

# Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

3

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

3

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

**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-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

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

**Conselho Editorial****Ciências 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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



## Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência 3

**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)

M514 Meio ambiente: preservação, saúde e 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 978-65-258-0276-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.763222005>

1. Meio ambiente. 2. Preservação. 3. Saúde. 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



**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.



## APRESENTAÇÃO

O e-book: “Meio Ambiente, Preservação, Saúde e Sobrevivência 3” é constituído por vinte capítulos de livros que procuraram tratar do tema: saúde pública e meio ambiente. Os capítulos de 1 a 5 apresentam estudos do controle biológico do mosquito *Aedes Aegypti* que já ocasionou inúmeras epidemias de dengue no Brasil; a paisagem urbana e fatores ambientais que implicam na maior disseminação e contágio pelo vírus do COVID-19 no Brasil; a utilização de sementes da *Moringa Oleifera* se mostrou eficiente no combate a hipertensão em bioensaios com ratas, após o período de menopausa das mesmas, avalia também se existe diferença na compreensão de meio e interação com a natureza entre graduandos de Licenciatura em Ciências da Natureza e Bacharelado em Enfermagem. Já os capítulos de 6 a 9 avaliaram a necessidade de formação de toda a comunidade escolar em relação à conscientização ambiental; a importância da água como representação social para alunos do ensino médio; o desenvolvimento de uma Amazônia mais sustentável a partir da criação de caminhos pós-coloniais; os fatores que influenciam na paisagem Jesuítica no município de Uruguaiana/RS e a utilização de cortinas verdes em paisagens modificadas por atividades de mineração no município de Gurupi/TO. Já os capítulos de 10 a 14 avaliaram o desenvolvimento de um fertilizante orgânico proveniente da compostagem de resíduos de alimentos; diversidade de fungos Micorrízicos e sua relação com os ecossistemas florestais em Alta Floresta do Oeste/RO; os impactos ambientais ocasionados pela geração de lixo eletrônico (e-lixo) descartados de em locais de forma inadequada; a influência de substâncias bioestimulantes em lavouras de soja e; a influência de parques eólicos na avifauna. Por fim, os capítulos de 15 a 22 buscaram resgatar a memória de 10 anos do maior desastre ambiental ocorrido na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos/RS; a qualidade da água subterrânea em municípios da região metropolitana de Salvador; a qualidade da água de arroio agrícola no município de São Borja/RS; utilização do aplicativo Arduino para fins de monitoramento da qualidade da água; reutilização da água de chuva em uma edificação na cidade de Januária/MG; panorama histórico da presença de mercúrio (Hg) em amostras da região amazônica e; examinar aspectos da definição, delimitação, proteção e preservação do meio ambiente na zona costeira brasileira.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

CONTROLE BIOLÓGICO COM O *Aedes Aegypti*

Anna Carolina Tavares de Oliveira

Gabriela Corrêa Kling

Mariana Luiza de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220051>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

COVID-19 E O PLANEJAMENTO DA PAISAGEM URBANA DIANTE DO URBANISMO DE EMERGÊNCIA

Maria de Lourdes Carneiro da Cunha Nóbrega

Isabella Leite Trindade

Ana Luisa Oliveira Rolim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220052>

### **CAPÍTULO 3..... 33**

INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DE COVID-19

Allana Bandeira Carrilho

Vitória Maria Ferreira da Silva

Bruna Cavalcanti de Souza

Maria Eduarda de Souza Leite Wanderley

Camila de Barros Prado Moura-Sales

Mariana da Silva Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220053>

### **CAPÍTULO 4..... 39**

EFEITO CARDIOPROTETOR DO EXTRATO ALCOÓLICO DE *Moringa oleifera Lam* EM MODELO DE HIPERTENSÃO NA PÓS-MENOPAUSA EM RATAS

Luana Beatriz Leandro Rodrigues

Tatiana Helfenstein

Juliane Cabral Silva

Elvan Nascimento dos Santos Filho

Gilsan Aparecida de Oliveira

Roberta Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220054>

### **CAPÍTULO 5..... 48**

DIFERENÇAS NA COMPREENSÃO DE MEIO AMBIENTE E INTERAÇÃO COM A NATUREZA DE ESTUDANTES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E ENFERMAGEM

Samuel Felipe Viana

Giovanna Morghanna Barbosa do Nascimento

Maria Jaislanny Lacerda e Medeiros

José Wicto Pereira Borges

Clarissa Gomes Reis Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220055>

**CAPÍTULO 6..... 58**

REFLEXÕES AMBIENTAIS NO PROCESSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA

Walter da Silva Braga

Maria Ludetana Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220056>

**CAPÍTULO 7..... 72**

A REPRESENTAÇÃO SOCIAL DA ÁGUA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO:  
ESTUDO EM UMA ESCOLA DO SUL DE MINAS GERAIS

Leandro Costa Fávaro

Luís Fernando Minasi

Letícia Rodrigues da Fonseca

Daiana Fernandes Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220057>

**CAPÍTULO 8..... 82**

AO CAMINHO DE CRIAR MOMENTOS PÓS-COLONIAIS: PROPONDO UMA DINÂMICA  
DE INTERCÂMBIO DE CONHECIMENTO RUMO A UMA AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL

Regine Schönenberg

Claudia Pinzón

Rebecca Froese

Foster Brown

Oliver Frör

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220058>

**CAPÍTULO 9..... 93**

AS INFLUÊNCIAS DO SUPORTE BIOFÍSICO NA PAISAGEM JESUÍTICA DO MUNICÍPIO  
DE URUGUAIANA, RS

Mariana Nicorena Morari

Raquel Weiss

Luis Guilherme Aita Pippi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7632220059>

**CAPÍTULO 10..... 108**

USO DE CORTINAS VEGETAIS EM ÁREAS ALTERADAS PELA MINERAÇÃO

Maria Cristina Bueno Coelho

Max Vinícios Reis de Sousa

Mauro Luiz Erpen

Maurilio Antonio Varavallo

Juliana Barilli

Marcos Giongo

Marcos Vinicius Cardoso Silva

Yandro Santa Brigida Ataíde

Wádilla Morais Rodrigues

Bonfim Alves Souza  
José Fernando Pereira  
Damiana Beatriz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200510>

**CAPÍTULO 11..... 120**

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA PRODUÇÃO DE ADUBO E MONTAGEM DE CÍRCULO DE BANANEIRAS NA UEMA CAMPUS PINHEIRO

Joelson Soares Martins  
Alessandra de Jesus Pereira Silva  
Francinalva Melo Moraes  
Sâmilly Fonsêca Carlos  
Walison Pereira Moura  
Thais Sá Ribeiro  
Maria de Jesus Câmara Mineiro  
Rafaella Cristine de Souza  
Gilberto Matos Aroucha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200511>

