

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE

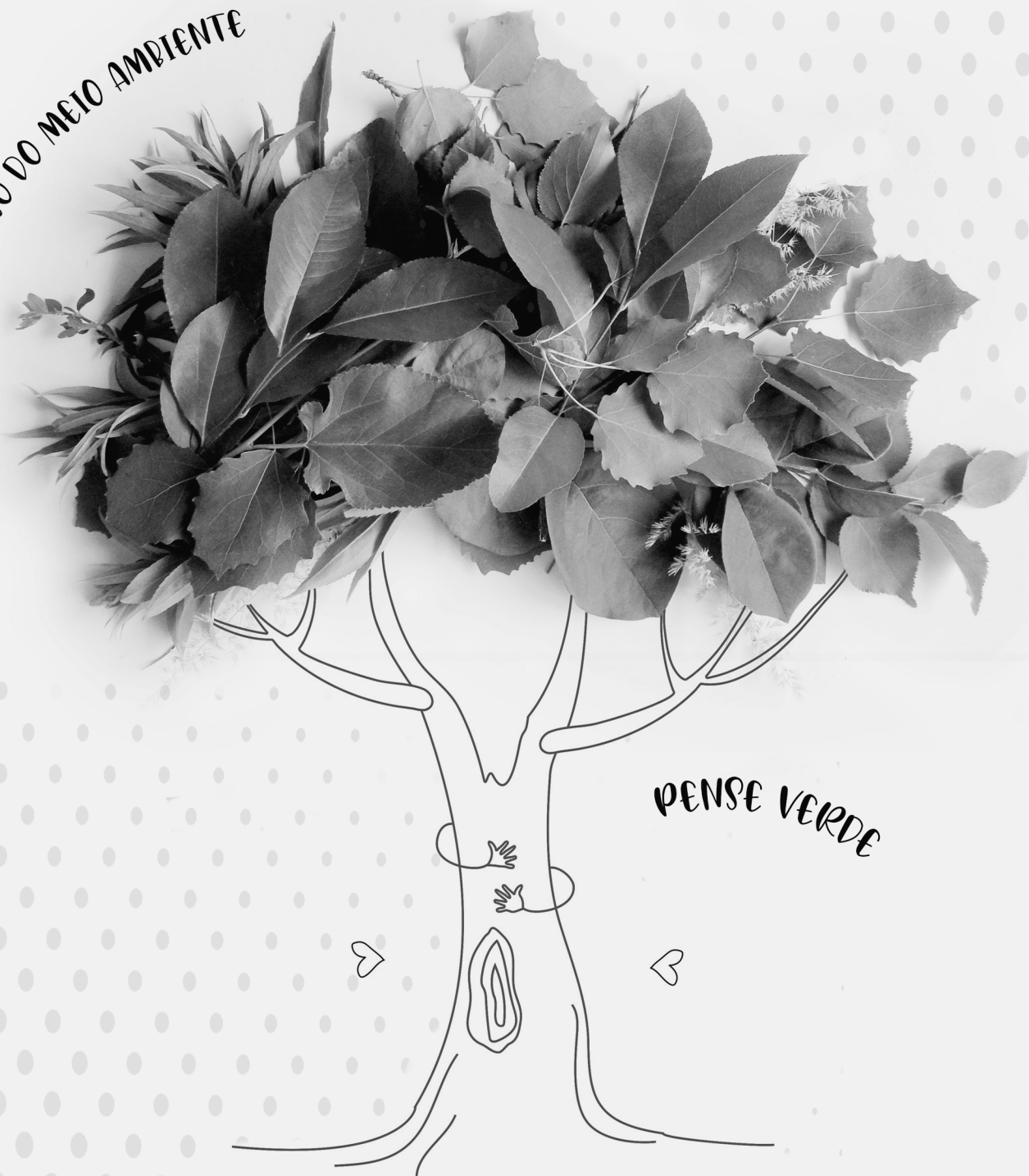


PENSE VERDE

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)

Atena
Editora
Ano 2020

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

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

Data de aceite: 17/06/2020

Daniely Neckel Rosini

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC

Valter Antonio Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC

Alexandre Tadeu Paulino

Universidade do Estado de Santa Catarina
Chapécó – SC

Vitor Rodolfo Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC

Jordana dos Anjos Xavier

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC

Débora Cristina Correia Cardoso

Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC

RESUMO: O município de Bom Retiro-SC possui intensa atividade agropecuária, que pode causar diversos impactos ao meio ambiente. O presente estudo teve como objetivo analisar o uso e a qualidade ambiental dos solos na área rural em locais representativos das referidas atividades que

utilizam agrotóxicos e fertilizantes químicos. Amostras de solo foram coletadas em 35 pontos e analisadas para os metais Cu, Fe e Zn. As concentrações dos metais foram determinadas por Espectrometria de Absorção Atômica de Alta Resolução com Fonte Contínua (ARFC EAA), de acordo com a metodologia estabelecida pela USEPA. Coletou-se amostras de solos testemunhas em cinco pontos representativos da área da pesquisa. Analisou-se granulometria, matéria orgânica, pH, P, K, Al, Ca, Mg e CTC. Para efeitos comparativos, utilizou-se a Resolução CONAMA nº 420/2009. Em nenhum ponto de coleta as concentrações de metais estavam acima dos limites máximos estabelecidos pela legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade dos solos. Metais pesados. Áreas rurais. Produção agrícola.

ABSTRACT: The municipality of Bom Retiro-SC has intense agricultural activity, which may cause various impacts on the environment. The present study aimed to analyze soil use and environmental quality in the rural area, in representative places of the referred activities that utilize pesticides and chemical fertilizers. Soil samples were collected in 35 points and analyzed for metals Cu, Fe and Zn. The concentrations

of the metals were determined by High-resolution continuous source atomic absorption spectrometry (HR-CS AAS), according to the methodology established by the USEPA. Witness soil samples were collected in five representative points of the area of research. Were analyzed: granulometry, organic matter, pH, P, K, Al, Ca, Mg and CEC. For comparative effects, the CONAMA Resolution n. 420/2009 was utilized. At no point of collection was the use of metals detected above the maximum limits determined by legislation.

KEYWORDS: Soil quality. Heavy metals. Rural areas. Agricultural production.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades antrópicas causa diversos impactos ao meio, dentre esses impactos está a contaminação por metais (ALLOWAY e AYRES, 1997). Os metais estão presentes naturalmente no solo devido ao intemperismo, processos pedogênicos em rochas e no material de origem do solo, ou podem ser dispostos no ambiente por meio de atividades humanas potencialmente poluidoras (ALLOWAY, 2010; ALEXANDRE et al., 2012; MAHAR et al., 2016). Os metais são também conhecidos como elementos-traço, pois normalmente são encontrados em baixas concentrações (<0,1%) nos solos e nos organismos vivos (LAKHERWAL, 2014).

Alguns metais são essenciais para o desenvolvimento dos seres vivos, outros precisam estar presentes em quantidades corretas e alguns são extremamente tóxicos (ALI, KHAN e SAJAD, 2013; ALVARENGA, 2013). Os metais não são degradados naturalmente pelos seres vivos, o que se torna um acentuado problema de poluição ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2010). Quando se tornam tóxicos, os metais podem comprometer o futuro das pessoas contaminadas (ROCHA, 2009).

Devido ao crescimento populacional, existe uma necessidade de se ampliar a produção mundial de alimentos em 70% até 2050 (FAO, 2009). É um grande desafio aumentar a produção em áreas já cultivadas. Muitos produtos foram desenvolvidos com foco em problemas instantâneos e não em crises planetárias e os países em desenvolvimento, como o Brasil, acabam utilizando os agroquímicos de forma descontrolada, causando diversos impactos ambientais. A acumulação de metais pesados em solos agrícolas é uma questão mundial muito importante (BIGALKE et al., 2017). Muitos problemas de saúde e ambientais são encontrados em diversos lugares devido ao uso inadequado de alguns produtos agrícolas (GARVEY, TYFIELD e MELLO, 2017).

