

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

3

Danyelle Andrade Mota  
Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva  
Milson dos Santos Barbosa

(ORGANIZADORES)

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

3

Danyelle Andrade Mota  
Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva  
Milson dos Santos Barbosa

(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

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: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 3

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**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 3 / Organizadores Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva, Lays Carvalho de Almeida, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Outro organizador  
Milson dos Santos Barbosa

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-258-0031-8  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.318222903>

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



## 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 três 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 III “*Meio Ambiente, Sustentabilidade, Biotecnologia e Educação*”, 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, revisão de literatura e discussões sobre a importância da relação sociedade e natureza realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo do Meio Ambiente, Sustentabilidade, Biotecnologia e Educação é ampla, complexa e interdisciplinar. Os trabalhos apresentados podem 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.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos três 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**

ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS NAÇÕES UNIDAS – ATUALIZAÇÃO DE 2022

Sérgio Paulo Jorge Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229031>

### **CAPÍTULO 2..... 13**

PROJETO RECICLAB: UMA EXPERIÊNCIA DE GESTÃO AMBIENTAL NA UNIVERSIDADE

Paula Macedo Lessa dos Santos

Cláudio José de Araújo Mota

Cássia Curan Turci


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229032>

### **CAPÍTULO 3..... 22**

PROTEÇÃO AMBIENTAL: FUNÇÃO SOCIAL E COMBATE À VIDA PARA CONSUMO

Renata Martins Vasconcelos

José do Carmo Alves Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229033>

### **CAPÍTULO 4..... 36**

E AGORA, O QUE FAÇO COM O MEU SMARTPHONE VELHO? UM ESTUDO SOBRE AS FORMAS DE DESCARTE DE TELEFONES MÓVEIS OBSOLETOS

Jaime Fernandes

Guilherme Lunardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229034>

### **CAPÍTULO 5..... 40**

MOBILIZAR PARA REFLORESTAR: UMA OPORTUNIDADE PARA MUDAR O CENÁRIO DE SENHOR DO BONFIM-BA


Alexsandro Ferreira de Souza Silva

Marta Maria de Oliveira Santana

Adson dos Santos Bastos

Raimunda Pereira da Silva

Rita de Cassia Oliveira de Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229035>


### **CAPÍTULO 6..... 49**

AS INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO BÁSICO NOS ASSENTAMENTOS DO INCRA NO MUNICÍPIO DE PETROLINA (PE): UMA ANÁLISE DO CASO DO PROJETO DE ASSENTAMENTO (PA) JOSIAS E SAMUEL

Elijalma Augusto Beserra

Maria Helena Maia e Souza

Maria Augusta Maia e Souza Beserra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229036>

**CAPÍTULO 7..... 72**


PRACTICE OF CONTINGENCY AT SCHOOL OF CHEMICAL SCIENCES, TO AVOID THE HUMAN INFLUENZA VIRUS AH1N1

Lino Martín Castro

Narciso Torres-Flores

Jesús Enrique Séañez-Sáenz

Alfredo R. Urbina-Valenzuela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229037>

**CAPÍTULO 8..... 82**

PROJETO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS HIDRO CLIMATOLÓGICAS BASEADO EM HARDWARE LIVRE

Cristiano Gabriel Persch

Bruna Minetto


Fabiana Campos Pimentel

Bibiana Peruzzo Bulé

Vitória Tesser Martín

Rutineia Tassi

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229038>

**CAPÍTULO 9..... 90**


PROYECTO INTEGRAL DE VIVIENDA VERNÁCULA CON ENFOQUE SOLIDARIO Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD DE STO. DOMINGO TEOJOMULCO, OAXACA

Uriel León Venegas

Rafael Alavéz Ramírez

María Eufemia Pérez Flores

Margarito Ortiz Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229039>


**CAPÍTULO 10..... 98**

MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE IBIRAMA (SC)

Julia da Silva Vieira

Víctor Luís Padilha


Francisco Henrique de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290310>

**CAPÍTULO 11..... 111**

CONTRIBUIÇÃO DAS LEIS RECENTES DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE PARA MUDANÇAS DE PARADIGMAS NO USO DO SOLO NAS CIDADES