**CAPÍTULO 12..... 128**

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA DO OESTE - RO

Rafael Jorge do Prado  
Ana Lucy Caproni  
José Rodolfo Dantas de Oliveira Granha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200512>

**CAPÍTULO 13..... 144**

LEVANTAMENTO E APONTAMENTOS SOBRE O DESTINO DO LIXO ELETRÔNICO NO BRASIL

Rhuann Carlo Viero Taques  
Cristofer Lucas Gadens de Almeida  
Angelita Maria de Ré

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200513>

**CAPÍTULO 14..... 155**

APLICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES PARA O MANEJO DO DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DA SOJA

Wendson Soares da Silva Cavalcante  
Nelmício Furtado da Silva  
Marconi Batista Teixeira  
Giacomo Zanotto Neto  
Fernando Rodrigues Cabral Filho  
Fernando Nobre Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200514>

**CAPÍTULO 15..... 171**

**MONITORAMENTO DE AVIFAUNA EM PARQUE EÓLICO**

Marilângela da S. Sobrinho  
Edilson Holanda Costa Filho  
Rosane Moraes Falcão Queiroz  
Maria Eulália Costa Aragão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200515>

**CAPÍTULO 16..... 177**

**UMA DÉCADA DO MAIOR DESASTRE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS: UMA REVISÃO**

Luciana Rodrigues Nogueira  
Wyllame Carlos Gondim Fernandes  
Elisa Kerber Schoenell  
Haide Maria Hupffer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200516>

**CAPÍTULO 17..... 189**

**DESGUALDADES SÓCIO-ESPACIAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, BAHIA (BR): SANEAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DE ITAPARICA E VERA CRUZ**

Manuel Vítor Portugal Gonçalves  
Débora Carol Luz da Porciúncula  
Cristina Maria Macêdo de Alencar  
Moacir Santos Tinôco  
Manoel Jerônimo Moreira Cruz  
Flávio Souza Batista  
Vinnie Mayana Lima Ramos  
Thiago Guimarães Siqueira de Araújo  
Gláucio Alã Vasconcelos Moreira  
Ana Cláudia Lins Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200517>

**CAPÍTULO 18..... 220**

**SAZONALIDADE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ARROIO AGRÍCOLA/SUBURBANO: ESTUDO DO ARROIO DO PADRE EM SÃO BORJA /RS**

José Rodrigo Fernandez Caresani  
Tanise da Silva Nascimento  
Morgana Belmonte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200518>

**CAPÍTULO 19..... 232**

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA VIA ARDUINO**

Paulo Wilton da Luz Camara  
Ana Carolina Cellular Massone  
João Paulo Bittencourt da Silveira Duarte  
Joelma Gonçalves Ribeiro

Guilherme Delgado Mendes da Silva  
Juliene Lucas Delphino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200519>

**CAPÍTULO 20..... 240**

REUSO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NUMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA EM JANUÁRIA – MG

Guilherme Willer Alves Braga

Matheus Henrique Lafetá

Marcia Maria Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200520>

**CAPÍTULO 21..... 250**

PANORAMA HISTÓRICO DE MONITORAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DE MÉRCURIO (Hg) EM DIFERENTES AMOSTRAS NA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Bruno Elias dos Santos Costa

Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200521>

**CAPÍTULO 22..... 263**

ASPECTOS DO REGIME JURÍDICO DA ZONA COSTEIRABRASILEIRA SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE

Emedi Camilo Vizzotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200522>

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 283**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 284**

## PANORAMA HISTÓRICO DE MONITORAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DE MÉRCURIO (HG) EM DIFERENTES AMOSTRAS NA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA

*Data de aceite: 02/05/2022*

### **Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**

Doutor em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Pós-doutor em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Pós-doutorando em Química pela Universidade Federal de Uberlândia  
<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>  
<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

### **Bruno Elias dos Santos Costa**

Doutor em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Pós-doutorando em Química pela Universidade Federal de Catalão/Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/9995122149910490>  
<https://orcid.org/0000-0002-9306-0939>

### **Valdinei de Oliveira Santos**

Especialista em Educação Ambiental, pelo Instituto de Educação e Ensino Superior de Samambaia. Professor da Escola Estadual Dom Eliseu Unai -MG  
<http://lattes.cnpq.br/5877647086852971>  
<https://orcid.org/0000-0002-3400-0143>

**RESUMO:** Recentemente, os meios de comunicação divulgaram e noticiaram a presença de elevada concentração de mercúrio (Hg) em diferentes espécies de peixes provenientes da região amazônica, o que levou a proibição do consumo de peixes contaminados de forma imediata. Entretanto, o monitoramento e a quantificação de Hg provenientes de diferentes amostras (água, sedimentos, peixes e outros

pescados, cabelo, urina, sangue e outros) de diferentes cidades e estados da grande região amazônica no território brasileiro, vêm sendo estudado há mais de 30 anos por inúmeros pesquisadores das universidades brasileiras. A diversidade e quantidade de estudos não só monitoram e quantificam Hg, mas buscam investigar os efeitos biológicos desencadeados a fauna, flora e espécie humana. A presença de Hg em diferentes ambientes e amostras são provenientes das inúmeras atividades industriais e, principalmente, as centenas de garimpos de ouro ilegais em toda a região amazônica. Diante disso, este trabalho teve por objetivo realizar um levantamento bibliográfico de trabalhos publicados em periódicos nacionais nos últimos 30 anos que trazem a tona o tema em voga. Os resultados de outros trabalhos que foram apresentados e discutidos neste capítulo de livro apontam os inúmeros efeitos ocasionados pelo Hg aos diferentes ecossistemas e organismos vivos que neles vivem. Além disso, o poder público precisa se fazer presente na reformulação de legislações mais restritas e aumentar/melhorar a forma de fiscalização contra o garimpo ilegal na região; suporte a saúde e orientação, principalmente, a população de índios e ribeirinhos que sofrem com os efeitos desencadeados pela exploração ilegal de ouro na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mercúrio, peixe, recursos hídricos e sedimentos.