A preocupação sobre o uso e conservação do solo tem aumentado nos últimos anos, pois o solo serve como meio básico para a vida, mantém o ciclo da água e dos nutrientes, serve para a produção de alimentos, age como filtro natural, tampão e meio de adsorção de substâncias químicas e organismos, protege as águas, é fonte de informação, de recursos minerais e de ocupação territorial (BRASIL, 2009). Contaminação é a presença de concentração elevada de substâncias agressoras ao meio e aos seres vivos. O solo possui capacidade de autodepuração, pois é capaz de atenuar os efeitos negativos oriundos da contaminação. Isso acontece por meio da adsorção, efeito tampão e intensa atividade

biológica. Quando há acúmulo excessivo de contaminantes, o ambiente não consegue mais estabelecer o controle e acontece a poluição (RIBEIRO, 2013).

A contaminação do solo pode ocorrer por diferentes metais ao mesmo tempo e uma competição de adsorção pode ocorrer (ZHANG e ZHENG, 2007). Os solos com metais pesados podem exportar biomassa, pode ocorrer a lixiviação e o escoamento para águas superficiais (SALMAN et al., 2017). Altas concentrações de metais pesados podem afetar os ecossistemas associados com a transferência de metais do solo para os demais ambientes (JIANG et al., 2013). Segundo Barros et al., (2008) metais procedentes de ações antrópicas acabam sendo mais fotodisponíveis e mais móveis que aqueles presentes naturalmente no solo. Solos com baixa drenagem possuem capacidade de reter maiores concentrações de metais pesados (FAQUIN, 2005). Com base nisso, o objetivo deste estudo foi caracterizar os solos das áreas agropecuárias no município de Bom Retiro-SC, analisando os parâmetros físico-químicos dos solos testemunhas, a concentração dos metais (Cu, Fe e Zn) presentes no solo e comparando-os com a legislação (BRASIL, 2009).

2 | ÁREA DE ESTUDO

Bom Retiro é uma município da microrregião serrana de Santa Catarina, com 8.942 habitantes, 7.106 eleitores e 2.727 domicílios, com uma área de 1.056 km², localiza-se a uma latitude 27°47'50" sul e a uma longitude 49°29'21" oeste e altitude média de 890 metros (IBGE, 2010). O município ocupava a posição 1934º no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010, com 0,699, sendo 0,704 para IDHM renda, 0,869 IDHM longevidade e 0,559 IDHM educação (FAO, 2010). Os municípios limítrofes são Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Urubici, Anitápolis, Chapadão do Lageado, Otacílio Costa e Petrolândia (IBGE, 2010).

O município está inserido no bioma Mata Atlântica e Floresta Ombrófila Mista e de Savana (ROCHA et al., 2014). Bom Retiro é um dos pequenos municípios brasileiros que possuem muitas famílias que sobrevivem da agricultura, sendo que cerca de 30% da população residia em área rural conforme dados do IBGE (2010).

A economia do município concentra-se, principalmente, nas atividades agrícolas e pecuárias, entre elas destaca-se as culturas de maçã (40.968 t/ano), milho (15.360 t/ano), cebola (15.200 t/ano) e tomate (4.800 t/ano) (IBGE, 2010). Tais espécies necessitam do uso de agrotóxicos e fertilizantes, que por vezes, são utilizados de maneira indiscriminada, ocasionando a contaminação ambiental na região e conseqüentemente, gerando muitos impactos para a vida das pessoas. Diante da crise que se vivencia no planeta, é preciso estar alerta sobre a situação dos recursos ambientais.

O município de Bom Retiro está inserido na sequência estratigráfica gonduânica da Bacia Sedimentar do Paraná. Esta bacia é formada por rochas sedimentares e vulcânicas originadas entre o Siluriano e o Cretáceo. A espessura máxima das rochas está em torno de 5.000 m (BORTULOZZI, AWDZIEJ e ZARDO, 1987). O substrato geológico de Bom Retiro é composto por rochas sedimentares paleozoicas e mesozoicas e rochas vulcânicas

mesozoicas. As unidades litoestratigráficas presentes no município são: Formações Rio do Sul, Rio Bonito, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rastro e Serra Geral (Figura 1) (ROCHA e MARIMON, 2014).

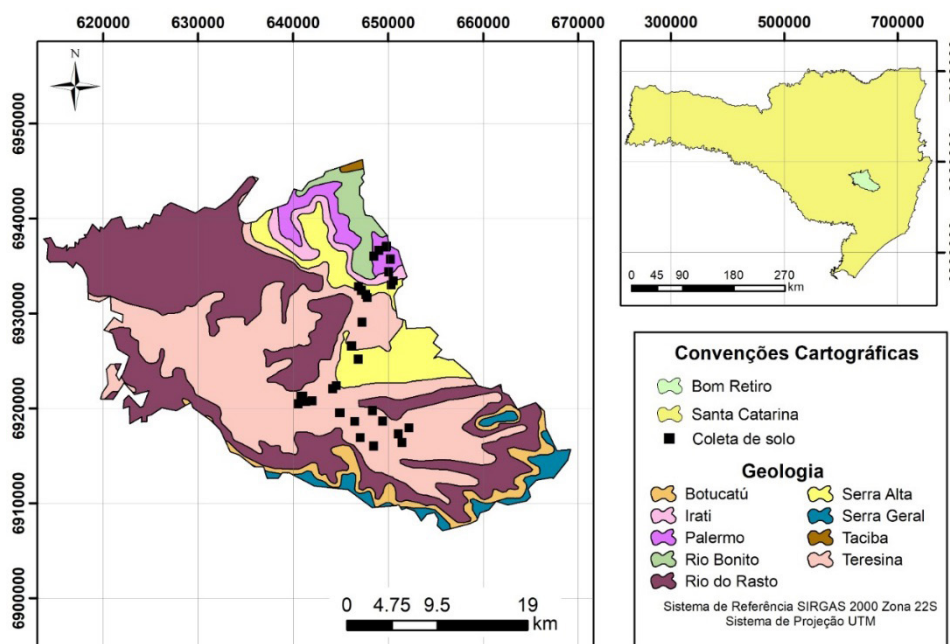


Figura 1 - Geologia do município de Bom Retiro - SC

A maior parte do município de Bom Retiro está localizado na bacia do rio Canoas, vertente do interior e uma menor parte pertence à bacia do Rio Itajaí do Sul, vertente atlântica. As ações pluviais e fluviais são as principais fontes erosivas que definem os divisores de água (ROCHA e MARIMON, 2014).

O município é heterogêneo em termos de solos que está associado ao relevo e à cobertura vegetal. As principais classificações são: Cambissolos háplicos e húmicos, Argissolos vermelho-amarelo e Neossolos litólicos (Figuras 2 e 3).

