

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M514	Meio ambiente e desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadoras Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Rafaelly do Nascimento. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72477-54-3 DOI 10.22533/at.ed.543191111 1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Nascimento, Rafaelly do. IV. Série. CDD 363.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

A proposta da obra “Meio Ambiente & Desenvolvimento Sustentável” busca expor diferentes conteúdos vinculados à questão ambiental dispostos nos 61 capítulos entre volume I e volume II. O e-book conta com uma variedade de temáticas, mas tem como foco central a questão do meio ambiente.

As discussões sobre a questão ambiental e as novas demandas da sociedade moderna ganham visibilidade e despertam preocupações em várias áreas do conhecimento. Desde a utilização inteligente dos recursos naturais às inovações baseadas no desenvolvimento sustentável, por se tratar de um fenômeno complexo que envolve diversas áreas. Assim a temática do meio ambiente no atual contexto tem passado por transformações decorrentes do intenso processo de urbanização que resultam em problemas socioambientais. Compreende-se que o direito ambiental é um direito de todos, é fundamental para a reflexão sobre o presente e as futuras gerações.

A apresentação do e-book busca agregar os capítulos de acordo com a afinidade dos temas. No volume I os conteúdos centram-se em pesquisas de análise do desenvolvimento, sustentabilidade e meio ambiente sob diferentes perspectivas teóricas. A sustentabilidade como uma perspectiva de desenvolvimento também é abordada no intuito de preservar este meio e minimizar os impactos causados ao meio ambiente devido ao excesso de consumo, motivo das crises ambientais. O desafio para a sociedade contemporânea é pensar em um desenvolvimento atrelado à sustentabilidade.

O volume II aborda temas como ecologia, educação ambiental, biodiversidade e o uso do solo. Compreendendo a educação como uma técnica que faz interface com a questão ambiental, e os direitos ambientais pertinentes ao meio ambiente em suas várias vertentes como aspectos econômicos, culturais e históricos.

Os capítulos apresentados pelos autores e autoras também demonstram a preocupação em compartilhar os conhecimentos e firmam o comprometimento com as pesquisas para trazer melhorias para a sociedade de modo geral, sendo esse o objetivo da obra.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
HISTÓRIA E MEIO AMBIENTE: NA COSTA DO DENDÊ, O CACAU BEM QUE TENTOU, MAS FOI A BORRACHA E A MOTOSERRA QUE GANHOU	
Marcos Vinícius Andrade Lima Marjorie Cseko Nolasco	
DOI 10.22533/at.ed.5431911111	
CAPÍTULO 2	14
A UTILIZAÇÃO DO AGREGADO FULIGEM COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA MISTURA DO CONCRETO	
Gean Pereira da Silva Junior João Vitor Meneguetti Berti Jose Antônio Armani Paschoal	
DOI 10.22533/at.ed.5431911112	
CAPÍTULO 3	23
ADIÇÃO DE ÁGUA EM DEJETOS BOVINOS COMO ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE BIODIGESTÃO ANAERÓBICA	
Gabriela Ferreira Pagani Juliana Lobo Paes Priscilla Tojado dos Santos Romulo Cardoso Valadão Maxmillian Alves de Oliveira Merlo João Paulo Barreto Cunha Beatriz Costalonga Vargas	
DOI 10.22533/at.ed.5431911113	
CAPÍTULO 4	34
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS DA UTFPR – CAMPUS LONDRINA	
Luiza Teodoro Leite Rafael Montanhini Soares de Oliveira Ricardo Nagamine Costanzi	
DOI 10.22533/at.ed.5431911114	
CAPÍTULO 5	47
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE HÍDRICA DE RIOS DA ZONA OESTE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL	
Matheus dos Santos Silva Ana Carolina Silva de Oliveira Lima Lucas Ventura Pereira Alessandra Matias Alves Ana Cláudia Pimentel de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.5431911115	
CAPÍTULO 6	55
ESTUDO DA PERDA SOLO POR EROSÃO HÍDRICA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MONTE ALVERNE, NO MUNICÍPIO DE CASTELO (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese	

Herbert Torres
Jander Abrita de Carvalho
Paloma Osório Carvalho
Isabelly Marvila Leonardo Ribeiro
Antônio Marcos da Silva Batista
Gabriel Gonçalves Batista
Jefferson Gonçalves Batista
Daniel Henrique Breda Binoti
Gilson Silva Filho

DOI 10.22533/at.ed.5431911116

CAPÍTULO 7 71

ESTUDO DO REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NAS RESIDÊNCIAS DO BAIRRO CIDADE SATÉLITE EM BOA VISTA/RR

Rosália Soares Aquino
Emerson Lopes de Amorim
Rodrigo Edson Castro Ávila
Francilene Cardoso Alves Fortes
Lucas Matos de Souza

DOI 10.22533/at.ed.5431911117

CAPÍTULO 8 83

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PERSPECTIVA: RELATOS DE UMA PESQUISA ETNOGRÁFICA NO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA/PE

Nilsen Aparecida Vieira Marcondes
Edna Maria Querido de Oliveira Chamon
Maria Aparecida Campos Diniz de Castro

DOI 10.22533/at.ed.5431911118

CAPÍTULO 9 105

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MUNICIPAL (IDSM), DISPONIBILIZADOS NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES

Celso Fabrício Correia de Souza
Regina Marcia Longo
Josué Mastrodi Neto

DOI 10.22533/at.ed.5431911119

CAPÍTULO 10 113

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA: PANORAMA DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Suise Carolina Carmelo de Almeida
Luciana Márcia Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.54319111110

CAPÍTULO 11 127

O FRONT END DA INOVAÇÃO ADAPTADO PARA UMA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL

Alexsandro dos Santos Silveira
Gertrudes Aparecida Dandolini
João Artur de Souza

DOI 10.22533/at.ed.54319111111

CAPÍTULO 12 139

O PROGRAMA CIDADE SUSTENTÁVEL, SEUS INDICADORES E METAS:
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE
NO MUNICÍPIO DE PRATA/MG

Anaísa Filmiano Andrade Lopes
Maria Eliza Alves Guerra

DOI 10.22533/at.ed.54319111112

CAPÍTULO 13 157

PORTOS NA ZONA COSTEIRA: A SERVIÇO DO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL?

Naira Juliani Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.54319111113

CAPÍTULO 14 168

TERRITÓRIO: COMO ESTRATÉGIA DE SOBREVIVÊNCIA NA COMUNIDADE DE
AMPARO NO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ - PR

Marcio Rosario do Carmo
Luiz Everson da Silva
Francisco Xavier da Silva de Souza

DOI 10.22533/at.ed.54319111114

CAPÍTULO 15 186

VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR EM UMA
PROPRIEDADE NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO CLARO – PR

Danilo Maldonado de Souza
Vitor Hugo da Silva
Marco Antônio Silva de Castro
Gilmara Bruschi Santos de Castro

DOI 10.22533/at.ed.54319111115

CAPÍTULO 16 199

UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE ALUMÍNIO COMO ADIÇÃO NA ARGAMASSA:
ANÁLISE NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO

Gean Pereira da Silva Júnior
Gabriela Oliveira Vicente
Mariana Ferreira Trevisan

DOI 10.22533/at.ed.54319111116

CAPÍTULO 17 210

A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE URUCURITUBA-AM QUANTO
AO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Josilene Gama de Oliveira
Neuzivaldo Leal Maciel
Anna Karollyna Albino Brito
Paulo Fernandes Cavalcante Júnior
Alan Lopes da Costa
Leovando Gama de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.54319111117

CAPÍTULO 18 222

A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PEQUENOS MUNICÍPIOS:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE TERRA RICA - PR

Danilo de Oliveira
Lucas César Frediani Sant'ana

DOI 10.22533/at.ed.54319111118

CAPÍTULO 19 235

APROVEITAMENTO DO LODO DE ESGOTO PROVENIENTE DE TANQUE SÉPTICO
VISANDO A RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

Laércio dos Santos Rosa Junior
Hélio da Silva Almeida
Lia Martins Pereira
Bruno Silva de Holanda
Iury Gustavo Mendonça de Souza
Naira Pearce Malaquias
Luciana dos Santos Cirino
Ana Gabriela Santos Dias
Allan Bruce Paiva de Moraes
Elton Pires Magalhães
Thaís dos Santos Palmeira
Cleyanne Kelly Barbosa Souto

DOI 10.22533/at.ed.54319111119

CAPÍTULO 20 244

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE UM ATERRO
SANITÁRIO MUNICIPAL NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Evandro Roberto Tagliaferro
David Valpassos Viana

DOI 10.22533/at.ed.54319111120

CAPÍTULO 21 255

GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E
NUTRIÇÃO NO MUNICÍPIO DE MACAÉ – RJ

Geani de Oliveira Marins
Kátia Calvi Lenzi de Almeida
Mariane Rossato Moreira

DOI 10.22533/at.ed.54319111121

CAPÍTULO 22 267

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO CAMPUS I DA UNEB: ARTICULANDO
PESQUISA, GESTÃO AMBIENTAL E POLÍTICAS PÚBLICAS

Darluce da Silva Oliveira
Isabelle Pedreira Déjardin

DOI 10.22533/at.ed.54319111122

CAPÍTULO 23 279

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ESCOLA MUNICIPAL EUCLIDES LINS NO
MUNICÍPIO DE SENADOR ELÓI DE SOUZA-RN

José Roberto Alves Bezerra

Julieta de Araújo Pereira
Maria das Vitórias Silva Ferreira
Francisca Joelma Vitória Lima
Gláucia Aline de Andrade Farias
Marilene Ambrósio da Silva
Allysson Lindálio Marques Guedes
Magnólia Meireles da Silva
Jobson Magno Batista de Lima
Rafael Batista de Souza
Carpegiane Alves de Assis
Aelio Luiz de Souza

DOI 10.22533/at.ed.54319111123

CAPÍTULO 24 289

**IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS EM ZONAS ESTUARINAS:
PERCEPÇÃO DOS MORADORES EM UMA COMUNIDADE EM MACAU/RN**

Isabel Joane do Nascimento de Araujo
Ceres Virginia da Costa Dantas

DOI 10.22533/at.ed.54319111124

CAPÍTULO 25 302

**PECULIARIDADES NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL DA EXPANSÃO
CAPITALISTA NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE**

Leticia Gabrielle de Pinho e Silva
Gildete Evangelista da Silva
Luiz Antônio de Campos
Alexandre Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.54319111125