Wilma Freire Arriel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290311>

**CAPÍTULO 12..... 120**

**CONEXÕES ENTRE MERCADOS LEGAIS E O TRÁFICO INTERNACIONAL DE ANIMAIS SILVESTRES**

Girlián Silva de Sousa

Juarez C. B. Pezzuti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290312>

**CAPÍTULO 13..... 133**

**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO NO TERRITÓRIO DO ALTO CAMAQUÃ/RS**


Leandro Porto Marques

Cibelle Carvalho Machado

Nájila Souza da Rocha

Rafael Cabral Cruz

Jefferson Marçal da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290313>

**CAPÍTULO 14..... 149**

**INCÊNDIOS FLORESTAIS: NORMAS FEDERAIS NA PERSPECTIVA DO SÍTIO HISTÓRICO E CULTURAL KALUNGA**

Éder Dasdoriano Porfírio Júnior

Thâmara Machado e Silva

Hélida Ferreira Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290314>

**CAPÍTULO 15..... 160**

**EL HUITLACOCHÉ (*USTILAGO MAYDIS*) COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN CON TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO**

María Leticia Calderón-Fernández

María Elena Ramos- Cassellis

Verónica Gámez-Domínguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290315>

**CAPÍTULO 16..... 173**

**COMPOSTOS NITROGENADOS COM ATIVIDADE ALELOPÁTICA EM PLANTAS - UMA REVISÃO DE LITERATURA**

José Augusto Soares de Araújo

José Walber Gonçalves Castro

Roberta Maria Arrais Benício

Tereza Raquel Carneiro Soares

Bruno Melo de Alcântara

Leonardo Vitor Alves da Silva

Maria Amanda Nobre Lisboa


Gabriel Venancio Cruz

Maria Renata Furtado de Sousa

Marcio Pereira do Nascimento

Joice Layanne Guimarães Rodrigues

Maria Naiane Martins de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290316>

**CAPÍTULO 17..... 185**

**EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE BIOMOLÉCULAS DE INTERESSE INDUSTRIAL A PARTIR DE RESÍDUOS DE BIOMASSA**

Filipe Smith Buarque  
Lídia Cristina Alves Câmelo  
Alan Rozendo Campos da Silva  
Armando Almeida dos Santos Neto  
Fabiano Ricardo Fontes Santos  
Ísis Máximo Dantas Feitosa  
Edenilsa Bispo Santana Cavalcante  
Paula Gabrielle Campos Gomes  
Tairan Eutímio dos Santos  
Patrícia Josefa Jesus dos Santos  
Thailan Souza Pereira Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290317>

**CAPÍTULO 18..... 196**

**METAIS PESADOS COMO MARCADORES AMBIENTAIS A PARTIR DO TESTE DE T PARA ÁGUAS NATURAIS E SOB INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NO MUNICÍPIO DE MANAUS - AM**

Anderson da Silva Lages  
Sebatião Átila Fonseca Miranda  
Samia Dourado Albuquerque  
Aretusa Cetauro de Abreu  
Sávio José Filgueiras Ferreira  
Márcio Luiz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290318>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 204**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 206**

## METAIS PESADOS COMO MARCADORES AMBIENTAIS A PARTIR DO TESTE DE T PARA ÁGUAS NATURAIS E SOB INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NO MUNICÍPIO DE MANAUS - AM

Data de aceite: 01/03/2022

### Anderson da Silva Lages

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -  
INPA  
Coordenação de Clima e Recursos Hídricos  
Manaus, Amazonas, Brazil

### Sebatião Átila Fonseca Miranda

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -  
INPA  
Coordenação de Clima e Recursos Hídricos  
Manaus, Amazonas, Brazil

### Samia Dourado Albuquerque

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -  
INPA  
Coordenação de Clima e Recursos Hídricos  
Manaus, Amazonas, Brazil

### Aretusa Cetauro de Abreu

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -  
INPA  
Coordenação de Clima e Recursos Hídricos  
Manaus, Amazonas, Brazil

### Sávio José Filgueiras Ferreira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -  
INPA  
Coordenação de Clima e Recursos Hídricos  
Manaus, Amazonas, Brazil

### Márcio Luiz da Silva

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -  
INPA  
Coordenação de Clima e Recursos Hídricos  
Manaus, Amazonas, Brazil