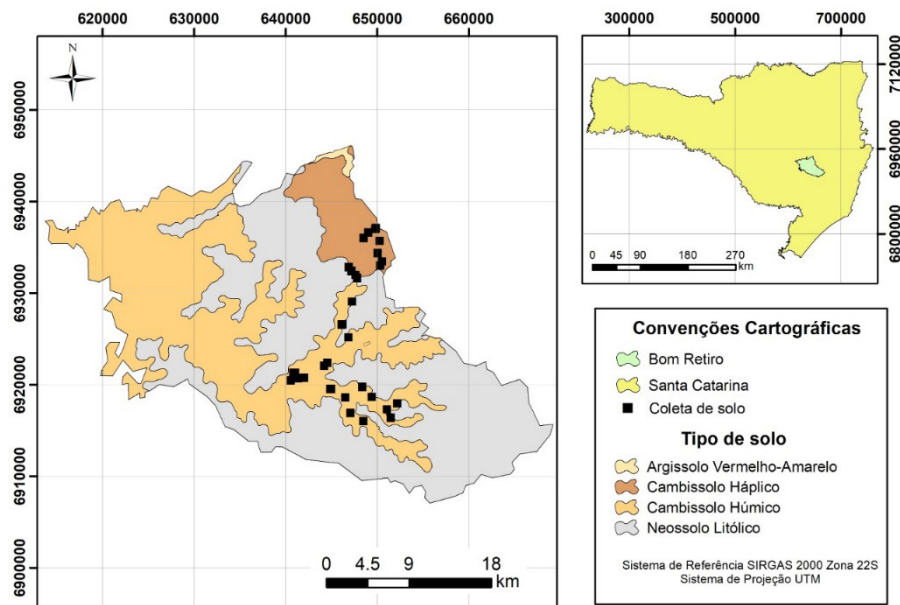


Figura 2 - Tipos de solo da área de estudo

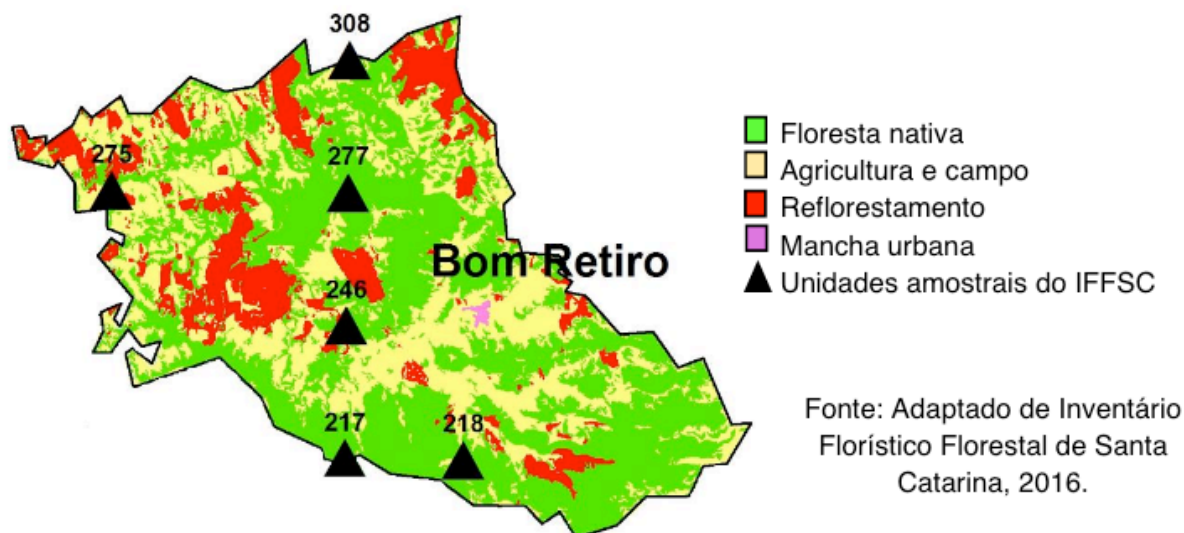


Figura 3- Uso e ocupação do solo do município de Bom Retiro, SC

Fonte: Adaptado de Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, 2016.

O relevo é constituído de superfícies onduladas e montanhosas e serra geral (ROCHA e MARIMON, 2014).

As massas de ar que atuam no estado de Santa Catarina são a tropical atlântica, polar atlântica, tropical continental e equatorial continental (OMETTO, 1981). O município inserido em área de interferência do clima mesotérmico úmido, com verão fresco, sem estação seca, com amplitude térmica entre inverno e verão.

Bom Retiro não possui uma estação menos chuvosa definida, as chuvas acontecem durante o ano todo. As estações são bem definidas, sendo que nos meses de junho e julho são registradas as menores temperaturas e em dezembro e janeiro as maiores. Em 2018, a mínima foi de -2°C e a máxima 34°C .

3 | METODOLOGIA

A área de estudo foi escolhida devido à localização das regiões produtoras de alimentos. As regiões da Santa Clara, Paraíso da Serra e Campo Novo (ST1, ST2, ST3 e S6 a S21) apresentam intenso plantio de milho para sustentar o gado leiteiro ou de corte, além disso, apresentam também cultivo de tomate e repolho. As regiões do Matador, Costão do Frade, Laranjeiras e Barbaquá (ST4, ST5, S22 a S35) se caracterizam pelo cultivo de cebola e milho, em diferentes épocas do ano.

Foi realizada coleta de solo em novembro de 2018. As cinco amostras de solos testemunhas, foram escolhidas em pontos estratégicos com o objetivo de caracterizar os variados tipos de solos de toda a área de estudo, dentro de regiões preservadas com pelo menos 10 metros de vegetação. Foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos: argila, silte, areia, matéria orgânica, pH, fósforo, potássio, alumínio, cálcio e magnésio, cuja metodologia está descrita em TEDESCO et al. (1995) e Klein (2008).

Coletou-se 35 amostras de solos há uma profundidade de 20 cm (ABNT, 2007). De todas as amostras, foi avaliado o potencial hidrogeniônico por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão do solo com água, 1:2,5 (DONAGEMA, 2011). Foram realizadas a digestão das amostras para a determinação da concentração dos metais Cu (cobre), Fe (ferro) e Zn (zinco), seguindo o método 3550 B, conforme orientação da United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2012), com ácido nítrico (HNO_3), ácido clorídrico (HCl) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) da marca Merck. As determinações dos metais no solo foram feitas em triplicata e uma amostra em branco para o controle de qualidade.

As amostras permaneceram resfriadas até a determinação dos metais, que foi realizada pelo método da chama direta de ar/acetileno, por Espectrofotômetro de Absorção Atômica de Fonte Contínua de Alta Resolução (ARFC EAA), marca Analytik Jena AG, modelo contrAA 700. Soluções padrões dos metais de interesse foram preparadas com curvas de calibração apropriadas, a partir de soluções estoque de referência.

Os resultados foram comparados com a Resolução CONAMA nº 420 (BRASIL, 2009), que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas com base em valores orientadores de referência de qualidade (VRP), de prevenção (VP) e investigação (VI), dividindo-os em quatro classes.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise granulométrica (Tabela 1), os solos testemunha ST1, ST2, ST3 e ST4, foram classificados como tipo 2, pois são solos de textura média, com 34,3, 16,3, 32,3 e 34,3% de argila, respectivamente. O ponto ST5 apresentou 14,3% de argila, portanto, pode-se observar que o solo é do tipo 1 com textura arenosa.

	Textura (%)		
	Argila	Areia	Silte
ST1	34,30	13,20	52,50
ST2	16,30	55,50	28,20
ST3	32,30	19,60	48,10
ST4	34,30	5,10	60,60
ST5	14,30	16,70	69,00

Tabela 1 - Granulometria dos solos testemunhas.

O pH dos solos apresenta valores ácidos entre 4,6 a 4,9. Em ambientes ácidos, os íons metálicos catiônicos se tornam mais móveis. A disponibilidade e mobilidade dos metais são controladas por processos químicos e bioquímicos como precipitação-dissolução, adsorção-dessorção, complexação-dissociação e oxidação-redução. Mas são também influenciadas pelo pH, processos biológicos e toxicidade do elemento e do ambiente (OLIVEIRA, 2014).

Como a área de estudo é caracterizada por índices pluviométricos representativos, os elementos alcalinos como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} , são lixiviados pelas águas com CO_2 e são substituídos pelos íons H^+ , o que faz com que os solos desta região sejam ácidos (Figura 4).

