológica de efluentes tratados por alagados construídos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 1147-1156, Nov-Dez. 2019.
- BELTRAME, T. F.; BELTRAME, A. F.; LHAMBY, A. R.; PIRES, V. K. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema (RS). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria-RS, v. 20, n. 1, p. 283-294, Jan-Abr. 2016.
- BIANCHINI, A.; WOOD, C.M. Physiological effects of chronic silver exposure in *Daphnia magna*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 133, p. 137-145, Set. 2002.
- BULICH, A.A. A practical and reliable method for monitoring the toxicity of aquatic samples. **Process Biochemistry**, v. 17, n. 2, p. 45-47, 1982.
- CAMPOS, F.; PIVELI, R.P. Redução da toxicidade aguda de lixiviado de aterro sanitário em co-tratamento com esgoto doméstico pelo processo integrado de lodo ativado com biofilme em leito móvel. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté-SP, v. 11, n. 2, Abr-Jun. 2016.
- CARVALHO, I.C.D; SCHMIDT, L.C. A pesquisa em Educação Ambiental: uma análise dos trabalhos apresentados na ANPED, ANPPAS e EPEA de 2001 a 2006. **Pesquisa em Educação Ambiental**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 147-174, 2008.
- CASTILHOS JUNIOR, A.B.; DALSASSO, R.L.; ROHERS, F. Pré-tratamento de lixiviados de aterros sanitários por filtração direta ascendente e coluna de carvão ativado. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Santa Catarina, v. 15, n. 4, p. 385-392, Out-Dez. 2010.

CASTILHOS, Z.C.; EGLER, S.G.; COUTO, H.J.B; FRANÇA, S.C.A.; RUBIO, J.; PEREIRA, C.M.R. dos.; ARAUJO, P.C. Avaliação ecotoxicológica de efluentes da indústria carbonífera. **Série Tecnologia Ambiental**, sta-61. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MTC, 2011. 73p.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Controle Ecotoxicológico de Efluentes Líquidos no Estado de São Paulo. **CETESB**. 2 Ed. São Paulo, 2013.

COLEMAN, R.N.; QUERESHI, A.A. Microtox and Spirillum volutans tests for assessing toxicity of environmental samples. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 35, n. 1, p. 443-451, 1985.

DÜPONT, A.; LOBO, E.A. Evaluation of the efficiency of the sewage treatment plant from the University of Santa Cruz do Sul (UNISC), RS, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 119-126, 2012.

ISO - International Organization for Standardization. **ISO 10706**: Water Quality – Determination of Long Term Toxicity of Substances to *Daphnia magna* Straus (Cladocea, Crustacea). Suíça, ISO: 2000.

ISO - International Organization for Standardization. **ISO 15799**: Soil Quality – Guidance on the Ecotoxicological Characterization of Soils and Soil Materials. Suíça, ISO: 2019.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Ed. ABES, 2011, 969 p.

KIST, C.P.; SCHERER, C.E.; SOARES, M.; RODRIGUES, M.B. Biodegradation of nitroaromatic compounds in Red Water by white rot fungi *Pleurotus ostreatus* and *floridae*. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté-SP, v. 15, n. 6, 2020.

KNOPS, M.; ALTENBURGER, R.; SEGNER, H. Alterations of physiological energetics, growth and reproduction of *Daphnia magna* under toxicant stress. **Aquatic Toxicology**, v. 53, n. 2, p. 79-90, 2001.

LOBO, E. A.; RATHKE, F. S.; BRENTANO, D. M. Ecotoxicologia aplicada: o caso dos produtores de tabaco na bacia hidrográfica do Rio Pardinho, RS, Brasil. In: ETGES, V.E.; FERREIRA, M.A.F. **A produção do tabaco: impacto no ecossistema e na saúde humana na região de Santa Cruz do Sul**, RS. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, p. 41-68, 2006.

MACHADO, C.K.; PINTO, L.H.; CIAMPO, L.F.D.; LORENZI, L.; CORREIA, C.H.G.; HÄDER, D.P.; ERZINGER, G.S. Potential environmental toxicity from hemodialysis effluent. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 102, p. 42-47, 2014.

MAGALHÃES, D.P.; FERRÃO 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.