## HISTORICAL OVERVIEW OF MONITORING AND QUANTIFICATION OF MERCURY (HG) IN DIFFERENT SAMPLES IN THE BRAZILIAN AMAZON REGION

**ABSTRACT:** Recently, the media publicized and reported the presence of high concentrations of mercury (Hg) in different species of fish from the Amazon region, which led to the immediate ban on the consumption of contaminated fish. However, the monitoring and quantification of Hg from different samples (water, sediments, fish and other fish, hair, urine, blood and others) from different cities and states of the great Amazon region in Brazil have been studied for more than 30 years by numerous researchers from Brazilian universities. The diversity and number of studies not only monitor and quantify Hg, but also seek to investigate the biological effects triggered by the fauna, flora and human species. The presence of Hg in different environments and samples comes from the numerous industrial activities and, mainly, the hundreds of illegal gold mining throughout the Amazon region. Therefore, this work aimed to carry out a bibliographic survey of works published in national journals in the last 30 years that bring up the topic in vogue. The results of other works that were presented and discussed in this book chapter point out the numerous effects caused by Hg to the different ecosystems and living organisms that live in them. In addition, the public power needs to be present in the reformulation of more restrictive legislation and increase/improve the form of inspection against illegal mining in the region; support health and guidance, mainly, the population of Indians and riverside people who suffer from the effects triggered by the illegal exploitation of gold in the region.

**KEYWORDS:** Mercury, fish, water resources and sediments.

### 1 | INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A região PAN-Amazônia compreende uma área total de 5,5 milhões de km<sup>2</sup> (Figura 1a), sendo que 60% desta área se encontram em território brasileiro. Os demais 40% se encontram em países que fazem fronteira com o Brasil, tais como: Colômbia, Equador, Bolívia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela. No Brasil, a região amazônica está presente em nove unidades federativas, sendo: *i*) a totalidade do território dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima; *ii*) grande parte do estado de Rondônia (98,8%); *iii*) mais da metade (54,4%) do território de Mato Grosso; *iv*) parte do estado do Maranhão (34%) e; *v*) uma pequena parcela (9%) do território do estado do Tocantins. A região amazônica compreende 38,75% de todo o território brasileiro (8,52 milhões de km<sup>2</sup>) (CORNETTA; RÊGO, 2021; MENDES et al., 2020; RAMOS; ABRAHÃO; RODRIGUES, 2020; ROSA; WEIHS, 2021), conforme apresentado na Figura 1b.

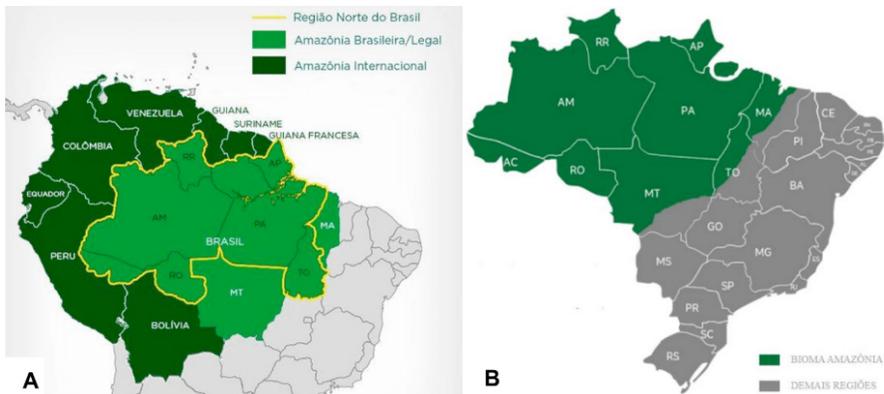


Figura 1: mapa territorial da região (a) Pan-Amazônica e (b) região amazônica no território brasileiro.  
 Fonte: Acervo dos autores (2022).

Em função da quantidade e diversidade de recursos hídricos existentes na região amazônica, o Brasil detém 12% da reserva mundial de água doce do mundo. No entanto, 90% destes recursos hídricos se encontram na região amazônica que concentra, aproximadamente, 5% da população brasileira, o que desencadeia sucessivos períodos de escassez hídrica em todas as demais regiões do território brasileiro afetando diretamente: i) o nível de reservatórios das dezenas de usinas hidrelétricas e; ii) a escassez de água nos reservatórios e/ou fontes de captação de águas para fins potáveis (GOMES et al., 2021; IUBEL, 2020; RAMOS; ABRAHÃO; RODRIGUES, 2020; VIEIRA; ALHO; FERREIRA, 1995).

A região amazônica se constitui no bioma com a maior biodiversidade de fauna e flora do mundo, o que desperta interesse de inúmeros países pela busca científica de identificar e caracterizar novas espécies de animais e plantas, sendo esta última para interesses farmacêuticos para uma ampla aplicação em processos terapêuticos que não possuem e/ou carece de formas de tratamento que leve tanto a cura, quanto o aumento da expectativa de vida da sociedade (CASTRO et al., 2016; JÚNIOR et al., 2018; PIMENTEL et al., 2019). Além disso, a presença de uma grande diversidade cultural em função de tribos indígenas, seringueiros, castanheiros, quebradores de coco de babaçu, ribeirinhos entre outras; se constitui em um patrimônio nacional e mundial (CORNETTA; RÉGO, 2021; DAMAS; BERTOLDO; COSTA, 2014; SÁ et al., 2016; SANTOS et al., 2003; TORREZANI et al., 2016).

Os recursos minerais se constituem em outra importante riqueza nacional em função dos enormes depósitos de: ferro (2º maior do Brasil e do mundo), manganês, cobre alumínio, zinco, níquel, cromo, titânio, fosfato, prata, platina, paládio e o ouro. Tais minerais são de alto valor e se constituem como matéria-prima na fabricação de centenas de produtos que são utilizados de forma direta ou indireta em todo o mundo (LAUTHARTTE et al., 2018; NASCIMENTO et al., 2019; PAMPLONA; LOPES; BITTENCOURT, 2021; ROSA; WEIHS,

2021; SIQUEIRA; APRILE, 2012).

No entanto, a extração do minério de ouro ganhou, recentemente, os holofotes dos meios de comunicação que chamou atenção de todo o país em função da detecção e quantificação de mercúrio em algumas espécies de peixes consumidas na região amazônica e outras regiões do Brasil. Entretanto, está temática não é atual e apresenta estudos a partir do início da década de 90 com estudos de monitoramento e quantificação de mercúrio em amostras biológicas (cabelo, sangue, urina e outros); sedimentos de rios e reservatórios de água; em inúmeras espécies pertencentes à fauna e flora da região amazônica, em especial os pescados que são consumidos em todo o território amazônico (BRABO et al., 1999; GOMES et al., 2021; LACERDA, 1996; RAMOS; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2020).

Na literatura atual, não foi encontrado nenhum trabalho que fizesse um resgate histórico da presença de Hg em amostras de diferente natureza, bem como a correlação da prática de extração de ouro com os impactos ambientais ocasionados em diferentes biotas e os organismos que neles habitam. Soma-se a isso, a escassez de trabalhos que correlacionam o uso de Hg nos processos de extração do ouro aos inúmeros problemas de saúde pública gerada a população que vive e/ou reside em localidades onde existe a prática de garimpagem do ouro em seu entorno. Diante disso, este trabalho tem por objetivo contribuir para a disseminação da informação referente à prática de garimpagem ilegal que vem contribuindo para o aumento da concentração de Hg em diferentes tipos de amostras, bem como realizar um apanhado histórico da prática de garimpagem de ouro na região amazônica.

