

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

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



Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

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 di 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 2 [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. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72477-55-0 DOI 10.22533/at.ed.550191111 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

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
A NECESSIDADE DA GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU - RJ	
Adacto Benedicto Ottoni Ana Carolina Silva Figueiredo Carina Freitas Martins de Almeida Ítalo Caldas Orlando Marianna de Souza Oliveira Ottoni	
DOI 10.22533/at.ed.5501911111	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMERCIAIS CERÂMICOS ATIVOS NA DEGRADAÇÃO DE BENZENO PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA INTERNA DE EDIFÍCIOS	
Ricardo Crepaldi Guilherme Miola Titato Fernando Mauro Lanças Eduvaldo Paulo Sichieri Marcelo Telascrêa Marcia Rodrigues de Moraes Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.5501911112	
CAPÍTULO 3	25
PERFIL DE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO APÍCOLA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DO PARÁ	
Antonio Sérgio Silva de Carvalho Alexandro Melo de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.5501911113	
CAPÍTULO 4	33
PRODUÇÃO DE PUFF COM GARRAFA PET	
Pâmela Cabbia de Oliveira Walter Yukio Ida	
DOI 10.22533/at.ed.5501911114	
CAPÍTULO 5	38
PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS RURAIS: O CASO DO ASSENTAMENTO ENGENHO UBÚ, GOIANA – PE	
José Fernandes dos Santos Filho Christianne Torres de Paiva José Paulo Feitosa de Oliveira Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.5501911115	
CAPÍTULO 6	49
OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS: INSTRUMENTO PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Alzira Maria Ribeiro dos Reis Gilmar Wanzeller Siqueira	

Teresa Cristina Cardoso Alvares
Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Rafaela Reis da Costa
Jessyca Camilly Silva de Deus
Adnilson Igor Martins da Silva
Alda Lucia da Costa Camelo

DOI 10.22533/at.ed.5501911116

CAPÍTULO 7 62

A TEORIA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: DO PLANEJAMENTO À EXECUÇÃO
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911117

CAPÍTULO 8 74

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911118

CAPÍTULO 9 87

CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS URBANOS NA CIDADE DE
PETROLINA

Uldérico Rios Oliveira
Ivan André Alvarez

DOI 10.22533/at.ed.5501911119

CAPÍTULO 10 100

IMPACTOS DO TROTE ECOLÓGICO IMPLANTADO NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, ENTRE 1990 A 1997: MEMÓRIA E
PERCEPÇÃO DE UM LEGADO

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Gilmar Wanzeller Siqueira
Noemi Vianna Martins Leão
Teresa Cristina Cardoso Alvares
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Camila Ferreira dos Santos
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.5501911110

CAPÍTULO 11 113

REDE DE ECONOMIA SOLIDÁRIA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO NA BIBLIOTECA
DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD)

Ted Dal Coletto
Marcos Ricardo Rosa Georges

DOI 10.22533/at.ed.5501911111

CAPÍTULO 12 121

AMBIENTE DISCURSIVO EM UMA MÍDIA INFANTIL

Raiana Cunha de Figueiredo
Caroline Barroncas de Oliveira
Mônica de Oliveira Costa

DOI 10.22533/at.ed.5501911112

CAPÍTULO 13	134
EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A MELHORIA CONTÍNUA DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO	
Rosana Maria Vieira Cayres Mauro Silva Ruiz Simone Aquino	
DOI 10.22533/at.ed.55019111113	
CAPÍTULO 14	149
EDUCAÇÃO DO CAMPO E SUSTENTABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA DO PRONERA	
Rodrigo Simão Camacho	
DOI 10.22533/at.ed.55019111114	
CAPÍTULO 15	163
PERCEPÇÃO DE SOLOS: EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE URUTAÍ – GO	
Ranyella de Oliveira Aguiar Alessandra Vieira da Silva Dalcimar Regina Batista Wengen Jamerson Fábio Silva Filho Mara Lúcia Cruz de Souza Letícia Rodrigues da Silva Lara Gonçalves de Souza Renata de Oliveira Dourado Jaberson Basilio de Melo Maria Carolina Teixeira Silva	
DOI 10.22533/at.ed.55019111115	
CAPÍTULO 16	175
BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS EM <i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i> (HUBER EX DUCKE) BARNEBY COM POTECIAL BIOPROMOTOR	
Aline Chaves Alves Monyck Jeane dos Santos Lopes Ricardo Abraham Leite Oliva Ely Simone Cajueiro Gurgel	
DOI 10.22533/at.ed.55019111116	
CAPÍTULO 17	184
BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Marcos Gervasio Pereira Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Celeste Queiroz Rossi Cristiane Figueira da Silva Otavio Augusto Queiroz dos Santos Nivaldo Schultz	
DOI 10.22533/at.ed.55019111117	

CAPÍTULO 18 196

GOIABEIRAS COMUNS CONTRIBUEM PARA EXPANSÃO DA ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE *Bactrocera carambolae* NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Maria do Socorro Miranda de Sousa
Jonh Carlo Reis dos Santos
Cristiane Ramos de Jesus
Gilberto Ken-Iti Yokomizo
Ezequiel da Glória de Deus
José Francisco Pereira
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111118

CAPÍTULO 19 207

MOSCAS-DAS-FRUTAS (*Diptera: Tephritidae*) OBTIDAS DE FRUTOS COMERCIALIZADOS NO MERCADO VER-O-PESO, EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Clara Angélica Corrêa Brandão
Maria do Socorro Miranda de Sousa
Carlos José Trindade Azevedo
Álvaro Remígio Ayres
Regina Lucia Sugayama
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111119

CAPÍTULO 20 218

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Plectranthus barbatus* ANDREWS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. E DE *Bidens pilosa* L.

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello

DOI 10.22533/at.ed.55019111120

CAPÍTULO 21 227

POTENCIAL DA BIODIVERSIDADE MICROBIANA DE *Copaifera langsdorffii* DESF

Ricardo Abraham Leite Oliva
Monyck Jeane dos Santos Lopes
Aline Chaves Alves
João Paulo Morais da Silva
Ely Simone Cajueiro Gurgel

DOI 10.22533/at.ed.55019111121

CAPÍTULO 22 236

POTENCIAL DA BIOMASSA DA BANANA COMO AGENTE MITIGATIVO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diuly Bortoluzzi Falcone
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Guilherme Basso
Geni Salete Pinto de Toledo
Leila Picolli da Silva

