

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE



PENSE VERDE

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE



PENSE VERDE

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

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

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 5 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-157-2 DOI 10.22533/at.ed.572200107</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra *“Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 25 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da sustentabilidade aplicada às novas tecnologias na engenharia sanitária e ambiental.

No campo do saneamento básico pouco esforço tem sido feito para refletir sobre a produção do conhecimento e os paradigmas tecnológicos vigentes, embora a realidade tenha, por si, só exigido inflexões urgentes, principalmente, no que diz respeito ao uso intensivo de matéria e energia e ao caráter social de suas ações.

Um dos grandes problemas da atualidade refere-se à quantidade de resíduos sólidos descartado de forma inadequada no meio ambiente. E com o objetivo de promover a gestão dos resíduos sólidos foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal 12.305/2010, considerada um marco regulatório, que permite o avanço no enfrentamento dos problemas relacionados ao manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Desta forma a conservação da vida na Terra depende intimamente da relação do homem com o meio ambiente, especialmente, quanto à preservação dos recursos hídricos. A água, dentre seus usos múltiplos, serve ao homem como fonte energética. Atualmente, em um contexto de conscientização ambiental, a opção por essa matriz de energia vem se destacando tanto no Brasil como no mundo.

O uso desordenado dos recursos hídricos pela população vem afetando na disponibilidade da água, a qual é indispensável para a manutenção da vida. Diante disso, buscam-se alternativas de abastecimento visando à preservação da mesma.

A utilização de recursos hídricos representa um desafio para a sociedade mundial e as águas residuárias de origem doméstica ou com características similares, podem ser reutilizadas para fins que exigem qualidade de água não potável.

Com o aumento da população e avanços científicos e tecnológicos, a cada dia a produção de resíduos cresce mais e os impactos ao meio ambiente, na mesma proporção. Com isso, os problemas relacionados à gestão destes resíduos necessitam da adoção de técnicas e tecnologias desde sua segregação à disposição final, visando à destinação adequada e a implantação de programas voltados tanto para uma redução na produção de resíduos, como também na disposição final destes.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos à sustentabilidade e suas tecnologias que contribuem ao desenvolvimento da Engenharia Sanitária e Ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONSOLIDAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS COMO UMA FERRAMENTA DE CONTROLE E MITIGAÇÃO DOS EFEITOS CAUSADOS PELA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO BRASIL E NO MUNDO	
Jordana dos Anjos Xavier Valter Antonio Becegato Daniely Neckel Rosini Flávio José Simioni	
DOI 10.22533/at.ed.5722001071	
CAPÍTULO 2	15
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO NO RS	
Vitória de Lima Brombilla Bruno Segalla Pizzolatti Siara Silvestri Julia Cristina Diel Willian Fernando de Borba	
DOI 10.22533/at.ed.5722001072	
CAPÍTULO 3	24
AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE AGENTES QUÍMICOS OU DANOS AMBIENTAIS E SEUS EFEITOS A <i>LEPTODACTYLUS LATRANS</i> (LINNAEUS, 1758)	
Raquel Aparecida Mendes Lima Adriana Malvasio Melissa Barbosa Fonseca Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.5722001073	
CAPÍTULO 4	37
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE VIABILIDADE AGRONÔMICA E IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM SISTEMA DE AQUAPONIA NA FAZENDA SÃO JOÃO - SÃO CARLOS - SP	
Gustavo Ribeiro Artur Almeida Malheiros Maria Olímpia de Oliveira Rezende Luiz Antonio Daniel Tadeu Fabrício Malheiros Jose F. Alfaro Maria Diva Landgraf	
DOI 10.22533/at.ed.5722001074	
CAPÍTULO 5	53
CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PONTE GRANDE NO MUNICÍPIO DE LAGES/SC	
Lais Lavnitck Valter Antonio Becegato Pamela Bicalli Vilela Camila Angélica Baum Eduardo Costa Duminelli Fabiane Toniazco Alexandre Tadeu Paulino	
DOI 10.22533/at.ed.5722001075	

CAPÍTULO 6	71
CONFLITOS AMBIENTAIS E O TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA	
Laura Maria Bertoti	
Valter Antonio Becegato	
Vitor Rodolfo Becegato	
Alexandre Tadeu Paulino	
DOI 10.22533/at.ed.5722001076	
CAPÍTULO 7	81
ESTUDO OBSERVACIONAL DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS UNIDADES DE SAÚDE DA FAMÍLIA DE FEIRA DE SANTANA, BA	
Isabela Machado Sampaio Costa Soares	
DOI 10.22533/at.ed.5722001077	
CAPÍTULO 8	90
GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: CONCEITOS E PERSPECTIVAS NA LITERATURA CIENTÍFICA	
Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi	
DOI 10.22533/at.ed.5722001078	
CAPÍTULO 9	103
GESTÃO INTEGRADA E SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E SUA IMPORTÂNCIA NO CONTROLE DO <i>Aedes Aegypti</i> E DE ARBOVIROSES NO BRASIL	
Luiz Roberto Santos Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.5722001079	
CAPÍTULO 10	112
IMPACTO EM RUPTURA DE BARRAGENS DECORRENTES DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM HEDBERG	
Paola Bernardelli de Gaspar	
José Rodolfo Scarati Martins	
DOI 10.22533/at.ed.57220010710	
CAPÍTULO 11	132
INOVAÇÃO EM BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS SYSTEM - BIPV: ESTUDO DE CASO DA PATENTE DA TESLA PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS INTEGRADOS AO TELHADO	
Affonso Celso Caiazzo da Silva	
Maria Beatriz da Costa Mattos	
Maria Clarisse Perisse	
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega	
DOI 10.22533/at.ed.57220010711	
CAPÍTULO 12	143
MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO LAGE, CARATINGA – MG	
José Geraldo da Silva	
Aline Gomes Ferreira	
Kleber Ramon Rodrigues	
Erick Wendelly Fialho Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.57220010712	

CAPÍTULO 13 154

O DESAFIO DA COMUNIDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC SOBRE O USO DOS AGROTÓXICOS

Daniely Neckel Rosini
Valter Antonio Becegato
Alexandre Tadeu Paulino
Débora Cristina Correia Cardoso
Jordana dos Anjos Xavier

DOI 10.22533/at.ed.57220010713

CAPÍTULO 14 172

PANORAMA HIDROELÉTRICO E O LICENCIAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE AMBIENTAL

Laura Maria Bertoti
Valter Antonio Becegato
Vitor Rodolfo Becegato
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.57220010714

CAPÍTULO 15 188

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Patrícia Campos Borja
Luiz Roberto Santos Moraes

DOI 10.22533/at.ed.57220010715

CAPÍTULO 16 201

POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO DE USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO RIO GRANDE DO NORTE

Alana Rayza Vidal Jerônimo do Nascimento
Lucymara Domingos Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.57220010716

CAPÍTULO 17 211

ELECTROCOAGULATION PROCESS TO THE INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT

Evellin Balbinot-Alfaro
Alexandre da Trindade Alfaro
Isabela Silveira
Débora Craveiros Vieira

DOI 10.22533/at.ed.57220010717

CAPÍTULO 18 224

PROPOSTA DE AÇÕES PARA A GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO PASSÉ – BAHIA

João dos Santos Santana Júnior
Lorena Gomes dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.57220010718

CAPÍTULO 19 233

QUALIDADE AMBIENTAL DOS SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC

Daniely Neckel Rosini
Valter Antonio Becegato
Alexandre Tadeu Paulino
Vitor Rodolfo Becegato
Jordana dos Anjos Xavier
Débora Cristina Correia Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.57220010719

CAPÍTULO 20 252

QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO DURANTE SECA PROLONGADA: UMA DISCUSSÃO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Daniele Jovem da Silva Azevêdo
José Fernandes Bezerra Neto
Magnólia de Araújo Campos Pfenning
Evaldo de Lira Azevêdo
Wilma Izabelly Ananias Gomes
Joseline Molozzi

DOI 10.22533/at.ed.57220010720

CAPÍTULO 21 264

QUALIDADE DA ÁGUA ESCOADA POR MÓDULOS DE TELHADOS VERDES COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE VEGETAÇÃO