## **2 | MERCÚRIO (HG): PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, HISTÓRICO, CONTAMINAÇÃO DE ORGANISMOS VIVOS E IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO GARIMPO DE OURO**

O elemento químico mercúrio representado pelo símbolo químico Hg (do latim *Hydrargyrum*) é um metal de número atômico 80, massa molar 220,59g/mol, densidade de 13,534 g/cm<sup>3</sup>, ponto de fusão de -38,83 °C e ponto de ebulição de 356,73 °C e que a temperatura ambiente se constitui no único metal no estado líquido (Figura 2a) (DAMAS; BERTOLDO; COSTA, 2014; LAUTHARTTE et al., 2018; WASSERMAN; HACON; WASSERMAN, 2001).

O primeiro composto de Hg utilizado pela humanidade era o cinábrio, mineral de coloração vermelha rico em HgS (Figura 2b), em função de se constituir em pigmento empregado em pinturas rupestres e fonte de mercúrio metálico. A primeira evidência de Hg remonta a 1500 a. C. que foi encontrada em uma tumba egípcia. Entretanto, a primeira prova escrita do uso de Hg foi realizada pelo filósofo e naturalista Aristóteles, que se referia ao Hg como a “prata fluida”. Já em 133 a.C. um alquimista ofereceu o cinábrio ao imperador chinês Han Wu-Ti com a suposição de que a ingestão de líquidos estocados em vasos de

cinábrio (Figura 2c) poderia conferir a imortalidade, ideia esta que foi compartilhada pelos povos hinduístas (DAMAS; BERTOLDO; COSTA, 2014; GONÇALVES; GONÇALVES, 2004).



Figura 2: (a) Hg líquido utilizado no garimpo; (b) mineral rico em Hg (cinábrio – HgS) e (c) vasos construídos a partir do cinábrio e utilizados para armazenar água.

Fonte: Acervo dos autores (2022).

No entanto, a toxicologia do Hg passou a ser investigada a partir da tragédia de Minamata em 1953 no Japão. Resultando em dezenas de pessoas que morreram e centenas que foram intoxicadas após se alimentarem de peixe e marisco contaminados com resíduos de metilmercúrio que foram lançados nas baías de Minamata. Estudos estimam que desde 1930 já foram lançados mais de 27 toneladas de compostos organomercuriais no mar. A partir da tragédia de Minamata e após anos de investigação, pesquisadores começaram a entender o processo de bioacumulação, que é a acumulação de mercúrio e de outros metais ao longo dos diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar que se estende até o topo, onde se encontra a espécie humana (DAMAS; BERTOLDO; COSTA, 2014; JÚNIOR et al., 2018; PASSOS; MERGLER, 2008; SOUZA; COSTA; OLIVEIRA, 2018).

No entanto, somente a partir da década de 80 e 90 que em função da escassez de informações técnicas a respeito da ecotoxicologia do Hg levou grupos de pesquisadores brasileiros a se mobilizarem e investigarem de forma multicolaborativa com profissionais de diferentes áreas do conhecimento e nações no qual as universidades brasileiras se configuraram como as grandes protagonistas deste projeto (GONÇALVES; GONÇALVES, 2004; MASCARENHAS et al., 2004; SOUZA; COSTA; OLIVEIRA, 2018).

Estudos relacionados à especiação do Hg ainda são escassos, principalmente os voltados para os organismos que vivem em ecossistemas aquáticos biotas aquáticas. As pesquisas já realizadas indicam que de 60 a 95% do mercúrio total ocorre na forma orgânica de metilmercúrio ( $\text{MeHg}^+$ ), sendo esta a forma mais tóxica para o homem (AMARO et al., 2014; BRABO et al., 1999; GOMES et al., 2021; WASSERMAN; HACON; HASSERMAN, 2001). O  $\text{MeHg}^+$  é proveniente da oxidação do  $\text{Hg}^{2+}$  por diferentes mecanismos por intermédio de reações bacterianas que eliminam o  $\text{MeHg}^+$  para o ambiente aquático, se constituindo em uma forma lipossolúvel que se perpetua ao longo da cadeia alimentar e

chega até o topo, na qual se encontra a espécie humana. Em função da dieta alimentar que possui o peixe como principal fonte de proteínas para as comunidades indígenas, ribeirinhas e a população nos perímetros urbanos, se constitui na principal fonte de absorção do MeHg<sup>+</sup> (CASTRO et al., 2016; DAMAS; BERTOLDO; COSTA, 2014; GOMES et al., 2021; HACON et al., 2009; ROSA; WEIHS, 2021).

Atualmente, se conhece inúmeros efeitos toxicológicos aos organismos expostos de forma periódica, tais como: *i)* danos ao sistema nervoso central; *ii)* disfunções musculares e nervosas; *iii)* debilidade; *iv)* fadiga; *v)* perda de peso; *vi)* taquicardia; *vii)* tonturas; *viii)* surdez; *ix)* constrição do campo visual e; *x)* coma. Além de todos estes efeitos, o metilmercúrio (MeHg) possui potencialidade de provocar intoxicação crônica, o que implica em: *i)* distúrbios da sensibilidade nas extremidades do corpo; *ii)* ansiedade; *iii)* depressão; *iv)* insônia e; *v)* risco de doenças cardiovasculares (DAMAS; BERTOLDO; COSTA, 2014; GOMES et al., 2021; KLOURY et al., 2013; SANTOS et al., 2003).

No Brasil, a mineração do ouro teve início no estado de Rondônia em 1739 a partir da descoberta do minério no Rio Corumbiara por um grupo de garimpeiros. Somente no ano de 1978 teve início o processo de extração do ouro de forma artesanal, na qual se empregava o Hg por meio da amalgamação. Em 1979 surgiram as primeiras balsas e dragas (Figuras 3a e 3b) que se intensificaram por todo o trecho do Alto Rio Madeira (LINHARES et al., 2009; ROSA; WHEIHS, 2021; VIEIRA; ALHO; FERREIRA, 1995) até o presente momento (Figuras 3c e 3d).