DOI 10.22533/at.ed.55019111122

CAPÍTULO 23	242
SECAGEM SOLAR DE CASCA DE MARACUJÁ: UMA ALTERNATIVA AMBIENTAL E ECONOMICAMENTE VIÁVEL	
<p>Sinthya Kelly Queiroz Morais Álvaro Gustavo Ferreira Da Silva Dauany De Sousa Oliveira Fabricio Alves De Morais Raissa Cristina Leandro Vitor Jocielys Jovelino Rodrigues</p>	
DOI 10.22533/at.ed.55019111123	
CAPÍTULO 24	251
TÉCNICA PARA ESTUDO DOS EFEITOS DE CLASSES TEXTURAIS DE SOLO E DE NÍVEIS DE UMIDADE SOBRE A PROFUNDIDADE DE PUPAÇÃO E VIABILIDADE PUPAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	
<p>Eric Joel Ferreira do Amaral Adriana Bariani Maria do Socorro Miranda de Sousa Ricardo Adaime da Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.55019111124	
CAPÍTULO 25	258
CU, ZN E MN NA ÁGUA E NO SOLO EM ÁREAS COM INTENSA ATIVIDADE SUINÍCOLA NO SUDESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA	
<p>Eliana Aparecida Cadoná Guilherme Wilbert Ferreira Marcos Leandro dos Santos Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares Eduardo Lorenzi de Souza Cledimar Rogério Lourenzi</p>	
DOI 10.22533/at.ed.55019111125	
CAPÍTULO 26	271
ESTUDO DE CARVÃO ATIVADO ALTERNATIVO PARA REMEDIAÇÃO COM SOLOS CONTAMINADOS COM FIPRONIL	
<p>Rafaela Lopes Rodrigues Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Luciane de Souza Oliveira Valentim Robson da Silva Rocha Chaiene Nataly Dias</p>	
DOI 10.22533/at.ed.55019111126	
CAPÍTULO 27	276
ESTUDO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
<p>Maria Lúcia Henriques Gomes Gilmar Wanzeller Siqueira Teresa Cristina Cardoso Alvares Maria Ivete Rissino Prestes Milena de Lima Wanzeller Maria Alice do Socorro Lima Siqueira</p>	

Diego Figueiredo Teixeira
Jorge Emílio Henriques Gomes
DOI 10.22533/at.ed.55019111127

CAPÍTULO 28 290

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL

Sueli Tavares de Melo Souza
Natalia Cristina Martini
Tatiana Vettori Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.55019111128

CAPÍTULO 29 300

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM ÁGUAS NATURAIS DOS RIOS SERGIPE E COTINGUIBA POR ICP OES

Jéssica Kalliny Pereira dos Santos
Kayc Araujo Trindade
Nívia Raquel Oliveira Alencar
Erwin Henrique Menezes Schneider
Iasmine Louise de Almeida Dantas
Geisa Grazielle Coqueiro Rocha Pimentel
Hannah Uruga Oliveira
Silvânio Silvério Lopes da Costa
Adnivia Santos Costa Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.55019111129

CAPÍTULO 30 315

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – UM ESTUDO DE CASO EM CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS NO MUNICÍPIO DE TOLEDO/PR

Hildner de Lima
Adriana da Silva Tronco Johann
Daliana Hisako Uemura Lima
Décio Lopes Cardoso
Dirceu Baumgartner

DOI 10.22533/at.ed.55019111130

CAPÍTULO 31 329

ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR LABORATÓRIOS DE PESQUISA E ENSINO DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA)

Teresa Cristina Cardoso Alvares
Gilmar Wanzeller Siqueira
Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Maria Ivete Rissino Prestes
Murilo Augusto Alvares Batista
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira
André Monteiro Pinto

DOI 10.22533/at.ed.55019111131

SOBRE AS ORGANIZADORAS 343

ÍNDICE REMISSIVO 344

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM ÁGUAS NATURAIS DOS RIOS SERGIPE E COTINGUIBA POR ICP OES

Jéssica Kalliny Pereira dos Santos

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos São Cristóvão-Sergipe

Kayc Araujo Trindade

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos São Cristóvão-Sergipe

Nívia Raquel Oliveira Alencar

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos São Cristóvão-Sergipe

Erwin Henrique Menezes Schneider

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
São Cristóvão-Sergipe

Iasmine Louise de Almeida Dantas

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
São Cristóvão-Sergipe

Geisa Grazielle Coqueiro Rocha Pimentel

Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de
Sergipe São Cristóvão-Sergipe

Hannah Uruga Oliveira

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos
São Cristóvão-Sergipe

Silvânio Silvério Lopes da Costa

Universidade Federal de Sergipe
Núcleo de Competência em Petróleo, Gás e
Biocombustíveis
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e
Ciências Ambientais
São Cristóvão-Sergipe

Adnivia Santos Costa Monteiro

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos
São Cristóvão-Sergipe

RESUMO: A contaminação de cursos d'água, em especial os rios, pode ser causada por diferentes fontes, como, efluentes domésticos, industriais e atividades agrícolas, que influenciam diretamente na qualidade da água. O presente estudo teve como objetivo determinar e avaliar a presença de macro e micro constituintes inorgânicos na água, em pontos distintos das calhas do rio Sergipe e do rio Cotinguiba. Foram coletadas amostras de água superficial em maio de 2019 em três sítios (S1, S2 e S3) no rio Sergipe e um sítio (S4) no rio Cotinguiba. Com o uso da espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES), foram determinada as concentrações totais e dissolvidas dos metais Na, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Cd, Al,

Pb, Zn, Ni e do P. Os resultados mostraram que Cr, Cu, Cd, Pb e Ni estiveram abaixo dos limites de detecção, enquanto que Al, Mn, Fe, P, Ca, Na e K apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pelo Conama 357/05 e portaria 2914/11, sendo o Na o metal mais abundante indicando um potencial processo de salinização. Dessa forma, este trabalho revela a importância do monitoramento desses elementos nos rios estudados, mesmos que as concentrações sejam relativamente baixas.

PALAVRAS-CHAVE: Metais traços; Sergipe; Qualidade da água

DETERMINATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN SERGIPE AND CINGINGUIBA RIVERS WATER BY ICP OES

ABSTRACT: Contamination of watercourses, especially rivers, can be caused by different sources, including domestic and industrial effluents, organic and inorganic loads and agricultural activities that directly influence water quality. The objective of this study was to evaluate the presence of inorganic macro and micro constituents in the water, in different points of the Sergipe and Cotinguiba river. Surface water samples were collected in May 2019 at three sites (S1, S2 and S3) on the Sergipe River and one site (S4) on the Cotinguiba river. Using inductively coupled plasma optical emission spectrometry, total and dissolved metal concentrations of Na, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Cd, Al, Pb, Zn, Ni were determined. The results showed that Cr, Cu, Cd, Pb and Ni were below detection limits. The results showed that Cr, Cu, Cd, Pb and Ni were below detection limits, while Al, Mn, Fe, P, Ca, Na and K presented values above the limits established by Conama 357/05 and legislation 2914 / 11, sodium being the most abundant metal indicating a potential salinization process. Thus, this work reveals the importance of monitoring these elements in the studied rivers, even though the concentrations are relatively low.

KEYWORDS: Trace metals; Sergipe; Water quality

1 | INTRODUÇÃO

A contaminação dos cursos d'água, em especial superficiais, vem inviabilizando seus múltiplos usos e pode ser causada por diferentes fontes, das quais destacam-se os efluentes domésticos e industriais; cargas orgânicas e inorgânicas e atividades agrícolas (SANTOS *et al.*, 2018). A determinação de elementos potencialmente tóxicos em amostra real de água é fundamental, especialmente para monitoramento e proteção ambiental (ZHANG *et al.*, 2016).