**RESUMO:** Com o avanço das atividades industriais, muitos centros urbanos pelo mundo buscam criar indicadores que designem sinais de naturalidade, em todos os aspectos das questões ambientais. No estudo da Química de águas não é diferente. A Amazônia sofre com o severo processo de urbanização nos grandes centros e muitos corpos de água se ressentem dessa imensa pressão poluidora. Os metais pesados apresentam normalmente baixas concentrações em corpos de água superficiais. Quando isso não se verifica, é sinal de contaminação por atividades antrópicas, e, muito raramente, contaminações por fontes naturais. Desse modo, esse estudo pretende verificar marcadores ambientais a partir dos metais pesados, em um importante corpo de água de Manaus chamado Igarapé do Quarenta, e outro, em um corpo de água isolado, ainda preservado, dentro de uma Reserva Florestal chamada Sauim Castanheira. Para isso, foi utilizado o teste de t que versa pela comparação de médias amostrais. Os resultados mostraram que Mn, Cu, Ni e Fe são semelhantes, dentro de um intervalo de confiança de 95%, nos dois corpos de água e que Cr, Pb, Cd e Zn são diferentes dentro desse mesmo intervalo. Portanto, pode-se afirmar que Mn, Cu, Ni e Fe podem servir de marcadores ambientais de naturalidade nos corpos de água na região de Manaus. Contudo, fatores como diluição e vazão podem ter influenciado esses resultados. O pH e a condutividade elétrica se revelaram melhores indicadores de naturalidade para essas águas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teste de t, Igarapé do Quarenta, Metais Pesados.

**ABSTRACT:** With the advancement of industrial activities, many urban centers around the world seek to create indicators that designate signs of naturalness, in all aspects of environmental issues. The study of water chemistry is no different. The Amazon suffers from the severe urbanization process in large centers and many bodies of water suffer from this immense polluting pressure. Heavy metals typically have low concentrations in surface water bodies. When this is not the case, it is a sign of contamination by human activities, and, very rarely, contamination by natural sources. In this way, this study intends to verify environmental markers from heavy metals, in an important body of water in Manaus called the Quarenta stream, and another, in an isolated body of water, still preserved, within a Forest Reserve called Sauim Castanheira. For this, the t test was used, which deals with the comparison of sample means. The results showed that Mn, Cu, Ni and Fe are similar, within a 95% confidence interval, in the two bodies of water and that Cr, Pb, Cd and Zn are different within that same interval. Therefore, it can be said that Mn, Cu, Ni and Fe can serve as environmental markers of naturalness in water bodies in the Manaus region. However, factors such as dilution and flow may have influenced these results. The pH and electrical conductivity proved to be the best naturalness indicators for these waters.

**KEYWORDS:** T test, Stream of the Quarenta, Heavy Metals.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na ciência sempre se usam marcadores de referência, ou como se usa na Química, os chamados padrões que servem de referência para dados desconhecidos ou que se queiram investigar. Nas ciências do ambiente isso não é diferente e uma importante maneira de julgar diferentes conjuntos de dados é através dos chamados Testes de Significância. Em uma área ampla, os testes de significância podem servir para validar pontos de referência, como corpos de água que ainda guardam características químicas naturais. Entre esses testes, os que mais se destacam é o **teste de F** e o **Teste de t**.

O Teste de t é usado principalmente para amostras pequenas e seu propósito é comparar a média de uma série de resultados com um valor de referência e exprimir o nível de confiança associado ao significado da comparação. É também usado para testar a diferença entre as médias de dois conjuntos de resultados, X1 e X2, sendo o primeiro um método novo e o segundo, o de referência (Christian, 1994).

A malha hídrica do município de Manaus é composta por muitos pequenos corpos de água chamados igarapés (em tupi, *caminho de água*), sendo a maioria já amplamente degradada por esgotos (Melo et al., 2019). Os poucos corpos de água ainda naturais se encontram na área rural de Manaus. Diante disso, há muitas dificuldades em se observar corpos de água ainda preservados (Rodrigues et al., 2009). De sorte, situada na Bacia do Educandos, uma das mais representativas da malha urbana de Manaus, está a Reserva Sauim Castanheira, que conserva as nascentes do igarapé do Quarenta ainda sob as condições naturais. Os dados das águas da nascente da Reserva Sauim Castanheira podem servir de referência para avaliar composição química dos metais pesados das

águas do igarapé do Quarenta. Esse igarapé, que cruza o polo industrial de Manaus, já foi amplamente estudado por Bringel (1986), Silva et al., (1996), Cleto Filho (1998), Pio et al (2013), Torrezani et al (2014), Teles (2017), Viana (2018), e Calvo e Oliveira (2020).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar as águas do igarapé do Quarenta e as águas da nascente do igarapé da Reserva Sauim Castanheira, sob a ótica dos metais pesados. Sabidamente, as águas da bacia do Educandos, e, em especial o igarapé do Quarenta, sofrem grande influência dos metais pesados despejados indevidamente. Desse modo, esse estudo pode servir de subsídio para o entendimento de marcadores ambientais como os metais pesados nas águas naturais dos igarapés de Manaus e sob a influência da ação antrópica.