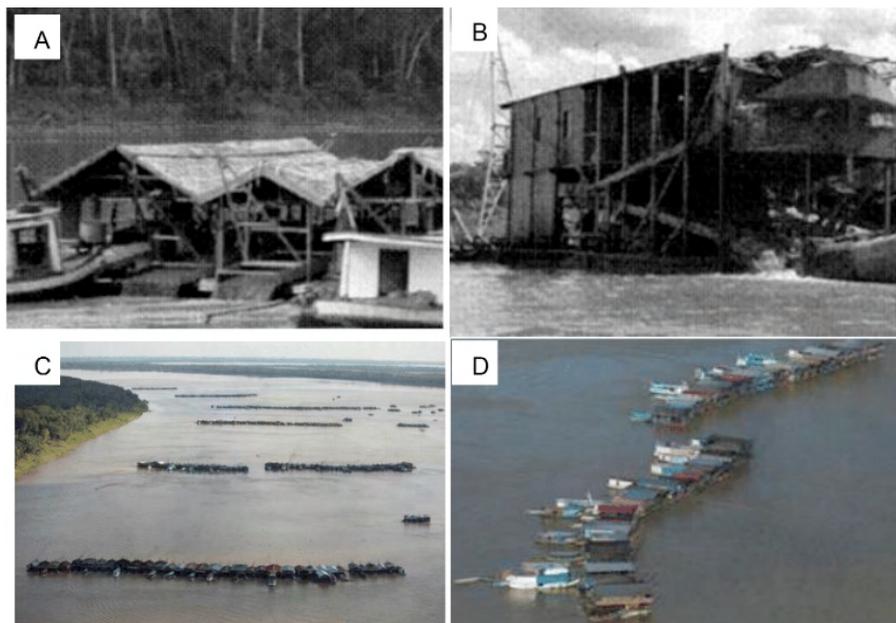


Figura 3: Imagens das primeiras (a) Balsas e (b) dragas no Rio Madeira na década de 1980 e (c, d) nos tempos atuais.

Fonte: Adaptado de Linhares e colaboradores (2009).

Ainda na década de 1980, iniciou-se as atividades de garimpo de ouro na Bacia do Rio Paraguai, a partir do município de Poconé no estado de Mato Grosso. Em pouco tempo, as primeiras evidências de poluição começaram a surgir na biota aquática da Planície do Pantanal e com alto potencial para contaminar os ecossistemas de países vizinhos à jusante da bacia. O impacto da garimpagem pode ser explicado pela quantidade de mercúrio envolvido no processo de amalgamação que utiliza de 1,32 a 2,0 kg de Hg para cada quilograma de ouro extraído (LINHARES et al., 2009; ROSA; WHEIHS, 2021; VIEIRA; ALHO; FERREIRA, 1995). Além de toda a contaminação e os inúmeros efeitos ocasionados pela presença do Hg no ambiente, a atividade de garimpagem leva a processos de erosão do solo; destruição da vegetação nativa onde se realiza o garimpo, poluição visual devido a modificação do ambiente, contaminação da fauna e flora de todos os ecossistemas existentes na região amazônica (LINHARES et al., 2009; ROSA; WHEIHS, 2021; VIEIRA; ALHO; FERREIRA, 1995)., conforme apresentado na Figura 4.

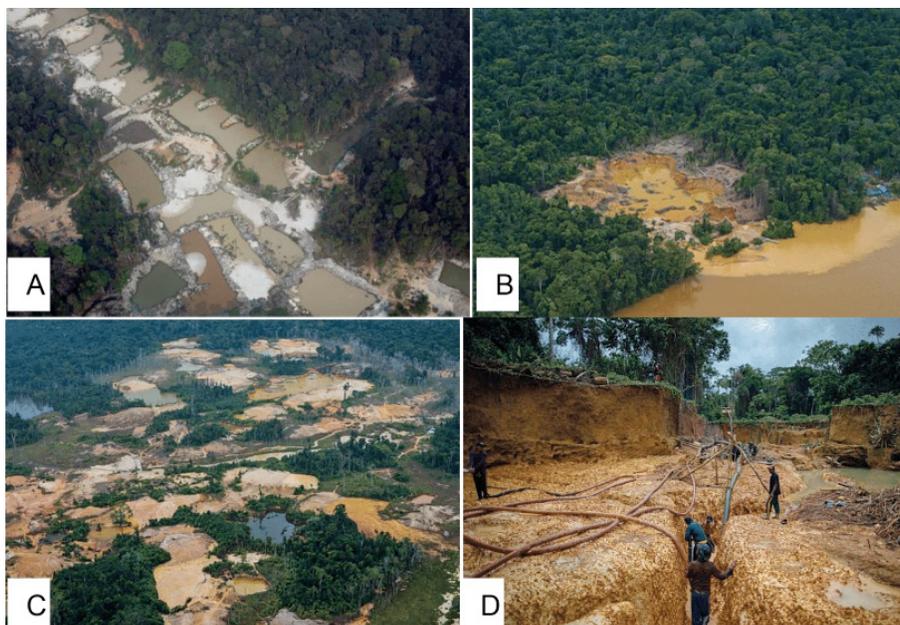


Figura 4: Imagens do garimpo ilegal de ouro nas regiões (a) tribo indígena Munduruku-Pará; (b) rio Parima, na tribo TI Yanomami; (c) tatzão do Mutum, na região indígena de Yanomami e; (d) garimpeiros com instrumentos de escavação na região do Rio Mucajaí em Floraima.

Fonte: Acervo dos autores (2022).

Após exaurir a mina de ouro, estas áreas são abandonadas sem nenhuma exigência de restauração da fauna e flora e/ou ações para mitigar os danos ocasionados. Áreas de florestas literalmente mortas e inabitáveis. Além da exposição aos resíduos de Hg que por meio processo de metilação realizados por bactérias são lançados no meio ambiente e que,

consequentemente, são absorvidos pelos organismos vivos e a espécie humana, conforme apresentado na Tabela 1.

