

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

# 2

Danyelle Andrade Mota  
Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida

(ORGANIZADORES)

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

# 2

Danyelle Andrade Mota  
Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida

(ORGANIZADORES)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-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

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. 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. 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. 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



## Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida  
Milson dos Santos Barbosa

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

M514 Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2 / Organizadores Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva, Lays Carvalho de Almeida, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outro organizador  
Milson dos Santos Barbosa

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-790-8  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.908212112>

1. Meio ambiente. I. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). II. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). III. Almeida, Lays Carvalho de (Organizadora). IV. Título.

CDD 333.72

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



## 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

A temática meio ambiente é um dos maiores desafios que a humanidade vivencia nas últimas décadas. A sociedade sempre esteve em contato direto com o meio ambiente, o que refletiu nas complexas inter-relações estabelecidas entre estes, promovendo práticas sociais, culturais, econômicas e ambientais. O uso indiscriminado dos recursos naturais e a crescente demanda de consumo da sociedade culminaram na degradação do meio natural, e muitas vezes, reverberaram em perda da qualidade de vida para muitas sociedades. Desse modo, é necessário a busca para compreensão dos princípios ambientais, preservação e sustentabilidade para alcançar o uso sustentável dos recursos naturais e minimizar os problemas ambientais que afetam a saúde e a qualidade de vida da sociedade.

Nessa perspectiva, a coleção “*Meio Ambiente: Princípios Ambientais, Preservação e Sustentabilidade*”, é uma obra composta de dois volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas questões ambientais. Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Ambientais e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e objetiva.

O Volume I “*Meio Ambiente, Sustentabilidade e Educação*”, apresenta 16 capítulos com aplicação de conceitos interdisciplinares nas áreas de meio ambiente, sustentabilidade e educação, como levantamentos e discussões sobre a importância da relação sociedade e natureza. Desta forma, o volume I poderá contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e preservação ambiental de forma a compreender e refletir sobre problemas ambientais.

O Volume II “*Meio Ambiente, Sustentabilidade e Biotecnologia*”, reúne 18 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo do Meio Ambiente, Sustentabilidade e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, envolve a temática ambiental, explorando múltiplos assuntos inerentes as áreas da Sustentabilidade, Meio Ambiente, Biotecnologia e Educação Ambiental. Esperamos que essa coletânea possa se mostrar como uma possibilidade discursiva para novas pesquisas

e novos olhares sobre os objetos das Ciências ambientais, contribuindo, por finalidade, para uma ampliação do conhecimento em diversos níveis.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, bem como, a Atena Editora, a qual apresenta um papel imprescindível na divulgação científica dos estudos produzidos, os quais são de acesso livre e gratuito, contribuindo assim com a difusão do conhecimento. Assim, convidamos os leitores para desfrutarem as produções da coletânea. Tenham uma ótima leitura!

Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida  
Milson dos Santos Barbosa

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **CATEGORIZAÇÃO DE UNIDADES HIDROLÓGICAS POR MUNICÍPIO**

Renata Cristina Araújo Costa

Marcelo Zanata

Anildo Monteiro Caldas

Flávia Mazzer Rodrigues

Teresa Cristina Tarlé Pissarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121121>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DO CÓRREGO TRÊS MARCOS EM UBERLÂNDIA-MG E A PERCEPÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**

Hérica Leonel de Paula Ramos Oliveira

Jorge Luís Silva Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121122>

### **CAPÍTULO 3..... 29**

#### **DETERMINAÇÃO DE ZINCO E CHUMBO NO SEDIMENTO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA ARROIO MOREIRA/FRAGATA**

Lidiane Schmalfuss Valadão

Beatriz Regina Pedrotti Fabião

Jocelito Saccol de Sá

Pedro José Sanches Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121123>

### **CAPÍTULO 4..... 42**

#### **OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CARCINICULTURA: TRANSFORMAÇÕES NAS FORMAS DE ACESSO À ÁGUA NO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DO LAGAMAR NO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA/CE**

Evilene Oliveira Barreto

João César Abreu de Oliveira Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121124>

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **ENSAIO DE VIBRIO FISCHERI NO APOIO À DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA, NO LICENCIAMENTO OFFSHORE NO BRASIL**

Paula Cristina Silva dos Santos

Mischelle Paiva dos Santos

Luiz Augusto de Oliveira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121125>

### **CAPÍTULO 6..... 63**

#### **O USO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA COMO FERRAMENTA DE GESTÃO**

## AMBIENTAL E TOMADAS DE DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES

Marcelo Real Prado

Paulo Daniel Batista de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121126>

### **CAPÍTULO 7..... 73**

#### COOPERAÇÃO GLOBAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA AVALIAÇÃO A PARTIR DA TEORIA DOS JOGOS

Erika Mayumi Ogawa

Cristiane Gomes Barreto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121127>

### **CAPÍTULO 8..... 83**

#### TERRA INDÍGENA ARARIBOIA: APONTAMENTOS SOBRE AS DINÂMICAS SOCIOPRODUTIVAS E TERRITORIAIS

Cleudson Pereira Marinho

Maria Nasaret Machado Moraes Segunda

Witemberg Gomes Zaparoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121128>

### **CAPÍTULO 9..... 97**

#### PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE AÇÕES PARA MELHOR GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PATROCÍNIO, MINAS GERAIS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Valdinei de Oliveira Santos

José Domingos de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121129>

### **CAPÍTULO 10..... 110**

#### SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA (Ag) E INCORPORAÇÃO NO FARELO DA CASCA DO PINHÃO

Ana Carla Thomassewski

Adriano Gonçalves Viana

Adrielle Cristina dos Reis

Tamires Aparecida Batista de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211210>

### **CAPÍTULO 11..... 121**

#### ANÁLISE DO POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS A PARTIR DE AMIDO DE MILHO, REFORÇADAS COM RESÍDUOS DE ALGODÃO