## 2 | METODOLOGIA

Foram realizadas quatro coletas de água na nascente da Reserva Sauim Castanheira e no igarapé do Quarenta. O ponto escolhido do igarapé do Quarenta foi próximo ao Shopping Studio 5. As coletas foram feitas com frascos de polietileno, a uma profundidade próxima de 30 cm. Foi utilizado um tubo metálico para auxiliar com que a coleta de água se desse meio dos corpos de água. Os locais de coleta estão apresentados na figura 1, a seguir:

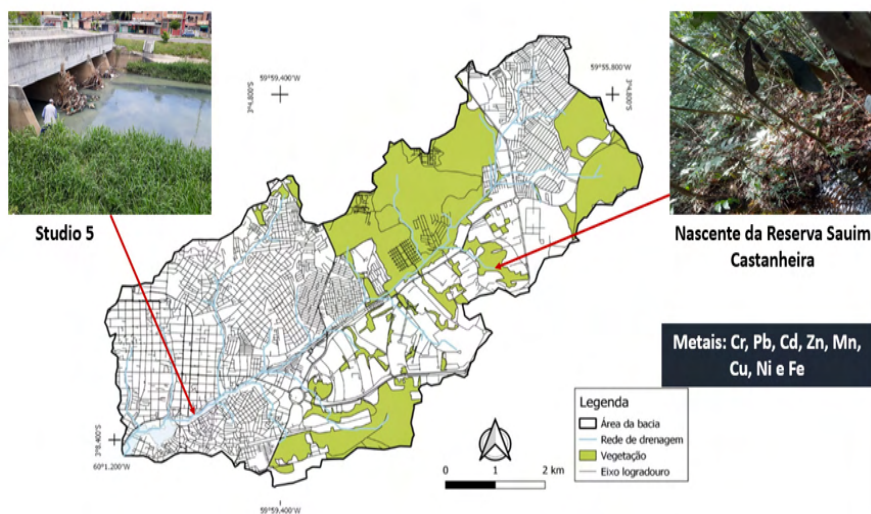


Figura 1: Pontos de coleta na bacia do Educandos – igarapé do Quarenta, em Manaus – AM.

As amostras foram preservadas com duas gotas de ácido nítrico bidestilado, em um volume próximo a 100 mL. As coletas foram realizadas entre os meses de setembro e novembro de 2019 e os metais Cr, Pb, Cd, Zn, Mn, Cu, Ni e Fe foram determinados



por espectroscopia de absorção atômica, e, pH e Condutividade elétrica, por métodos eletroquímicos.

Por fim, o teste de t foi realizado com o software estatístico R versão 4,02 a partir das concentrações médias dos metais pesados determinadas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hipótese inicial desse teste de significância foi: As águas da Nascente da Sauim Castanheira são semelhantes em metais pesados (Cr, Pb, Cd, Zn, Mn, Cu, Ni e Fe) às águas do Igarapé do Quarenta, no ponto do Studio 5? O intervalo de confiança utilizado foi o de 95%. O resultado do teste de t para esse grupo de amostras segue na tabela 1:

Metal	$\hat{\beta}$ – Value*	Intervalo	Avaliação
Cr	0,631	-0,0015 a 0,0022	Amostras diferentes
Pb	0,5599	-0,0396 a 0,0294	Amostras diferentes
Cd	0,9154	-0,0002 a 0,0002	Amostras diferentes
Zn	0,3724	-0,0022 a 0,0049	Amostras diferentes
Mn	0,3727	-1,0406 a 2,2072	<b>Amostras semelhantes</b>
Cu	0,3271	-0,8633 a 0,3871	<b>Amostras semelhantes</b>
Ni	0,5226	-0,4798 a 0,7465	<b>Amostras semelhantes</b>
Fe	0,1196	-3,4398 a 0,6585	<b>Amostras semelhantes</b>

\* O valor de  $\hat{\beta}$  – value - hipótese que as duas médias são iguais é aceitável dentro de um limite de confiança de 95%. O valor negativo de t não deve ser considerado no julgamento da hipótese. Na realidade esse valor deve ser considerado em termos absolutos.

Tabela 1. Resultados dos testes de t aplicados para metais pesados nas águas do igarapé do Quarenta (Studio 5) e nascente da Reserva Sauim Castanheira.