<b>Tipo de amostra</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Cidade/Estado</b>	<b>Referências</b>
Sedimentos e moluscos	Em 69 amostras analisadas, apenas 26% apresentaram uma concentração de Hg detectável, sendo que somente 33% destas apresentaram uma concentração acima de 0,1µg/g que caracteriza a contaminação por Hg.	Poconé/MS	[VIEIRA;ALHO; FERREIRA,1995]
Peixes	Oitenta espécies de peixes presentes no consumo da população paraense foram submetidas a detecção para Hg, sendo que os peixes tucaná e traíra apresentaram uma concentração média de 0,293 µg/g, que indica a presença de Hg proveniente de atividades antrópicas.	Jacareacanga/PA	[BRABO et al., 1999]
Fio de cabelo	Amostras de cabelo de 910 índios da tribo de Pakaanóva foram coletadas para quantificação de Hg, sendo obtido um teor médio de 8,37 µg/g (0,52–83,89µg/g) o que indica alta exposição à contaminação por Hg. As crianças de dois anos apresentavam uma concentração superior (10,54 µg/g) à média obtida.	Guajará Mirim e Nova Marmoré/RO	[SANTOS et al., 2003]
Urina	Indivíduos que trabalharam com a queima da amálgama em Santarém teve uma média de 57,7 mg/L (variando 2,7 a 663,0 mg/L). Já na cidade de Itaituba a concentração de Hg foi de 27,8 mg/L (2,9 a 255 mg/L). Tais concentrações são extremamente superiores em relação às pessoas que trabalham no garimpo que apresentavam 6,4 mg/L (variando de 0,01 a 73,3 mg/L) que é 11,7 e 5,2 vezes menor, respectivamente, em relação à cidade de Santarém e Itaituba.	Santarém e Itaituba/PA	[SANTOS et al., 2003]
Sedimento e material particulado	Em amostras de sedimento de fundo de rio foi quantificado um teor de Hg que variou de 0,018 a 0,184 µg/g, com média de 0,054 ± 0,034 µg g/L. Já nas amostras de material particulado quantificou-se Hg com uma variação de 0,067 a 0,220 µg g/L e média de 0,098 ± 0,037 µg g/L.	Rio Branco/AC	[MASCARENHAS et al., 2004]
Surumi	Os teores de Hg encontrado nas amostras de Surumi ficaram abaixo da concentração permitido pela legislação brasileira (0,5 mg/kg) para produtos de pesca.	São Paulo/SP	[MIRA; LANFER-MARQUEZ, 2005]
Plâncton	Em amostras de plâncton realizada em período chuvoso no lago Puruzinho foi de 337 µg/kg. Tal concentração é comparável as obtidas em regiões impactadas pelo Hg de garimpo e/ou mineração.	Porto Velho/RO	[NASCIMENTO et al., 2007]

Sedimento de fundo do rio	Em amostras de sedimento a concentração de Hg variou de 0,047 a 0,166 mg/kg com média de 0,085±0,026 mg/kg. Tais resultados apontam que as amostras de sedimento apresentam concentrações de Hg dentro do intervalo de “background” para rios não contaminados (de 0,05 a 0,28 mg/kg).	Belém/PA	[SIQUEIRA; APRILE, 2012]
Peixes	Nas amostras de peixe obtidas entre a primeira e a segunda coleta de peixe das espécies de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> obteve-se uma concentração de 0,45 e 0,09 µg/g de Hg, respectivamente. Já na espécie de <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> , as concentrações foram de 0,31 µg/g e 0,30 µg/g. Por fim, a espécie <i>Schizodon fasciatum</i> foi de 0,01 µg/g.	Belém/PA	[AMARO et al., 2014]
Sedimentos superficiais de rios	As amostras de sedimentos apresentaram uma concentração de Hg de 0,24 mg/kg, que são superiores aos determinados para a qualidade de sedimentos.	Manaus/AM	[TORREZANI et al., 2016]
Sedimentos e peixes	Seis amostras de sedimentos e 264 amostras de peixes foram coletadas para análise e quantificação de Hg. Para os sedimentos a concentração variou de 0,038 e 0,065 µg/g (média de 0,050 µg/g), resultados que confirmam que a concentração de Hg se encontra dentro de amostras consideradas não contaminadas. Já para os peixes, as espécies carnívoras apresentaram a maior concentração na parte do músculo (média de 0,927 µg/g) e os detritívoros (média de 0,176 µg/g) apresentaram a menor concentração de Hg.	Rio Purus/AC	[CASTRO et al., 2016]
Cabelo e Peixes	As amostras de peixe-cachorro apresentou uma concentração média de 0,278 µg/g, enquanto do peixe mapará foi de 0,1360 µg/g. Em 25 famílias de pescadores, obteve-se uma concentração que variou de 0,186 ± 0,043 µg/g a 5,477 ± 2,896 µg/g.	Imperatriz/MA	[FILHO et al., 2016]
Enlatados de <i>Sardinella spp.</i> e <i>Thunnus spp.</i>	Em dez amostras de cada espécie, obteve-se uma concentração média de Hg de 0,24 µg/g para a espécie de <i>Thunnus spp</i> e de 0,06 µg/g para <i>Sardinella spp.</i> As concentrações se encontram dentro do permitido pela legislação vigente.	Belém/PA	[SOUZA; COSTA; OLIVEIRA, 2018]
Cabelo e pescado	Nas amostras de cabelo dos ribeirinhos foi detectado uma concentração de Hg de 7,25 a 10,80 µg/g. Já nas amostras de pescados a concentração de Hg variou em função do consumo de pescado que permite uma ingestão de 6 µg/g, conforme a Organização das Nações Unidas.	Itaituba/PA	[JUNIOR et al., 2018]

Peixes de Igarapés	Em amostras de diferentes espécies de peixes existentes em 10 Igarapés, determinou-se a concentração de Hg. Sendo encontrado a maior concentração de Hg na espécie <i>Characidium sp</i> (515,6 ng/g) e a menor na espécie <i>Carnegiella strigata</i> (155 ng/g).	Rio Mamuru/PA	[PIMENTEL et al., 2019]
--------------------	--	---------------	-------------------------

Tabela 1: Alguns estudos realizados que apontam a contaminação do Hg em diferentes tipos de amostras.

Fonte: Os autores (2022).

Os principais resultados apresentados na Tabela 1 indicam a urgência em se estabelecer maior efetividade em políticas públicas voltadas para questão de saúde pública na região Norte do país, em especial as comunidades indígenas e ribeirinhas existentes em toda a região amazônica. Soma-se a isso, a necessidade do Ministério do Meio Ambiente (MMA) realizar articulações com o congresso nacional a fim de retificar a legislação atual reduzindo os valores máximos permitidos (VMP) em amostras de diferente natureza. Além disso, o MMA precisa se articular com o Ministério de Planejamento e Gestão Orçamentária (MPGO) a realização de inúmeros concursos públicos a fim de se aumentar a força de trabalho para a realização de uma fiscalização mais efetiva em relação ao fechamento de garimpos ilegais, com o intuito de reduzir as altas concentrações de Hg que vem sendo mensuradas desde a década de 90 até o presente momento.