Efluentes industriais sem tratamento adequado podem apresentar concentrações elevadas de elementos potencialmente tóxicos, podendo representar uma fonte potencial de contaminação, entretanto, também podem ser provenientes de processos naturais que se relacionam às anomalias geoquímicas das rochas (FARIAS *et al.*, 2007; GUEDES, *et al.*, 2005). Apesar de alguns serem essenciais aos seres vivos, como magnésio, ferro e zinco, ainda que em baixas concentrações, em

altas concentrações podem ser tóxicos (LOVETT *et al.*, 2009; ZHONG *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2016; OLLSON *et al.*, 2017). Metais como mercúrio, chumbo e cádmio, geralmente apresentam elevada toxicidade à biota aquática (BITTAR, 2008).

A bacia hidrográfica do rio Sergipe (BHRS) se destaca por ser considerada a de maior relevância para o Estado de Sergipe, uma vez que imprime grande importância econômica e social, como fonte de água potável para a população, indústria e abastece os projetos de irrigação para a produção de alimentos. Seus cursos d'água passam por áreas densamente povoadas, destacando-se o município de Aracaju (ROCHA *et al.*, 2004).

Ao dar suporte ao saneamento básico, recebe despejos sanitários, além do aporte de resíduos agroindustriais, afetando, ao longo dos anos, a qualidade da água dos rios que compõem esta bacia, como consequência das atividades humanas. Além disso, essa degradação afeta a sustentabilidade dos vários ecossistemas existentes (ROCHA *et al.*, 2004).

Com o uso da espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES), o presente estudo teve como objetivo determinar e avaliar a presença de macro e micro constituintes inorgânicos na água, em pontos distintos das calhas do rio Sergipe e do rio Cotinguiba.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Sergipe possui uma área equivalente a 17% do território estadual, abrangendo 26 municípios, dos quais oito estão totalmente inseridos na bacia e 18 parcialmente inseridos, sendo subdividida em cinco Unidades de Planejamento (UP) denominadas—Alto Sergipe, Baixo Sergipe, Cotinguiba, Jacarecica e Poxim, cada uma agrupando regiões com características físicas, socioeconômicas e ocupação do solo similares, conforme mostra a Tabela 1.

UP*	CURSO DO RIO	CARACTERÍSTICAS
Alto Sergipe	Alto	Escassez de recursos hídricos; elevada população rural; cidades com baixo índice de saneamento.
Baixo Sergipe Jacarecica	Médio	Níveis baixos de eficiência na utilização dos recursos hídricos; uso indiscriminado de agrotóxicos; cidades com insuficiências no atendimento de serviços de saneamento.
Cotinguiba Poxim	Baixo	Crescente demanda de água para uso doméstico e industrial; ocupações irregulares de APP e manguezais; carência de saneamento em áreas de ocupações irregulares; baixos níveis de eficiência em sistemas de abastecimento e disposição irregular de resíduos sólidos.

Tabela 1. Caracterização das Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do rio Sergipe.

*Unidade de planejamento.

O regime hidrológico da BHRS é composto de escoamentos intermitentes em seu tramo alto e parte do médio, e perene após o município de Nossa Senhora das Dores, situado na UP Poxim. Há predomínio do clima tropical com estação seca de verão, possuindo três regiões climáticas, subúmida, agreste e semiárida, sendo seu período chuvoso entre os meses de março e agosto, com maiores índices pluviométricos nos meses de maio, junho e julho (SERGIPE, 2015).

A BHRS se destaca pelo desenvolvimento industrial, agronegócio, irrigação, comércio, pesca e mineração. A economia dos municípios que estão inseridos na região apresenta uma grande participação do setor industrial e de serviços, sendo este fato explicado, em parte, devido à existência de grande número de indústrias e pelo importante centro comercial representado pela região metropolitana de Aracaju (SERGIPE, 2015).

Nas UP Alto Sergipe e UP Jacarecica a disponibilidade hídrica é reduzida, onde as atividades econômicas predominantes são a agricultura irrigada e a pecuária. A parte média da UP Jacarecica e as UP Baixo Sergipe, Cotinguiba e Poxim, apresentam maior produção de água, correspondendo praticamente pelo total da disponibilidade hídrica da BHRS (SERGIPE, 2015).

Os sítios de amostragem foram distribuídos nas UP Cotinguiba e UP Baixo Sergipe, as quais têm como litologia predominante arenito, calcilito, calcário, micaxisto, mármore e quartzito. Há atividades agrícolas, como da cana-de-açúcar, atividade industrial, e grande área urbanizada, com os municípios de Nossa Senhora do Socorro (98,58%) e Laranjeiras (83,85%), com maiores percentuais de urbanização do Estado (SERGIPE, 2015).

2.2 Coleta e preparo de amostras de águas superficiais

As amostras de águas superficiais foram coletadas em maio de 2019 (período chuvoso) nos territórios dos municípios de Laranjeiras e Riachuelo, em três sítios de amostragem no rio Sergipe, e um sítio de amostragem no rio Cotinguiba, distribuídos conforme indicado na Figura 1. O primeiro sítio (S1) está localizado em uma região rural, no município de Riachuelo-SE, no povoado Pedra Branca, município de Riachuelo-SE. O segundo sítio (S2) está localizado na sede da cidade de Riachuelo-SE, área urbana. O terceiro sítio (S3) está situado sob a ponte do rio Sergipe, próximo à Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados (FAFEN-SE Petrobras), no município de Laranjeiras-SE, e o sítio (S4) está localizado no Km 85 da BR 101, sob a ponte do rio Cotinguiba, município de Laranjeiras-SE.