CAPÍTULO 26 312

**PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE NAS FONTES GERADORAS
DE TRÊS HOSPITAIS DO PARÁ: FONTE DE SUSTENTABILIDADE SIMBIÓTICA E
DESAFIOS ÀS POLÍTICAS PÚBLICAS SETORIAIS DA COLETA SELETIVA**

Maria de Fátima Miranda Lopes de Carvalho
Maria de Valdivia Costa Norat

DOI 10.22533/at.ed.54319111126

CAPÍTULO 27 327

RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS E SEUS IMPACTOS NOS AMBIENTES AQUÁTICOS

Carolina Tavares de Carvalho
Robélio Mascoli Junior
Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.54319111127

CAPÍTULO 28 367

**A PROBLEMÁTICA DO DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL POR PEQUENOS GERADORES NO MUNICÍPIO DE LONDRINA/PR**

Isabela Cristine de Araujo
Sueli Tavares de Melo Souza
Eliene Moraes (*in memoriam*)

DOI 10.22533/at.ed.54319111128

CAPÍTULO 29 352

PERCEPÇÃO AMBIENTAL E A GESTÃO PARTICIPATIVA DOS SERVIDORES
TÉCNICO-ADMINISTRATIVOS E DOCENTES GESTORES DO INSTITUTO DE
CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Maria Ivete Rissino Prestes
Gilmar Wanzeller Siqueira
Teresa Cristina Cardoso Alvares
Jonathan Miranda Rissino
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.54319111129

CAPÍTULO 30 363

ANÁLISE DE INDICADORES SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA URBE
AMAZÔNICA

Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira
Eduarda Guimarães Silva
Rafaela Nazareth Pinheiro De Oliveira Silveira

DOI 10.22533/at.ed.54319111130

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 371

ÍNDICE REMISSIVO 372

RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS E SEUS IMPACTOS NOS AMBIENTES AQUÁTICOS

Carolina Tavares de Carvalho

Engenheira Civil, Mestranda pela Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Campus São José do Rio Preto - S.P.
sanchesetavares@gmail.com

Robélio Mascoli Junior

Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Mestrando pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande - M.S.
robelio91@hotmail.com

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Professora Titular, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, São Paulo - SP
americo.ju@gmail.com

RESUMO: O uso indiscriminado de antibióticos na medicina humana e veterinária pode causar a contaminação frequente dos ambientes aquáticos. O objetivo desse capítulo foi realizar uma revisão de literatura identificando as possíveis rotas dos antibióticos nos ambientes aquáticos e determinar os possíveis impactos negativos desses fármacos nos ecossistemas aquáticos. Foram identificados diversos impactos negativos relacionados a contaminação do meio por antibióticos como o surgimento de bactérias resistentes, toxicidade para algas, macrófitas, microcrustáceos e peixes. A venda controlada de antibióticos

surge como uma alternativa imediata que pode reduzir esses impactos. No entanto, são necessários estudos de monitoramento dessas substâncias nos ambientes aquáticos, ensaios de toxicidade que identifiquem seus possíveis efeitos na biota aquática, além da busca por sistemas de tratamento de efluentes domésticos e hospitalares que visem a eliminação desses fármacos.

PALAVRAS-CHAVE: Fármacos. Bactérias resistentes. Contaminação.

ANTIBIOTIC RESIDUES AND THEIR IMPACTS ON AQUATIC ENVIRONMENTS

ABSTRACT: Indiscriminate use of antibiotics in human and veterinary medicine may be responsible for the frequent contamination of aquatic environments. The aim of this chapter was to conduct a literature review identifying the possible routes of antibiotics in aquatic environments and to determine the possible negative effects of these pharmaceuticals on aquatic ecosystems. The methodology used was the search for scientific articles, dissertations and books in Google Scholar and Science Direct website. Negative impacts were identified related to contamination of the antibiotic as the emergence of resistant bacteria, toxicity to algae, macrophytes, microcrustaceans and fishes. The controlled sale of antibiotics emerges as an

immediate alternative that can reduce these impacts. However, studies are needed to monitor these substances in aquatic environments, toxicity tests to identify their possible effects on aquatic biota, as well as search for treatment of domestic and hospital waste systems that aim to eliminate these drugs.

KEYWORDS: Pharmaceuticals. Resistant bacteria. Contamination.

1 | INTRODUÇÃO

A qualidade dos recursos hídricos é um tema de crescente preocupação, especialmente devido à presença de contaminantes emergentes nos ambientes aquáticos. Após a Segunda Guerra Mundial, o surgimento de novas tecnologias e a maior quantidade de recursos a serem explorados, alterou a qualidade das águas em razão dos resíduos despejados sem o tratamento adequado, entre eles os fármacos (ESCHER et al., 2019).

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA - United States Environmental Protection Agency), contaminantes emergentes ou micropoluentes, são compostos químicos recentes que não possuem uma regulamentação própria (NOSSOL, 2015).

Dentre os contaminantes emergentes cada vez mais presentes nos ambientes aquáticos, os fármacos recebem mais atenção em razão de sua capacidade de persistência no ambiente e dos possíveis prejuízos que podem causar aos seres humanos e a biota (GHISELLI e JARDIM, 2007).