Thaís Camila Vacari
Zoraidy Marques de Lima
Eduardo Beraldo de Moraes

DOI 10.22533/at.ed.57220010721

CAPÍTULO 22 277

REUSO DE EFLUENTE SANITÁRIO TRATADO NA MANUTENÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO

Analine Silva de Souza Gomes
Breno Barbosa Polez
Renata Araújo Guimarães
Lucas do Socorro Ribeiro Paixão
Mariana Marquesini

DOI 10.22533/at.ed.57220010722

CAPÍTULO 23 286

SOCIAL-ENVIRONMENTAL UNDERSTANDING OF THE INHABITANTS OF REVITALIZED GARBAGE DUMPS, FORTALEZA-CE, BRAZIL

Pedro Victor Moreira Cunha
Márcia Thelma Rios Donato Marino
Matheus Cordeiro Façanha
Vanessa Oliveira Liberato
Clara D'ávila Di Ciero
Ana Beatriz Sales Teixeira
Ana Patrícia de Oliveira Lima
Glenda Mirella Ferreira da Costa

DOI 10.22533/at.ed.57220010723

CAPÍTULO 24 298

TECNOLOGIA ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA: O MÉTODO POR DESINFECÇÃO SOLAR (SODIS)

Eduardo Amim Mota Lopes
Fátima Maria Monteiro Fernandes
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

DOI 10.22533/at.ed.57220010724

CAPÍTULO 25 305

TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA RECUPERAÇÃO DE ENERGIA

Anna Carolina Perez Suzano e Silva
Bruno de Albuquerque Amâncio
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

DOI 10.22533/at.ed.57220010725

SOBRE O ORGANIZADOR..... 311

ÍNDICE REMISSIVO 312

CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PONTE GRANDE NO MUNICÍPIO DE LAGES/SC

Data de aceite: 17/06/2020

Lais Lavnitck

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Valter Antonio Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Pamela Bicalli Vilela

Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG,
Belo Horizonte-MG

Camila Angélica Baum

Universidade Federal do Rio Grande do Sul-
URFGS, Porto Alegre-RS

Eduardo Costa Duminelli

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Fabiane Toniazzo

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Alexandre Tadeu Paulino

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Chapecó-SC

RESUMO Os sedimentos de fundo constituem um compartimento importante na avaliação da qualidade dos ecossistemas aquáticos e a intensidade dos impactos que estão submetidos. Objetivou-se com

este trabalho quantificar os metais cádmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), chumbo (Pb), zinco (Zn), níquel (Ni) e prata (Ag) presentes nos sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, localizado na área urbana e rural do município de Lages/SC. Para representação de toda a área, foram definidos 24 pontos de coletas, correspondente a nove nascentes, treze entroncamentos e dois pontos intermediários. Coletou-se amostras na secção transversal do curso d'água, margem direita e esquerda, em uma profundidade de 0-10 cm, as quais foram homogeneizadas e retiradas uma alíquota de amostra composta para cada ponto amostral. A determinação dos metais foi realizada por Espectrometria de Absorção Atômica de Alta Resolução com Fonte Contínua (AR-FC EAA), seguindo a metodologia 3050B (USEPA). Os sedimentos superficiais apresentaram concentrações de Zn, Pb, Cr e Ni para todos os pontos com médias de 137,60; 28,01; 86,14 e 7,69 mg/kg, respectivamente. No que tange a legislação, apresentaram concentrações acima do limiar nível 2 para o Cr e acima do limiar nível 1 para o Pb e Zn, valores estes, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012. Os maiores valores de Zn foram localizados na área urbana. Os metais Pb, Cr e Ni tiveram as maiores concentrações

em pontos localizados na área rural, principalmente em nascentes, podendo-se inferir um enriquecimento geoquímico. Entretanto, as atividades antrópicas realizadas ao entorno podem estar contribuindo para o aumento das concentrações das espécies metálicas, sendo necessário seu monitoramento.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e ocupação do solo. Contaminação. Sedimentos fluviais. Metais-traços.

CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN THE SEDIMENTS OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE RIO PONTE GRANDE NEM MUNICÍPIO DE LAGES / SC

ABSTRACT The bottom sediments are an important compartment in the evaluation of the quality of the aquatic ecosystems and the intensity of the impacts that they undergo. Due to these fact, the present study aimed to quantify the metals cadmium (Cd), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), lead (Pb), zinc (Zn), nickel (Ni) and silver (Ag) present in the sediments of the Ponte Grande River basin, located in the urban and rural area of the municipality of Lages/SC. To represent the whole area, 24 collection points were defined, corresponding to nine springs, thirteen junctions and two intermediate points. Samples were taken in the cross-section of the watercourse, right and left margin, at a depth of 0-10 cm with the use of a spatula, being samples homogenized and a composite sample aliquot was taken for each sampling point. The determination of the metals was carried out by Spectrometry of High Resolution Atomic Absorption with Continuous Source (HR-CS EAA), following the methodology 3050B (USEPA). The surface sediments presented concentrations of Zn, Pb, Cr and Ni for all the points with averages of 137,60; 28.01; 86.14 and 7.69 mg/kg, respectively. Regarding the legislation, they presented concentrations above the threshold level 2 for Cr and above the threshold level 1 for Pb and Zn, values established by CONAMA Resolution nº 454/2012. The metals Pb, Cr and Ni had the highest concentrations in points located in the rural area, mainly in springs, being able to infer a geochemical enrichment. However, the anthropic activities carried out in the surroundings may be contributing to the increase in the concentrations of the metallic species, and their monitoring is necessary.

KEYWORDS: Land use and occupation. Contamination. Fluvial sediments. Metals-traces.

1 | INTRODUÇÃO

O ecossistema aquático e terrestre vem sofrendo alterações devido o crescimento demográfico desordenado e expansão da agricultura e da indústria (BATISTA, 2015). As interações antrópicas em ambientes urbanos e rurais têm intensificado os níveis e a diversidade de poluentes orgânicos e inorgânicos nos corpos d'água (COSTA & ROSOLEN, 2012; REIS et al., 2014).

As bacias hidrográficas urbanizadas têm sido consideradas produtoras de sedimentos, tendo como principais fontes a construção civil, material proveniente de superfícies das vias, veículos automotores, atividades industriais, resíduos sólidos e efluentes domésticos; que associado às condições de impermeabilização do solo e clima que age sobre a bacia, são

transportados para a calha fluvial através da drenagem urbana e deposição atmosférica/seca (SAMPAIO, 2003; POLETO & MARTINEZ, 2011; SANTOS, 2015). De acordo com Campos (2011) a área rural também produz sedimentos e é responsável pela entrada de metais e nutrientes devido à drenagem pluviométrica de solos agrícolas associadas à erosão e lixiviação de defensivos químicos.

Os sedimentos são definidos como um compartimento do sistema aquático, localizado no fundo de corpos d'água, lagos e oceanos, derivado principalmente de fragmentos de rochas e solos desagregados pelo processo de intemperismo e erosão (CARVALHO, 1994; SAMPAIO, 2003). Entretanto, os sedimentos podem ter diferentes composições, natureza mineralógica e tamanho, os quais são determinados, por fatores como clima, geologia, relevo, uso do solo e ações antrópicas (POLETO, 2007).

Segundo Banerjee (2003), Pb e Cd são dois elementos comumente estudados em sedimentos urbanos, mas muita atenção deve ser dada também a outras espécies metálicas como Cr, Cu, Zn e Ni. Para Gromaire et al. (2001), os metais mais impactantes e comuns em áreas urbanas são Cd, Cu, Pb e Zn. Nas áreas rurais os metais também aparecem em altas concentrações dependendo do uso do solo. Lopes (2016) encontrou altas concentrações de Pb, Cu e Zn nos sedimentos de fundo de uma bacia hidrográfica, localizada em área agrícola.