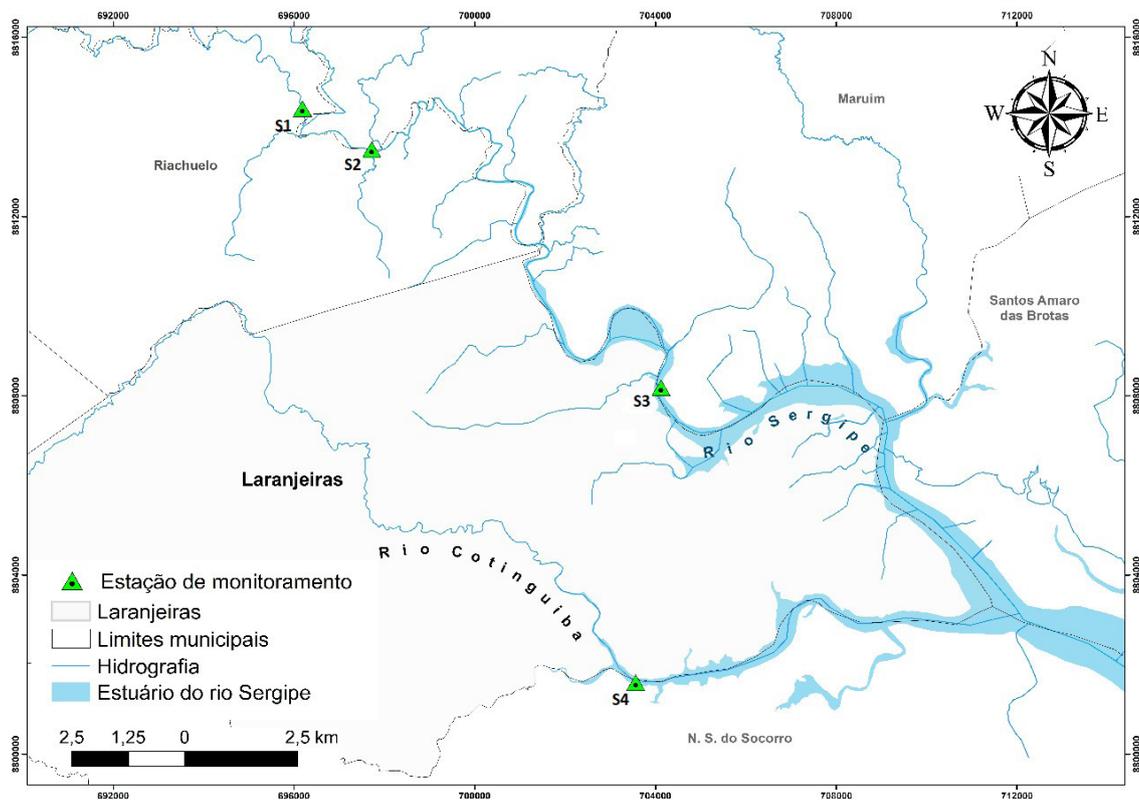


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de águas superficiais do rio Sergipe e do rio Cotinguiba.

As amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno e preservados sob refrigeração a uma temperatura de 4°C conforme *Standard Methods* (APHA, 2012).

Para determinação dos constituintes inorgânicos nas frações total e dissolvida, as amostras foram tratadas sob aquecimento assistido por micro-ondas MarsXpress (CEM, USA) (Programa: potência 800 W; Temperatura: 90 °C; Tempo: 30 min). Para determinação da concentração dos elementos na fração total foram adicionados a 7 mL da amostra, 2 mL HNO₃ (14,4 mol L⁻¹) destilado (destilador Subboiling, Millipore), e 1 mL H₂O₂ (30% m v⁻¹). Para determinação da concentração dos elementos na fração dissolvida, as amostras foram previamente filtradas em filtros de 0,45 μm e o procedimento descrito anteriormente foi repetido. Todas as análises foram realizadas em triplicata (n=3) e acompanhadas do branco analítico, para controle.

2.3 Determinação dos constituintes inorgânicos presentes naturalmente em águas superficiais

As amostras preparadas foram analisadas no Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), para determinação das concentrações totais e dissolvidas dos elementos Na, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Cd, Al, P, Pb, Zn e Ni, utilizando ICP OES modelo 720 tipo Axial marca (VARIAN, USA). Na Tabela 2 é possível observar as condições operacionais do instrumento e as linhas de emissão usadas durante a análise.

Parâmetro	Características
Potência de radiofrequência (Kw)	1,20
Vazão de gás no plasma (L min ⁻¹)	15,0
Vazão de gás auxiliar (L min ⁻¹)	1,50
Pressão do nebulizador (KPa)	200
Linhas de emissão (nm)	Al (396,152); Ca (422,673); Cd (214,439); Co (238,892); Cr (205,560); Cu (327,395); K (766,491); Na (330,273); Fe (238,204); Mn (257,610); Ni (216,555); P (213,618); Pb (220,353); Zn (213,857)

Tabela 2. Condições operacionais do ICP OES com vista axial para análise multielementar simultânea de Al, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Na, Fe, Mn, Ni, P, Pb, e Zn nas amostras de água superficial, após digestão ácida assistida por micro-ondas.

Seguindo as orientações do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) o limite de detecção (LD) foi estimado, com o número de replicatas n=7, pelo Método Completo (Equação 1):

$$LD = y_B + 3S_b \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

y_b = sinal analítico do branco;

S_b = desvio padrão do branco.

Na equação 1, S_b é substituído pelo valor obtido de na Equação 2.

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

$S_{y/x}$ = desvio padrão residual;

y_i = valor individual de sinal analítico instrumental;

\hat{y}_i = valor da resposta predita pela equação da curva analítica;

n = Número de medições.

E o limite de quantificação (LQ) foi calculado através da estimativa pelo desvio padrão do branco (Equação 3).

$$LQ = \bar{X} + 10 \times s \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

\bar{X} = média dos valores dos brancos da amostra;

S = desvio padrão amostral dos brancos da amostra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade de um ambiente aquático pode ser definida através de um conjunto de concentrações de substâncias orgânicas e inorgânicas. Os valores médios dos parâmetros gerais, obtidos na avaliação da qualidade da água dos rios Sergipe e Cotinguiba, in situ, através da utilização de sonda multiparâmetro, demonstraram estar de acordo com os limites estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução nº 357/2005, para água doce classe 2.

O pH influencia as propriedades solventes da água e os processos físico-químicos e biológicos que ocorrem no ambiente. Os valores encontrados em ambos os rios não apresentaram diferença significativa, com pH variando entre 6,9 (S1), Rio Sergipe, e 7,5 (S4), rio Cotinguiba, estando de acordo com o estabelecido pelo CONAMA nº 357/2005, pH entre 6,0 - 8,05.

Os parâmetros condutividade elétrica e temperatura apesar de não serem contemplados na resolução CONAMA nº 357/2005, são parâmetros importantes na avaliação da qualidade da água, pois, elevações da temperatura aumentam as taxas das reações químicas, físicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases (SPERLING, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Já a condutividade elétrica, representa um importante indicador de ocasional lançamento de efluentes por estar relacionado com a concentração de sólidos totais dissolvidos (LIBÂNIO, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Os valores de temperatura registrados variaram de 26,5 (S1) a 29,7 (S3) °C, demonstrando uma importante variabilidade. A condutividade elétrica apresentou grande variabilidade entre os pontos amostrados, considerando que em S1 ($0,49 \mu\text{S cm}^{-1}$) e S2 ($3,35 \mu\text{S cm}^{-1}$) podem ser considerados valores baixos, em S3 ($36,4 \mu\text{S cm}^{-1}$) e S4 ($31,9 \mu\text{S cm}^{-1}$) maiores valores para este parâmetro. Contudo, segundo a CETESB, apenas valores acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ são tratados como possíveis indicadores de ambientes impactados (CESTESB, 2011).

Os resultados das concentrações dos elementos presentes nas amostras de água superficial, fração total e fração dissolvida, correspondente à área de estudo, rio Sergipe e rio Cotinguiba, assim como o LD e LQ estão apresentados na Tabela 3. É importante destacar que a quantificação de elementos presentes na fração dissolvida, é de fundamental importância para avaliação de riscos ambientais, por representar a fração mais biodisponível destes elementos (JAMALI *et al.*, 2009).