Os antibióticos pertencem a uma classe de fármacos mais comumente usados, pois são amplamente prescritos para uso terapêutico e profilático contra infecções microbianas (TORRES et al., 2012). Essa classe de fármaco é amplamente utilizada em seres humanos, animais e plantas. Esses compostos são usados para tratamento de doenças dos seres humanos enquanto que nos animais, além das doenças eles são usados para estimular o seu crescimento e produção (CHOI et al, 2006).

Os antimicrobianos como eritromicina, enrofloxacina, norfloxacina e ciprofloxacina são considerados contaminantes emergentes por serem encontrados em águas residuais em baixas concentrações (ng/L). Esses fármacos são usados no tratamento de doenças respiratórias, urinárias, sexualmente transmissíveis, e infecções da pele sendo excretados pelo organismo. Devido à sua composição, são considerados de alto risco para a flora e fauna aquática (TORRES et al., 2017).

Estudos realizados na Europa, Coreia, Austrália, Estados Unidos e no Brasil demonstram a crescente preocupação com os impactos desses fármacos no ambiente, especialmente por não existir um parâmetro que estabeleça os limites aceitáveis dessas substâncias no ambiente aquático (OSENKA, 2004; COSTANZO, MURBY e BATES, 2005; HERNÁNDEZ et al., 2007; CHOI et al., 2007; REIS FILHO et al., 2007).

Foi observado em diversos estudos que os resíduos fármacos têm um impacto

negativo no meio aquático (OSENKA, 2004; REIS FILHO et al., 2007). Todos os anos várias toneladas de medicamentos são fabricados e acabam permanecendo no ambiente na ordem de $\mu\text{g/L}$ ou ng/L . Mesmo com essa baixa concentração, esses compostos podem causar desequilíbrio ambiental (BILA e DEZOTTI, 2003).

No Brasil, na tentativa de reduzir a utilização de antibióticos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em sua resolução RDC 44 de 26 de outubro de 2010, estabeleceu a venda controlada de antibióticos com retenção e prazo de validade nas receitas.

A classe dos antibióticos é a que desperta maior preocupação, pois mesmo uma baixa concentração de um determinado antibiótico por longos períodos podem induzir o surgimento de bactérias resistentes (HERNÁNDEZ e et al., 2007). As bactérias resistentes aos antibióticos não só representam um problema por se tornarem resistentes e não responderem a medicação, como também pela capacidade que apresentam de trocar material genético com outras bactérias, tornando-as resistentes também (BOWER et DAESCHEL, 1999).

Segundo levantamento divulgado pela agência de controle de doenças americana, o Center for Diseases Control (CDC), aproximadamente 70% das bactérias patogênicas adquiridas em hospitais americanos são resistentes a pelo menos um antibiótico (OSENKA, 2004).

Os efluentes dos hospitais em geral não recebem o tratamento adequado para eliminar os antibióticos. No Brasil, a situação é ainda mais complicada. Além de não termos um programa específico de monitoramento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e, portanto, não conseguimos fazer uma avaliação exata da concentração desses fármacos que são liberadas no meio ambiente, os sistemas de tratamento empregados nas ETEs não apresentam garantias de que os fármacos serão totalmente ou parcialmente eliminados.

Assim, o uso indiscriminado de antibióticos é preocupante, pois além da falta de sistemas adequados de tratamento de água e esgoto que removam esses contaminantes, seus efeitos na biota aquática e saúde humana são pouco conhecidos.

O objetivo do presente capítulo foi realizar uma revisão de literatura identificando as possíveis rotas dos antibióticos nos ambientes aquáticos e determinar os possíveis impactos negativos desses fármacos nos ecossistemas aquáticos.

2 | ROTAS DOS FÁRMACOS NO AMBIENTE

Existem vários caminhos possíveis para os fármacos em geral, incluindo os antibióticos, atingirem o ambiente aquático. Por exemplo, por meio dos efluentes tratados, do lodo residual das ETEs utilizados como fertilizantes por agricultores, do despejo de esgoto diretamente nos leitos dos rios e mares, pelo descarte incorreto de medicamentos, pela pulverização nas plantações ou pela excreção dos animais, cujos resíduos também são muitas vezes utilizados como fertilizantes naturais.

Outro caminho comum para os fármacos chegarem ao ambiente são as estações de tratamento de esgoto da indústria farmacêutica, que apesar de realizarem o tratamento de seus efluentes, os mesmos não são totalmente eficazes para eliminar os fármacos da água (BILA e DEZOTTI, 2003). Na Figura 1 são identificadas as possíveis rotas dos fármacos no ambiente.