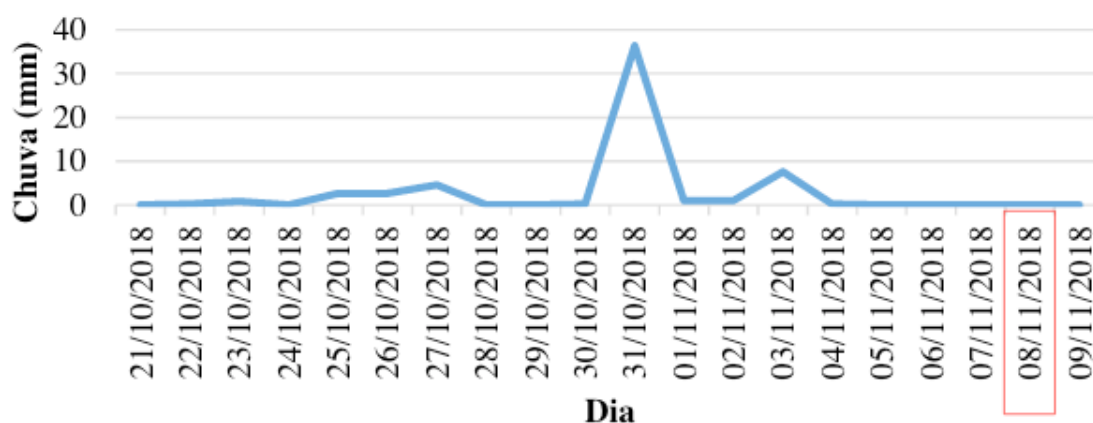


Figura 4 - Quantidade de chuva nos dias próximos à coleta

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados fornecidos pela EPAGRI no ano de 2019.

A acidez representa a concentração de íons de hidrogênio no solo e a acidez potencial demonstra os íons H^+ adsorvidos em substâncias de trocas (RONQUIM, 2010). Os elementos N, P, K, Ca, Mg e S são macronutrientes, pois são absorvidos em maior quantidade pelas plantas do que os micronutrientes B, Zn, Cu, Fe, Mo, Cl e Mn (BARROS et al., 2008).

	pH	% M. O. (m/v %)	CTC _{pH 7} (cmol _c /dm ³)	Saturação de bases CTC _{pH 7} (%)
Solo T01	4,90	4,40	14,74	44,33
Solo T02	4,90	3,30	11,36	53,31
Solo T03	4,80	4,00	13,94	21,63
Solo T04	4,70	3,60	11,16	23,94
Solo T05	4,60	3,10	18,10	6,64

Tabela 2 - Análises físico-químicas dos solos testemunhas

As reações do solo são influenciadas pelo pH e interferem na estrutura, atividades de microrganismos, disponibilidade de nutrientes e solubilidade de minerais. O pH indica a quantidade de íons de hidrogênio presentes no solo. Solos com pH baixos possui muitos íons de H⁺ e poucos com Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ adsorvidos nos coloides de troca. A quantidade de Al³⁺ e manganês é maior em solos ácidos. Faltando alguns micronutrientes e o pH baixo, deixa o alumínio muito disponível. O alumínio é parte predominante da argila caolinítica, que quando se decompõe libera Al³⁺, que pode ficar na forma trocável ou passar para a solução do solo. O processo de intemperismo libera íons Al³⁺ (Tabela 3) (OSAKI, 1991; RONQUIM, 2010).

	(m%)	Concentração das amostras
Muito baixo (não prejudicial)	<5	
Baixo (pouco prejudicial)	5-10	
Médio (medianamente prejudicial)	10,1-20	ST1 (13,8%) e ST2 (17,7%)
Alto (prejudicial)	20,1-45	
Muito alto (altamente prejudicial)	45	ST3 (47,2%), ST4 (60,2%) e ST5 (81,2%)

Tabela 3 - Classificação dos solos de acordo com a concentração de Alumínio

Fonte: Adaptado de OSAKI, 1991.

Os solos das amostras ST2 e ST5 possuem uma maior pré-disposição para lixiviação de íons catiônicos e de possíveis contaminantes, face apresentarem menores concentrações de argila, destacando-se a ST2 com mais de 50% de areia. A capacidade de troca catiônica (CTC) depende do tipo e quantidade de argila e da matéria orgânica presente, normalmente os solos menos intemperizados apresentam maiores valores de CTC. Solos mais ricos em matéria orgânica e CTC apresentam maior poder de tampão. Alguns solos tropicais tem um poder tampão reduzido, ou seja, uma menor capacidade de resistência a mudanças de pH (BARROS, 2008). As argilas coloidais, substâncias húmicas e os sesquióxidos de ferro e alumínio apresentam a superfície eletricamente carregadas e são os principais coloides responsáveis pela CTC dos solos tropicais. A adsorção é principalmente de cátions, por causa do maior número de cargas negativas dos coloides. Porém, alguns sítios com cargas positivas podem atrair ânions, principalmente nos óxidos de ferro e alumínio (RONQUIM,

2010; SILVA, 2018).

A CTC total de um solo é a quantidade de cátions retidos na superfície desses materiais em condição permutável (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , H^+ , Al^{3+}). É visto que, se a maior parte da CTC está preenchida por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , pode-se considerar um solo bom para a nutrição das plantas. Ao contrário de um solo com CTC ocupada por cátions de H^+ e Al^{3+} , onde os nutrientes essenciais podem ser lixiviados mesmo se inseridos por meio da adubação (RONQUIM, 2010; SBCS, 2016; SILVA, 2018).

O H^+ só é liberado da superfície de adsorção quando reage com hidroxilas, originando a água. A CTC efetiva desconsidera esse íon. Solos com CTC mais baixos indicam que possuem uma menor capacidade de retenção de cátions, por isso há uma maior perda por lixiviação (RONQUIM, 2010). Solos argilosos têm CTC superior aos solos arenosos. Uma menor retenção de água e maior lixiviação de cátions acontece em solos com altos teores de areia (BECEGATO, 2005). Os solos T01, T02, T03 e T04 são classificados como CTC_{pH 7,0} média (7,6 – 15,0). Já o solo T05, apresenta CTC_{pH 7,0} alta (15,1 – 30,0) (SBCS, 2016). Observa-se que o solo com menor quantidade de argila (ST5) apresenta a maior capacidade de troca catiônica em pH 7, isso pode ser justificado pelo fato deste solo possuir a maior concentração de alumínio das cinco amostras (5,2 cmolc/dm³), portanto o Al^{3+} está adsorvido por cargas negativas, ocupando a CTC (ZAMBROSI et al., 2007). Por isso, o solo 05 apresenta valores muito baixos de pH, K^+ e P e baixos de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Isto está relacionado com a presença de alumínio na CTC, pois as cargas negativas dos coloides são neutralizadas pelo Al^{3+} e H^+ (RONQUIM, 2010; SBCS, 2016).

A soma de bases de um solo é a soma dos cátions permutáveis. A saturação por bases é a soma das bases trocáveis em porcentagem de CTC. Apenas o solo 2 pode ser considerado eutrófico, ou seja, fértil, pois possui uma saturação de mais de 50%. Os solos 1 e 3 são classificados como distróficos. Já os solos 04 e 05 apresentam a saturação em alumínio maior que 50%, por isso são classificados como solos álicos (SBCS, 2016).

Em solos agrícolas, diferente do que acontece nas matas, as bactérias aeróbias prevalecem e a acumulação de húmus é difícil. A matéria orgânica tem extrema importância para o CTC, podendo representar mais de 80% do valor total. Um solo rico em matéria orgânica apresenta altos valores de CTC total, mas sendo ácido, pode apresentar baixos valores de CTC efetiva. Se o solo perde MO, a CTC diminui (NUNES e REZENDE, 2015).