Em ambientes aquáticos a toxicidade está relacionada principalmente com a atividade do íon metálico livre, no entanto, apenas uma pequena fração dos metais dissolvidos se encontra na forma de cátions livres, uma vez que estes interagem com vários ligantes, como a matéria orgânica natural (BUFFLE, 1990; BIANCHINI *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2012).

Os metais Cu, Cd, Co, Cr, Ni, Pb e Zn se mantiveram abaixo dos limites de detecção (Tabela 3), e das concentrações estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/2005, referente à água doce classe 2, que são 0,05 mg L⁻¹, 0,001 mg L⁻¹, 0,05 mg L⁻¹, 0,05 mg L⁻¹, 0,025 mg L⁻¹, 0,01 mg L⁻¹ e 0,18 mg L⁻¹ para cada elemento, respectivamente. Soares (2012) em estudo das águas e sedimentos da rede de monitoramentos CETESB, São Paulo, não identificou presença de metais traço nas águas superficiais estudadas. Fernandes *et al.*, (2015) avaliaram a influência sazonal no transporte de metais em águas superficiais na bacia do Alto Sorocaba, em São Paulo, e no período seco as concentrações dos metais Ni, Pb e Zn, tanto dissolvido quanto total, apresentaram-se abaixo dos limites de detecção, corroborando com os dados encontrados neste trabalho.

A concentração de Al variou de 0,21 – 0,77 mg L⁻¹ para fração total, com maiores valores observados nos sítios S2 e S3. Para fração dissolvida os valores médios variaram de 0,03 – 0,17 mg L⁻¹ (Tabela 3), sendo o sítio S1 o mais presente nesta fração, com 81%. Os resultados encontrados na fração total são superiores ao estabelecido na Resolução CONAMA nº357/2005, que estabelece limite de 0,1 mg L⁻¹ para águas doce do tipo classe 2. Esses valores também ultrapassam os limites determinados pela portaria 2914/2011 do Ministério da saúde (0,2 mg L⁻¹) (BRASIL, 2011).

Flauzino Junior (2017) através de estudo no rio do Campo, Paraná, relatou que os resultados (0,79 a 3,61 mg L⁻¹) das concentrações de Al também se mostraram acima do estabelecidos pelo CONAMA nº357/2005. Esse resultado pode estar associado à litologia da própria da região, bem como a atividades antrópicas nas proximidades dos pontos de coleta, como agricultura, supressão da vegetação ciliar, construção civil, loteamento habitacional, bairros residenciais e lançamento de efluentes industriais, que podem promover o arraste desse elemento para o rio.

Em relação as concentrações de Mn, apenas no ponto S2 (0,19 mg L⁻¹) foi observado valor acima do estabelecido pelas resoluções normativas, CONAMA 357/2005 e Ministério da Saúde (MS) 2915/2011 (0,1 mg L⁻¹). No entanto, nos sítios S3 e S4, cerca de 43% e 67% do metal encontrado está presente na fração dissolvida. De Oliveira Santos *et al.*, (2015) em uma pesquisa no rio Subaé, Bahia, encontraram concentrações de metais maiores que os estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 (Classe 2 – águas superficiais), e associaram a atividades industriais da região, o que também se observa no ponto S2.

Elemento	Al	Ca	K	Na	Fe	Mn	P	Cu	Cd	Co	Cr	Ni	Pb	Zn
Resolução CONAMA Nº 357/2005 * (mg L ⁻¹)	**0,1	-	-	-	**0,3	0,1	0,050	0,05	0,001	0,05	0,05	0,025	0,01	0,18

Portaria 2915/2011															
Ministério da Saúde		0,2	-	-	200	0,3	0,1	-	2,0	0,005	-	0,05	0,07	0,01	5,0
(mg L ⁻¹)															
Fração total	S1	0,21	23,3	4,9	50,7	0,79	0,02	0,10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	S2	0,77	99,3	13	718	1,11	0,19	0,06	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	S3	0,31	225,8	285,9	11656	0,35	0,07	0,06	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	S4	0,27	209,5	263,7	10509	0,03	0,03	0,06	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
(mg L ⁻¹)															
Desvio Padrão (DP) Fração Total		0,26	95,7	153,8	501,2	0,48	0,08	0,02	-	-	-	-	-	-	-
Fração dissolvida	S1	0,17	22,2	4,3	42,6	0,32	<LD	0,04	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	S2	0,03	97,9	13	319	<LD	<LD	0,04	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	S3	0,11	206,6	272,9	10879	0,02	0,03	0,02	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	S4	0,06	202,2	262,4	10425	0,02	0,02	0,04	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
(mg L ⁻¹)															
Desvio Padrão (DP) Fração Dissolvida		0,06	88,9	149,6	6049,4	0,15	0,015	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Limite de detecção (LD)		0,016	0,0012	0,027	0,0046	0,009	0,012	0,012	0,0067	0,00089	0,0049	0,0063	0,0061	0,0014	0,0011
Limite de quantificação (LQ)		0,057	0,018	0,059	0,0043	0,031	0,045	0,037	0,023	0,0097	0,018	0,018	0,017	0,0072	0,0088

Tabela 3. Concentração dos metais e do P distribuídas nos sítios de amostragem (S) da água dos rios Sergipe e Cotinguiba.

* Concentrações máximas permitidas pela fração total

** Concentrações máximas permitidas pela fração dissolvida segundo Resolução CONAMA N° 357/2005 para águas doces do tipo classe 2.

Para o Fe foi observado que todos os pontos, exceto S4 (0,03 mg L⁻¹), apresentaram valores de concentração acima do estabelecido pelo CONAMA 357/2005 (0,3 mg L⁻¹) corroborando com Menezes *et al.* (2009), que encontraram valores de ferro superiores ao estabelecido pelo CONAMA 357/2005 em 50% das amostras de água analisadas na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Rio de Janeiro. Esse resultado foi associado a lixiviação do solo em época chuvosa, que segundo a CETESB (2005), nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão das margens. Além disso, os resíduos agrícolas também são importantes fontes de ferro para as águas superficiais, por ser o ferro constituinte de defensivos agrícolas (MENEZES *et al.*, 2009).

Em resumo, a presença de Al, Mn e Fe pode estar associada aos processos naturais de intemperização de minerais que contém Fe, Al e Mn, como por exemplo, nos silicatos ferromagnesianos (SPOSITO, 2008; MCBRIDE, 1994). Além disso, fatores como a dinâmica de metais no solo, volatilização, adsorção, complexação, precipitação e coprecipitação podem favorecer os processos de intemperização

(MARTINS *et al.*, 2011).

Dissoluções de óxidos de ferro e manganês também é facilitada pela presença de matéria orgânica. Já a liberação de íons de Al pode ser favorecida em ambientes com pH baixo, pela presença de ligantes orgânicos e pela dissolução de fitossilicatos (FERREIRA, 2001).