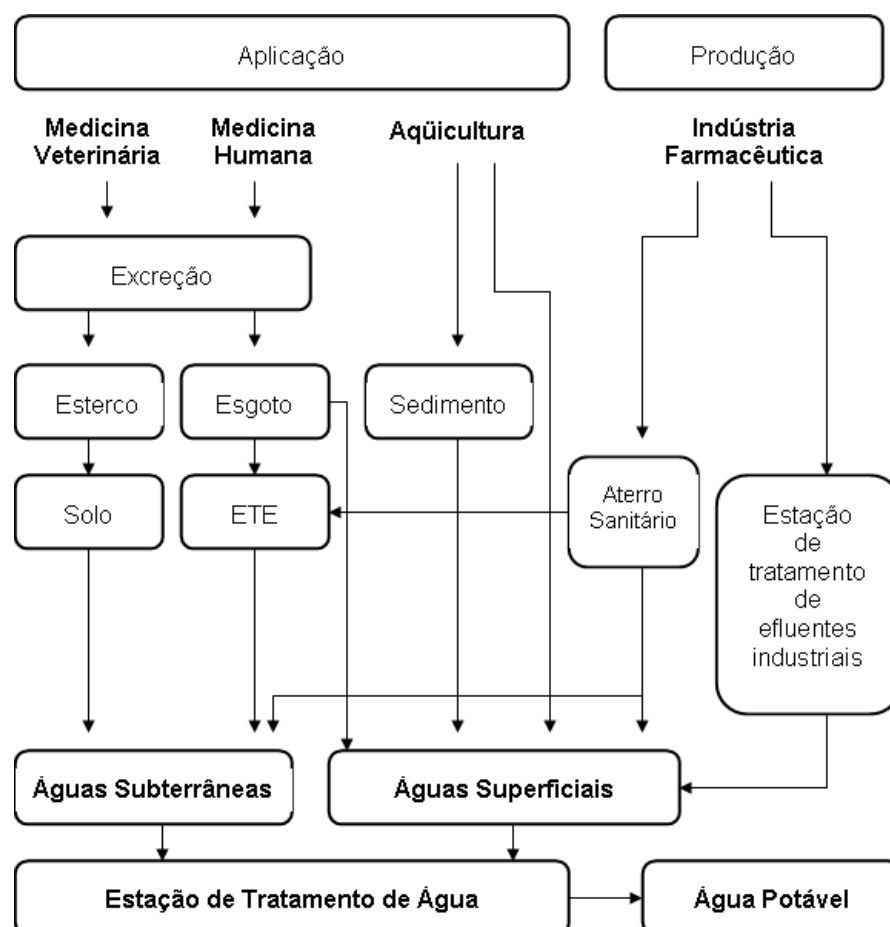


Figura 1: Fluxograma com as possíveis rotas dos fármacos e seus resíduos no ambiente
 Fonte: (BILA; DEZOTTI, 2003).

Segundo o Atlas de Saneamento, no Brasil apenas 29% das cidades possuem esgoto sanitário adequado com coleta e tratamento (IBGE, 2011). Com isso a contaminação do meio aquático é facilitada, o que podem causar doenças relacionadas à veiculação hídrica. Além disso, estes 29% possuem diferentes técnicas de tratamento e conseqüente liberação desses efluentes no meio ambiente. Tais métodos divergem quanto sua eficiência na remoção dos antibióticos (REIS FILHO e et al, 2007).

A contínua descarga de águas residuais tratadas de forma inadequada no meio ambiente aquático pode trazer conseqüências ecológicas imprevisíveis, uma vez que esses compostos quando na natureza podem interagir de diversas formas, causando danos ao meio ambiente (LI, 2014). Os antibióticos também podem ser absorvidos pelo sedimento e serem liberados para a fase aquosa novamente, quando as condições ambientais forem alteradas (CHEN et al., 2015).

3 | POSSÍVEIS IMPACTOS DOS ANTIBIÓTICOS NOS AMBIENTES AQUÁTICOS

De modo geral, as concentrações ambientais de antibióticos são relativamente baixas (ng/L ou $\mu\text{g/L}$), sendo consideradas insuficientes para ocasionar efeitos tóxicos agudos (imediatos) aos organismos expostos. Contudo, pouco se sabe sobre o efeito crônico (em longo prazo) da exposição a baixas concentrações desses resíduos a longo prazo, qual o efeito em espécies que não são estudadas e qual o impacto ambiental proveniente dos produtos de degradação desses antibióticos (GASTALHO et al., 2014).

Essa classe de fármacos tem diferentes efeitos sobre o meio ambiente, sendo um deles a contribuição para o surgimento de bactérias resistentes, assunto que tem sido amplamente discutido (BILA e DEZOTTI, 2003). Os resíduos de antibióticos no meio ambiente impõem pressões seletivas nas populações de bactérias, no qual resulta o predomínio de bactérias resistentes mesmo em baixas concentrações (HOA et al., 2011).

Estudos sobre os efeitos causados ao meio ambiente com o uso de antibióticos na aquicultura foram desenvolvidos por vários pesquisadores. Um desses efeitos é o desenvolvimento de uma população de bactérias resistentes em sedimentos marinhos (BILA e DEZOTTI, 2003).

Em pesquisa realizada na Alemanha, detectaram-se antibióticos e outros fármacos nas ETES e em águas superficiais (MULROY, 2001). Em estudo semelhante nos Estados Unidos também foram detectados antibióticos, tais como oxitetraciclina, clorotetraciclina, sulfadimetoxina, sulfametazina, roxitromicina, ciprofloxacina, lincomicina, trimetoprim e tilosina em ambientes aquáticos (KOLPIN, 2002).

As moléculas dos antibióticos clortetraciclina, oxitetraciclina, enrofloxacina, amoxicilina, florfenicol, lincomicina, tilosina, sulfadiazina e trimetoprina apresentam alto potencial de disseminação no ambiente, devido a sua utilização em sistemas de criações de animais intensivas e, ou, na aquicultura (BOXALL et al., 2003).