Como se nota, as águas da reserva Sauim Castanheira **NÃO são semelhantes** na composição de metais pesados somente com relação ao Cr, Pb, Cd e Zn. Desse modo, os elementos Mn, Cu, Ni e Fe podem ser característicos da bacia, a julgar o estado de isolamento em que se encontra a reserva Sauim Castanheira. Os resultados do teste de t sugerem que o grupo de metais Mn, Cu, Ni e Fe são semelhantes nos dois conjuntos de dados, no natural e no sob efeito de esgotos domésticos/industriais.

Contudo, os valores de Mn, Cu, Ni e Fe são considerados altos para a região (Bringel, 1986; Silva et. al, 1996; Do Valle, 2006). Pode-se inferir que as condições de solo pretéritas à designação do espaço como reserva florestal podem ser a causa desses resultados para o teste de t. Em um ambiente isolado, cujas características litológicas apontam pobreza química do solo, não é de se esperar tais resultados para Mn, Cu, Ni e Fe. Como se buscavam metais que pudessem ser marcadores ambientais, esperava-se observar distinção entre os dois grupos de metais, tanto para os da reserva sauim

Castanheira, como os do ponto do Studio 5.

Reconhece-se que é necessário um maior acompanhamento nos valores das concentrações de metais pesados, tanto na Reserva Sauim Castanheira, como ao longo do Igarapé do Quarenta, identificando possíveis flutuações ao longo do ciclo hidrológico. Entretanto, algumas considerações podem ser extraídas desse teste de significância aplicado: Mn, Cu, Ni e Fe podem ser elementos marcadores de naturalidade na região; Cr, Pb, Cd e Zn podem ser marcadores antropogênicos, oriundos de atividades industriais, já que se distinguem do grupo de amostras do local de referência (Sauim Castanheira); A distinção entre os dois conjuntos de dados pode ser explicada pela ação do polo industrial nessas águas, ou ainda, pelo efeito da diluição/precipitação desses metais nas águas do Quarenta no Studio 5; Faz-se necessário um melhor acompanhamento nas fontes de Cr, Pb, Cd e Zn ao longo do estuário do Igarapé do Quarenta - algo que explique o porquê da anomalia em relação aos dados da Reserva Sauim Castanheira.

A distribuição dos metais nesses dois conjuntos de dados mostrou uma prevalência do Manganês em relação aos demais. No geral, os teores de metais observados na reserva Sauim Castanheira são maiores que os obtidos no Studio 5. Esse fato pode estar associado a alguns fatores, como diluição e vazão do corpo de água. Vale ressaltar, que o ambiente dentro da reserva Sauim Castanheira pode ser classificado como lântico. Além do pouco volume, a água praticamente não percola. O mesmo não se aplica ao ponto do Studio 5, onde o volume e a vazão do Igarapé do Quarenta são significativos. Tais hipóteses podem servir de sugestão para os resultados na reserva serem maiores que no Studio 5 (Figura 2). Uma investigação na história litológica da reserva também se torna importante, haja vista, a possibilidade de o espaço ter sido uma antiga fazenda, o que pode também explicar as anomalias observadas para os metais.

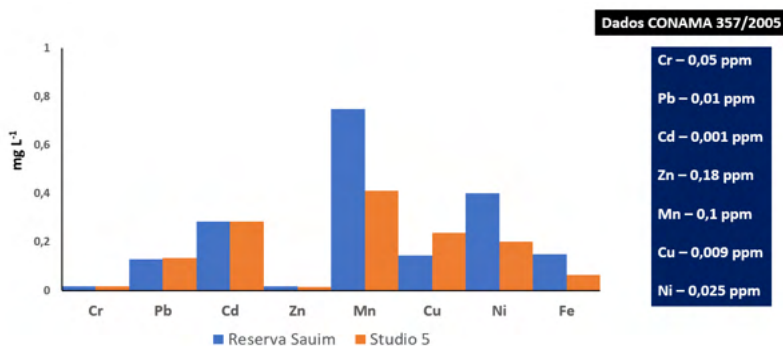


Figura 2: Variação dos metais analisados nas águas do Igarapé do Quarenta em Manaus, AM.

Em comparação com os dados da classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005 nota-se que todos os metais estão acima dos limites preconizados pela Resolução, exceto

o zinco. Os valores mais acentuados ficam por conta do manganês, que pode trazer à água muitas implicações, tanto no campo químico, como biológico, como o mau cheiro e a proliferação de bactérias nocivas. Os altos valores de manganês estão associados a várias fontes, como efluentes industriais, águas residuais, plantas de gás e esgoto, bateria de automóveis e uso de tintas (Khan et al., 2017).

