

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE



PENSE VERDE

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE



PENSE VERDE

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª 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**

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

Profª Drª 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

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. 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |  |
|---|--|
| 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<br/>           Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.<br/>           Inclui bibliografia<br/>           ISBN 978-65-5706-157-2<br/>           DOI 10.22533/at.ed.572200107</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.<br/>           3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p> |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior   CRB6/2422</b>   |  |

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

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

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

**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**

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

Data de aceite: 17/06/2020

### **Eduardo Amim Mota Lopes**

Mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental – PUC-Rio / Technische Universität Braunschweig  
Engenheiro da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro  
Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho - UniRedentor  
Engenheiro Civil – UniRedentor  
eduardoamim@hotmail.com

### **Fátima Maria Monteiro Fernandes**

Mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental – PUC-Rio / Technische Universität Braunschweig  
Engenheira da Petrobras Distribuidora S.A.  
Especialista em Gestão Ambiental - UFRJ  
Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho – UFF  
Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental – UERJ  
Engenheira Química – UERJ  
fatimafernades42br@gmail.com

### **Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega**

Professor da UNIGAMA  
Professor Associado do CEFET-RJ  
Professor da Universidade Santa Úrsula  
Engenheiro da Prefeitura do Rio de Janeiro  
Perito Judicial do TJRJ

Pós-Doutor em Engenharia – UERJ  
Doutor em Engenharia Mecânica – PUC-Rio  
Mestre em Tecnologia – CEFET-RJ  
Especialista Engenharia de Meio Ambiente – UNIG  
Especialista em Gestão Ambiental – UCAM  
Especialista em Saneamento – FAVENI  
Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho – Faculdade Silva e Souza  
Especialista em Docência do Ensino Superior – Faculdade São Judas Tadeu  
Engenheiro Civil e Licenciado em Matemática – UNISUAM  
Engenheiro Mecânico – CEFET-RJ  
engmarcelocefet@terra.com.br

**RESUMO:** Diariamente mais de 2,1 bilhões de pessoas vivem sem acesso a uma fonte de água dentro dos padrões recomendados para consumo humano. A maior parte dessas pessoas está situada em área sem acesso a energia elétrica, ou seja, escassa de infraestrutura e recursos financeiros. Nesse contexto, o presente trabalho buscou analisar uma patente que utiliza como tecnologia alternativa para tratamento da água a energia solar. Esta, além de ser uma fonte natural disponível, é perfeitamente aplicável para desinfecção de águas em recipientes de materiais comerciais

descartados que podem ser reutilizados. Entendemos assim se tratar de uma tecnologia de grande potencial para reduzir o número de pessoas sem acesso à água de qualidade, bem essencial à sobrevivência de todos os seres vivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de água; tecnologias alternativas; política pública; potabilidade da água;

## 1 | INTRODUÇÃO

Em 2017, a Organização Mundial da Saúde (OMS) destacou que 2,1 bilhões de pessoas ainda não possuíam acesso a uma fonte de água potável (ONU, 2017). A nível nacional, segundo informações do Sistema Nacional de Informações ao Saneamento (SNIS), divulgadas em 2019, mas com base no ano de 2018, cerca de 16,5% da população brasileira ainda não contava com acesso à água tratada, o que representa mais de 34 milhões de habitantes sem acesso a água de qualidade (SNIS, 2019).

A indústria da água é um grande consumidor de energia, desde a fase da construção das instalações até a operação dos equipamentos. Segundo KANG e CHAE (2013) *apud* Soares e Gonçalves (2017), tipicamente, o uso de energia representa de 5 a 30% dos custos de operação das estações de tratamento no mundo. A eletricidade é a forma de energia predominante e é usada para alimentar bombas, válvulas, compressores e outros equipamentos que quase sempre operam 24 horas por dia.