Diversas pesquisas têm sido realizadas para quantificar as espécies metálicas em sedimentos fluviais, sendo que em bacias hidrográficas antropizadas a concentração de metais pesados geralmente encontram-se acima dos níveis permitidos pela legislação, expressando danos significativos ao ecossistema (CRUZ, 2012; BATISTA, 2015; ISLAM et al., 2015; ARAÚJO et al., 2017). No Brasil os valores orientadores para avaliação da qualidade dos sedimentos é a Resolução CONAMA nº 454/2012 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

Concentrações elevadas de poluentes nos sedimentos são comuns em áreas industrializadas, entretanto, devido a falta de saneamento básico as áreas urbanas estritamente residências podem aumentar a concentração de metais a níveis elevados, causando impactos no ecossistema aquático (POLETO, 2007). A bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande possui uma abrangência geográfica de extrema importância para o município, a qual envolve uma região composta por residências, indústrias, comércio, aeroporto, cemitério, shopping e universidade, estando inserida em 21 bairros urbanos e na área rural do município. A forma de ocupação do solo predominante é a área urbana, seguido por campos utilizados para criação de gado, reflorestamento de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* e produção de grãos.

Porém, devido ao fato da bacia hidrográfica sustentar diversas atividades antrópicas, associada à ausência de infraestrutura e planejamento do uso e ocupação do solo está exposta a um aumento de sedimentos e poluentes inorgânicos como os metais pesados, estando todos os organismos ali presentes susceptíveis a danos. Neste sentido, objetivou-se avaliar a concentração os metais pesados presentes nos sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande no município de Lages-SC.

2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande com 2.722,35 ha, inserida na área urbana e rural do município de Lages, região serrana do Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas 27°50'28,94" e 27°45'21,53" S; 50°19'23,59" e 50°15'03,23" O (Figura 1).

Composta por 23 nascentes e 26 confluências, cujo curso principal do rio tem uma extensão de 14,3 km (OLIVEIRA, 2015). Apresenta relevo variando entre plano a suavemente ondulado e altitude média de 938 metros, possuindo alguns picos de maior elevação como o Morro do Prudente (1.067 m). As formações vegetais predominantes da região são os campos e a Floresta Tropical que se caracterizam por serem mais resistentes ao frio, mais ralas e coloração mais clara, destacando-se o Pinheiro (*Araucaria angustifolia*) que se sobressai pelo seu grande porte, Canela-Lageana (*Ocotea pulchella*) e Bracatinga (*Mimosa scabrella*) (POTTER et al., 2004).

Com forma alongada, a bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, abrange ao longo de sua extensão: áreas agrícolas com atividades agropecuárias e silviculturais, residências, comércio, shopping, aeroporto, cemitério, universidade, entre outros empreendimentos, estando inserida em 21 bairros do município: da Várzea, Popular, São Miguel, Ferrovia, Caravágio, Coral, Penha, Santa Maria, Ponte Grande, Jardim Panorâmico, Gethal, São Sebastião, Vila Mariza, da Bates, da Chapada, Dom Daniel, Conta Dinheiro, Guarujá, Pisani, Jardim Celina e do Tributo.

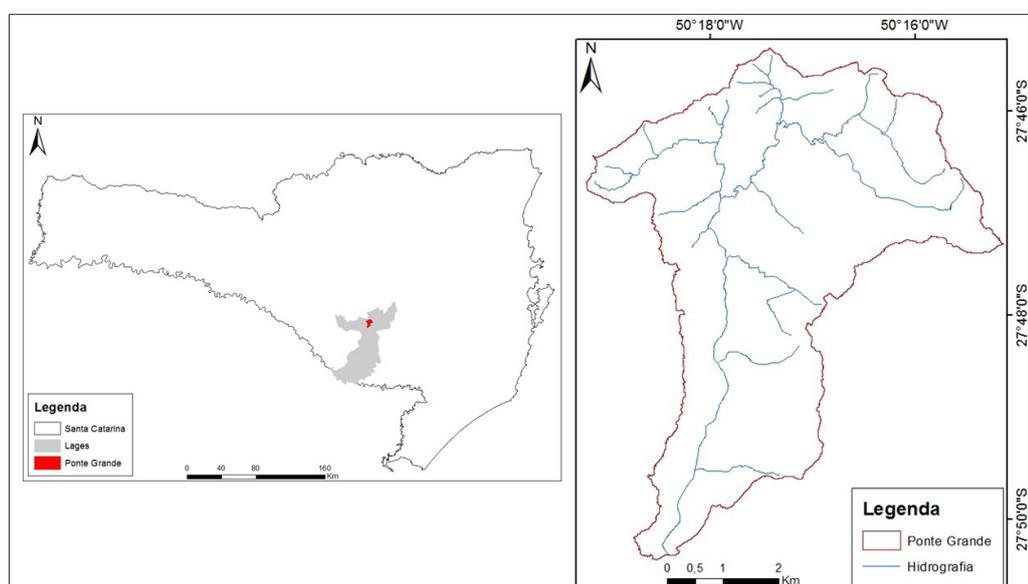


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, no município de Lages-SC.

Devido à urbanização ao longo dos canais de drenagem, existem pequenas e grandes ligações de condutos de concreto e PVC, sarjetas e galerias dos bairros da cidade que contribuem constantemente para a vazão dos canais, além de sua drenagem natural, tendo-se trechos que sofrem com inundação, principalmente na porção Sul da bacia, próximos ao exutório (Figura 2).

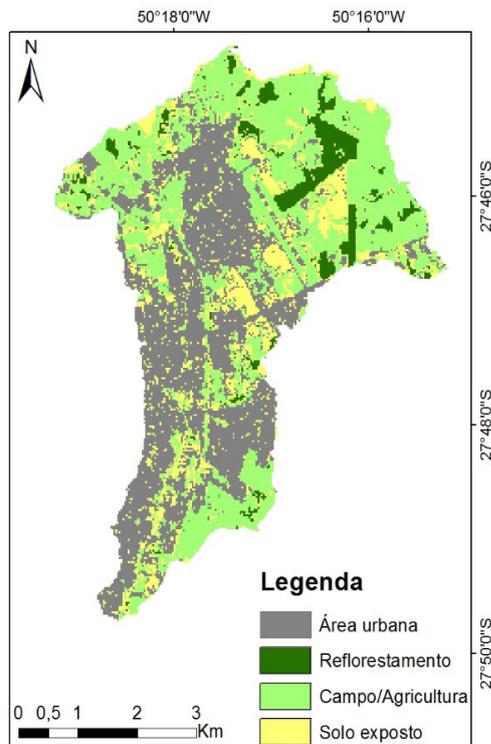


Figura 2 - Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, localizada no município de Lages/SC.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha dos pontos de amostragem foi realizada de acordo com os objetivos do trabalho, uso e ocupação do solo e as atividades que poderiam influenciar no aporte de sedimentos e contaminantes no ecossistema aquático da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande. Foram definidos pontos localizados na área rural e urbana em nove nascentes, treze entroncamentos e dois pontos intermediários localizados no exutório da bacia e Rio Caveiras, totalizando 24 pontos amostrais (Figura 3).

As demarcações dos pontos foram realizadas no software ArcGis® 10.1, em ambiente georreferenciado, cuja rede hidrográfica foi sobreposta objetivando identificar e demarcar os pontos. Na sequência, nos trabalhos de campo, foram confirmados os pontos com acessibilidade e representatividade de acordo com os usos do solo.

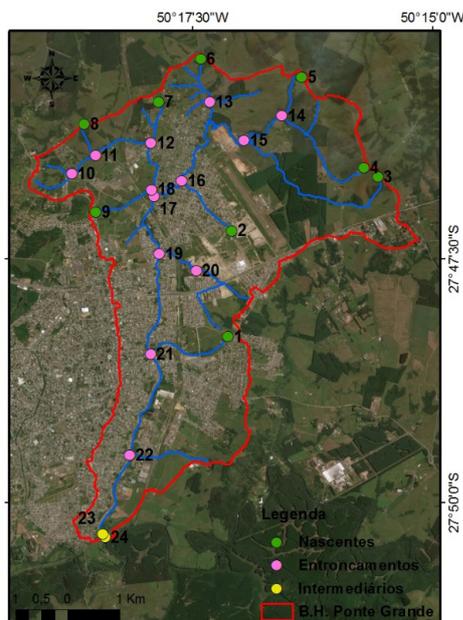


Figura 3 - Localização dos pontos de amostragem de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages/SC.