Tendo em vista a dificuldade em se constatar a distinção entre os dois pontos amostrados em função dos metais pesados, essa dificuldade se dissipa quando se relacionam os valores de pH e Condutividade Elétrica. Os valores de pH variaram entre 4,42 e 4,63 na Reserva Sauim Castanheira e entre 6,95 e 7,14 no Studio 5. Os resultados podem ser vistos na figura 3, a seguir:

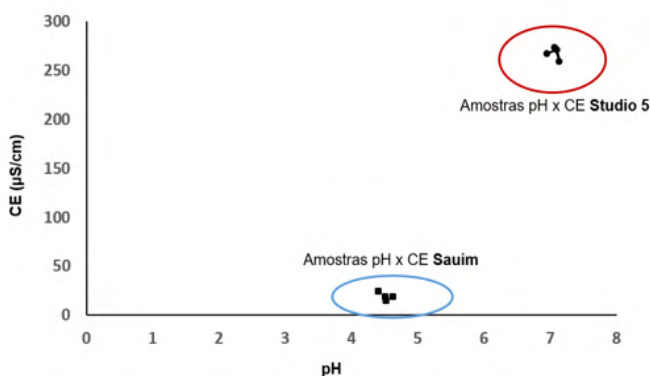


Figura 3: Relação do pH com a Condutividade Elétrica nos locais amostrados na bacia do Educandos, em Manaus – AM.

Os valores de condutividade elétrica variaram de 14,39 a 24  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na Reserva Sauim Castanheira e de 259,0 a 273,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no ponto do Studio 5. Como se nota na figura 3, quando se relaciona o pH e a condutividade elétrica, fica evidente o grau de influência antrópica que esta submetido o igarapé do Quarenta no ponto do Studio 5. São dois locais completamente antagônicos, um em relação ao outro. Dessa forma, o pH e a condutividade elétrica se mostraram indicadores mais precisos de naturalidade, já que os valores de pH e condutividade elétrica observados para a reserva estão dentro do que antigos trabalhos mostraram para esse tipo de água amazônica, cujos valores de pH são inferiores a 5,0 e condutividade elétrica inferiores a 20,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Bringel, 1996; Silva et al, 1996).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese ao teste de t aplicada a esse trabalho revelou que Sim, as amostras da nascente da Reserva Sauim Castanheira **são semelhantes** em metais pesados às águas do Quarenta no ponto do Studio 5, **SOMENTE** para os metais **Mn, Cu, Ni e Fe** – sendo esses

elementos, possíveis marcadores de naturalidade para a bacia do Educandos. Contudo, se sugere um melhor detalhamento no histórico da litologia da reserva Sauim Castanheira, ou ainda, nos fatores de diluição e vazão observados ao longo do igarapé do Quarenta, que podem contribuir para a diluição ou precipitação desses metais no corpo de água.

Os valores de metais pesados estão acima do que preconiza a legislação vigente, com destaque para os teores de manganês. Também se sugere um melhor acompanhamento nas prováveis fontes desse e de outros metais pesados. Por fim, o pH e a condutividade elétrica se mostraram melhores indicadores de naturalidade, já que bem discriminaram as águas da Reserva Sauim Castanheira em ácidas e pouco condutivas, conforme os trabalhos clássicos da região.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao projeto IETÉ (financiado pela Lei de Informática nº 8.387/1991) pela bolsa de estudos e amparo à pesquisa; ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, pela oportunidade de qualificação e pelo apoio logístico, material técnico e de consumo para o desenvolvimento da pesquisa. Esse estudo também agradece ao apoio logístico do Programa LBA, nas pesquisas realizadas na estação de pesquisa LBA, situada na ZF2 (Reserva Biológica do Cuieiras), Manaus – AM.

## REFERÊNCIAS

Alexakis, D. E. Meta - Evaluation of Water Quality Indices. Application into Groundwater Resources. *Water Journal*, 12, 2020.

Bringel, S. R. B. (1986) Estudos do nível de poluição nos igarapés do Quarenta e do Parque Dez de Novembro. Manaus, Universidade de Tecnologia do Amazonas/UTAM, 86p. il. (Relatório Técnico).

Calvo, B. D.; Oliveira, T. C. S. Hydrochemical Analysis of a Basin under Anthropogenic Influence and Effects in Manaus' Shoreline – Central Amazonia. *Revista Caminhos de Geografia*, v 21, n 77, p 209 – 219, 2020.