### 3 | CONCLUSÕES

Frente às informações relatadas e discutidas no presente trabalho pode se verificar que a contaminação de Hg por meio da ingestão de pescados e água, não se iniciou no ano corrente, conforme a maneira que vem sendo apresentada pelos meios de comunicação existentes e disponíveis. A poluição e, conseqüentemente, os impactos a saúde humana e do meio ambiente em função do uso ilegal e sem controle por parte da fiscalização, levanta a temática a tona que irá tornar mais acessível e de interesse da sociedade, informações e estudos realizados por pesquisadores das universidades brasileiras, que já apontavam a contaminação de peixes por Hg desde o início da década de 1990. Diante disso, existe a necessidade da população se conscientizar em relação aos efeitos tóxicos e deletérios provocados pelo mercurismo que não só afeta a população na região amazônica, mas também todas as demais regiões do país que possivelmente irá atingir fontes de captação de águas para fins potáveis em todo o território nacional.

### REFERÊNCIAS

AMARO, C. S. O. et al. Concentração de mercúrio total (Hg-T) em peixes comercializados em diferentes períodos sazonais no Mercado do Ver-o-Peso, Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n.1, p. 53-60, 2014. <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232014000100006>

BRABO, E. S. et al. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza na Reserva Munduruku, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 15, n.2, p. 325-331, 1999.

CASTRO, N. S. S. et al. Mercúrio em peixe e em sedimento do Rio Purus, Estado do Acre, Amazônia. **Caderno de Saúde Coletiva**, v.24, n. 3, p. 294-300, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201600030142>

CORNETTA, A.; RÊGO, J. L. Uma Geografia Política do ouro: sobre fronteira, garimpeiros e despossessão na volta grande do Xingu. **GEOgraphia**, v. 23, n. 50, 2021. <http://dx.doi.org/10.22409/GEOgraphia2021.v23i50.a27222>

DAMAS, G. B.; BERTOLDO, B.; COSTA, L. T. Mercúrio: da Antiguidade aos dias atuais. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n.4, 1010-1020, 2014. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140063>

FILHO, E. O. M. et al. A ingestão de pescado e as concentrações de mercúrio em famílias de pescadores de Imperatriz (MA). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n.1, p.14-25, 2016. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201600010002>

GOMES, B. L. C. et al. Análise temporal da exposição ao mercúrio na população ribeirinha da Amazônia: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.13, n.5,p. 1-10. 2021. <https://doi.org/10.25248/REAS.e7172.2021>

GONÇALVES, A.; GONÇALVES, N. N. S. Exposição humana ao mercúrio na Amazônia brasileira: uma perspectiva histórica. **Revista Panam Salub Publica**, v. 16, n. 6, p. 415-419, 2004.

HACON, S. et al. Um panorama dos estudos sobre contaminação por mercúrio na Amazônia legal do período de 1990 a 2005 – avanços e lacunas. **Geochimica Brasiliensis**, v. 23, n.1, p. 29-48, 2009.

IUBEL, A. F. Terras de Ouro: Narrativas e experiências indígenas e não indígenas acerca do garimpo de ouro na Amazônia Brasileira. **Anuário Antropológico**, v.45, n.1, p. 289-305, 2020.

JÚNIOR, J. M. F. C. et al. Teores de mercúrio em cabelo e consumo de pescado de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, região do Tapajós. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.23, n.3, p.805-812, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232018233.09492016>

KHOURY, E. D. T. et al. Manifestações neurológicas em ribeirinhos de áreas expostas ao mercúrio na Amazônia brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, v. 29, n. 11, p. 2307-2318, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00158012>

LACERDA, L. D. Contaminação por mercúrio no Brasil: Fontes industriais vs garimpo de ouro. **Química Nova**, v. 20, n.2, p. 196-199, 1997.

LAUTHARTTE, L. C. et al. Potencial exposição ao mercúrio atmosférico no ambiente ocupacional de comércio de ouro de Porto Velho, Rondônia. **Química Nova**, v. 41, n.9, p. 1055-1060, 2018. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170253>

LINHARES, D. P. et al. Mercúrio em diferentes tipos de solos marginais do baixo Rio Madeira – Amazônia Ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, v. 23, n.1, p. 117-130, 2009.

MASCARENHAS, A. F. S. et al. Avaliação da concentração de mercúrio em sedimentos e material particulado no rio Acre, estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 34, n.1, p. 61-68, 2004.

MENDES, V. A. et al. Prevalência e fatores associados à exposição ao mercúrio em comunidades ribeirinhas na Amazônia Ocidental Brasileira. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, p.1-7, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0100>

MIRA, N. V. M.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Avaliação da composição centesimal, aminoácidos e Mercúrio contaminante de Surimi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.4, p. 665-671, 2005.

NASCIMENTO, E. L. et al. Mercúrio no Plâncton de um Lago Natural Amazônico, Lago Puruzinho (Brasil). **Journal Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 2, n.1, p. 67-72, 2007.

NASCIMENTO, V. F. et al. Vulnerabilidades en salud de garimpeiros de una región amazônica. **Revista Enfermería Actual**, v.1, n.37, p. 1-37, 2019.

PAMPLONA, D. A.; LOPES, F. O.; BITTENCOURT, G. O. Extração de ouro e povos tribais: um estudo à luz dos entendimentos da corte interamericana e do exemplo brasileiro. **Revista Internacional de Derechos Humanos Y Empresas**, v. 5, n.2, p.1-17, 2021.

PASSOS, C. J. S.; MERGLER, D. Exposição humana ao mercúrio e efeitos adversos à saúde na Amazônia: uma revisão. **Caderno de Saúde Pública**, v. 24, p. 503-520, 2008.

PIMENTEL, D. R. et al. Avaliação dos níveis de mercúrio (Hg) total em peixes de Igarapés da Bacia do Rio Mamuru-Pará – Brasil. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA**, v. 9, n. 3, p. 34-46, 2019.

RAMOS, A. R. A.; ABRAHÃO, B. A.; RODRIGUES, F. S. Vazios de poder estatal no garimpo Yanomami – Amazônia Brasileira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n 3, p. 15753-15771, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n3-448>

RAMOS, A. R. A.; OLIVEIRA, K. A.; RODRIGUES, F. S. Mercúrio nos Garimpos da Terra Indígena Yanomami e Responsabilidades. **Ambiente & Sociedade**, v.23, p. 1-22, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20180326r2vu2020L5AO>

ROSA, P. P.; WEIHS, M. L. Devastação Ambiental e Riscos à Saúde: O doloroso Legado do Garimpo de Ouro a Agricultores Familiares da Amazônia Mato-Grossense. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, n. 2, p. 66-80, 2021. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i2.p66-80>

SÁ, A. L. et al. Exposição humana ao mercúrio na região oeste do estado do Pará. **Revista Paraense de Medicina**, v. 20, n.1, p. 19-25, 2006.

SANTOS, E. C. O. et al. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre índios Pakaanóva, Amazônia, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, v. 19, n.1, p.199-206, 2003.