As amostras de solos apresentaram um teor médio 3,7% de matéria orgânica, sendo o solo 01 com 4,4% e o 05 com 3,1%. A matéria orgânica se decompõe mais rapidamente onde as temperaturas são elevadas. Segundo o Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, solos com uma concentração de matéria orgânica abaixo de 2,5% são considerados com baixa concentração, 2,6 a 5% com média concentração e maior que 5% alta concentração (SBSC, 2016).

Apesar de algumas amostras apresentarem concentrações de metais, nenhuma delas está acima do permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2009). A Tabela 4 apresenta a quantidade máxima permitida pela legislação.

Metais	Solo (mg/kg)	
	VR Prevenção	VR Investigação Agrícola
Cobre	60	200
Ferro(*)	-	-
Zinco	300	450

(*) Não possui valores máximos definidos na legislação.

Tabela 4 – Valores orientadores de metais para solos de acordo com a resolução CONAMA nº 420 de 2009

O ferro é um micronutriente essencial para as plantas, pois está envolvido em diversos processos essenciais como fotossíntese, respiração, fixação de nitrogênio, síntese de DNA e de hormônios (SAHRAWAT, 2004). Plantas com excesso de ferro, acumulam esse metal e apresentam amarelamento das folhas e escurecimento das raízes. Além disso, o ferro pode atrapalhar na absorção de outros nutrientes como Ca, K, Mg, P e Zn (SIQUEIRA-SILVA et al., 2012). O ferro é considerado um elemento secundário que constitui 0,005% do corpo humano, auxilia nas funções enzimáticas e faz parte da hemoglobina. Os níveis de ferro devem ser rigidamente regulados, pois embora haja muitas doenças, como a anemia, vinculadas à deficiência de ferro, o excesso também é muito tóxico ao corpo (TORTORA e DERRICKSON, 2016; SARKAR et al., 2018).

O intemperismo ocasiona a decomposição das rochas e pode ser físico, químico ou biológico. O intemperismo químico é influenciado principalmente pela ação da água. As reações químicas vão ocasionando transformações que desmancham o arranjo dos minerais. Um exemplo é o processo de oxidação que ocorre quando o ferro ferroso (Fe^{2+}) se combina com o oxigênio dissolvido na água para formar o ferro férrico (Fe^{3+}) dos óxidos e hidróxidos de ferro. A oxidação forma os óxidos de ferro, responsáveis pelas cores amareladas ou avermelhadas do solo. Outro exemplo, é o processo de redução, que é o inverso da oxidação (LEPSCH, 2016). No solo, a disponibilidade de ferro é influenciada por fatores como pH, matéria orgânica, equilíbrio nutricional, umidade e temperatura. O ferro se encontra mais disponível no solo quando o pH está entre 6 e 7 e quanto mais rico o solo é em matéria orgânica, provavelmente mais pobre é em ferro (ALEXANDRE et al., 2012).

EMBRAPA (2019) define que os solos tropicais podem ser classificados de quatro formas: hipoférricos (baixo teor de óxidos de ferro, menor do que 80g/kg), mesoférricos (80 a 180g/kg de solo), férricos (alto teor de óxidos de ferro, entre 180g/kg a 360g/kg), e os perférricos (muito alto, maior que 360g/kg). Como pode-se observar, a maioria dos solos coletados são classificados como férricos, apenas as amostras S13, S16 e S35 são classificadas como perférricos (Figura 5). Isso se deve ao fato de que o Brasil possui solos com altos teores de óxidos de ferro, os mais comuns são a hematita (cor vermelha dos solos) e a goethita (cor amarela). Os óxidos de ferro afetam a capacidade de troca catiônica

dos solos, pois atuam como agentes cimentantes. Além disso, os óxidos de ferro adsorvem metais pesados e fixam o fósforo no solo, deixando-o pouco disponível para as plantas. A legislação brasileira não estabelece limites de ferro no solo (BRASIL, 2009).

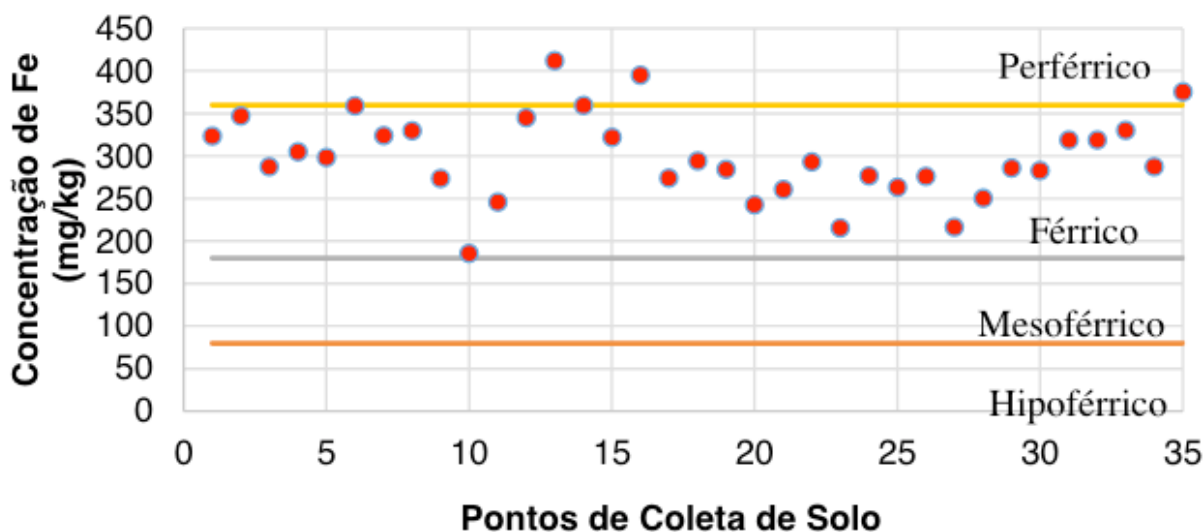


Figura 5—Concentração de ferro nas amostras de solo analisadas.

Pontos de Coleta de Solo

Desde a revolução verde, na década de 1960, o rendimento das culturas de grãos aumentou (GRASSINI, ESKRIDGE e CASSMAN, 2013). Porém, esse aumento na produção contribuiu para a diminuição da concentração de elementos essenciais como o zinco, por causa do efeito de diluição (SHEWRY, PELLNY e LOVEGROVE, 2016). Os solos arenosos, calcários, tropicais intemperizados, salinos, encharcados e argilosos pesados são os principais tipos de solos frequentemente associados à deficiência de zinco (ALLOWAY, GRAHAM e STACEY, 2008). A umidade do solo e o teor de matéria orgânica limitam a quantidade de Zn disponível ao sistema radicular das plantas (MARSCHNER, 2012; RENGEL, 2015).

O zinco tem diversas funções biológicas e fisiológicas no corpo humano. Está presente em cerca de 10% das proteínas do corpo, interage com enzimas, auxilia na formação do tubo neural, desempenha funções reguladoras, funcionais e estruturais (KREZEL e MARET, 2016). Quando ocorre a deficiência de zinco no corpo, vários problemas podem ser ocasionados, como retardo do crescimento, comprometimento do funcionamento cerebral, aumento da possibilidade de contrair doenças infecciosas, redução do desempenho físico e até problemas no parto (TERRIN et al., 2015). Estima-se que cerca de um terço da população mundial esteja com deficiência de zinco. Este número é mais elevado em crianças, que necessitam de muito zinco para o seu crescimento e desenvolvimento (WESSELLS e BOWN, 2012).