Aline Heloísa Rauh Harbs Konell

Keyla Cristina Bicalho

Ana Paula Serafini Immich Boemo

Francisco Claudivan da Silva

Catia Rosana Lange de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211211>

**CAPÍTULO 12..... 129**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOENERGIA POR BIODIGESTOR NA REGIÃO DE RIO VERDE – GO**

Ananda Ferreira de Oliveira  
Amanda Angélica Rodrigues Paniago  
Moacir Fernando Cordeiro  
Daniely Karen Matias Alves  
Laís Alves Soares  
Rannaiany Teixeira Manso  
Thalis Humberto Tiago  
João Areis Ferreira Barbosa Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211212>

**CAPÍTULO 13..... 137**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CERÂMICAS E A REDUÇÃO DO USO DE LENHA DA CAATINGA**

Magda Marinho Braga  
Mônica Carvalho Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211213>

**CAPÍTULO 14..... 147**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DURANTE EPISÓDIOS CRÍTICOS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE/RS**

Amaranta Sant'ana Nodari  
Claudinéia Brazil Saldanha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211214>

**CAPÍTULO 15..... 164**

**EQUIPAMENTOS GERADORES DE ENERGIA FOTOVOLTAICA E OS SEUS RESÍDUOS**

José Luiz Romero de Brito  
Mario Roberto dos Santos  
Fabio Ytoshi Shibao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211215>

**CAPÍTULO 16..... 180**

**BANCOS DE GERMOPLASMA COMO RECURSO DE PRESERVAÇÃO FLORÍSTICA NO RIO GRANDE DO SUL**

Claudia Toniazzo  
Sandra Patussi Brammer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211216>

**CAPÍTULO 17..... 192**

**INTERAÇÃO ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS E BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS E NA CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS**

Dalvana de Sousa Pereira  
Flávia Romam da Costa Souza

Ligiane Aparecida Florentino  
Franciele Conceição Miranda de Souza  
Adauton Vilela Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211217>

**CAPÍTULO 18..... 208**

**UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Carize da Cruz Mercês  
Vanessa Santos Louzado Neves  
Cerilene Santiago Machado  
Clara Freitas Cordeiro  
Leilane Silveira D'Ávila  
Geni da Silva Sodré

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211218>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 221**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 223**

## DETERMINAÇÃO DE ZINCO E CHUMBO NO SEDIMENTO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA ARROIO MOREIRA/FRAGATA

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 02/09/2021

### Lidiane Schmalfluss Valadão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSUL  
Pelotas – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/0171832404544043>

### Beatriz Regina Pedrotti Fabião

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSUL  
Pelotas – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7146797107160873>

### Jocelito Saccol de Sá

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSUL  
Pelotas – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1584664621921256>

### Pedro José Sanches Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSUL  
Pelotas – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/9785390634457316>

**RESUMO:** A Bacia do Arroio Moreira/Fragata, percorre a área urbana e rural, abrangendo os municípios de Pelotas/RS, Capão do Leão/RS e Morro Redondo/RS. A influência antrópica ao entorno impacta negativamente a qualidade da água e dos sedimentos dos recursos hídricos. Esse trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos pH e condutividade

elétrica da água e o nível dos metais zinco e chumbo no sedimento da Bacia do Arroio Moreira/Fragata em 6 pontos distribuídos ao longo do recurso hídrico. As análises de pH e condutividade foram determinadas *in loco*. A quantificação dos metais foi determinada em espectrofotômetro de absorção atômica de chama. Adicionalmente avaliou-se a composição granulométrica pelo método de peneiras e a umidade do sedimento. Os valores de pH mantiveram-se na faixa estipulada pelo CONAMA 357/05 para águas de classe 2, enquanto que a condutância variou de 67,20 a 107,17  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . As concentrações de zinco indicam possibilidade de riscos a biota aquática, já o chumbo se manteve próximo ao valor de referência natural, seguindo os mesmos padrões em relação a composição granulométrica ( $<63 \mu\text{m}$ ) e umidade no sedimento. Através dos resultados da água e do sedimento se observa que o corpo hídrico apesar de apresentar baixa poluição, tende a concentrar a contaminação no seu baixo curso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metal, Sedimento, Absorção atômica, Contaminação.

### DETERMINATIO OF ZINC AND LEAD IN SEDIMENT AND PHYSICAL AND CHEMICAL WATER ASSESSMENT BASIN STREAM MOREIRA/FRAGATA

**ABSTRACT:** The Arroio Moreira/Fragata Basin runs through urban and rural areas, covering the municipalities of Pelotas/RS, Capão do Leão/RS and Morro Redondo/RS. The anthropogenic influence to the surroundings negatively impacts the quality of water and sediments in water resources. This work aimed to evaluate the

physical-chemical parameters, pH and electrical conductivity of water and the level of metals zinc and lead in the sediment of the Arroio Moreira/Fragata Basin in 6 points distributed along the water resource. The pH and conductivity analyzes were determined in loco. The quantification of metals was determined in a flame atomic absorption spectrophotometer. Additionally, the granulometric composition was evaluated by the sieves method and the sediment moisture. The pH values remained within the range stipulated by CONAMA 357/05 for class 2 waters, while the conductance ranged from 67.20 to 107.17  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Zinc concentrations indicate a possible risk to aquatic biota, as lead remained close to the natural reference value, following the same standards in relation to particle size composition ( $<63 \mu\text{m}$ ) and sediment moisture. Through the results of water and sediment, it is observed that the water body, despite having low pollution, tends to concentrate the contamination in its short course.

**KEYWORDS:** Metal, Sediment, Atomic Absorption, Contamination.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Bacia Arroio Moreira/Fragata, encontra-se inserida na grande Bacia Litoral 40, do sistema hidrográfico do estado do Rio Grande do Sul (L40-RS), sendo uma das vinte e seis bacias do complexo hídrico do estado. Devido a importância desse arroio sob diversos aspectos e seus usos, torna-se necessário e permanente o monitoramento das suas águas e dos seus leitos, além de assegurar extração exclusivamente legal das areias das suas bacias (NETO, 2009).