Porém, segundo dados do Banco Mundial (BM), importante órgão de financiamento do desenvolvimento, divulgados em 2019, aproximadamente 840 milhões de pessoas ainda não tem acesso à energia elétrica<sup>1</sup>. No Brasil, segundo levantamento da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em 2017, cerca de 1 milhão de residências ainda não possuíam energia elétrica em casa<sup>2</sup>.

Os dados apresentados demonstram globalmente e nacionalmente a forte dependência existente entre o fornecimento de água potável e o consumo de energia elétrica. Por isso, se faz necessário buscar tecnologias alternativas, de baixo custo, para adequar a água aos padrões recomendados de potabilidade sem precisar utilizar energia elétrica no decorrer das etapas de tratamento, de forma a abastecer milhares de pessoas que necessitam diariamente desse recurso fundamental, conforme já declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010.

---

1 Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/05/22/mais-de-800-milhoes-de-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-a-energia-eletrica-diz-banco-mundial.ghtml>. Acesso em: 04 abr. 2020

2 Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2017/04/milhoes-de-brasileiros-ainda-nao-tem-energia-em-casa-diz-aneel.html>. Acesso em: 04 abr. 2020

## 2 | DESENVOLVIMENTO

### REVISÃO DE LITERATURA

#### *2.1.1 A importância da água na manutenção da vida humana*

A água é sem dúvida um dos bens mais valiosos da Terra, sem ela a vida não seria possível. A sobrevivência humana, o desenvolvimento econômico, social e político de um país sempre esteve condicionado à sua disponibilidade.

Apesar de cerca de 70% da superfície da Terra estar coberta de água, o que justificaria denominá-lo de Planeta Água, apenas 5% é água doce e, portanto, passível de utilização para consumo humano. O agravante é o fato de que, desses 5% de água doce, aproximadamente 99,7% estão armazenados nas geleiras e calotas polares e somente 0,3% estão contidos no subsolo, lagos, rios e passíveis de exploração. (Di Bernardo *et. al.*, 2017)

Em 2010, a Organização das Nações Unidas (ONU) declarou que o acesso a água limpa e segura e ao saneamento básico são direitos humanos fundamentais. Porém, ainda existe grande parte da população sem acesso à água tratada como já foi descrito na introdução.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil são 35 milhões de pessoas sem acesso à água tratada no país, sendo que, destas, 20 milhões estão em comunidades e áreas rurais. Além de gerar doenças, mortes, perdas de dias de trabalho e dias escolares, a falta de acesso e tratamento de água gera altos custos para pessoas e governos<sup>3</sup>. A universalização do acesso à água tratada é fundamental para que o país eleve seu índice de desenvolvimento.

#### *2.1.2 Tecnologias alternativas que não utilizam energia elétrica no tratamento da água*

Conforme citado na introdução, existe uma forte dependência existente entre o fornecimento de água potável e o consumo de energia elétrica. Por isso, se faz necessário buscar tecnologias alternativas, de baixo custo, para adequar a água aos padrões recomendados de potabilidade sem precisar utilizar energia elétrica no decorrer das etapas de tratamento, de forma a abastecer milhares de pessoas que necessitam diariamente desse recurso fundamental, conforme já declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010.

Dentre as possíveis técnicas de potabilização da água, merece destaque a desinfecção solar da água (SODIS). Esta técnica foi apresentada pela primeira vez em 1984, pelo professor Aftim Acra, da Universidade Americana de Beirute, em um folheto publicado pela UNICEF, mas apenas em 1991 quando um grupo multidisciplinar de especialistas elaborou extenso teste de laboratório para avaliar o potencial da SODIS é que se tornou um método efetivo, sustentável e barato de tratamento da água.