O zinco no solo está presente como cátion divalente Zn^{2+} . A disponibilidade de zinco no solo aumenta com a diminuição do pH, pois óxidos de alumínio e de ferro e carbonatos de cálcio são mais adsorvidos por minerais de argila em um pH maior. Porém, pH baixo em solos arenosos e intemperizados também podem ter a disponibilidade de zinco diminuída. A concentração de zinco diminui em 30 vezes para cada unidade de aumento do pH do solo

entre 5 e 7 (MARSCHNER, 2012; RENGEL, 2015).

A concentração de Zn em solos tropicais é, em média, 90 ppm, podendo variar de 10 a 300 ppm dependendo da composição geoquímica e do intemperismo (SBSC, 2016). Para que possa ser absorvido, o Zn deve estar na solução do solo como cátion divalente Zn^{2+} , onde as quantidades são muito baixas (0,002 a 0,7 mg/kg). A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016) indica que solos com teores de zinco maiores que 60 mg/kg tendem a ser tóxicos para as plantas rasteiras e videiras.

Em todas as amostras de solo, foram encontradas baixas concentrações de Zn, e observa-se que as maiores foram detectadas nos pontos S32, S33, S34 e S35, onde são áreas associadas ao cultivo de cebola (Figura 6). Dois agrotóxicos amplamente utilizados na região de Bom Retiro possuem zinco na sua constituição. O Mancozebe ($C_4H_6N_2S_4Mn)_x (Zn)_y$ é um fungicida, sendo o segundo ingrediente ativo mais utilizado, com mais de seis mil quilos comercializados no município no ano de 2017, usado nas plantações de cebola, feijão, fumo, maçã, tomate e uva. Já o Propinebe é o quinto mais utilizado, com mais de quatro mil quilos comercializados em 2017, cuja fórmula molecular é $(C_5H_8N_2S_4Zn)_x$. Esse fungicida é utilizado principalmente nas culturas de cebola, maçã, tomate e uva, que são plantas características da região (ANVISA, 2018).

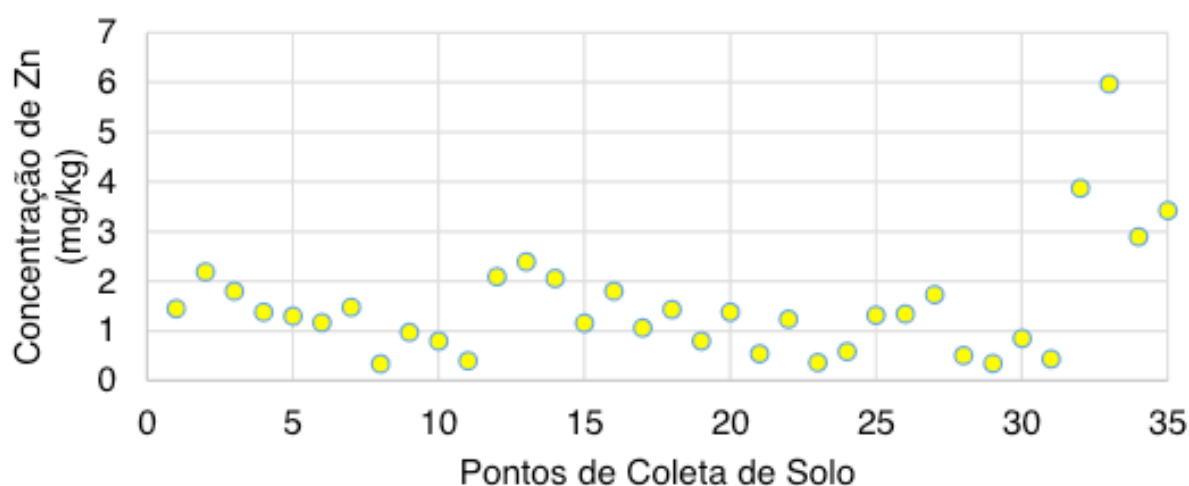


Figura 6—Concentração de zinco nas amostras de solo analisadas.

Muitos produtos que contém zinco são usados na agricultura com diferentes propósitos. Alguns metais como zinco e cobre são adicionados à ração animal com o propósito de desenvolvimento e crescimento e são necessários para a função hormonal, reprodução, síntese de vitaminas, trabalho enzimático e desenvolvimento do sistema imunológico (YU et al., 2017). Porém, muitas vezes a suplementação alimentar extrapola a quantidade de minerais realmente necessária para a nutrição animal (AO e PIERCE, 2013). Com isso, muitos metais não são absorvidos pelo metabolismo e são excretados pelos animais (YU et al., 2017). Além disso, a alimentação dos animais pode conter outros metais tóxicos, como chumbo, arsênio, cádmio e mercúrio, que estão presentes naturalmente no ambiente ou são

liberados pela ação antrópica (BAMPIDIS, NISTOR e NITAS, 2013).

O cobre é um metal de transição com boa condução de eletricidade. No corpo humano, o cobre é essencial, auxiliando na fixação do ferro na hemoglobina do sangue e grandes quantidades são encontradas no fígado e no cérebro (KRAVCHENKO-DOVGA et al., 2018). Porém, o excesso de cobre pode provocar hepatite e distúrbios neurológicos e psiquiátricos (VASCONCELOS, 2012). A deficiência de cobre está associada com retardo de crescimento intrauterino e após o nascimento, o bebê pode apresentar defesa antioxidante, formação do tecido conjuntivo e produção energética (VUKELIC et al., 2012).

O cobre reage lentamente com o oxigênio atmosférico e não reage com a água (IUPAC, 2018). Na agricultura são utilizados muitos produtos que contêm cobre com diversos propósitos. O míldio da videira é controlado por meio da aplicação do fungicida Bordeaux, composta por CuSO_4 e $\text{Ca}(\text{OH})_2$, este composto é aplicado também em outras plantas como nas batatas (GISI et al., 2009). O CuSO_4 é também usado em pedilúvios para prevenir e curar a dermatite digital em ovelhas, prática proibida na União Europeia (THOMSEN et al., 2008). Tintas à base de cobre são utilizadas para prevenir o crescimento de microrganismos marinhos em redes na aquicultura (BURRIDGE et al., 2010).

Em solos com cultivo de frutíferas, principalmente a videira, após o uso de fungicida com Cu e Zn os metais se acumulam na camada superficial do solo. O zinco se acumula na fração mineral ou residual, de baixa mobilidade geoquímica e o cobre se acumula principalmente na fração orgânica (BRUNETTO et al., 2014; COUTO et al., 2014). Na solução do solo e na fração trocável também ocorre o acúmulo de Zn e Cu. Estas áreas possuem maior mobilidade, o que contribui para a poluição de águas superficiais, principalmente em solos arenosos e com pouca matéria orgânica (SBCS, 2016).

Nas amostras referentes aos pontos S02, S06, S12, S13, S14, S15 e S35 foram encontradas concentrações de Cu (Figura 7), cujos mesmos estão localizados em pontos inferiores de declividade. O solo S02 apresenta a menor concentração de cobre e está localizado em uma área com vegetação nativa, de mata ciliar. Os solos S06, S12, S13, S14 e S15 estão localizados próximos à mata ciliar, mas com cobertura de gramíneas. E o solo S35 também tem cobertura de grama e está localizado embaixo de uma plantação de cebola.