A água é composta por propriedades físico-químicas equilibradas, tornando-se essencial para a manutenção das diversas formas de vida (GOMES DA SILVA *et al.*, 2014). No entanto, as diversas atividades antropogênicas têm provocado mudanças na qualidade deste recurso, sendo importante fonte de contaminantes e poluição por metais pesados (ZHANG *et al.*, 2016). Os recursos hídricos e seus sedimentos sofrem impacto de várias fontes, como atividades industriais, tráfego, áreas urbanas, agricultura, levando ao colapso dos ecossistemas aquáticos costeiros, que são importantes para preservação e equilíbrio da vida. (SHARLEY *et al.*, 2016; MOREIRA 2014).

Os metais são considerados, não biodegradáveis e estão associados a efeitos nocivos podendo oferecer riscos ambientais, pois apresentam características tóxicas e sofrem o fenômeno de bioacumulação na biota, ou seja, o incremento da concentração dos metais ao longo da cadeia trófica (SHARLEY *et al.*, 2016; LACERDA e MARINS, 2006).

Segundo Souza *et al.* (2015), como consequência deste processo, os níveis de metais na cadeia alimentar alcançam valores superiores dos que se encontram na água. Esses metais, ao serem lançados nos corpos hídricos sofrem partição entre a água e os particulados suspensos, sendo que parte desta carga é metabolizada pela flora e fauna local, e parte se deposita nos sedimentos de fundo. De acordo com Hortellani *et al.* (2008), a poluição dos sedimentos está intimamente ligada com a poluição das águas através de diversas fontes.

Como os sedimentos são levados pelos afluentes para outro curso de água, as análises desta matriz em vários pontos de uma região de interesse servem para rastrear fontes de contaminação ou monitorar esses contaminantes, já que estes podem provocar impactos no ecossistema devido as suas toxicidades (VALADÃO *et al.*, 2016). Além disto, as propriedades de acúmulo e redistribuição de contaminantes, como os metais, pelo sedimento fazem com que este seja considerado um indicador para monitoramento e estudos de impacto ambiental, pois registram em caráter mais permanente os efeitos de contaminação (YANG *et al.*, 2012; FLYNN *et al.*, 2011).

Os metais presentes no sedimento podem ser remobilizados para a coluna d'água através de mudanças nas características físico-químicas, alterando a qualidade do corpo hídrico, além de se tornar disponíveis para a incorporação pelos organismos presentes nesse meio (TORRES *et al.*, 2008 apud RANGEL e SANCHES FILHO, 2013).

Segundo Esteves (1988), nos ecossistemas aquáticos, os metais que têm função biológica participam nos processos fisiológicos dos organismos aquáticos, os demais são geralmente tóxicos a uma grande variedade de espécies. Assim, mesmo que o metal tenha função biológica definida, quando em concentrações acima das normalmente encontradas no ambiente, pode apresentar toxicidade aos organismos vegetais e animais.

Diferentes estudos estão sendo desenvolvidos na região de Pelotas/RS, com finalidade de avaliar a presença e acúmulo de metais em diferentes compartimentos, com valores significativos frente aos limites estabelecidos, como os trabalhos de: Valadão *et al.* (2016) no Canal São Gonçalo; Rangel e Sanches Filho (2013) no Canal do Prolongamento da Av. Bento Gonçalves; Betemps e Sanches Filho (2012), no Pontal da Barra; e Pinto *et al.* (2013) em camarões.

Diante destes estudos, pouco se conhece sobre o comportamento dos metais na Bacia do Arroio Moreira/Fragata, indicando a necessidade de avaliação desta área.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar parâmetros físico-químicos da água e o teor dos metais zinco (Zn) e chumbo (Pb) em amostras de sedimento da Bacia Arroio Moreira/Fragata, além de avaliar os teores de umidade e granulometria do sedimento, visando a determinação do grau de contaminação deste recurso hídrico.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

As amostras de água e sedimento foram obtidas em seis pontos distribuídos ao longo da Bacia Arroio Moreira/Fragata (Figura 1) em abril de 2016. Os pontos de amostragem foram: P1 (31°45'59.97"S e 52°23'50.32"O) jusante a uma indústria de laticínios; P2 (31°45'09.30"S e 52°24'09.55"O) montante a indústria de laticínios e jusante de uma indústria de conservas; P3 (31°44'56.94"S e 52°24'52.76"O) jusante a uma indústria

frigorífica; P4 (31°42'50.55"S e 52°28'36.46"O) próximo a ponte sobre o Arroio Pestanas; P5 (31°42'03.47"S e 52°30'55.44"O) à montante da estação de tratamento de água; e P6 (31°40'23.61"S e 52°30'04.10"O) à jusante de uma indústria de conservas.

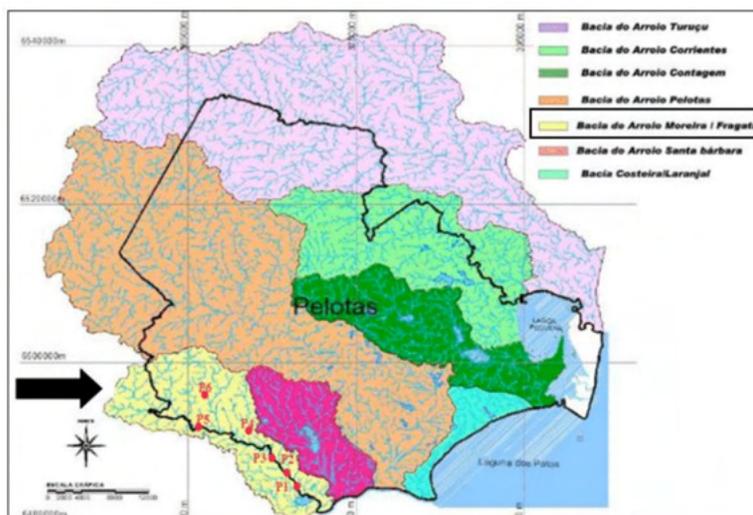


Figura 1. Localização dos pontos georreferenciados.