Segundo Kümmerer (2009), substâncias que não são ou são apenas parcialmente eliminadas nas ETES chegarão à água de superfície onde poderão afetar organismos de diferentes níveis tróficos. Em um modelo de sistema aquático usando água doce sintética, bactérias nitrificantes foram significativamente afetadas por um antibiótico da aquicultura (KÜMMERER, 2009).

Bactérias resistentes, ao chegarem no ambiente aquático podem fazer trocas genéticas com outros tipos de bactérias que nunca tiveram contato direto com os antibióticos, criando resistência aos mesmos (COSTANZO e et al., 2005).

Tais bactérias se tornam resistentes a tratamentos efetuados com grupos de antibióticos que causaram a contaminação, criando um problema para a comunidade médica que não pode utilizar os antibióticos que antes eram eficientes no tratamento contra essas bactérias resistentes (OSEGA, 2004).

A sensibilidade de algas à antibióticos também pode ser afetada pela presença

desses contaminantes nos ambientes aquáticos. Em teste de toxicidade com algas *Selenastrum capricornutum* verificou-se que duas a três ordens de magnitude menos sensíveis para a maioria dos antibióticos do que a microalga *Microcystis aeruginosa* (KÜMMERER, 2009). O crescimento da microalga *Microcystis aeruginosa* foi inibido em concentrações menores do que 0,1 mg/L (HALLING-SORENSEN, 2000).

Esses resultados indicaram um efeito potencialmente adverso dos antibióticos em algas e, portanto, não podem ser desconsiderados. Como as algas são a base da cadeia alimentar, mesmo uma leve diminuição delas pode afetar o equilíbrio no sistema aquático (KÜMMERER, 2009).

Pleiter (2013) analisou toxicidades combinadas e individuais dos seguintes antibióticos: amoxicilina, eritromicina, levofloxacina, tetraciclina e norfloxacina. Para a análise utilizou dois organismos representativos do ambiente aquático: a cianobactéria *Anabaena* CPB4337 como um organismo alvo e a alga verde *Pseudokirchneriella subcapitata* como um organismo não alvo. A cianobactéria foi mais sensível do que a alga verde ao efeito tóxico dos antibióticos. Eritromicina foi altamente tóxico para ambos organismos; tetraciclina foi mais tóxico para a alga verde, enquanto que as quinolonas levofloxacina e norfloxacina foi mais tóxica a cianobactéria do que a alga verde. A amoxicilina também apresentou toxicidade a cianobactéria, mas não mostrou toxicidade a alga verde. As interações toxicológicas de antibióticos em toda variedade de níveis de efeito quer na mistura binária ou de multicomponentes foi analisada usando o método Combinação Index (CI). Em ambos os casos, o sinergismo claramente predominou para ambos, alga verde e cianobactérias. Pleiter (2013) concluiu que a mistura dos antibióticos nas concentrações testadas, em combinações específicas, podem representar um risco ecológico para ecossistemas aquáticos.

Robinson, Belden e Lydy (2005) executaram testes de toxicidade com sete antibióticos: fluoroquinolona (ciprofloxacina, lomefloxacina, ofloxacina, levofloxacina, clinafloxacina, enrofloxacina) e flumequina em cinco organismos aquáticos. No geral os valores de toxicidade variaram de 7,9 a 23 000 $\mu\text{g/L}$. A cianobactéria *Microcystis aeruginosa* foi o organismo mais sensível (5-d de crescimento e reprodução, concentração efetiva [CE50] variando de 7,9 a 1960 $\mu\text{g/L}$ e uma média de 49 $\mu\text{g/L}$), seguido pela macrófita *Lemna minor* (CE50 variando de 53 a 2470 $\mu\text{g/L}$ com uma média de 106 $\mu\text{g/L}$) e a alga verde *Pseudokirchneriella subcapitata* (valores de CE50 variando de 1 100 a 22 700 $\mu\text{g/L}$ com uma média de 7 400 $\mu\text{g/L}$).

Ensaio com o microcrustáceo *Daphnia magna* (48-h de sobrevivência) e *Pimephales promelas* (7-d sobrevivência na fase da vida) mostrou toxicidade limitada com efeito não observado em concentrações próximas de 10 mg/L. Uma concentração ambiental estimada de 1 $\mu\text{g/L}$ foi escolhida com base em concentrações medidas no meio ambiente previamente relatada na água superficial. Nesta concentração, apenas a *M. aeruginosa* pode estar em risco nas águas superficiais. No entanto, a toxicidade seletiva desses compostos pode ter implicações para a estrutura da comunidade aquática e conseqüentemente para todo meio ambiente (ROBINSON;

BELDEN e LYDY, 2005).

Ensaio com o peixe *Gambusia holbrooki* foram realizados a fim de se avaliar os potenciais efeitos ecotoxicológicos do antibiótico tetraciclina em peixe. Foi realizada uma exposição aguda (96 h) dos peixes as concentrações de 5,0; 50,0 e 500,0 ng/L e pode-se verificar que ocorreu uma relação causa-efeito entre as concentrações de tetraciclina testadas e as alterações histológicas observadas nas brânquias, assim como as alterações enzimáticas no fígado dos animais (GOMES, 2013). Os resultados obtidos pelo autor sugerem uma relação causa-efeito entre a concentração de tetraciclina usada e as alterações histológicas nas brânquias e a atividade enzimática alterada, nomeadamente nas enzimas catalase no fígado e glutathione-S-Transferases nas brânquias, sugerindo assim que este composto tem uma atividade pro-oxidante.