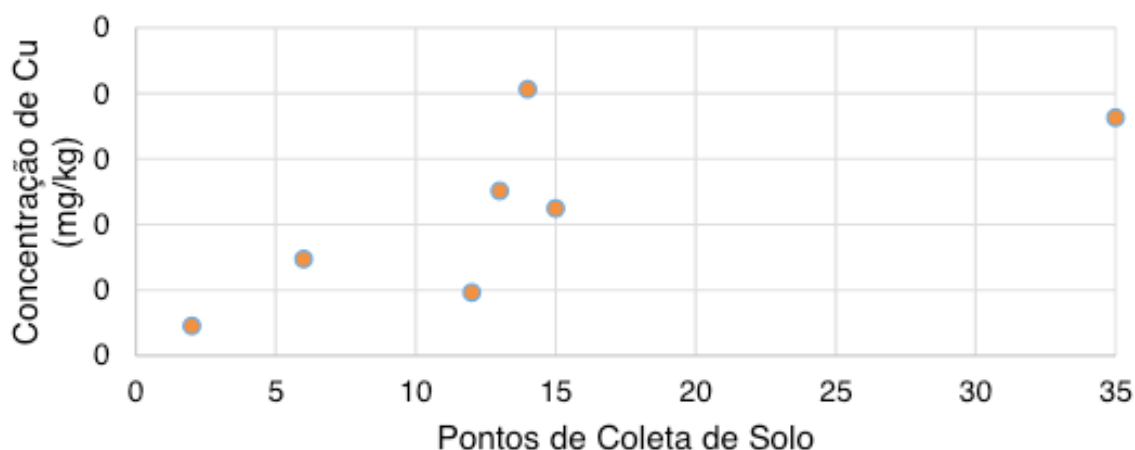


Figura 7—Concentração de cobre nas amostras de solo analisadas.

O oxiclreto de cobre $Cu_2Cl(OH)_3$ é um fungicida e bactericida que foi bastante utilizado no município de Bom Retiro nos anos de 2017 e 2018, principalmente nas culturas de tomate e uva (ANVISA, 2018). A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016) indica que a toxidez do cobre depende da constituição do solo, em solos argilosos teores entre 100 e 150 mg/kg se tornam tóxicos, já nos arenosos essa concentração é entre 30 e 60 mg/kg. Na área de estudo, as concentrações encontradas estavam muito abaixo desses valores.

A Tabela 5 mostra que as concentrações de Cu e Zn apresentaram elevada variabilidade, cujo coeficiente de variação está entre 61,02% e 76,07%, respectivamente.

	pH	Cu	Fe	Zn
Média	5,87	0,11	298,62	1,51
Mediana	5,65	0,11	293,10	1,32
Mínimo	4,37	0,02	185,33	0,34
Máximo	7,59	0,20	411,80	5,97
Desvio Padrão	0,94	0,07	49,98	1,15
Coeficiente de Variação (%)	16,08	61,02	16,74	76,07
Assimetria	0,28	0,21	0,09	2,10
Curtose	-1,07	-1,27	0,15	5,95

Tabela 5–Estatística descritiva dos parâmetros analisados.

Solos com altas concentrações de Cu e Zn, podem causar fitotoxicidade em vegetais. Além disso, esses elementos podem causar antagonismo, o que contribui para a diminuição da produtividade agrícola. Esses elementos são adicionados ao solo por causa do uso de fertilizantes e agrotóxicos, mas por outras fontes também, como mineração, tintas e resíduos urbanos e industriais (SBCS, 2016). A Tabela 6 mostra os teores médios de metais de alguns adubos orgânicos utilizados no Brasil.

Material orgânico	Cu	Zn
Cama de frango	2	3
Esterco sólido de bovinos	2	4
Desejo líquido de suínos	16	43
Composto de dejetos de suínos	270	600
Cinza de casca de arroz	8	89
Cinza de madeira	44	65
Composto de lixo urbano	96	490
Lodo de curtume	23	118
Vermicomposto	67	250

Tabela 6 – Teores médios de metais de alguns adubos orgânicos.

Fonte: SBCS, 2016.

Os calcários e gessos agrícolas também são fonte de metais em solos agrícolas. Elementos como o Cd e Pb são encontrados nesses materiais, mas geralmente em baixa concentração (<0,01%). O MAPA institui limite máximo de 20 mg/kg para Cu e 1000 mg/kg para Zn. Outros metais como Ni e Cr podem ser encontrados nesses produtos, mas não há limites estabelecidos. Porém, com o aumento do pH, eles podem contribuir para amenizar os impactos ambientais (BRASIL, 2006).

5 | CONCLUSÃO

A maioria das amostras de solos analisadas são ácidas, com alta concentração de alumínio ocupando a CTC e uma pré-disposição para a lixiviação de contaminantes. Como Bom Retiro caracteriza-se por diversas formações geológicas, a composição do solo também é bem variável e isso interfere na concentração de metais no solo.

Em nenhuma das amostras foi detectado concentrações de metais acima do permitido pela legislação. Mas é possível observar que as áreas de produção agrícola precisam de uma grande atenção devido à diversos fatores, dentre eles, a existência e persistência no meio de metais que podem se tornar tóxicos.

Todas as amostras foram classificadas como de classe I, segundo a resolução CONAMA 420/2009, portanto não se faz necessário a tomada de medidas específicas. Porém, sugere-se que o monitoramento deva continuar com outros trabalhos.

AGRADECIMENTOS

A FAPESC pelo aporte financeiro na forma de materiais de consumo para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira nº 15.492**, Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – Procedimento, NBR 15492, 2007.

ALEXANDRE, J. R.; OLIVEIRA, M. L.; SANTOS, T. D.; CANTON, G. C.; CONCEIÇÃO, J. D.; EUTRÓPIO, F. J.; RAMOS, A. C. Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo. **Natureza on line**, v. 10, n. 1, 2012.

ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M. A. Review: Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications. **Chemosphere**, v.91, p.869-881, 2013.

ALLOWAY, B. J.; AYRES, D. C. **Chemical Principles of Environmental Pollution**, 2 ed. Ed. Chapman & Hall, New York, 1997.

ALLOWAY, B. J.; GRAHAM, R.; STACEY, S. Micronutrient deficiencies in Australian field crops: In Micronutrient deficiencies in global crop production. **Springer Netherlands**, p. 63–92, 2008.

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. New York, John Wiley, 2010.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**, 2.a. ed.

UFLA: Lavras, 2013. 455 p.

ANVISA (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA), 2018. **Regularização de Produtos – Agrotóxicos**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>>. Acesso em 10 abr. 2018.

AO, T.; PIERCE, J. The replacement of inorganic mineral salts with mineral proteinates in poultry diets. **World Poult. Sci. J.**, v. 69, p. 5-16, 2013.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: APHA, 2012.

BAMPIDIS, V. A.; NISTOR, E.; NITAS, D. Arsenic, cadmium, lead and mercury as undesirable substances in animal feeds. **Sci. Pap. Animal Sci. Biotechnol.**, v. 46, p. 17-22, 2013.

BARROS, Y. J. et al., Teores de metais pesados e caracterização mineralógica de solos do Cemitério Municipal de Santa Cândida, Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, 2008.

BECEGATO, V. A. **Aplicação de técnicas geofísicas e geoquímicas em duas glebas agrícolas no noroeste do estado do Paraná e suas relações com fertilizantes fosfatados**. 2005. 198 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BIGALKE, M., ULRICH, A., REHMUS, A., KELLER, A. Accumulation of cadmium and uranium in arable soils in Switzerland. **Environ. Pollut.** 221, 85–93, 2017.

BORTOLUZZI, C.A.; AWDZIEJ, J.; ZARDO, S. M. Geologia da Bacia do Paraná em Santa Catarina. In: **Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina**. Nº 1. Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina. Escala 1:500.000. Texto Explicativo e Mapa. Série Mapas e Cartas de Síntese. Nº 3. Seção Geologia. Florianópolis: DNPM, 1987.

BRASIL, 2006. Instrução Normativa Nº 27, de 5 de junho de 2006. **Estabelece os limites de concentrações máximas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas admitidas nos fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes produzidos, importados ou comercializados**. D.O.U., 09/06/2006.