Fonte: (XAVIER, 2010), com modificações.

## 2.2 Coleta e preservação das amostras

As amostras de água foram obtidas com uma garrada de *Van Dorn*, e os sedimentos superficiais (0 – 5,0 cm de profundidade) foram amostrados com o auxílio de uma draga do tipo “*Van Veen*” (MOZETO, 2007).

Todas as amostras foram armazenadas sob refrigeração à  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  e transportados para o laboratório. Todo o material utilizado foi previamente descontaminado em solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 10% por 24h (TEÓDULO et al. 2003).

## 2.3 Preparo das amostras

Para o tratamento químico e determinação de umidade as amostras de sedimento, foram secas em estufa a  $60^{\circ}\text{C}$  pelo período de 48 horas. Em seguida, foram maceradas com almofariz e peneiradas, sendo utilizada a fração  $<63\ \mu\text{m}$ . A determinação de granulometria seguiu a técnica de Suguio (1973).

A extração dos metais ocorreu por digestão pseudo total ácida com 2,0 g de cada amostra. Após, adicionou-se 4,0 mL de água régia ( $\text{HCl}:\text{HNO}_3$ ) e 1,0 mL de ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ), sendo levadas à banho-maria à  $90^{\circ}\text{C}$  por 30 min, (HORTELLANI et al., 2005). Após filtração, os extratos foram avolumados a 25,0 mL com água Milli-Q. A extração foi

realizada em triplicata e em paralelo de análise de branco.

A determinação dos metais, foi realizada por espectrofotômetro de absorção atômica de chama da marca PerkinElmer AAnalyst 200, sob as seguintes condições operacionais para Zn e Pb: comprimento de onda (213,9 nm / 217,0 nm); largura da fenda (1,8/0,5 nm / 1,8/1,0 nm); gás combustível (ar-acetileno / ar-acetileno), respectivamente.

A curva de calibração do equipamento foi preparada a partir da solução padrão marca Titrisol® Merck de 1000 mg L<sup>-1</sup> de Zn e Pb. A faixa de concentração dos padrões variou 0,2 a 5,0 mg L<sup>-1</sup>. Os padrões sofreram o mesmo tratamento das amostras para manter a proporcionalidade entre o sinal analítico e a concentração.

Através de cinco repetições do branco, o limite de detecção (LD) foi calculado usando a média do sinal do branco mais três vezes o seu desvio padrão, enquanto que o limite de quantificação (LQ) foi obtido pela soma da média do sinal do branco mais dez vezes o seu desvio padrão (IUPAC, 1997).

Durante a coleta foram determinados, *in situ*, o pH com um pHmetro (Marconi modelo MA 522/P) e a condutividade elétrica por meio de um condutivímetro (Instrutherm modelo CD-830), da água em cada ponto de amostragem.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação do CONAMA n° 357/2005, a Bacia do Arroio Moreira/Fragata, se enquadra como água doce classe 2, uma vez que o corpo hídrico serve como fonte de abastecimento para consumo humano e industrial, recreação de contato primário (presença de campings), à irrigação, a proteção da vida aquática, a aquicultura e atividade de pesca (BRASIL, 2005).

A Tabela 1, apresenta os resultados encontrados para as determinações físico-químicas realizadas nas amostras de água.

Local	pH	Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1} \pm \text{SD}$ )
P1	6,62 $\pm$ 0,03	105,90 $\pm$ 0,17
P2	6,58 $\pm$ 0,02	107,17 $\pm$ 0,15
P3	6,78 $\pm$ 0,02	102,94 $\pm$ 0,10
P4	7,06 $\pm$ 0,01	68,11 $\pm$ 0,05
P5	7,10 $\pm$ 0,01	67,50 $\pm$ 0,38
P6	7,39 $\pm$ 0,01	70,35 $\pm$ 0,17

SD – Desvio padrão

Tabela 1. Resultados de pH e condutividade elétrica nas amostras de água.

Os valores encontrados na análise de pH, demonstraram o mesmo comportamento ao longo da bacia mantendo-se próximo ao neutro, sendo compatível com o padrão para

classe 2 que estabelece a faixa de 6,0 – 9,0 de acordo com a resolução do CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

A determinação do pH na água auxilia no controle da mobilidade, biodisponibilidade e precipitação dos metais pois, quando o valor deste parâmetro é elevado, reduz a concentração dos metais traços na água (RANGEL e SANCHES FILHO, 2013). Tal fato ocorre devido a precipitação de formas insolúveis, como: hidróxidos, carbonatos e complexos orgânicos, favorecendo a adsorção dos metais pela atração eletrostática com o sorvente (SOUZA *et al.*, 2015).

A condutividade estabelece a relação com o grau de contaminação do corpo hídrico, uma vez que Saraiva *et al.* (2009) indica que o valor máximo para água não poluída é de  $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ .

Diante dos valores apresentados na Tabela 1, verificou-se que apenas os pontos 1, 2 e 3, indicam presença de contaminação, sugerindo-se que há um aumento na concentração de poluentes na porção final do corpo hídrico, verificando-se à influência das atividades industriais sob a Bacia do Arroio Moreira/Fragata, uma vez que os valores aumentam à jusante das indústrias.

A Figura 2, apresenta a composição granulométrica para os sedimentos amostrados, sendo possível observar a distribuição das partículas.