Oliveira (2014) avaliou a toxicidade aguda da sulfametazina para duas espécies de invertebrados aquáticos (*Daphnia similis* e *Artemia salina*) e para o peixe *Piractus mesopotamicus* (pacu). Foram determinados os valores de concentração efetiva média (CE50-48h), relacionada à imobilidade dos microcrustáceos equivalente a 77,5 e >1000 mg/L para *D. similis* e *A. salina*, respectivamente. Para os peixes *P. mesopotamicus* não houve efeito letal, portanto os valores de CL50 para estes organismos estão acima de 600 mg/L. Esses valores portanto auxiliam o estabelecimento de concentrações máximas permissíveis de sulfametazina nos corpos de água.

4 | CONCLUSÃO

O uso indiscriminado de antibióticos pode causar impactos negativos nos ambientes aquáticos como resistência de bactérias, toxicidade para organismos aquáticos de diferentes níveis tróficos e consequente danos a saúde humana. A venda controlada de antibióticos surge como uma alternativa imediata que pode reduzir esses impactos. No entanto, são necessários estudos de monitoramento dessas substâncias nos ambientes aquáticos, ensaios de toxicidade que identifiquem seus possíveis efeitos na biota aquática, além da busca por sistemas de tratamento de efluentes domésticos e hospitalares que visem à eliminação desses fármacos.

REFERÊNCIAS

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no Meio Ambiente. **Química Nova**, v.26, n.4, p.523-530, 2003.

BRASIL. Resolução RDC n. 44 de 26 de outubro de 2010 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o controle de medicamentos à base de substâncias classificadas como antimicrobianos, de uso sob prescrição médica, isoladas ou em associação e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 de out. 2010.

BOXALL, A.B.A. et al. Are veterinary medicines causing environmental risks? **Environmental Science & Technology**, v. 37, p. 286- 294, 2003.

- BOWER, C. K.; DAESCHEL, M. A. Resistance responses of microorganisms in food environments. **International journal of food microbiology**, v.50.1, p.33-44., 2001.
- CHEN, H. et al. Antibiotics in the coastal environment of the Hailing Bay region, South China Sea: Spatial distribution, source analysis and ecological risks. **Marine Pollution Bulletin**, v.95, p.365-373, 2015.
- CHOI, K-J et al. Determination of antibiotic compounds in water by on-line SPE-LC/MSD. **Chemosphere**, v. 66, p. 997-984, 2007.
- COSTANZO, S. D. et al. Ecosystem response to antibiotics entering the aquatic environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.51, p. 218 – 223, 2005.
- ESCHER, M. A. S. et al. A problemática ambiental da contaminação dos recursos hídricos por fármacos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n.51, p. 141-148, 2019.
- REIS FILHO, R.W. et al. Fármacos, ETEs e corpos hídricos. **Revista ambiente e água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v2, n.3, 2007.
- GASTALHO, S. et al. Uso de antibióticos em aquacultura e resistência bacteriana: Impacto em saúde pública. **Acta Farmacêutica Portuguesa**, v.3, n.1, p. 29-45, 2014.
- GHISELLI, G.; JARDIM, W. Interferentes endócrinos no Ambiente. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 695-706, 2007.
- GOMES, R. M. A. G. Efeitos da tetraciclina em *Gambusia holbrooki*: enzimas antioxidantes e alterações hispatológicas. **Universidade Fernando Pessoa: Faculdade de Ciências da Saúde**. Porto, 2013.
- HALLING-SÓRENSEN, B. Algal toxicity of antibacterial agents used in intensive farming. **Chemosphere**, v.40, p.731-739, 2000.
- HERNÁNDEZ, F et al. Antibiotic residue determination in environmental waters by LC-MS. **Trends in Analytical Chemistry**, v.26, 2007.
- HERNÁNDEZ, M. et al. Analysis of antibiotics in biological samples by capillary electrophoresis. **Trends in Analytical Chemistry**, v.22, 2003.
- HOA et al. Antibiotic contamination and occurrence of antibiotic-resistant bacteria in aquatic environments of northern Vietnam. **Science of The Total Environment**, v.409, p.2894-2901, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA – IBGE. **Atlas do saneamento**. Rio de Janeiro, IBGE, 2011.
- KÜMMERER, K. Antibiotics in the aquatic environment – A review – Part I. **Chemosphere**, v.75, p.417-434, 2009.
- KOLPIN, D. W. et al. Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. Streams, 1999-2000: a national reconnaissance. **Environmental Science & Technology**, v.36, n.6, p.1202-1211, 2002.
- LI, W.C. Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil. **Environmental Pollution**, v.187, p.193-201, 2014.
- MULROY, A. Monitoring and analysis of water and wastes. **Water Environmental & Technology**, v.13, n. 2, p. 32-36, 2001.

NOSSOL, A.B.S. Preparo, Caracterização E Aplicação de Nanocompósitos TiO₂/C Na Degradação De Poluentes Emergentes Por Fotocatálise Heterogênea. Curitiba. Universidade Federal do Paraná. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em química). Curitiba, 20015.