Para facilitar a compreensão, os pontos amostrados foram nominados de acordo com a letra inicial de cada categoria (Nascente (N), Entroncamento (E) e Intermediário (I)), seguido do número correspondente ao ponto (1, 2, 3...).

Coletou-se duas amostras de sedimentos na secção transversal do curso d'água, correspondente a margem direita e esquerda, na profundidade de 0-10 cm, cujo procedimento foi realizado nos 24 pontos amostrais determinados, tendo-se 24 amostras compostas de sedimentos.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos esterilizados, devidamente identificados e encaminhadas ao Laboratório de Rotina para Análise de Água e Resíduos – LANAR, do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, onde foram secas em estufa à uma temperatura de 65°C por no mínimo 24 horas, destorroadas e peneiradas, em peneira de aço inox de 0,212 mm/ μm (65 mesh) de malha, e novamente acondicionadas em sacos plásticos rotulados e acondicionados em ambiente fresco e arejado.

Foram determinados os teores totais de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni), zinco (Zn), cobalto (Co) e Prata (Ag).

Os processos de digestão e determinação dos teores totais de metais nas amostras seguiram o método 3050 B descritos pela United States Environmental Protection Agency (USEPA) no Test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods (1996). Esse método consiste na digestão ácida utilizando-se ácido nítrico (HNO_3), ácido clorídrico (HCl) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), todos de padrão analítico, da marca Merck.

A determinação dos metais foi realizada pelo método da chama direta de ar/acetileno, por meio de Espectrometria de Absorção Atômica de Alta Resolução com Fonte Contínua (ARFC EAA), cujo equipamento utilizado foi o Espectrofotômetro de Absorção Atômica de

Fonte Contínua de Alta Resolução, marca Analytik Jena AG, modelo contrAA 700.

Para calibração do equipamento foram realizadas soluções padrões dos metais de interesse, conforme as curvas de calibração apropriadas, preparadas a partir de soluções estoque de referência. Os reagentes utilizados para preparo das soluções padrões, bem como o comprimento de onda, tamanho de feixe de luz e o limite mínimo de detecção (do aparelho) utilizados para a determinação dos metais estão descritas na Tabela 1.

Elementos	Reagentes	Marcas	Limites mínimo de detecção (nm)	Comprimentos de onda (nm)	Larguras das fendas (nm)
Cádmio	Cádmio 1000mg/L	Fluka®	0,0004	228,8018	0,5
Chumbo	Chumbo 1000 mg/L	SpecSol®	0,005	217,0005	1,0
Cobre	Cobre 1000 mg/L	SpecSol®	0,001	324,7540	0,5
Cromo	Cromo 1000 mg/L	SpecSol®	0,005	357,8687	0,2
Níquel	Níquel 1000 mg/L	SpecSol®	0,012	232,0030	0,2
Zinco	Zinco 1000 mg/L	SpecSol®	0,001	213,8570	1,0
Cobalto	Cobalto 1000 mg/L	SpecSol®	0,01	240,7254	0,5
Prata	Prata 1000 mg/L	SpecSol®	0,001	328,0683	0,2

Tabela 1 - Informações utilizadas para preparação das soluções padrões e determinação das espécies metálicas, por Espectrometria de Absorção Atômica de Alta Resolução com Fonte Contínua.

Os resultados foram comparados e enquadrados com os valores orientadores que estabelece a Resolução CONAMA nº 454/2012 que dispõe sobre as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. A Resolução determina que as características químicas dos sedimentos sejam comparadas com os valores orientadores que estão descritos na Tabela 2, podendo ser classificado em dois níveis. O nível 1 está relacionado a valores abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota, já o nível 2 apresenta valores acima do qual é provável a ocorrência de efeitos adversos à biota (CONAMA, 2012).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2010), também possui um Guia de Critérios para Avaliação da Qualidade dos Sedimentos, que permite considerar a pior situação dentro de uma série de contaminantes quando os valores encontrados são maiores que as concentrações permitidas para que não sejam causados efeitos adversos nos organismos, sendo possível classificar o sedimento quanto a sua qualidade em relação a cada elemento (CETESB, 2010). Na Tabela 3 encontra-se os valores que classificam sua qualidade em ótima, boa, regular, ruim e péssima dotada para os metais.

Parâmetros	Níveis de classificação	
	Nível 1	Nível 2
mg/Kg.....	
Cádmio	0,6	3,5
Cobre	35,7	197
Cromo	37,3	90
Zinco	123	315
Chumbo	35	91,3
Níquel	18	35,9

Tabela 2 - Níveis de classificação dos sedimentos para água doce de acordo com a Resolução CONAMA 454/2012.

Fonte: Adaptado de CONAMA (2012).

Parâmetros	Qualidade				
	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
mg/Kg.....				
Cádmio	< 0,6	0,6 – 2,1	2,1 – 3,5	3,5 – 5,3	> 5,3
Chumbo	< 35,0	35,0 – 63,2	63,2 – 91,3	91,3 – 137,0	> 137,0
Cobre	< 35,7	35,7 – 116,4	116,4 – 197,0	197,0 – 295,5	> 295,5
Cromo	< 37,3	37,3 – 63,7	63,7 – 90,0	90,0 – 135,0	> 135,0
Prata	< 0,17	0,17 – 0,328	0,328 – 0,486	0,486 – 0,729	> 0,729
Níquel	< 18	18,0 – 27,0	27,0 – 36,0	36,0 – 54,0	> 54,0
Zinco	< 123,0	123,0 – 219,0	219,0 – 315,0	315,0 - 473,0	> 473,0

Tabela 3 - Classificação da qualidade dos sedimentos quanto a concentração de metais pesados, estabelecidos pela CETESB.

Fonte: Adaptado de CETESB (2010)

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentadas as concentrações totais dos metais Ni, Zn, Cr, Pb e Cu nos sedimentos.

O Cu apresentou concentração acima do limite de detecção apenas no ponto N1, correspondente a nascente localizada na área urbana que recebe contribuições de uma empresa de papel e celulose, cemitério Nossa Senhora da Penha e efluentes pluviais de áreas pavimentadas.

O Cu é um metal essencial à vida, ocorrendo naturalmente em praticamente todo ambiente, normalmente encontrado em ambientes aquáticos fixado aos sedimentos (JESUS, 2011). No solo os valores de Cu variam de 10 a 80 mg/Kg, estando presente nos resíduos sólidos, esgotos domésticos, refinarias, siderúrgicas e indústrias de papel e celulose

(CETESB, 2001; SALAROLI, 2013).

Pontos	Zn	Pb	Cu	Cr	Ni
mg/Kg.....				
N1	195,75	56,84	28,31	89,42	4,05
N2	146,65	16,26	<LD	50,29	3,08
N3	104,24	16,68	<LD	44,87	3,83
N4	90,57	12,64	<LD	51,95	6,76
N5	146,80	51,06	<LD	55,07	18,11
N6	139,70	21,11	<LD	114,40	4,68
N7	169,80	25,83	<LD	71,57	6,29
N8	57,86	61,16	<LD	277,40	10,39
N9	70,54	15,40	<LD	34,43	8,21
E10	138,10	52,59	<LD	102,80	9,09
E11	77,87	23,13	<LD	87,31	0,56
E12	98,45	14,79	<LD	66,76	6,65
E13	115,35	22,33	<LD	78,35	5,89
E14	85,08	70,88	<LD	62,54	11,87
E15	96,95	40,90	<LD	86,32	9,64
E16	97,31	37,75	<LD	85,98	6,63
E17	166,80	21,97	<LD	92,92	7,34
E18	188,05	13,85	<LD	106,33	10,82
E19	202,45	18,26	<LD	52,52	6,33
E20	161,45	11,74	<LD	75,04	5,83
E21	210,90	30,41	<LD	77,45	11,56
E22	200,80	12,93	<LD	68,37	7,35
I23	176,75	15,02	<LD	147,93	10,19
I24	164,27	8,68	<LD	87,33	9,39
Média	137,60	28,01	-	86,14	7,69
Desvio pa- drão	46,71	18,03	-	47,82	3,59
*CV (%)	33,95	64,37	-	55,51	46,68

*CV: Coeficiente de variação.