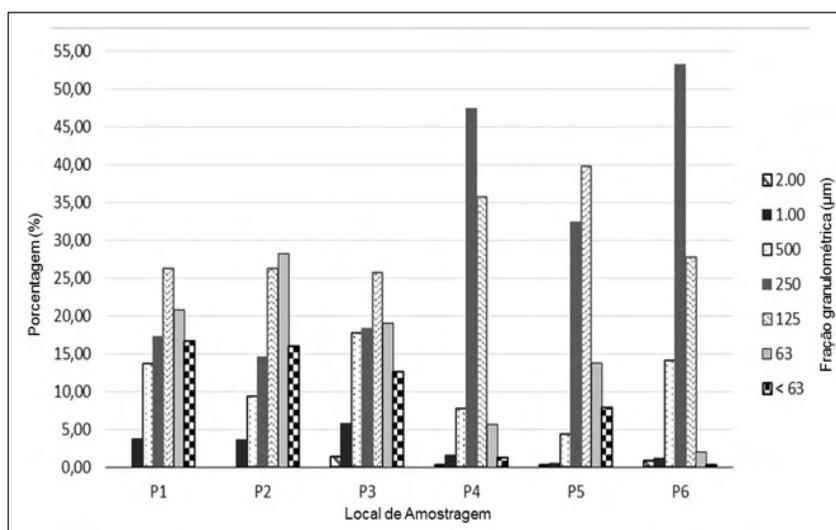


Figura 2. Composição granulométrica dos sedimentos (%) amostrados em seis pontos do Arroio Moreira/Fragata.

Fonte: Autores.

Os resultados sugerem que os pontos 1, 2 e 3 foram os que apresentaram maior porcentagem de grãos finos variando de 12 a 20%. A fração  $< 63 \mu\text{m}$  corresponde ao material

mais fino (silte e argila), apresentando maior poder de adsorção para metais (BARROS; AZEVEDO; BASTOS *et al.*, 2021; LEMES *et al.*, 2003). Conforme Valadão *et al.* (2016), os íons metálicos tendem a se concentrar junto aos sedimentos de granulometria fina devido a maior área superficial dos grânulos para adsorção. Enquanto que os pontos 4, 5 e 6 apresentam grânulos arenosa fina (125 – 250  $\mu\text{m}$ ).

Segundo CONAMA nº 454/2012, se na granulometria do material a ser dragado tiver 50% da sua composição areia grossa, muito grossa, cascalho ou seixo, fica dispensado de caracterização química, ecotoxicológica e outros estudos complementares referentes à caracterização, o que não ocorreu em nenhum dos pontos analisados, justificando a necessidade de análise dos íons metálicos.

Os valores de umidade variaram de 25,06% a 62,61%, este parâmetro pode ser diretamente relacionado com a granulometria (Figura 3), pois quanto maior o teor de finos no sedimento, maior será a capacidade de manter água intersticial, indicando a presença de substâncias higroscópicas, promovendo a maior retenção dos contaminantes.

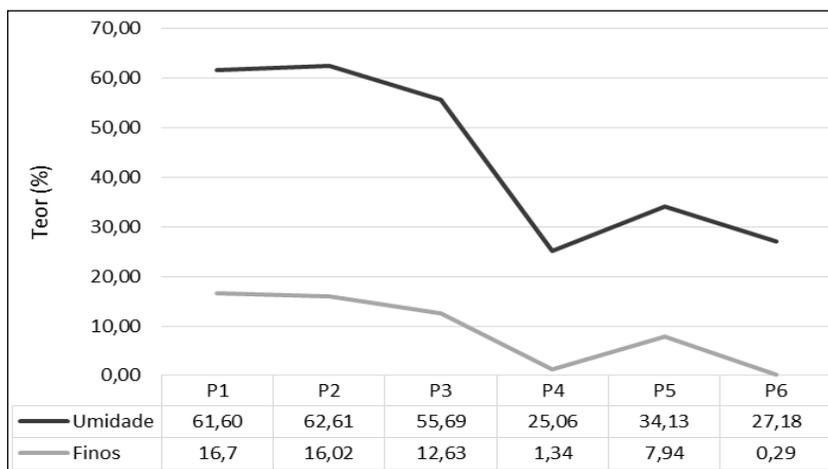


Figura 3. Resultados de umidade (%) e fração de finos (%) nas amostras de sedimento.

Fonte: Autores.

Através dos parâmetros de méritos (Tabela 2), verifica-se uma resposta linear para as faixas de trabalho, onde os coeficientes de correlação ( $r$ ) se mantiveram acima de 0,99. Os coeficientes angulares indicam que determinações espectrofotométricas para o Zn são mais sensíveis que para o Pb. Os LD e LQ foram encontrados para o Zn e o Pb (0,02 e 0,07  $\text{mg kg}^{-1}$ ).

<b>Parâmetros de méritos</b>		
<b>Parâmetro</b>	<b>Zinco</b>	<b>Chumbo</b>
<b>a</b>	0,0872	0,0413
<b>b</b>	0,0389	0,0073
<b>r</b>	0,999	0,998
<b>LD</b>	0,0220	0,0217
<b>LQ</b>	0,0720	0,0722
<b>Sedimento de referência</b>		
<b>Metal</b>	<b>Zinco</b>	<b>Chumbo</b>
<b>Valor certificado</b>	133,50	95,30
<b>Intervalo de confiança</b>	126,00 – 141,00	90,00 – 101,00
<b>Valor encontrado</b>	127,56 ± 0,56	94,25 ± 1,34
<b>Recuperação (%)</b>	95,55	98,80

Tabela 2. Limite de detecção (LD) e quantificação (LQ), em  $\text{mg kg}^{-1}$ , coeficientes angular (a), linear (b), e de correlação (r) das respectivas curvas; e Níveis certificados e intervalo de confiabilidade do material certificado (NMR#4), teor encontrado, ambos em ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e seus respectivos desvios padrões e o percentual de recuperação para cada metal.

Na Tabela 2, também se verifica os níveis de metais no sedimento de referência, os valores encontrados e os valores da matriz, indicando que o método de extração foi adequado ao experimento. Pois, as recuperações se mantiveram acima de 90%, sendo considerado dentro da faixa aceitável por Jesus *et al.* (2004).