BRASIL, 2009. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 420, de 04 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 30 dez. 2009.

BRUNETTO, G., et al., Mobility of copper and zinc fractions in fungicide-amended vineyard sandy soils. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 60(5), 609-624. 2014.

BURRIDGE, L. et al., Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. **Aquaculture**, v. 306, 2010.

COUTO, R. R. et al., Accumulation of copper and zinc fractions in vineyard soil in the mid-western region of Santa Catarina, Brazil. **Environmental earth sciences**, 73(10), 6379-6386. 2015

DONAGEMA, G. K. Manual de métodos de análise de solos — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 230 p. — (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627.

EMBRAPA, 2018. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, 2018.

EMBRAPA, 2019. Teor de óxidos de Ferro. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_49_2212200611552.html.

FAO. Food and Agriculture Organization. The state of food insecurity in the world: economic crises – impacts and lessons learned. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/i0876e00.htm>>. Acesso em: 14 set. 2010.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Universidade Federal de Lavras UFLA. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão – FAEPE Lavras – MG, 2005.

GARVEY, B.; TYFIELD, D.; MELLO, L. **Meet the New Boss: Same as the old boss? Tchnology, toil and tension in the agrofuel frontier**. In: New Technology, Work and Employment. P. 79-94, 2017.

GRASSINI, P.; ESKRIDGE, K.M.; CASSMAN, K. G. Distinguishing between yield advances and yield plateaus in historical crop production trends. **Nature Communications**, v. 4, 2013.

GISI, U.; SIEROTZKI, H.; COOK, A.; MCCAFFERY, A. Mechanisms influencing the evolution of resistance to Qo inhibitor fungicides. **Pest management science**, v. 58, n. 9, p. 859-867, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. **IBGE Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 01 mai. 2018.

IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry. **Periodic Table of the Elements**. Disponível em: <<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>>. 1 dec. 2018.

JIANG, Y. et al., Functional groups of marine ciliated protozoa and their relationships to water quality. **Environmental Science and Pollution Research**, 20(8), 5272-5280, 2013.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Universidade de Passo Fundo, 2008. 212p.

KRAVCHENKO-DOVGA, Y. V.; KARPOVSKY, V. I.; DANCHUK, O. V. The role of the main characteristics of cortical processes in the regulation of exchanges of Cuprum. **Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies**, v. 20, n. 83, p. 295-298, 2018.

KREZEL, A.; MARET, W. The biological inorganic chemistry of zinc ions. **Archives of Biochemistry & Biophysics**, v. 11, p. 3–19, 2016.

LAKHERWAL, D. Adsorption of Heavy Metals: A Review. **International Journal of Environmental Research and Development**, v. 4, p. 41-48, 2014.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

MAHAR, A. et al., Challenges and opportunities in the phytoremediation of heavy metals contaminated soils: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.126, p.111–121, 2016.

MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3rd edn. Academic Press, Elsevier, San Diego, CA, 2012.

NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. O. (Org.). **Recurso solo: propriedades e usos**. São Carlos: Cubo, 2015.

OLIVEIRA, L. F. C. et al., Isotermas de sorção de metais pesados em solos do cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 776-782, 2010.

OLIVEIRA, L. F. C.; FREITAS, J. S.; GENEROSO, C. M.; FIA, R. Sorção de elementos traços em solos de áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 9, n. 2, p. 288-301, 2014.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Agronômica Ceres 1981. 440p.

OSAKI, M.; SHINANO, T.; TADANO, T. Redistribution of carbon and nitrogen compounds from the shoot to the harvesting organs during maturation in field crops. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 37, n. 1, p. 117-128, 1991.

RENGEL, Z. Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. **Journal of Soil Science & Plant Nutrition**, v. 15, p. 397–409, 2015.

RIBEIRO, M. A. C. **Contaminação do solo por metais pesados**. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Faculdade de Engenharia. Engenharia do Ambiente. Portugal. Lisboa, 2013.

ROCHA, A. F. **Cádmio, chumbo, mercúrio – A problemática destes metais pesados na saúde pública**. Faculdade de ciências da nutrição e alimentação. Universidade do Porto, Portugal, 2009.

ROCHA, I. O; MARIMON, M. P. C. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental e Proposições de Planejamento Territorial: Alfredo Wagner e Bom Retiro (Santa Catarina)**. Florianópolis: Editora UDESC, 2014. 182 p.

RONQUIM, Carlos César. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Territorial-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2010.

SAHRAWAT, K. L. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. **Journal Plant Nutrition**, v. 27, p. 1471-1504, 2004.

SALMAN, S.A.; ELNAZER, A.A.; NAZER, H.A.E. Integrated mass balance of some heavy metals fluxes in Yaakob village, south Sohag, Egypt. **Int. J. Environ. Sci. Technol.**, v. 14 (5), 1011–1018, 2017.

SARKAR, J.; POTDAR, A. A.; SAIDEL, G. M. Whole-body iron transport and metabolism: Mechanistic, multi-scale model to improve treatment of anemia in chronic kidney disease. **PLoS computational biology**, v. 14, n. 4, 2018.

SHEWRY, P. R.; PELLNY, T. K.; LOVEGROVE, A. **Is modern wheat bad for health**, Nature Plants, v. 2, 2016.

SILVA, R. C. **Estudo comparativo da capacidade de adsorção de metais pesados por caulins modificados da Província Pegmatítica da Borborema**. Dissertação de Mestrado em Exploração Petrolífera e Mineral, PUC Goiás, 2018.

SIQUEIRA-SILVA, A. I.; A. I.; DA SILVA, L. C.; AZEVEDO, A. A.; OLIVA, M. A. Iron plaque formation and morphoanatomy of roots from species of resting subjected to excess iron. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 78, p. 265-275, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul: comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análise do solo plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p (UFRGS, Boletim Técnico, 5).

TERRIN, G. et al., Zinc in early life: a key element in the fetus and preterm neonate. **Nutrients**, v. 7, p. 10427–10446, 2015.

THOMSEN, W. J. et al., Lorcaserin, a novel selective human 5-hydroxytryptamine_{2C} agonist: in vitro and in vivo pharmacological characterization. **J Pharmacol Exp Ther**, v. 325, p. 577–587, 2008.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Corpo Humano: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia**. Artmed Editora, 2016.

USEPA - United States Environmental Protection Agency (2012). **Basic information about chromium in drinking water**. Disponível em <<http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/chromium.cfm>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

VASCONCELOS, P. D. S. **Monitoramento da Água de Diálise: Um Estudo de Caso em uma Clínica do Município de Recife**. Monografia (Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde) — Fundação Oswaldo Cruz — Centro De Pesquisas Aggeu Magalhães, 2012.

VUKELIĆ, J. et al., Variations of serum copper values in pregnancy. **Srp. Arh. Celok. Lek.**, v. 140 (1-2), p. 42-46, 2012.

WESSELLS, K. R.; BROWN, K. H. Estimating the global prevalence of zinc deficiency: results based on zinc availability in national food supplies and the prevalence of stunting. **PLoS ONE**, v. 7, 2012.

YU, Z; GUNN, L.; WALL, P.; FANNING, S. Antimicrobial resistance and its association with tolerance to heavy metals in agriculture production. **Food microbiology**, v. 64, p. 23-32, 2017.

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. F. R; CAIRES, E. F. Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem em Latossolo sob sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 487-495, 2007.

ZHANG, M.; ZHENG, S. Competitive Adsorption of Cd, Cu, Hg and Pb by Agricultural Soils of the Changjiang and Zhujiang Deltas in China. **Journal of Zhejiang University SCIENCE A**, Hangzhou, China, v. 8, p. 1808-1815, 2007.

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