MANNARINO, C.F.; MOREIRA, J.C.; FERREIRA, J.A.; ARIAS, A.R.L. Avaliação de impactos do efluente do tratamento combinado de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico sobre a biota aquática. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 11, p. 3235, 2013.

MARENGONI, N.G.; KLOSOWSKI, E.S.; OLIVEIRA, K.P.; CHAMBO, A.P.S.; GONÇALVES JUNIOR, A.C. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu Binacional (PR). **Química Nova**, Paraná, v. 36, n. 3, p. 359-363, Jan. 2013.

MARIA, M.A.; LANGE, L.C.; AMARAL, M. Avaliação da toxicidade de efluentes de branqueamento de pasta celulósica pré e pós-degradação biológica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Belo Horizonte-MG, v. 19, n. 4, p. 417-422, Dez. 2014.

MARTINS, S.E.; BIANCHINI, A. Toxicity tests aiming to protect Brazilian aquatic systems: current status and implications for management. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 13, n. 7, p. 1866-1875, 2011.

MOHR, G.; DUPONT, A.; MACHADO, E.L.; LOBO, E.A. Avaliação da eficiência da macrófita *himenachne grumosa* como organismo-teste, em dois sistemas de tratamento de efluentes, através de ensaios ecotoxicológicos. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, v. 5, n. 2, p. 02-12, 2015.

NIVA, C.C.; BROWN, G.G. **Ecotoxicologia Terrestre: Métodos e Aplicações dos Ensaios com Oligoquetas**. Brasília: Ed. Embrapa, 2019. 258 p.

OLIVEIRA, D.M.; CARA, D.V.C.; XAVIER, P.G.; PAULA, M.S.; SOBRAL, L.G.S.; LIMA, R.B.; LOUREIRO, A. **Fitorremediação: o estado da arte**. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCT (Série Tecnologia Ambiental, 39), 2006, 48p.

PEITZ, C.; XAVIER, C.R. Evaluation of aerated lagoon modified with spongy support medium treating Kraft pulp mill effluent. **Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia**, n. 92, p. 70-79, Jul-Set. 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.

QUEISSADA, D.D.; SILVA, F.T.; PENIDO, J.S.; SIQUEIRA, C.D.; PAIVA, T.C.B. *Epicoccum nigrum* and *Cladosporium* sp. for the treatment of oily effluent in an air-lift reactor. **Brazilian journal of microbiology**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 607-612, 2013.

SANTOS, K.P.; BARROS, R.G.; BÁRBARA, V.F. Análises ecotoxicológicas em cavas de mineração a céu aberto: uma revisão sistemática. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.317-331, 2020.

SARMA, S.S.S.; NANDINI, S. Review of Recent Ecotoxicological Studies on Cladocerans. **Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, v. 41, n. 8, p. 1417-1430, 2006.

TAVARES, R.D. Avaliação físico-química e ecotoxicológica de efluentes provenientes de estações de tratamento de esgoto. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 5, n. 1, p. 303-318, 2014.