OLIVEIRA, E. A. et al. Avaliação da toxicidade da sulfametazina em organismos aquáticos. **Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica**. Campinas, 2014.

OSENGA, W. Antibiotics in the Environment. Case Study Paper, University of Washington, 2004.

PLEITER, M. G. et al. Toxicity of five antibiotics and their mixtures towards photosynthetic aquatic organisms: Implications for environmental risk assessment. **Water Research**, v.47, p.2050-2064, 2013.

ROBINSON, A. A.; BELDEN, J. B.; LYDY, M. J. Toxicity of fluoroquinolone antibiotics to aquatic organisms. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.24, p.423-430, 2005.

TORRES et al. Optimization methodology for detection of antimicrobial ciprofloxacin by HPLC-FLD. **International Journal of Engeneering Reserach and Development**, v.4, n.2, p.59-62, 2012.

TORRES, N. H. et al. Spatial and seasonal analysis of antimicrobials and toxicity tests with *Daphnia magna*, on the sub-basin of Piracicaba river, SP, Brazil. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 5, p. 6070–6076, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agronegócio 1, 307

Água 14, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 62, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 87, 98, 99, 103, 117, 121, 133, 143, 151, 152, 153, 160, 163, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 188, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 209, 224, 226, 230, 233, 238, 239, 242, 254, 271, 273, 275, 280, 286, 290, 291, 292, 296, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 347

Águas cinzas 71, 72, 73, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82

Aguas pluviais 34, 36

Análise ambiental 56

Aproveitamento 34, 35, 36, 41, 43, 45, 46, 80, 81, 82, 187, 198, 235, 236, 237, 242, 254

Área de proteção ambiental 69, 178

Arquipélago de fernando de noronha 104

B

Biodigestor 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198

Biogás 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 186, 187, 188, 189, 192, 198, 228

Bovinocultura 23, 24, 25, 28, 186, 188, 189

Bovinos em confinamento 186

C

Concreto 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 170, 201, 208, 209, 232

D

Diluição 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Dimensionamento 33, 34, 35, 36, 40, 43

E

Economia de água 41, 71, 82

Ecotoxicidade 47, 50, 51

Estado da arte 105

Exploração 1, 90, 92, 147, 233, 302, 305, 306, 337

F

Front end da inovação 127, 129, 133, 137

Fuligem escura 14

G

Geoprocessamento 56, 57, 70, 221

Geração de energia elétrica 99, 186, 189, 195, 196, 197, 198

I

Impactos ambientais 56, 114, 152, 157, 158, 160, 161, 164, 167, 187, 198, 225, 227, 280, 287, 290, 292, 299, 300, 323, 337, 338, 340, 351

Indicador 88, 105, 106, 107, 108, 112, 119, 124, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 159, 162, 365, 366, 367, 369

Indicadores 49, 95, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 129, 132, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 154, 155, 156, 186, 191, 195, 363, 364, 365, 366

Indicadores de sustentabilidade 113, 116, 117, 125, 132, 135, 139, 140, 141, 142, 154, 155

Índice 18, 19, 60, 61, 75, 88, 105, 106, 107, 108, 111, 145, 154, 162, 192, 200, 208, 209, 336, 337, 347, 349, 363, 366, 369, 370

Índice de desenvolvimento sustentável municipal 105, 108

Inovação 121, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 146, 147, 300

L

Licenciamento ambiental 157, 158, 161, 162, 164, 165, 166, 167

M

Mitigação 56

Modos de vida 168, 170

N

NBR ISO 37120:2017 113, 114, 120, 121, 122, 123, 124, 125

P

Pesquisa etnográfica 83, 88, 89, 90, 95, 98, 102

Políticas públicas 267

Portos 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 171

Preservação 14, 65, 71, 85, 86, 92, 94, 97, 103, 104, 115, 117, 122, 150, 179, 230, 282, 286, 287, 298, 313, 315, 323, 336, 338, 339, 342, 349, 350, 351

Processos erosivos 56, 63, 65, 67

Programa cidades sustentáveis 126, 143, 156

Q

Qualidade 2, 15, 16, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 58, 65, 67, 76, 79, 97, 99, 100, 103, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 132, 134, 140, 150, 163, 176, 178, 181, 217, 224, 225, 226, 230, 233, 234, 237, 253, 261, 280, 281, 286, 289, 290, 291, 292, 328, 340, 344, 351, 363, 364

R

Reúso de água 71, 73, 80

Rios 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 65, 68, 187, 224, 280, 286, 290, 293, 329

S

Substituição 14, 17, 18, 20, 186, 196, 307

Sustentabilidade 2, 14, 32, 35, 57, 65, 81, 91, 92, 95, 105, 106, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 126, 128, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 182, 184, 220, 221, 233, 257, 259, 268, 277, 278, 312, 351, 353, 354, 355, 356, 357, 359, 360, 361, 363, 366, 369, 370

Sustentabilidade portuária 157, 158, 164, 165

Sustentabilidade urbana 35, 113, 116, 117, 126, 140

T

Território 1, 48, 58, 70, 87, 100, 101, 103, 115, 122, 148, 150, 161, 163, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 177, 178, 180, 181, 183, 184, 185, 231

V

Viabilidade econômica 186, 188, 191, 195, 197, 198

Z

Zona costeira 157, 158, 161, 162

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-754-3



9 788572 477543