Christian, G. D. *Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, 1994.

Cleto Filho, S.E.N. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé (Mindu) da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, 74pp, 1998.

Do Valle C. M, Santana G. P, Windmoller C. C. Mercury conversion processes in Amazon soils evaluated by thermodesorption analysis. *Chemosphere*, 65 - 1966-75. 2006.

Khan, M. Z. H.; Hasan, M. R.; Aktar, S.; Fatema, K. Distribution of Heavy Metals in Surface Sediments of the Bay of Bengal Coast. *Journal of Toxicology*, 7 p, 2017.

Melo, M. G. Silva, B. A.; Costa, G. S.; Silva Neto, J. C. A.; Soares, P. K.; Val, A. L.; Chaar, J. S.; Koolen, H. H. F.; Bataglion, G. A. Sewage contamination of Amazon Streams crossing Manaus (Brazil) by sterol biomarkers. *Environmental Pollution* 244, 818 – 826, 2019.

Pio, M. C. S.; Souza, K. S.; Santana, G. P. Capacidade da *Lemna aequinoctialis* para acumular metais pesados de água contaminada. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 2, p. 203– 210, 2013.

Rodrigues, D.; Silva, S. L. R.; Silva, M. S. R. Avaliação Ecotoxicológica Preliminar das Águas das Bacias Hidrográficas dos rios Tarumã, São Raimundo e Educandos. *Acta Amazônica*, 39 (4), 935 – 942, 2009.

Shigut, D. A.; Liknew, G.; Irge, D. D.; Ahmad, T. Assessment of physico-chemical quality of borehole and spring water sources supplied to Robe Town, Oromia region, Ethiopia. *Appl Water Sci*, 7: 155-164, 2017.

Silva, M. S. R.; Ramos, J. F.; Pinto, A. G. N. Metais de transição nos sedimentos de igarapés de Manaus. *Acta Limnológica Brasiliensis* vol 11 (2), 89 – 100, 1996.

Teles, Y. V. Seleção e isolamento de bactérias resistentes ao cromo hexavalente endêmicas do igarapé do Quarenta. Tese apresentada ao Programa de Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas, 2017.

Torrezani, L.; Sargentini Jr.; Santana, G. P. Índice de Geoacumulação de mercúrio na bacia do Educandos (Manaus/Amazonas). *Journal of Chemical Engineering and Chemistry*, vol 2, 161-170, 2016.

Viana, M. C. Estudo de Contaminantes em água, sólidos totais suspensos e sedimentos de igarapés da zona urbana de Manaus- AM. Dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, 2018.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**DANYELLE ANDRADE MOTA** - Mestre e Doutora em Biotecnologia Industrial pela Universidade Tiradentes (UNIT), com internacionalização com o Doutorado Sanduíche no Instituto Superior de Agronomia pela Universidade de Lisboa. Especialista em Docência no Ensino de Ciências pela Faculdade Pio Décimo. Especialista em Neurociência pela Faculdade de Ciências da Bahia (FACIBA). Especialista em Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura pela UFS. Durante a graduação desenvolveu pesquisas na área de Botânica (Taxonomia de Líquens), Microbiológica e Educacional. Durante o mestrado e doutorado desenvolveu trabalhos no Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP) atuando especialmente pesquisas focadas nas interações entre as áreas de biologia, bioquímica e engenharia química. Visando a melhoria do uso e transformação de recursos agroindustriais da região. Sendo assim, tem experiência na área de Biologia Celular, Microbiologia, Bioquímica, Química e Biocatálise com ênfase em imobilização de enzimas para aplicações em bioprocessos. Atualmente, é colaboradora no grupo de pesquisa do ITP, professora no Alternativo Curso e Colégio, professora na Uniplan Centro Universitário e professora voluntária na Universidade Federal de Sergipe.

**CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA** - Doutorando em Sistemática e Evolução pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela UFRN. Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo IFRN. Especialista em Gestão Ambiental pelo IFRN. Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Facex (UNIFACEX). Graduado em Pedagogia pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Tem vasta experiência em Zoologia de Invertebrados, Ecologia aplicada; Educação em Ciências e Educação Ambiental. Áreas de interesse: Fauna Edáfica; Taxonomia e Ecologia de Collembola; Ensino de Biodiversidade e Educação para Sustentabilidade.