Tabela 4 - Concentrações totais (mg/kg) de zinco, chumbo, cobre, cromo e níquel nos sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages/SC.

No ponto N1, a concentração de Cu pode ser originada das contribuições antrópicas associada às condições naturais, como o tipo de solo e geologia. A N1 está inserida na área de Cambissolo Háplico, tendo como material de origem rochas vulcânicas ácidas do Grupo São Bento, o que o caracteriza com pH ácido, altos teores de matéria orgânica, textura argilosa e CTC elevada, porém, grande parte saturada por Al^{3+} , indicando que os solos possuem predisposição para lixiviação de íons catiônicos (GIAROLA et al., 2002; BAUM, 2018). Devido às características de lixiviação de íons metálicos, associados à diversidade de composições texturais e atividades antrópicas realizadas ao entorno, pode estar ocorrendo uma concentração de Cu no ponto N1, visto que se localiza em uma cota topográfica de nível mais baixo.

Os elementos Zn, Pb, Cr e Ni apresentaram concentrações médias para todos os pontos de 137,60; 28,01; 86,14 e 7,69 mg/kg, respectivamente. O coeficiente de variação mostra-se alto para os quatro metais pesquisados, característicos de alta dispersão e dados heterogêneos, podendo-se atribuir a variabilidade geológica e a diferentes usos e ocupação do solo dentro da bacia hidrográfica.

O Zn é um microelemento essencial para o metabolismo dos organismos, mas em altas concentrações pode se tornar tóxico (SALAROLI, 2013). A sua maior toxicidade ocorre aos peixes e organismos aquáticos, a qual está relacionada com as reações de troca iônica existente no meio hídrico, sendo inversamente proporcional à dureza e OD, e diretamente proporcional à temperatura (SAMPAIO, 2003). Esse metal é amplamente distribuído na natureza, ocorrendo nos solos e plantas, tendo como fonte: efluentes industriais, resíduos sólidos, telhas, desgastes de pneus, óleos, tintas e materiais galvanizados, estando presente nos esgotos domésticos e águas pluviais (POLETO, 2007).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 454/12 concentrações de Zn abaixo do nível 1 (123 mg/kg), tem-se pouca probabilidade de efeitos adversos a biota. Na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, os sedimentos apresentaram concentração de Zn variando de 57,86 a 210,90 mg/Kg entre os pontos amostrados, sendo que os maiores valores foram encontrados nos entroncamentos e pontos intermediários, na porção final da bacia, estando acima do nível 1 para alguns pontos, entretanto, abaixo do nível 2, sendo considerado pela CETESB (2010) de qualidade boa (Figura 4).

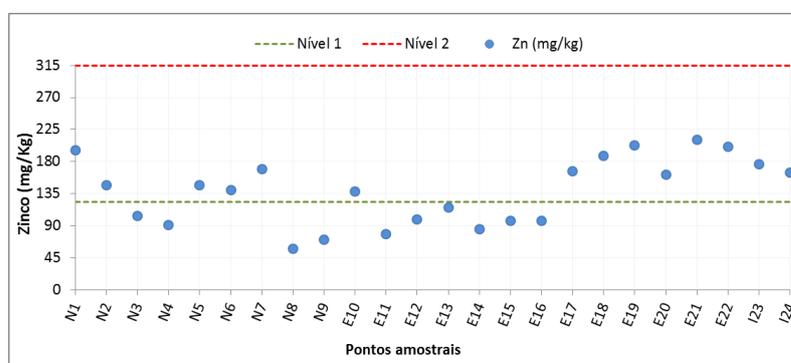


Figura 4 - Concentração de Zn nos sedimentos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages/SC.

As nascentes N1, N2, N5, N6 e N7 apresentaram valores acima do nível 1, mas abaixo do nível 2, com maiores valores para os pontos N1 e N7, localizadas em áreas urbanas. Nos entroncamentos, teve-se comportamento semelhante com maiores concentrações em áreas urbanizadas dentre os pontos E17 a I24. Ezaki et al., (2011) avaliou a qualidade do sedimento do Córrego Ajudante (SP) e encontrou concentração média de 45,5 mg/Kg de Zn entre os pontos amostrados, tendo uma elevação dos níveis em direção a foz da microbacia, entretanto, encontra-se abaixo dos valores orientadores estabelecidos pelo CONAMA (2012). Omwene et al., (2018) também verificou que a aumenta na concentração de Zn da montante para a foz do rio, com distribuição desigual e altos coeficientes de variação, que se deve aos

diversos pontos de entrada de poluentes.

O Zn foi um dos metais mais abundantes na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, sendo encontrado em nascentes e entroncamentos principalmente em áreas urbanizadas devido ao lançamento de efluentes domésticos e águas pluviais. Poletto (2007) verificou concentração média de Zn 330,41 mg/Kg considerando os esgotos domésticos sem tratamento como uma fonte para o aumento de metais sorvidos nos sedimentos em bacias urbanas, provindos principalmente de ruas pavimentadas.

Em N6 era esperado menor concentração, visto que é o ponto com menor atividade antrópica próxima ao local, entretanto, na área de coleta foi possível observar exposição do material rochoso e solo pedregoso, com características de fácil intemperização e alto risco de erosão, o que associado ao baixo fluxo da água, pode-se favorecer a deposição de partículas menores e a concentração de metais.

Dos 24 pontos amostrados, 58,33% estão acima do limiar de nível 1 (123 mg/Kg) tendo-se maior probabilidade de toxicidade aos organismos bentônicos. Ferreira et al. (2010) verificou em seu estudo, concentração média de Zn em sedimentos superficiais de 8,64 $\mu\text{g/g}$ estando abaixo do preconizado pela Resolução CONAMA N° 344/04. Porém, chama atenção que os órgãos da *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) apresentaram altas concentrações e maior acumulação de Zn.

O Pb apresentou amplitude de 62,20 mg/Kg, com maior coeficiente de variação entre os metais. A maior concentração foi verificada no ponto E14, seguido por N8, N1, E10, N5, E15 e E16, estando estes acima do limiar nível 1, com probabilidade de ocorrência danos no ambiente aquático de acordo com o CONAMA (2012) (Figura 5). Apenas o sedimento do ponto E14, foi classificado de qualidade regular, já o restante variou de ótima a boa pela classificação da CETESB (2010).

Poletto (2007) obteve concentração média de 44,83 mg/Kg acima do limiar nível 1, indicando acréscimo do metal através de atividades humanas e conseqüentemente danos ao ambiente aquático. Coimbra et al., (2015) avaliou a concentração de metais em diferentes estações e verificou concentrações acima do limiar nível 2 para o Pb na estação chuvosa, estando associado principalmente ao pH e salinidade. O autor ainda menciona que os valores encontrados, evidenciam uma grande probabilidade de interferência antrópica e eventual, já que apenas três pontos apresentaram concentrações mais elevadas. Huamao et al., (2012) registraram em sedimentos superficiais concentrações de Pb entre 6,2 e 39.3 mg/kg, tendo ultrapassado o limiar nível 1 em apenas alguns pontos, corroborando com a maior parte dos resultados registrados neste estudo.

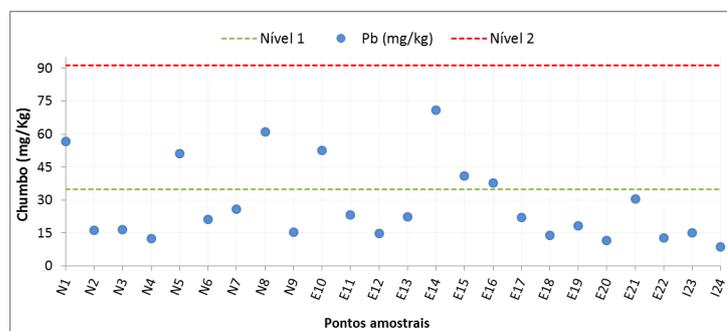


Figura 5 - Concentração de Pb nos sedimentos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages/SC.