Os teores encontrados para Zn e Pb, e seus desvios padrões (SD) são expressos em  $\text{mg kg}^{-1}$  (Figura 4). De acordo com a Portaria da FEPAM n° 085/2014, para o grupo de sedimentos inconsolidados na planície costeira, abrangendo a localização da Bacia estudada, é fixado que 90% do valor de referência para Zn ( $33 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Pb ( $27 \text{ mg kg}^{-1}$ ) corresponde ao teor natural do metal no solo do estado do Rio Grande do Sul. Sendo assim, observa-se que em todos os pontos analisados na Bacia do Arroio Moreira/Fragata, a presença de Zn encontra-se acima do valor de referência natural. Tais valores indicam influências antrópicas sob a entrada deste metal no corpo hídrico, podendo ser atribuído ao aporte de efluentes industriais e domésticos, uso de fertilizantes e pesticidas. Entretanto, com exceção dos pontos 2 e 3, os valores encontrados para Pb, mantiveram-se dentro da faixa fixada como natural.

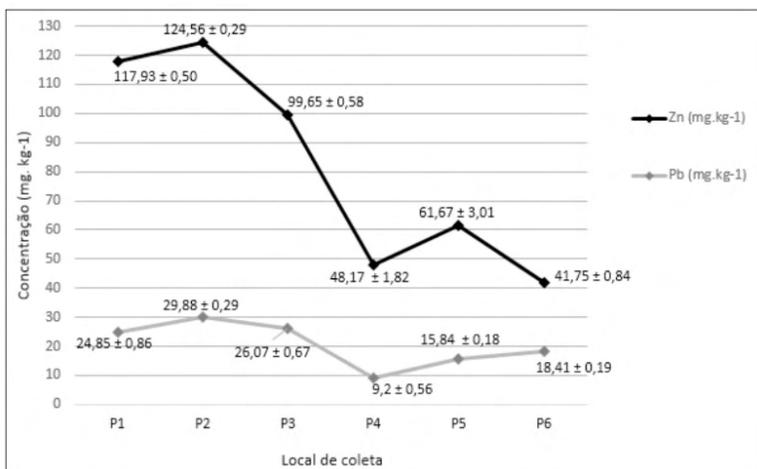


Figura 4. Resultados obtidos para Zn e Pb e seus respectivos desvios padrão (SD) em mg kg<sup>-1</sup> nas amostras.

Fonte: Autores.

Ao comparar os resultados encontrados para Zn com os limites para sedimentos de água doce estabelecidos pelo índice do Guia de Qualidade para Sedimentos Estuarinos do Canadá (CCME EPC-98E, 1999) (Tabela 3) – PEL (Probable effect level) e TEL (Thereshold effect level ), observa-se que o curso baixo da Bacia sugere provável risco à vida. No entanto, quando comparados os valores obtidos para Pb com os limites, indica-se que não há possibilidade de ocorrência de efeitos adversos causados por este metal.

Limites estabelecidos (mg kg <sup>-1</sup> )		
Metal	Zinco	Chumbo
TEL <sup>a</sup>	123,00	35,00
PEL <sup>b</sup>	315,00	91,30

<sup>a</sup>TEL thereshold effect level. Valor abaixo do qual raramente ocorre efeito biológico (Água doce).

<sup>b</sup>PEL probable effect level. Valor acima do qual efeito adverso é esperado (Água doce).

Tabela 3. Níveis máximos dos analitos permitidos para sedimento em água doce.

O Zn encontra-se usualmente na natureza na forma de sulfeto ou associado com sulfeto de outros metais, principalmente chumbo, cádmio, cobre e ferro. A toxicidade do Zn está relacionada com as reações de troca iônica existentes no meio hídrico (RANGEL e SANCHES FILHO, 2013).

Os resultados encontrados para Pb variaram de 9,20 a 29,88 mg kg<sup>-1</sup>, estando de acordo com outros estudos desenvolvidos na região do município de Pelotas/RS: Santos *et al.* (2003) na Lagoa Mirim (6,5 ± 1,2); Betemps e Sanches Filho (2012) no Saco do Laranjal

(9,4 ± 0,60); Sanches Filho et al. (2021) no Arroio Pelotas (9,7 ± 5,5), ambos em mg kg<sup>-1</sup>.

O Pb pode ser encontrado em solos não contaminados em concentrações próximas a 20,0 mg kg<sup>-1</sup>, condizendo com os valores encontrados (ALLOWAY 1995 apud RANGEL e SANCHES, 2013). O Pb é um metal que não possui função biológica definida, pois não participa de processos fisiológicos dos organismos aquáticos, por isso é considerado um elemento potencialmente tóxico aos organismos.

Conforme os resultados, afirma-se que os teores de metais quantificados seguem os mesmos padrões em relação a composição granulométrica (<63 µm) e umidade no sedimento, uma vez que estes se adsorvem as partículas menores devido a maior área superficial de contato, além dos resultados estarem em acordo com os valores de condutância.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a Bacia do Arroio Moreira/Fragata, sofre influência antrópica no decorrer do seu tributário, ocorrendo acumulação na concentração dos parâmetros analisados no baixo curso da bacia, indicando que os pontos à jusante das indústrias (pontos 1 e 2) são os mais críticos. Considerando-se a presença dos metais analisados (Zn e Pb), aponta-se que ambos foram detectados, porém apenas o Zn apresentou valores acima do limite estipulado para TEL, indicando risco a vida aquática.

Os resultados dessa pesquisa indicam que a caracterização físico-química da água e análise dos sedimentos constituem uma ferramenta de monitoramento da salubridade ambiental, subsidiando ações de preservação, políticas públicas, conservação e recuperação de áreas.