**LAYS CARVALHO DE ALMEIDA** - Doutora e Mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes (UNIT). Especialista em Docência do Ensino superior pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Bacharel em Engenharia de Ambiental pela UNIT. Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Sergipe. Técnica em Química de Alimentos pelo Instituto Federal de Sergipe. Atualmente Pós-Doutoranda no Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Processos na Universidade Tiradentes. Atuando principalmente na biovalorização de resíduos agroindustriais e biocatálise com ênfase em imobilização de enzimas para aplicações em reações de biotransformação na modificação de óleos e gorduras para a obtenção de biodiesel, ácidos graxos.

**MILSON DOS SANTOS BARBOSA** - Doutor em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes - UNIT (2021), com período de Doutorado Sanduíche na Universidade de Aveiro (Portugal) e período de Mobilidade Acadêmica na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL

- Minas Gerais). Mestre em Engenharia de Processos pela UNIT (2017). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Pio Décimo (2016). Especialista em Docência e Gestão na Educação a Distância pela Faculdade Futura (2021). Bacharel em Engenharia de Petróleo pela UNIT (2014). Atua em pesquisas voltadas ao desenvolvimento e otimização de processos sustentáveis, produção de bioprodutos e simulações computacionais (molecular docking) em biocatálise.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Águas subterrâneas 139

Alelopatia 173, 174, 175, 176, 178, 182, 183

Animais silvestres 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132

### B

Bioma 129, 138, 143, 146, 147, 150

Biomoléculas 173, 174, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 193

### C

Cerrado 129, 150, 152, 157, 158

Cidadania 49, 54, 56, 57

Código florestal 42, 135, 136, 142, 144, 145, 150, 151, 152, 153, 154, 157

Comércio ilegal 120, 127, 130, 132

Compostos nitrogenados 173, 174, 175, 176, 178, 182, 183

Conservação 27, 40, 41, 42, 45, 47, 112, 114, 117, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 130, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 153, 155, 156, 158, 185

Consumo sustentável 36

### D

Desastres 98, 99, 103, 104, 109, 110

Desenvolvimento sustentável 1, 2, 3, 4, 11, 18, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 111, 112, 113, 118, 120, 145, 148, 193

Direito agrário 22

Direitos humanos 22, 32, 33

### E

Ecosistemas 4, 9, 137, 140, 141, 142, 144, 151, 158, 186

Educação ambiental 15, 16, 19, 21, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 145, 146, 155, 204

### F

Fauna 42, 43, 47, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 204

Fiscalização ambiental 121

### G

Gerenciamento de desastres 99



Gestão ambiental 13, 14, 20, 204

## I

Incêndios florestais 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158

## J

Justiça social 22, 29, 30, 31, 32, 33, 55

## L

Lixo eletrônico 36

## M

Meio ambiente 14, 15, 18, 20, 24, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 47, 49, 55, 59, 66, 67, 111, 112, 113, 114, 118, 122, 123, 128, 133, 134, 136, 139, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 158, 204

Metais pesados 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203

Monitoramento meteorológico 82, 83, 88

Mudanças climáticas 83, 150

## O

Objetivos do desenvolvimento sustentável 3, 4

## P

Pampa 133, 138, 143, 146, 147

Pecuária familiar 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147

Planejamento urbano 109, 111, 112, 119

Política Nacional do Meio Ambiente 14, 20, 42, 158

População tradicional 149

Projeto RECICLAB 13, 14, 16, 17, 19, 21

Proteção ambiental 1, 22, 25, 29, 31, 32, 33, 114, 143, 146

## Q

Química 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 61, 64, 71, 160, 169, 170, 171, 173, 174, 185, 192, 196, 197, 199, 203, 204

## R

Reflorestamento 40, 42, 44, 47, 48

Regularização fundiária 111, 112, 115, 118

Resíduos industriais 29

Riscos geológicos 98, 99

## S

Saneamento ambiental 49, 50, 71, 204

Saneamento rural 49, 60

Saúde pública 49, 69

Serviços ambientais 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147

Sistema Nacional do Meio Ambiente 42, 153

Smartphones 36, 37, 38, 39

Sociedade de consumo 22, 26

Sustentabilidade 1, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 21, 36, 48, 49, 60, 111, 112, 115, 118, 125, 126, 127, 136, 146, 148, 185, 186, 204

## T

Testes de significância 197

## V

Vulnerabilidade social 98, 99, 102, 103, 105, 106, 109

# Meio ambiente:


Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade


3


# Meio ambiente:


Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

3

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

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

 @arenaeditora

 [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)