Os resultados encontrados para P, apontou níveis superiores aos limites (0,050 mg L⁻¹) estabelecido pela Resolução Conama nº357/2005 apenas para fração total, variando de 0,06 – 0,1 mg L⁻¹ (Tabela 3). Esse resultado pode estar relacionado com o escoamento superficial de áreas agrícolas em períodos chuvosos. Vasco *et al.* (2011) encontraram variação de fósforo total entre 0,344 e 0,523 mg L⁻¹, amostras coletadas durante o período chuvoso, demonstrando a influência do deflúvio superficial a partir de áreas agrícolas na região, que colaborou para as concentrações de fósforo na sub-bacia. Nos rios que drenam regiões agrícolas com baixa população urbana, as concentrações de fósforo aumentaram no período de alto fluxo, indicando a predominância de fontes difusas no controle das concentrações do fósforo na água (JARVIE *et al.*, 2005).

Já em relação ao Na, como pode ser observado na Tabela 3, foi o mais abundante, com variação de 50,7 – 10509 mg L⁻¹ (fração total) e de 42,6 – 10425 mg L⁻¹ (fração dissolvida). Esse efeito pode ser explicado pela lixiviação de minerais durante o percurso do rio, em que pode promover a dissolução dos minerais de silicato e/ou carbonato e processos de troca iônica contribuem para concentrações desses elementos (PAZAND e HEZARKHANI, 2012). Além disso, a retirada de água do rio resulta na diminuição da sua vazão natural, e o avanço do mar resulta no aporte de sais decorrentes da cunha salina, esse efeito pode contribuir para a salinização do corpo hídrico (ARAÚJO, 2007).

Gonçalves (2016) estudou a diminuição das cotas de cheia ao longo do tempo do rio São Francisco, causada pela construção de hidroelétricas, e evidenciou o problema de salinização do rio São Francisco através do avanço da cunha salina, na região da sua foz. Medeiros *et al.*, (2014) destaca que alterações dos padrões naturais de vazão modifica os padrões de deslocamento da cunha salina no estuário.

As Figuras 2 e 3 ilustram a distribuição dos elementos Al, Fe, Mn e P (Figura 2), Ca e K (Figura 3) nas frações total e dissolvida. Fica evidente que os elementos Al (S1), Fe (S1), P (S2 e S4), Ca (S3 e S4) e K (S3 e S4) apresentaram maior tendência em estar na fração dissolvida, podendo se apresentar na sua forma livre, indicando que nestes sítios de amostragem, esses elementos poderão apresentar maior biodisponibilidade.

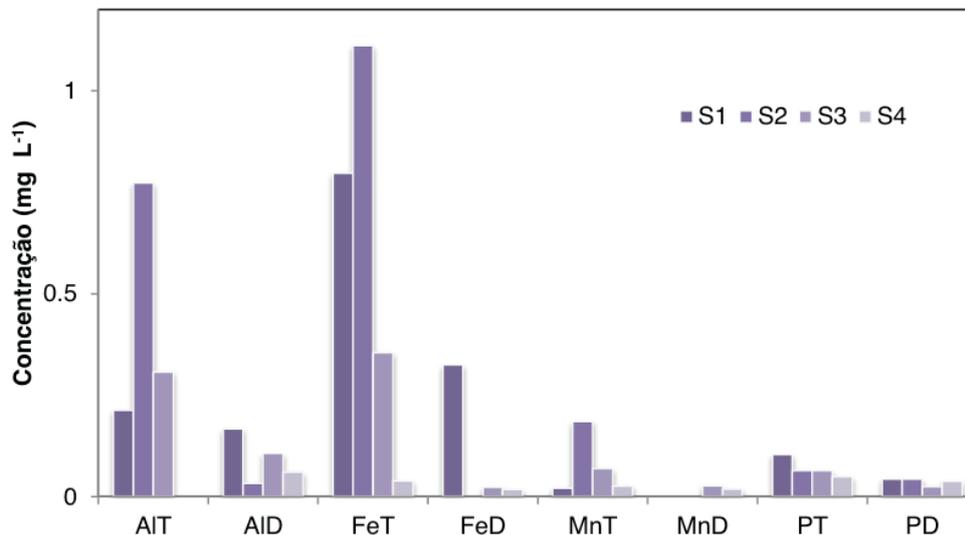


Figura 2. Distribuição dos principais metais e metaloide nas frações Total (T) e Dissolvida (D).

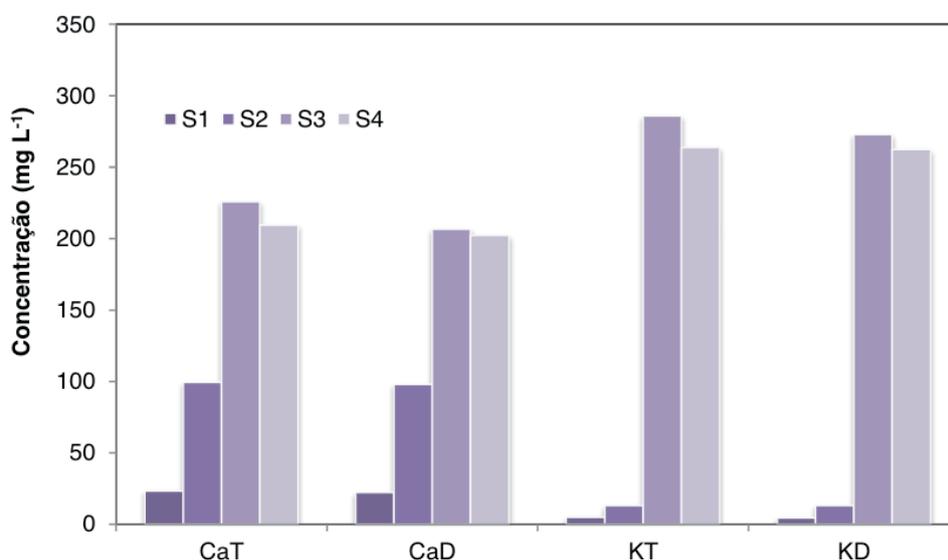


Figura 3. Concentração para Cálcio e Potássio na fração total (T) e dissolvida (D).