SANTOS, E. C. O. et al. Exposição ao mercúrio e ao arsênio em Estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n.2, p.171-185, 2003.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F. M. Distribuição de mercúrio total em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica – Brasil. **Acta Amazônica**, v. 42, n.2, p. 259-268, 2012.

SOUZA, A. P. C.; COSTA, L. S.; OLIVEIRA, C. S. B. Concentração de mercúrio total em enlatados de *Sardinella spp.* e *Thunnus spp.* comercializados na região metropolitana de Belém-Pará, Brasil. **Revinter**, v. 11, n. 01, p. 116-125, 2018. <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol11ed1.354>

TORREZANI, L. et al. Índice de geoacumulação de mercúrio na Bacia do Igarapé dos educandos (Manaus/Amazonas). **Revista de Engenharia Química e Química**, v. 2, n. 3, p. 161-170, 2016. <https://doi.org/10.18540/2446941602032016161>

VIEIRA, L. M.; ALHO, C. J. R.; FERREIRA, G. A. L. Contaminação por mercúrio em sedimento e em moluscos do Pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.12, n.3, p. 663-670, 1995.

WASSERMAN, J. C.; HACON, S. S.; WASSERMAN, M. A. O ciclo do mercúrio no ambiente amazônico. **Mundo & Vida**, v.2, n.1-2, p. 46-53, 2001.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

*Aedes Aegypti* 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15  
Agência Nacional de Águas (ANA) 235, 239, 248  
Agricultura 14, 89, 118, 119, 121, 127, 157, 169, 170, 211  
Agrotóxicos 122, 178  
Água potável 73, 77, 78, 79, 80, 190, 191, 192, 202, 213, 214, 216, 232, 236, 240, 242, 243, 248  
Amazônia 61, 82, 83, 84, 87, 89, 90, 129, 130, 134, 135, 137, 141, 142, 251, 260, 261  
Arduino 232, 233, 235, 236, 237, 238, 239  
Aterros sanitários 145, 178, 180  
Avifauna 171, 172, 173

### B

Bacia hidrográfica 177, 178, 179, 181, 184, 185, 186, 187, 220, 230, 231  
Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS) 177, 178, 179, 184, 185, 187  
Barragens 2, 3, 13, 14, 100, 240, 241  
Bioativadores 157  
Bioclimática 108  
Biodiversidade 49, 52, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 119, 139, 141, 143, 172, 185, 252, 273  
Bioestimulantes 155, 157, 158, 159, 162, 164, 165, 167, 168  
Biofísico 93  
Biomarcadores 181, 186  
Biomassa 110, 172  
Biorreguladores 157

### C

Cerrado 109, 114, 119, 135, 155, 156  
Chorume 122, 123  
Ciclo hidrológico 241  
Coliformes termotolerantes 190, 213, 214, 217  
Combustíveis fósseis 171  
Compostagem 120, 121, 122, 124, 125, 127  
Composteira 122, 123, 124  
Conhecimento científico 67, 68, 80, 85, 89, 180

Coronavírus 17, 23, 34, 35

Córrego do Feijão 1, 2, 3, 4, 10

Cortinas vegetais 108, 109, 110, 113, 114, 116

Covid-19 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 37

COVID-19 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 51, 75, 126

## D

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 230, 233

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 222

Dengue 1, 2, 4, 5, 8, 15

## E

Ecosistema 16, 18, 128, 129, 131, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 267, 273

Educação Ambiental (EA) 1, 9, 10, 15, 50, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 79, 81, 121, 127, 146, 149, 154, 182, 184, 250, 283

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) 141, 227

Energia eólica 171, 172, 175, 176

Escassez hídrica 240, 242, 252

Estância de Yapeyú 93, 94, 97

Extratos vegetais 155, 158

## F

Fauna 1, 6, 10, 111, 119, 171, 172, 173, 175, 176, 250, 251, 252, 253, 256

Fertilizantes 121, 127, 157, 168, 169, 211, 234

Flora 1, 6, 10, 119, 250, 251, 252, 253, 256

Fontes renováveis 171

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) 221

Fungos 128, 129, 130, 135, 140, 141, 142, 143

## H

Hidrelétricas 172, 252

Hipertensão 39, 40, 44

## I

Impacto ambiental 109, 142, 181, 229, 265, 268

Índice de Qualidade das Águas (IQA) 233

Internet das Coisas (IOT) 232, 234

## L

Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) 61, 70  
Lixo eletrônico (e-lixo) 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154  
Lixões 145, 232, 234

## M

Macronutrientes 155, 158  
Mercúrio (Hg) 250, 253, 254, 256, 259, 260, 261, 262  
Micronutrientes 116, 155, 157, 158  
Mineração 2, 3, 4, 13, 14, 108, 109, 110, 119, 140, 255, 257  
Mitigação 10, 82, 84, 87, 89, 168  
*Moringa oleífera* (MO) 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46  
Mudanças climáticas 28, 79, 82, 83, 84, 87, 88

## O

Organização das Nações Unidas (ONU) 58, 233, 235, 239, 258  
Organização Mundial da Saúde (OMS) 4, 16, 18, 32, 192, 233  
Oxigênio Dissolvido (OD) 182, 220, 222, 226, 228, 229, 233, 234

## P

Pandemia 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 51, 126  
Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) 61, 70  
Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) 2  
Políticas Nacionais de Educação Ambiental (PNEA) 58  
Poluição hídrica 179  
Prática pedagógica 58, 61, 62, 63, 65, 68, 73  
Pressão arterial 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

## R

Recursos hídricos 56, 72, 76, 77, 78, 79, 180, 186, 189, 214, 217, 233, 239, 241, 242, 249, 250, 252  
Recursos naturais 9, 63, 85, 94, 263, 264, 269, 270, 271, 274, 280  
Reduções jesuíticas 96, 102  
Região Amazônica 89, 128, 250, 251, 252, 253, 256, 259  
Rejeitos da barragem 1  
Resíduos orgânicos 120, 121, 122, 124, 127  
Reutilização 122, 146, 149, 150, 151, 240, 283

## S

Saneamento 178, 180, 182, 184, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 198, 199, 201, 202, 203, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 235, 239, 242, 243, 248, 249, 274

SARS-CoV-2 34, 36, 37

Socioambiental 50, 51, 60, 61, 67, 69, 70, 148, 190, 191, 192, 193, 214, 271

Sustentabilidade 18, 19, 30, 56, 59, 72, 80, 106, 127, 129, 145, 148, 150, 154, 157, 175, 191, 217, 218, 263, 271, 272, 273, 280, 282

## V

Vírus 5, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 30, 33, 34, 35, 36

# Meio ambiente:

Preservação, saúde e 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)

# Meio ambiente:

Preservação, saúde e 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)

 **Atena**  
Editora

Ano 2022