Verifica-se que os pontos que apresentaram maior concentração estão localizados na área rural, com exceção de N1. O Pb é utilizado em fungicidas, fertilizantes, baterias eletroquímicas, aditivos para gasolina, tintas, cerâmicas e ligas metálicas (MOREIRA, 2001). Bertol et al., (2002) verificou a erosividade das chuvas e sua distribuição em Lages, sendo que no mês de setembro apesar das baixas precipitações, espera-se maior risco de erosão, pelo fato de coincidir com o preparo e semeadura das culturas de primavera-verão, podendo-se assim, ter uma aumento na concentração de Pb e sedimentos nas áreas rurais.

Poleto (2007) menciona que o Pb é encontrado em abundância nas ruas e rodovias devido a queima de combustíveis e presença de óleos, o qual considera os sedimentos de ruas e poeiras como poluentes significantes. De acordo com Betemps et al., (2014) o escoamento superficial urbano e a deposição atmosférica são fontes indiretas significativas deste metal encontrado em ambientes aquáticos. Embora seja amplamente utilizado em diversos produtos, o Pb não tem funções nutricionais, bioquímicas ou fisiológicas conhecidas, apresentando-se tóxico para a maioria dos organismos vivos (GOYER, 1996).

O Ni obteve uma média de 7,69 mg/Kg variando de 0,56 a 18,11 mg/Kg. O maior valor foi encontrado no ponto N5, localizado em área de campo com criação de gado. Todos os pontos obtiveram concentração abaixo do limite (nível 1), demonstrando que não há probabilidade de efeitos adversos na biota (Figura 6).

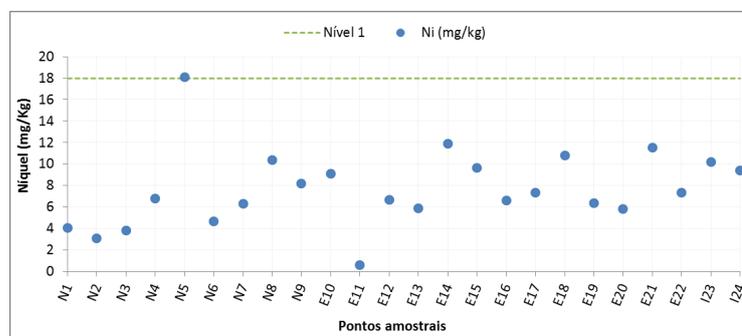


Figura 6 - Concentração de Ni nos sedimentos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages/SC.

O Ni é um elemento que está presente na composição de vários minerais, tendo como fontes antrópicas a queima de combustíveis fósseis, aplicação em processos metalúrgicos

e baterias elétricas (FERREIRA, 2001; CRUZ, 2012), sendo encontrado em efluentes industriais e descargas pluviais de áreas urbanizadas.

Zuliani et al., (2017) encontrou altas concentração de Ni, variando de 21 a 310 mg/kg na bacia do Rio das Mortes (MG) em pontos localizados em área de mineração desativada. Entretanto, Poletto (2007) estudou uma bacia urbanizada com usos semelhantes a este trabalho e verificou concentrações média de 13,58 mg/Kg, estando abaixo do limiar nível 1. Araújo et al., (2017) encontrou valores entre 0 a 18,48 mg/Kg, onde apenas um ponto ultrapassou o nível 1 devido a retenção de rejeitos e deposição de sedimentos ao longo do tempo, aumentando sua concentração.

Pode-se inferir que os sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande apresentam resultados satisfatórios para o Ni, classificados como de qualidade ótima, destacando-se como não prejudicial ao ecossistema aquático, ficando abaixo do limiar nível 1 e resultados obtidos em outros estudos realizados (POLETO, 2007; MARQUES, 2016). As concentrações de Ni existentes nos pontos amostrados são provenientes das condições naturais do meio, com exceção do ponto N5 que apresentou concentração próximo a limiar nível 1, visto que na área foi possível observar a presença de resíduos sólidos no momento da coleta o que associado ao baixo fluxo d'água, pode estar ocorrendo a concentração desse metal, entretanto, apresenta baixa probabilidade de efeitos nocivos à biota.

O Cr apresentou concentração média de 86,14 mg/Kg, sendo o metal mais preocupante na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, visto que 25% dos pontos estão acima do limiar nível 2 e todos os pontos, com exceção de N9 estão acima do limiar nível 1 (CONAMA 454/2012) (Figura 7). As concentrações apresentaram uma amplitude entre 34,44 a 277,40 mg/Kg, sendo que 4,2% dos pontos foram classificados como de qualidade ótima, 20,8% como boa, 50% como regular, 16,7% como ruim e 8,3% como péssima, de acordo com a CETESB (2010).

O Cr na sua forma trivalente pode ser considerado um nutriente traço essencial, porém como hexavalente (Cr 6⁺) é tóxico e carcinogênico mesmo em baixas concentrações (IARC, 1998). As principais atividades humanas, na qual o Cr e seus compostos são liberados para o meio ambiente são: fertilizantes, lixo urbano e industrial, incineração de lixo, construção civil, entre outros (BETEMPS et al., 2014). Para Poletto (2007) as ruas pavimentadas e escoamento pluvial em ambientes urbanos são a maior fonte de sedimentos contaminados com Cr e outros poluentes. De acordo com Marques (2016) o Cr é um elemento naturalmente presente na crosta terrestre, podendo em algumas rochas sua concentração ser muito elevada.

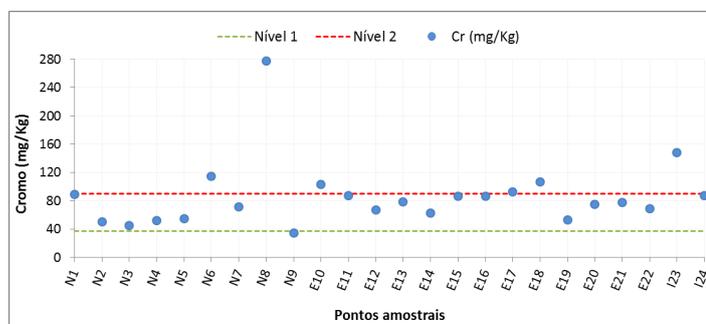


Figura 7 - Concentração de Cr nos sedimentos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages/SC.

Os sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande apresentaram concentração de Cr elevada, com maiores valores nos pontos N8 e I23, cujas concentrações estão entre 1,6 a 3 vezes acima do limiar nível 2, respectivamente. Noronha et al., (2008) avaliou a concentração de Cr em sedimentos do estuário do Rio Timbó e encontrou valores médios de 66 mg/Kg e pontos com valores acima do limiar nível 2, indicando contaminação. Gonçalves et al., (2016) obteve maiores valores de Cr em pontos próximos a represamento do rio devido a retenção de sólidos (50 mg/kg), entretanto abaixo do limiar nível 2. Trindade et al., (2012) verificou que 40,6% dos pontos de sedimentos do Rio São Francisco estão acima do nível 1 com 37,3mg/kg, sendo as concentrações mais elevadas em áreas agrícolas e pastagens (61 mg/Kg).

Verifica-se neste estudo, que nos pontos menos antropizados como as nascentes (N6) a contaminação de Cr se deve a um enriquecimento geoquímico ocasionado por processos naturais. As nascentes devido ao baixo fluxo d'água da calha fluvial tem grande proporção de sedimentos grosseiros compostos por fragmentos de rochas e uma maior deposição de partículas (POLETO, 2007). As principais nascentes da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande estão localizadas em áreas de solos não muito profundos e facilmente intemperizáveis, o que associado a grande declividade, proporciona processos erosivos, tendo-se o afloramento da camada rochosa e a formação de sulcos.

Ferreira (2001) ao analisar metais pesados em sedimentos da bacia do Baixo Itajaí-Açu encontrou resultado semelhante a este estudo, onde os pontos menos antropizados correspondentes a nascentes obtiveram concentrações de Cr mais elevado que em áreas mais antropizadas. O referido autor menciona que na calha do rio devido ao maior fluxo d'água, os sedimentos superficiais são transportados a longas distâncias, assim como, processos de solubilização e incorporação do metal a matriz geológica fazem com que haja uma variação na concentração dos metais entre pontos amostrados em um mesmo curso.