4 | CONCLUSÕES

Os resultados aqui apresentados reforçam, a importância do monitoramento dessas espécies nesses rios, mesmo que as concentrações sejam relativamente baixas, visto que estes elementos não se degradam no ambiente e quando incorporados por microrganismos podem acumular e alcançar níveis mais altos da cadeia trófica.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), no nome de Lúcia Calumby Barreto Macedo, pela realização nas análises químicas. Ao

Laboratório de Química Análítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe, no nome do professor Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia. As agências de fomento, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e CNPQ e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe pela infraestrutura e financiamento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. E.; MARINS, R. V.; ALMEIDA, M. D. Comparação de metodologias de digestão de sedimentos marinhos para caracterização da geoquímica de metais-traço na plataforma continental nordeste oriental brasileira. **Geochimica Brasiliensis**, v. 21, n. 3, p. 304-323, 2012.
- APHA. “**Standard Methods for The Examination Of Water And Wastewater.**” American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC. 2012.
- ARAÚJO, H. M. **Relações Socioambientais na Bacia Costeira do Rio Sergipe.** Tese (Doutorado em Geografia). São Cristóvão, NPGeo/ UFS, 2007.
- BAALOUSHA, M.; STOLL, S.; MOTELICA-HEINO, M.; GUIDES, N.; BRAIBANT, G.; HUNEAU, F.; LE COUSTOMER, P. Suspended particulate matter determines physical speciation of Fe, Mn, and trace metals in surface waters of Loire watershed. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p.5251-5266, 2019.
- BIANCHINI, Adalto; MARTINS, Samantha Eslava; JORGE, M. B. O Modelo do Ligante Biótico e suas Aplicações em Ecotoxicologia. **Rio Grande: FURG (Universidade Federal do Rio Grande)**, p. 34, 2009.
- BITTAR, D. B. **Determinação dos Metais Pesados Cd, Cu, Cr e Pb nas Águas do Rio Uberabinha e Proposta de Adsorção por Adsorventes Naturais.** 2008. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde, portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.
- BUFFLE, J. “Complexation reactions in aquatic systems: an analytical approach.” New York: Ellis Horwood, p. 692, 1990.
- CARVALHO, M. S.; MOREIRA, R. M.; RIBEIRO, K. D.; ALMEIDA, A. M. Concentração de metais no rio Doce em Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Revista Acta Brasiliensis**, v.1, n.3, p.37-41, 2017.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Série Relatórios: **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo**, 2011.
- DA SILVA, E. F.; ALMEIDA, S. F.; NUNES, M. L.; LUÍS, A. T.; BORG, F.; HEDLUND, M.; TEIXEIRA, P. Heavy metal pollution downstream the abandoned Coval da Mó mine (Portugal) and associated effects on epilithic diatom communities. **Science of the total environment**, v.407, n.21, p.5620-5636, 2009.
- DE OLIVEIRA SANTOS, Leila Thaise Santana. Caracterização de metais pesados das águas superficiais da bacia do Rio Subaé (Bahia). **Geochimica Brasiliensis**, v. 28, n. 2, p. 137-148, 2015.
- DO VASCO, Anderson Nascimento et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na

sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

FARIAS, M. S. S.; DANTAS NETO, J.; LIMA, V. L. A.; LIRA, V.M.; FRANCO, E. S. Riscos Sociais e Ambientais Devido a Presença de Metais Pesados nas Águas Superficiais no Distrito Industrial de Mangabeira. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 6, n. 2, 2007.

FERNANDES, Alexandre Martins. Influência sazonal no transporte específico de metais totais e dissolvidos nas águas fluviais da bacia do Alto Sorocaba (SP). **Geochimica Brasiliensis**, v. 29, n. 1, p. 23-34, 2015.

FERREIRA, R. J. S. **Determinação de metais traço em sedimentos de rios: caso da Bacia do Baixo Itajaí-Açu**. 2001.

FLAUZINO JUNIOR, Mauricio. **Análise da concentração de alumínio na água e sedimentos em um trecho do Rio do Campo–Campo Mourão/PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

GISMERA, M. J.; LACAL, J.; DA SILVA, P.; GARCÍA, R.; SEVILLA, M. T.; PROCOPIO, J. R. Study of metal fractionation in river sediments. A comparison between kinetic and sequential extraction procedures. **Environmental Pollution**, v. 127, n. 2, p. 175-182, 2004.

GOMES, M. V. T.; COSTA, A. S.; GARCIA, C. A. B.; PASSOS, E. D. A.; ALVES, J. D. P. H. Concentrações e associações geoquímicas de Pb e Zn em sedimentos do rio São Francisco impactados por rejeitos da produção industrial de zinco. **Química Nova**, v.33, n.10, p.2088-2092, 2010.

GONÇALVES, M. J. S. **AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DA REDUÇÃO DE VAZÃO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO: I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**, ABHH 1., 2016, Juazeiro da Bahia-Ba. 2016. 8 p. Disponível em: <<http://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2019/06/Avaliza%C3%A7%C3%A3o-do-impacto-ambiental-da-redu%C3%A7%C3%A3o-de-vaz%C3%A3o-na-foz-do-Rio-SF.pdf>>. Acesso em: 05 de outubro de 2019.

GUEDES, J. A.; LIMA, R. F. S.; SOUZA, L. C. Metais pesados em água do rio Jundiá - Macaíba/RN. **Revista de Geologia**, v. 18, n. 2, p. 131-142, 2005.

INMETRO. **Orientação sobre Validação de Métodos Analíticos**. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_05.pdf. Acesso em: 05 de outubro de 2019.

JAMALI, M. K.; KAZIA, T. G.; ARAINA, M. B.; AFRIDI, H. I.; JALBANI, N.; KANDHORO, A.Q.S.; BAIGA, J.A. Speciation of heavy metals in untreated sewage sludge by using microwave assisted sequential extraction procedure. **Journal of Hazardous Materials**, v.163, p.1157–1164, 2009.

JARVIE, H. P.; NEAL, C.; WITHERS, P. J. A. Sewage-effluent phosphorus: a greater risk to river eutrophication than agricultural phosphorus?. **Science of the Total Environment**, v. 360, p. 246-253, 2005.

LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. 3. ed. Campinas, SP: **Editora Átomo**, 2010. 494p.

LOVETT, G. M.; TEAR, T. H.; EVERS, D. C.; FINDLAY, S. E. G.; COSBY B. J.; DUNSCOMB, J. K.; DRISCOLL, C. T.; WEATHERS K. C. Effects of Air Pollution on Ecosystems and Biological Diversity in the Eastern United States. **The Year in Ecology and Conservation Biology**, 2009: Ann. N.Y. Acad. Sci. 1162: 99–135.

MARTINS, C. A.; NOGUEIRA, N. O.; RIBEIRO, P. H., R, M. M.; OLIVEIRA C. A dinâmica de metais-traço no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 3, p. 383-391, 2011.

MCBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford Press, 1994. 406p.

MEDEIROS, P. P. P.; SANTOS, M. M.; CAVALCANTE, G. H.; SOUZA, W. F. L.; SILVA, W. F. Características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE): efeitos de barragens no transporte de materiais na interface continente-oceano. **Geochimica Brasiliensis**, v. 28, n. 1, p. 65-78, 2014.

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JÚNIOR, G. C.; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E. S. Qualidade de água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do Rio São Domingos-RJ. **Revista Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v. 29, n. 4, p. 687-698, 2009.

OLLSON, C. J.; SMITH, E.; HERDE, P.; JUHASZ, A. L. Influence of co-contaminant exposure on the absorption of arsenic, cadmium and lead. **Chemosphere**, v. 168, p. 658-666, 2017.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Office of the High Commissioner for Human Rights. General comment no. 15: the right to water** (arts. 11 and 12 of the Covenant). Geneva: Office of the High Commissioner for Human Rights; 2010.