## SOBRE EL ORGANIZADOR

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA** - Técnico en Química por el Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Licenciado en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2010), Licenciado en Química por la Universidad de Uberaba (2011), en Ciencias Biológicas (2021) y en Física (2022) por la Facultad Única. Especialista en Metodología de la Enseñanza de Química y en Enseñanza de la Enseñanza Superior en la Faculdade JK Serrana de Brasília (2012), especialista en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas en el Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista en Ciencias Naturales y del Mercado de Trabajo (2021) de la Universidad Federal de Piauí (UFPI). Maestría en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2015), con énfasis en el desarrollo de un bioadsorbente para la remoción de iones As(V), Sb (III) y Se (IV) en diferentes matrices acuáticas. Doctorado en Química por la Universidade Federal de Uberlândia (2018), con énfasis en Procesos Oxidativos Avanzados [fotocatálisis heterogénea ( $\text{TiO}_2$  /UV-A y  $\text{TiO}_2$  / Solar,  $\text{H}_2\text{O}_2$  / UV-C) para la remoción de contaminantes de interés emergente (CIE) en diferentes matrices acuáticas. Realizó la primera pasantía de Post-Doctorado (de mayo de 2019 a junio de 2021) en la Universidad Federal de Uberlândia con énfasis en la aplicación de nuevos agentes oxidantes usando radiación solar para remover Contaminantes de Preocupación Emergente (CPE) en efluentes de una planta de tratamiento de alcantarillado. Actualmente se encuentra realizando su segunda Práctica Posdoctoral (julio 2021 - actual) en la UFU en la misma línea de investigación. Tiene 11 años de experiencia como técnico en química en el Instituto Federal de Goiás, habiendo sido responsable del análisis de parámetros físico-químicos y biológicos de agua y efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales. Actualmente, viene trabajando en las siguientes líneas de investigación: (i) Desarrollo de nuevas metodologías para el tratamiento y recuperación de residuos químicos generados en laboratorios de instituciones de enseñanza e investigación; (ii) estudios de seguimiento de la CPE; (iii) Desarrollo de nuevas tecnologías avanzadas para la remoción de CPE en diferentes matrices acuáticas; (iv) Aplicación de procesos oxidativos avanzados ( $\text{H}_2\text{O}_2$ /UV C,  $\text{TiO}_2$ /UV-A y foto-Fenton y otros) para eliminar CPE en efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales para su reutilización; (v) Estudio y desarrollo de nuevos bioadsorbentes para la remediación ambiental de CPE en diferentes matrices acuáticas; (vi) Educación Ambiental y; (vii) la alfabetización científica y los procesos de alfabetización en el área de Ciencias Naturales, especialmente biología y química.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Actividades acuáticas 27  
Actividades antrópicas 2  
Actividades recreativas 14  
Acuicultura 3, 6, 8, 11  
Agentes biológicos 3  
Águas residuárias 32, 34  
*Allivibrio fischeri* 37  
Antimicrobianos 1, 3, 4, 9, 10  
Area Natural Protegida (ANP) 24  
Aterro sanitário 37, 39, 41

### B

Bacterias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10  
Bacteriófagos 2, 4, 5, 7, 8  
Barranca de Metztlán 12, 13, 14, 21, 22  
Bioacumulação 33, 40, 42  
Biocontrol 1, 2, 4, 6, 9  
Bioensaios 32, 36, 38, 39  
Bioindicadores 36  
Biosfera 12, 13, 14, 21, 22  
Bravo-Hollis 12, 13, 14, 22

### C

Cabo Pulmo 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31  
Cactus 13, 22  
Corpos hídricos 33, 40

### D

*Daphnia magna* 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42  
*Daphnia similis* 36, 37, 38, 39  
Degradação ambiental 32, 40  
Descontaminación 3  
Desinfección 3, 4

## E

Ecosistema 5, 6, 23, 24, 26, 28  
Ecotoxicología 32, 34, 40, 41, 42, 43  
Efluente doméstico 36, 37, 38, 39  
Estação de Tratamento de Efluente (ETE) 35  
Estado de Hidalgo 12, 13, 14, 21  
Extinción 12, 21

## F

Fagoterapia 1, 5, 8, 9  
Fauna 14, 25  
Fitotoxicidade 38  
Flora 13, 14, 25

## G

Genotóxicos 36

## I

Industria alimentaria 3, 8, 9, 10

## L

Lixiviado 36, 37, 39, 41, 42

## M

Meio ambiente 33, 34, 36, 37, 40  
Metais pesados 33, 42  
Microorganismos 1, 2, 3, 4, 7, 8

## N

Níveis tróficos 33

## O

Organismo-teste 35, 37, 38, 39, 43

## R

Recurso forestal 14  
Recursos naturales 2, 12, 21, 27  
Riesgos biológicos 2

## S

Salud pública 1, 8

Substâncias tóxicas 33, 38

Suculentas 13

Sustentable 12, 23, 24, 25, 26, 27

## T

Taxonómica 12, 14, 21

Toxicidade aguda 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41

Toxicidade crônica 35, 36, 37, 41

Turismo sustentable 23, 25, 27

## U

Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) 23

A black and white photograph of a hand gently touching a mound of dark, rich soil. The hand is on the left side of the frame, with fingers slightly spread. The soil is on the right, showing its texture and depth. The background is a dark, textured surface, possibly more soil or a wall.

# Meio ambiente:

Preservação, saúde  
y sobrevivência 3

[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) 

A close-up photograph of a person's hand with light-colored skin and manicured nails, gently touching a vibrant green, textured moss-covered surface. The background is a dense, out-of-focus forest floor covered in similar moss.

# Meio ambiente:

Preservação, saúde  
y sobrevivência 3

[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) 