Os metais Cr, Ni, Pb e Zn encontram-se distribuídos por toda área de estudo. Porém, verifica-se que os pontos localizados na região nordeste, noroeste e sul da bacia hidrográfica apresentaram as maiores concentrações. O Ni e o Cr, assim como, Ni e Pb apresentaram concentrações elevadas em pontos similares, localizados em nascentes, entroncamentos e foz da bacia, podendo-se inferir que a fonte de contribuição seja a mesma e ocorrência de associação de ambos devido a afinidade pela matéria orgânica e granulometria dos

sedimentos. O Zn apresentou distribuição semelhante à urbanização da área de estudo com aumento de sua concentração no sentido da foz, indicando o aporte de esgotos domésticos.

5 | CONCLUSÃO

O Cu apresentou concentração apenas no ponto N1, estando abaixo do nível 1 que prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota, sendo considerado de qualidade ótima de acordo com CETESB (2010) e CONAMA 454/2012.

Os elementos Zn, Pb, Cr e Ni apresentaram concentrações em todos os pontos com médias de 137,60; 28,01; 86,14 e 7,69 mg/kg, respectivamente. Foram evidenciados alto coeficiente de variação, característicos de alta dispersão e dados heterogêneos, que se deve principalmente a variabilidade geológica e diferentes usos e ocupação do solo dentro da bacia hidrográfica. Através dos valores de referência estabelecidos pelo CONAMA 454/2012, pode-se concluir que o Zn, Cr e Pb, por apresentarem concentrações acima do limite de nível I, representam riscos para o ecossistema aquático. O Cr apresentou-se como o metal mais preocupante, com qualidade variando de ótima a péssima, tendo 25% dos pontos acima do limiar nível 2, indicando contaminação e riscos de efeitos à biota.

Os metais Ni, Cr e Pb apresentaram maiores concentrações na área rural da bacia hidrográfica, entretanto, o Zn acompanhou a urbanização da bacia com maiores valores na área urbana. Pode-se inferir que as concentrações médias dos metais encontradas para sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande refletiram a contribuição de origem natural, associada à geologia local, bem como, a contribuição antrópica pelo descarte de efluentes domésticos e agrícolas, deposição de resíduos sólidos e assoreamento de margens e nascentes. Estes impactos foram os casos mais frequentes constados próximos aos pontos de coleta, o que pode estar influenciando em um aumento nas concentrações dos metais pesados, sendo necessário o seu monitoramento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Amanda Dias et al. Avaliação geoquímica ambiental do garimpo Areinha: estudo da concentração e distribuição de metais pesados nos sedimentos e os danos à saúde humana. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 26, p. 98, 2017.

BANERJEE, A. D. K. Heavy Metal Levels and Solid Phase Speciation in Street Dusts of Delhi, India. **Environmental Pollution**. v.123. pp.95-105, 2003.

BATISTA, M. A. R. S. **Avaliação da qualidade da água e sedimento de microbacias utilizadas para abastecimento público da região metropolitana de Goiânia**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

BAUM, C. A. **Impactos ambientais no solo e na água subterrânea ocasionados por cemitérios públicos urbanos de Lages – SC**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

BERTOL, Ildgardis et al. Erosividade das chuvas e sua distribuição entre 1989 e 1998 no município de Lages (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, 2002.

BETEMPS, Glauco Rasmussen; KERSTNER, Talita; SANCHES FILHO, Pedro José. Caracterização físico-química da água e determinação de metais pesados (Cr, Cu, Pb e Zn) no sedimento do riacho Arroio do Padre (Arroio do Padre, Brasil/RS). **Revista Thema**, v. 11, n. 2, p. 4-20, 2014.

CAMPOS, K. B. G. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó-MS**. 35 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS, 2011.

CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia Prática*, Rio de Janeiro/RJ: CPRM, 1994.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Estuarino de Santos e São Vicente**. Relatório Técnico, 178 p., 2001.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índices de qualidade das águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes – Apêndice B**. Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2010. 21p.

COIMBRA, Camila Dias et al. Determinação da concentração de metais traço em sedimentos do estuário do rio Maracaípe–PE/BRASIL. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 58-75, 2016.

CONAMA. Resolução n°. 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 mai. 2004.

CONAMA. Resolução n°. 454, de 1° de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 nov. 2012.

COSTA, Rildo Aparecido; ROSOLEN, Vania. Concentração de metais pesados em sedimentos de córregos urbanos como indicador da qualidade ambiental e riscos a saúde humana. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 8, n. 15, 2012.

CRUZ, M. A. S. Avaliação da geoquímica dos sedimentos superficiais das nascentes do Rio Subaé – BA.103 f. Dissertação (Mestrado em em Modelagem em Ciências da Terra e Ambiente) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

EZAKI, Sibebe et al. Avaliação da qualidade das águas e sedimentos na microbacia hidrográfica do Córrego do Ajudante, Salto (SP). **Geociências (São Paulo)**, v. 30, n. 3, p. 415-430, 2011.

FERREIRA, Raquel Jussara Sá. **Determinação de metais traço em sedimentos de rios: caso da Bacia do Baixo Itajaí-Açu**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2001.

FERREIRA, A. P. et al. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

GIAROLA, Neyde Fabíola Balareza; SILVA, Alvaro Pires; IMHOFF, Sheila. Relações entre propriedades físicas e características de solos da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, 2002.

GONÇALVES, Mariane Furtado; KISHI, Regina Tiemy; FERNANDES, Cristóvão Vicente Scapulatempo. Poluição por metais pesados na bacia do rio Barigui, estado do Paraná. **REGA**. v. 13, n. 2, p. 175-185, 2016.

GOYER, Robert. Lead toxicity: current concerns. **New York, Environmental Health Perspectives**, v.100: 177-187, 1996.

- GROMAIRE, M. C.; GARNAUD, S.; SAAD, M.; CHEBBO, G. Contribution of Different Sources to the Pollution of Wet Weather Flows in Combined Sewers. **Water Researches**. v.35. n.2. pp.521- 533, 2001.
- HUAMAO, Y. et al. Distribution and contamination of heavy metals in surface sediments of the south Yellow Sea. **Marine Pollution Bulletin**, v.64(1): p.2151-2159. 2012
- IARC - International Agency for Research on Cancer. **IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans**. França, 1998.
- ISLAM, M. S. et al. Heavy metal pollution in surface water and sediment: A preliminary assessment of an urban river in a developing country. **Ecological Indicators**. V. 48, p. 282-291, 2015.
- JESUS, R.S. **Metais traço em sedimentos e no molusco bivalve *anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791), municípios de Madre de Deus e de Saubara, Bahia**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica: Petróleo e Meio ambiente) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- LOPES, S.M.F. **Influência do uso da terra na qualidade da água em bacias hidrográficas com usos distintos, em Itajaí - GO e Canapolis - MG**. 229 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Curso de Geográfica, Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO, 2016.
- MARQUES, Lílian de Souza. **Avaliação espaçotemporal da qualidade da água e da concentração e distribuição de elementos químicos em sedimentos na bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara-MG**. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.
- MOREIRA, Amauri da Silva. **Avaliação da Influência da agricultura na presença de metais pesados nas águas do baixo rio Pardo-SP**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- NORONHA, Tibério Jorge Melo; DA SILVA, Héliida Karla Philippini; DUARTE, Marta Maria Menezes Bezerra. Avaliação das concentrações de metais pesados em sedimentos do estuário do rio Timbó, Pernambuco-Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 2, 2008.
- OLIVEIRA, J. C. **Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Ponte Grande no município de Lages-SC**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.
- OMWENE, P. I.; ÖNCEL, M. S.; ÇELEN, M.; KOBYA, M. Heavy metal pollution and spatial distribution in surface sediments of Mustafakemalpaşa stream located in the world's largest borate basin (Turkey). **Chemosphere**. v. 208, p. 782-792, 2018.
- POLETO, C. **Fontes potenciais e qualidade dos sedimentos fluviais em suspensão em ambiente urbano**. 159 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- POLETO, C.; MARTÍNEZ, L.L.G. Sedimentos Urbanos – Ambiente e Água. In: **HOLOS Environment**, v.11 n.1, P-2. 2011.
- POTTER, R. O. et al. Solos do Estado de Santa Catarina. **Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2004.
- REIS, A.; PARKER, A.; ALENCOÃO, A. Storage and origin of metals in active stream sediments from mountainous rivers: A case study in the River Douro basin (North Portugal). **Applied Geochemistry**, v. 44, p. 69-79, 2014.
- SALAROLI, Alexandre Barbosa. **Distribuição de elementos metálicos e As em sedimentos superficiais**

ao longo do Canal de Bertioga (SP). 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SAMPAIO, A. C. S. **Metais pesados na água e sedimentos dos rios da Bacia do Alto Paraguai.** 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2003.