## AGRADECIMENTOS

Ao GPCA - Grupo de Pesquisa em contaminantes ambientais. Aos cursos de Graduação em Gestão Ambiental e Técnico em Química por fornecerem os laboratórios e equipamentos, e ao Instituto Federal Sul-rio-grandense, campus Pelotas.

## REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B. **Heavy metals in soils**. Blackie Academic e Professional, 1995. 399 p.

BARROS, A. B.; AZEVEDO, J. A. M.; BASTOS, A. L.; NASCIMENTO, V. X. Caracterização e biodisponibilidade de metais no mangue da foz do Rio Meirim, Maceió-AL. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 20133-20147, 2021. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n2-586>.

BETEMPS, G. R.; SANCHES FILHO, P. J. Estudo sazonal de metais pesados no sedimento do Saco do Laranjal – Pelotas-RS. **Journal of Brazilian Society Ecotoxicology**, v. 7, p. 91-96, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outra providências.** Brasília. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 454, de 1° de novembro de 2012. **Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.** Brasília, 2012.

CCME EPC- 98E, **Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection aquatic life.** Canada, 1999. Disponível em: <http://st-ts.ccme.ca/>.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência: FINEP, 1988. 575 p.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. PORTARIA FEPAM N.º 85/2014. **Dispõe sobre o estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade (VRQ) dos solos para 09 (nove) elementos químicos naturalmente presentes nas diferentes províncias geomorfológicas/geológicas do Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/Portaria085-2014.pdf>.

FLYNN, M. N.; SILVA, L. C. M.; LOURO, M. P. Processo de Bioacumulação na área estuarina de Santos e São Vicente, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade.** São Paulo, v. 4, n. 2, p.36-58, 2011.

GOMES-SILVA, P. A. J.; LIMA, S. D.; GOLIN, R.; FIGUEIREDO, D. M.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B.; DORES, E. F. G. C. Qualidade da água de uma micro bacia com fins de abastecimento público, Chapada dos Guimarães, MT. **HOLOS**, v. 4, n. 0, p. 22-33, 2014.

HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C. M. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do Estuário Santos – São Vicente. **Química Nova**, v.31, n.1, p.10-19, 2008.

HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; BONETTI, J.; BONETTI, C. Evaluation of Mercury Contamination in Sediments from Santos - São Vicente, Estuarine System, São Paulo State, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6, p. 1140-1149, 2005.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. **Chemistry Compendium of Chemical Terminology.** 2nd Edition, 1997.

JESUS, H. C., COSTA, E. A., MENDONÇA, A. S. F., ZANDONADE, E.; Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória – ES. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 378-386, 2004.

LACERDA, L. D.; MARINS, R. V. Geoquímica de sedimentos e o monitoramento de metais na plataforma continental nordeste oriental do Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, v. 20, n.1, p. 123-135, 2006.

MOREIRA, C. C. L. **Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos de mangue do Estado do Ceará: subsídios para gestão da zona costeira.** 164 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MOZETO, A. A. Sedimentos e Particulados Lacustres: Amostragem e Análises Biogeoquímicas. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Amostragem em limnologia. **Rima**. São Carlos, 2007.

NETO, H. P. B. **Caracterização ambiental e determinação de parâmetros físico-químicos, biológicos e índice de fragilidade ambiental da Microbacia Arroio Moreira/Fragata**. 102 f. Monografia (Graduação) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Católica de Pelotas, 2009.

PINTO, A. M. T. P.; HIRDES, I. M.; SANCHES FILHO, P. J. Determinação de metais pesados nos camarões (*Fasfantepenaeus paulensis*) consumidos na cidade de Pelotas-RS. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 8, n. 1, p. 129-134, 2013.

RANGEL, E. M.; SANCHES FILHO, P. J. Determinação de metais traço no sedimento do canal prolongamento da Avenida Bento Gonçalves, Pelotas (RS). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 229-241, 2013.

SANCHES FILHO, P. J.; SAMPAIO, D. M.; RANGEL, E. M.; BETEMPS, G. R.; CASTRO, J. R. M.; COSTA, L. C. Determinação de metais pesados no sedimento do Arroio Pelotas, Pelotas – RS. In: **Ciências Agrárias: A multidisciplinaridade dos recursos naturais**. 1º ed. 2021. Editora Conhecimento Livre. p. 141-155.

SANTOS, I.R.; BAISCH, P.; LIMA, G.T.N.P. Metais pesados em sedimento superficial da Lagoa Mirim, fronteira Brasil – Uruguai. **Geochimica Brasiliensis**, v. 17, p. 037-047, 2003.

SARAIVA, V. K.; NASCIMENTO, M. R. L.; PALMIERI, H. E. L.; JACOMINO V. M. F. Avaliação da qualidade de sedimentos - estudo de caso: sub-bacia do Ribeirão Espírito Santo, afluente do Rio São Francisco. **Química Nova**, v. 32, p. 1995-2002, 2009.

SHARLEY, D. J.; SHARP, S. M.; BOURGUES, S.; PETTIGROVE, V. J. Detecting long-term temporal trends in sediment-bound trace metals from urbanised catchments. **Environmental Pollution**, v. 219, p. 705-713, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.072>.

SOUZA, V. L. B.; LIMA, V.; HAZIN, C. A.; FONSECA, C. K. L.; SANTOS, S. O. Biodisponibilidade de metais-traço em sedimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**. v. 03, p. 01-13, 2015.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher – EDUSP, 1973. 318 p.

TEÓDULO, M. J. S.; LIMA, E. S.; NEUMANN, V. H. M. L.; LEITE, P. R. B.; SANTOS, M. L. F. S. Comparação de métodos de extração parcial de metais traço em solos e sedimentos de um estuário tropical sob a influência de um complexo industrial portuário, Pernambuco Brasil. **Estudos Geológicos**, v.13, p. 23-34, 2003.