OLIVEIRA, G. A. A.; SILVA, I. S.; OLIVEIRA JUNIOR, J. A.; NASCIMENTO, C. C.; GOMES, M. V. T.; GARCIA, C. A. B.; COSTA, S. S. L. Aplicação De Ferramentas Analíticas Para Avaliação Da Influência De Cultivares De Camarão Na Região Do Baixo São Francisco. *Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade*, v.4, Editora Atena, 2019.

PAZAND, K.; HEZARKHANI, A. Investigation of hydrochemical characteristics of groundwater in the Bukan basin, Northwest of Iran. **Applied Water Science**, v. 2, n. 4, p. 309-315, 2012.

RIBEIRO, Elizêne Veloso et al. Metais pesados e qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora-MG: Índice de contaminação. **Revista Geonomos**, v. 20, n. 1, 2012.

ROCHA, D.; BOLFE, E. L.; SANTOS, E. J.; BATISTA, L. S.; D'AVILA, J. S.; ZÁCARO, C. B.; LIMA, R. G. O.; LIMA, J. C. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe**. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/06/06-012.pdf>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

SANTOS, R. A. D.; MARTINS, A. A., NEVES, J. P. D., & LEAL, R. A. **Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe**. 1998.

SENADO aprova contrato de US\$ 70 mi com Bird para revitalizar o rio Sergipe. Instituto Marcelo Déda, Sergipe, 2012. Disponível em: < <http://www.institutomarcelodeda.com.br/senado-aprova-contrato-de-us-70-mi-com-bird-para-revitalizar-o-rio-sergipe/>>. Acesso em: 06 de julho de 2019.

SERGIPE. Aracaju: SEMARH, 2015. 448 p. **Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe**. Relatório Final – Bacia Hidrográfica do rio Sergipe.

SOARES, W. A. A. **Estudo da distribuição de metais em água, sedimento e organismos aquáticos de rios e reservatórios pertencentes à rede de monitoramento da qualidade dos sedimentos do Estado de São Paulo, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012.

SOBRINHO, M. S.; COSTA FILHO, E. H.; SOUSA, G. S.; OLIVEIRA, A. C. M.; ARAGÃO, M. E. C. Panorama do licenciamento ambiental das indústrias de envase de água no Ceará e os impactos dessa atividade ao meio ambiente frente às mudanças climáticas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.2, n.2, p.850-856, 2019.

SOUZA, L. R.S.; RIBEIRO, L. C. S.; LOPES, T. H. C. R.. A DINÂMICA DA INDÚSTRIA NOS

MUNICÍPIOS DE SERGIPE NO PERÍODO 2000-2015. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 41, 2019.

SOUZA, M. O.; DA SILVA, F. L. F.; MATOS, W. O.; FERREIRA, R. Q. Otimização dos Parâmetros Operacionais do ICP OES para Determinação de Metais em Petróleo Pesado após Digestão por Micro-ondas. **Revista Virtual de Química**, v.9, n.4, p.1658-1671, 2017.

SOUZA, V. L.; LIMA, V. L.; HAZIN, C. A.; FONSECA, C. K.; SANTOS, S. O. Biodisponibilidade de metais-traço em sedimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v. 3, n. 1A, 2015.

SPERLING, V. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, 3 ed, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 452p, 2005.

SPOSITO, G. **Dhechemistry of soils**. 2ed. USA: Oxford University Press. 2008.

Yang, Y.; Ye, X.; He, B.; Liu, J. Cadmium potentiates toxicity of cypermethrin in zebrafish. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 35, n. 2, p. 435-445, 2016.

ZHANG, Yinan et al. A water quality management strategy for regionally protected water through health risk assessment and spatial distribution of heavy metal pollution in 3 marine reserves. **Science of the Total Environment**, v. 599, p. 721-731, 2017.

ZHONG, W. S.; Ren, T.; Zhao, L. J. Determination of Pb (Lead), Cd (Cadmium), Cr (Chromium), Cu (Copper), and Ni (Nickel) in Chinese tea with high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Journal of food and drug analysis**, v.24, n.1, p.46-55, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 25, 26, 31, 100, 103, 104, 108, 111, 112, 175, 177, 183, 196, 198, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 227, 230, 235, 276, 329

Anastrepha 196, 197, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 251, 257

Apicultura 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Arborização urbana 87, 96, 97, 98

Atributos de ecossistemas 74, 84

C

Cerâmica ativa 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23

Ceratitis 197, 203, 204, 207, 208, 209, 210, 211, 214, 217, 251

Conscientização 28, 33, 72, 102, 137, 142, 163, 166, 173, 334, 339

Conservação 28, 31, 38, 42, 47, 62, 65, 73, 75, 85, 86, 88, 89, 97, 99, 113, 123, 142, 164, 165, 172, 173, 174, 176, 185, 232, 233, 278

Controle de poluição do ar 14

Criatividade 33, 166

Currículo pós-crítico 121

D

Degradação de bacias hidrográficas 2

Discurso 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

E

Ecologia da restauração 69, 73, 74, 75, 86

Ecologia urbana 87

Edifícios sustentáveis 14

Educação ambiental 47, 111, 134, 138, 140, 145, 146, 147, 148, 164, 165, 166, 167, 171, 172, 173, 174, 329, 330, 341

Educação de solos 163

Educação do campo 149, 161, 162

Espaços verdes 87, 88, 91, 92

F

Filtros ambientais 74, 81, 82

Fotocatálise 14, 15, 16, 20, 22

Fruto hospedeiro 207, 251

G

Geotecnologias 87

Gestão ambiental 38, 40, 41, 46, 148, 330, 339, 342

I

Impactos ambientais 38, 46, 135, 165, 237, 292, 316, 326, 332, 336

Indicadores ecológicos 62, 71

Infestação 196, 198, 199, 206, 207, 210, 211, 214, 217

M

Manejo do solo 185, 186

Matéria orgânica 68, 70, 81, 82, 168, 171, 177, 184, 185, 186, 189, 190, 193, 195, 233, 260, 262, 265, 267, 268, 306, 309

Monitoramento 55, 62, 63, 64, 71, 72, 83, 144, 204, 215, 301, 310, 313, 317, 318

Mosca-da-carambola 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 213, 215, 257

P

Paricá 175, 176, 177, 179, 182, 183

Planejamento da restauração 62

Preservação ambiental 100, 163, 176, 177, 182

Pronera 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162

Protótipo 33, 34, 35, 244

Psidium guajava 196, 197, 202, 210, 211, 212, 216, 217

R

Recarga artificial de água subterrânea 1, 2, 7, 11

Reflorestamento 1, 8, 9, 11, 12, 30, 32, 75, 100, 176, 177

Rizobactérias 175, 176, 177, 179, 180, 182, 227, 232, 233, 234

S

Sucessão ecológica 67, 74, 75, 76, 79

Sustentabilidade ambiental 1, 2, 3, 9

T

Trote ecológico 103

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-755-0



9 788572 477550