SANTOS, Carolina Mundim de Souza Marques. **Caracterização e avaliação da distribuição de sedimentos e metais em superfícies urbanas no município de Goiânia.** 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil (EEC), Goiânia, 2015.

TRINDADE, Wallace Magalhães; HORN, Adolf Heinrich; RIBEIRO, Elizêne Veloso. **Concentrações de metais pesados em sedimentos do rio São Francisco entre Três Marias e Pirapora-MG: geoquímica e classificação de risco ambiental.** **Revista Geonomos**, v. 20, n. 1, 2012.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Method 3050B:** acid digestion of sediments, sludges and soils. In: Test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods, Publ. SW-846, 3rd edition Washington DC: USEPA, 1996.

ZULIANI, Daniela Queiroz et al. **Elementos-traço em águas, sedimentos e solos da bacia do Rio das Mortes, Minas Gerais.** **HOLOS**, v. 4, p. 308-326, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agrotóxicos 26, 29, 34, 35, 40, 44, 51, 99, 100, 101, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 233, 235, 244, 246

Água 9, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 58, 60, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 92, 93, 96, 103, 104, 105, 106, 113, 115, 116, 117, 118, 137, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 156, 161, 163, 165, 166, 172, 173, 174, 179, 182, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 225, 234, 236, 238, 241, 242, 245, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

Aplicações 38, 304, 309, 310

Ar 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 58, 73, 80, 166, 204, 205, 206, 225, 237, 238, 265

Áreas Rurais 55, 64, 160, 168, 195, 233, 300

B

Bacia Hidrográfica 53, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 117, 118, 119, 143, 144, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 181

Barragens 112, 114, 115, 116, 117, 183

C

CONAMA 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 53, 54, 55, 59, 60, 62, 63, 65, 67, 68, 84, 89, 101, 180, 181, 182, 183, 185, 203, 209, 233, 234, 238, 242, 247, 248

Contaminação Ambiental 157, 163, 235

Controle 12, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 37, 40, 68, 79, 82, 83, 91, 92, 93, 95, 96, 99, 103, 104, 107, 108, 110, 111, 114, 115, 130, 152, 154, 155, 156, 158, 161, 162, 165, 169, 171, 172, 180, 182, 184, 185, 188, 195, 199, 226, 231, 235, 238

D

Dano 5, 73, 74, 76, 77, 78, 115, 183

Desenvolvimento 9, 2, 3, 4, 28, 32, 38, 39, 41, 45, 51, 73, 74, 75, 78, 82, 91, 92, 93, 95, 99, 106, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 118, 133, 137, 147, 151, 155, 166, 173, 174, 180, 181, 186, 189, 191, 195, 196, 197, 202, 203, 207, 212, 224, 226, 234, 243, 244, 254, 267, 278, 299, 300, 302

Desinfecção 161, 277, 279, 280, 281, 282, 298, 300, 301

Dessalinização 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 305, 306, 307, 308, 309

E

Economia 2, 3, 16, 18, 20, 22, 25, 38, 75, 157, 173, 179, 190, 207, 226, 235, 277, 279, 282, 283, 284, 299

Educação Ambiental 33, 40, 80, 83, 88, 110, 168, 224, 231

Efluente Tratado 277, 279, 280, 284

Eletrocoagulação 212, 223

Energia 9, 38, 73, 114, 132, 133, 134, 135, 137, 139, 140, 141, 144, 172, 173, 174, 175, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 190, 191, 193, 195, 204, 205, 208, 223, 282, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309
Escassez hídrica 201, 202
Esgoto 96, 195, 205, 208, 277, 279, 280, 281, 284, 285
Espaço urbano 287
Estatística 52, 112, 122, 124, 246, 297, 300
Eutrofização 38, 253, 254, 257, 263

F

Filtração 277, 281, 282
Fontes 4, 5, 6, 11, 12, 16, 54, 64, 68, 73, 118, 152, 174, 179, 204, 209, 236, 246, 258, 266, 267, 303

G

Geomorfologia 143
Gramínea 265

H

Herbácea 264, 265, 267, 268, 270, 271, 272, 273
Hidroeletricidade 172, 173, 174, 175, 177, 178, 183
Hidrologia 117, 153, 112, 117, 153
Histopatologia 24, 27

I

Impactos 9, 13, 25, 29, 37, 38, 40, 53, 55, 67, 72, 81, 92, 93, 94, 95, 108, 113, 154, 156, 157, 161, 164, 166, 168, 170, 172, 173, 174, 178, 179, 180, 181, 183, 186, 193, 197, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 225, 227, 228, 230, 231, 233, 234, 235, 247, 264, 287
irrigação 24, 26, 29, 31, 152, 179, 207, 254, 258, 277, 280, 284

L

Lixo Urbano 65, 246, 287

M

Meio Ambiente 1, 9, 3, 4, 5, 6, 40, 65, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 100, 105, 109, 154, 157, 161, 167, 168, 172, 173, 178, 179, 183, 184, 185, 190, 199, 201, 202, 203, 224, 226, 228, 233, 7, 10, 11, 12, 14, 34, 36, 67, 70, 71, 79, 80, 98, 131, 132, 153, 161, 180, 182, 184, 185, 186, 201, 203, 209, 231, 248, 255, 297, 298, 305, 311
Metais 53, 55, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 166, 171, 205, 233, 234, 235, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 266, 274
Mitigação 3, 93, 172, 181, 201, 203
Modelagem 68, 112, 124, 129, 126, 129, 153
Morfometria 143, 150, 153
Mudanças Climáticas 23, 112, 114, 124, 131, 260

N

Nutrientes 37, 38, 40, 48, 49, 51, 55, 152, 195, 196, 204, 205, 234, 240, 241, 242, 254, 257, 258, 264, 266, 267, 270, 273, 274

P

Pluvial 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 65, 106, 195, 198, 266, 267

Poluição 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 25, 26, 72, 73, 80, 91, 93, 107, 109, 121, 166, 173, 180, 184, 185, 195, 196, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 225, 226, 227, 234, 235, 245, 264, 266, 274

Potabilidade 299, 300

Produção Agrícola 179, 233, 247

Produtores Rurais 154, 158, 159

R

Reservatório 17, 18, 20, 21, 73, 115, 119, 129, 130, 179, 183, 253, 257, 258, 259, 260, 267, 280, 282, 283

Residuais 205

Resíduos hospitalares 81, 83, 86

S

Solo 38, 39, 47, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 116, 117, 118, 120, 121, 124, 129, 130, 144, 146, 152, 153, 166, 204, 207, 225, 230, 233, 234, 235, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 265, 266, 267, 268, 273, 274, 55, 61, 62, 66, 68, 70, 113, 144, 196, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249

Sustentável 38, 40, 52, 78, 91, 92, 95, 99, 101, 106, 110, 111, 113, 173, 174, 180, 186, 198, 200, 203, 226, 278, 297, 300, 301

T

Tratamento 16, 19, 22, 37, 63, 83, 106, 107, 108, 109, 134, 145, 161, 193, 196, 197, 198, 202, 205, 207, 208, 212, 223, 227, 228, 229, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 298, 299, 300, 301, 303, 308

 **Atena**
Publisher

2 0 2 0