TORRES, R. F.; LACERDA, L. D.; AGUIAR, J. E. Biodisponibilidade de Cu e Pb em sedimentos de um canal de maré afluente do estuário do Jaguaribe – Ce. In: **I Congresso IberoAmericano de Oceanografia – I CIAO**. Fortaleza. Anais III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Fortaleza, Brasil, 2008.

VALADÃO, L. S.; GARCIA, J. F. C.; SANCHES FILHO, P. J.; PINTO, A. M. P. Determinação de elementos traço no sedimento do Canal São Gonçalo, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, 2016.

XAVIER, S. C. **O mapeamento geotécnico por meio de geoprocessamento como instrumento de auxílio ao planejamento do uso e ocupação do solo em cidades costeiras: estudo de caso para Pelotas (RS)**. 261 f. Dissertação (Pós-graduação) – Departamento de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande, 2010.

YANG, Y.; CHEN, F.; ZHANG, L.; LIU, J.; WU, S.; KANG, M. Comprehensive assessment of heavy metal contamination in sediment of the Pearl River Estuary and adjacent shelf. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 9, p. 1947-1955, 2012.

ZHANG, Z.; WANG, J. J.; ALI, A.; DELAUNE, R. D. Heavy metals and metalloid contamination in Louisiana Lake Pontchartrain Estuary along I-10 Bridge. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 44, p. 66-77, 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção atômica 29, 33

Ações antrópicas 11, 21, 25

Agricultura 10, 11, 20, 24, 30, 49, 69, 72, 138, 190, 192, 193, 208, 210, 214, 215

Água 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 101, 105, 109, 111, 113, 114, 122, 123, 152, 155, 192, 214, 216

Alternativas naturais 121

Apicultura 209

Aquecimento global 73, 74, 81

Associações mutualísticas 192, 193, 194, 195

### B

Bacias hidrográficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 22, 27

Bactérias 48, 57, 110, 112, 125, 127, 132, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 203, 205, 213, 214, 215

Biodegradabilidade 121, 122, 123, 124, 125

Biodiversidade 48, 66, 83, 87, 94, 138, 181, 182, 184, 190, 192, 193, 221

Biofertilizante 131

Biogás 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136

Biopolímeros 112, 123, 125, 126, 127

### C

Caatinga 137, 138, 145, 146, 202, 206

Carcinicultura 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51

Carvão vegetal 137

Conservação ambiental 64

Contaminação 12, 17, 29, 31, 34, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 51, 98, 103, 104, 109, 130, 150

### D

Dejetos suínos 130, 135, 136

Desmatamento 48, 95, 96, 137, 138, 181

Divisão territorial 2

## E

Ecosistemas 12, 30, 31, 101, 148, 181, 182, 193

Ecotoxicidade 52, 55, 57

Eficiência energética 131, 137, 138, 143, 145, 166

Energia fotovoltaica 164, 166, 167, 170, 171, 174

Energias renováveis 79, 129, 164, 165

Equilíbrio de Nash 73, 75, 78, 79, 80

Escassez hídrica 50, 111

Espécies nativas 180, 181, 182, 183, 188

## F

Fitopatógenos 195, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217

Fósforo 192, 195, 196, 197, 198

Fungos 110, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 205, 206, 210, 213, 215, 216

## G

Georreferenciamento 3

Gestão ambiental 2, 3, 38, 61, 62, 63, 71, 128, 163, 176, 221

Granulometria 31, 32, 35

## I

Impactos ambientais 11, 13, 23, 63, 64, 65, 67, 68, 72, 98, 99, 122, 129, 130, 146, 164, 167, 172, 175, 176

Impactos socioambientais 42, 43

Indicadores ambientais 4, 8, 9, 63, 163

Indústria cerâmica 137, 138, 139, 140, 145, 146

Indústria petrolífera 53

Indústria têxtil 121, 122, 128

## L

Lenha 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 148

Logística reversa 100, 128, 167, 173, 174, 176

## M

Material particulado 147, 149, 150, 155, 157, 158, 159, 161, 162

Matriz energética 138

Meio ambiente 8, 12, 13, 20, 27, 28, 39, 42, 48, 49, 52, 53, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 69,

71, 72, 81, 98, 101, 102, 105, 111, 112, 122, 128, 129, 135, 137, 138, 145, 149, 152, 166, 167, 176, 181, 184, 190, 214, 221

Metais pesados 30, 38, 39, 40, 111, 167

Metano 129, 130, 131, 134

Mudanças climáticas 66, 73, 74, 80

## N

Nanociência 111

Nanopartículas metálica 110

Nitrogênio 134, 153, 154, 181, 182, 192, 196, 198, 203, 206

## P

Percepção ambiental 11, 13, 22, 109

Petróleo 52, 53, 54, 56, 61, 62, 138, 221

Poliéster 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

Poluição atmosférica 69, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 159, 161, 162

Própolis 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220

Protocolo de Kyoto 74

## R

Recursos genéticos 180, 182, 190

Recursos naturais 20, 40, 44, 47, 61, 63, 64, 65, 68, 70, 83, 86, 87, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 122, 138, 142, 181, 184

Resíduos agroflorestais 110, 111

Resíduos sólidos 11, 20, 21, 66, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 109, 175

Riscos ambientais 11, 12, 13, 22, 26, 27, 28, 30, 172

## S

Saneamento básico 97, 109

Saúde pública 48, 97, 98, 99, 101, 147, 148, 152

Serviços de saneamento 100

Solo 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 36, 41, 66, 69, 87, 94, 98, 103, 104, 105, 109, 121, 122, 123, 124, 127, 130, 138, 150, 161, 175, 181, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206

Suinocultura 129, 130, 131, 132

Sustentabilidade 27, 81, 94, 108, 129, 131, 151, 167, 168, 169, 181, 221

## T

Tecnologias fotovoltaicas 166

Terra Indígena 83, 85, 90, 91, 93, 94, 95, 96

Território 2, 3, 8, 9, 16, 22, 26, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 94, 96, 189

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

2

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

2