O processo de tratamento da água a partir da energia solar é um método simples que utiliza, de forma combinada, dois componentes da luz solar, a radiação UV-A e radiação

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://aguamaisacesso.com.br> Acesso em: 05 mar 2020.

infravermelha, que respectivamente possuem efeitos bactericidas e de elevação de temperatura (pasteurização), ou seja, seu objetivo é destruir bactérias patogênicas e vírus encontrados na água de forma a torna-la apropriada ao consumo humano. (SODIS, 2002)

## ESTUDO DE CASO

### *2.2.1 SULIS - Dispositivo de produção de água potável por Desinfecção Solar*

A patente analisada neste trabalho encontra-se no site [pt.espacenet.com](http://pt.espacenet.com), sob o título *POTABLE WATER PRODUCING DEVICE* (dispositivo de produção de água potável), cujo número e data de publicação são respectivamente US2020079662 e 12 de Março de 2020 e pertencem aos seguintes inventores americanos: Anurag Modak, Yuki Osumi; Sarah Pomeranz e Ari Mendelow.

A invenção insere-se no contexto de saneamento da água, sob o intuito de produzir água potável a partir de água não potável. A tecnologia desenvolvida foi denominada de SULIS e trata-se de um dispositivo aprimorado da tecnologia SODIS, previamente descrita, que utiliza apenas a energia solar para desinfecção da água, a ponto de torná-la potável para o consumo humano. De acordo com os inventores, a tecnologia SULIS tem como propósito mitigar os seguintes problemas globais: escassez de água que afeta mais de 40% da população global, que é projetado para continuar aumentando, as mais de 140 milhões de horas dispendidas por mulheres e crianças, por dia, apenas para coletar água e as mortes de mais de 1000 crianças por dia devido a doenças oriundas do uso de águas contaminadas<sup>4</sup>.

Trata-se de uma tecnologia inovadora que aproveita o poder da luz solar para produzir água limpa. Seu equipamento foi projetado para ser produzido de forma sustentável e acessível, pois é eficaz na geração de água potável, dispensando a necessidade de grandes infraestruturas. O objetivo da Sulis é eliminar os patógenos da água, melhorando drasticamente a saúde e o bem-estar daqueles sem água naturalmente segura.

Entende-se que ao dar aos indivíduos a capacidade de limpar facilmente a água que eles têm por perto com apenas energia solar, economiza-se aos usuários aquelas longas horas coletando a madeira e comprando o querosene necessário para ferver a água. Isso permite que as pessoas permaneçam na escola e no trabalho por mais horas, o que lhes dá liberdade para iniciar seus próprios negócios e com isso melhoram seu próprio padrão de vida, em vez de depender dos outros.

O dispositivo desenvolvido para tratamento da água, apresentado na figura 1, é composto de um refletor (plano ou côncavo, de material refletivo sólido ou de base plástica) que direciona a radiação solar para o recipiente de tereftalato de polietileno (PET) transparente com água, onde ocorre a interação entre um catalisador de metal, revestido de dióxido de titânio embora outros catalisadores possam ser utilizados adicionalmente ou alternativamente e a água de modo a higienizá-la. O modelo atual desenvolvido é capaz de

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.indiegogo.com/projects/sulis-making-water-scarcity-a-thing-of-the-past/> Acesso em: 05 mar 2020

higienizar 12 litros de água em 7 horas, a quantidade mínima que o indivíduo médio em um país em desenvolvimento precisa para todo o seu uso diário.



Figura 1: Dispositivo SULIS

Fonte: Adaptado de <https://www.indiegogo.com/projects/sulis-making-water-scarcity-a-thing-of-the-past#/>

O processo detalhado é formado pela luz do sol refletida que brilha no catalisador e excita elétrons na camada de óxido. Os elétrons excitados reagem com a água para produzir radicais livres, que matam os patógenos matando ou inativando bactérias e vírus presentes na água e quebrando os compostos orgânicos nocivos, este processo é chamado fotocatalise, isto é a aceleração de foto-reações na presença de um catalisador. Após a conclusão do processo, obtém-se água limpa. Destaca-se que nenhum resíduo é produzido e não há peças que precisam ser substituídas.

Assim, reduz a concentração de compostos orgânicos e a população de espécies bacterianas, virais e outras espécies microbianas para atingir concentrações predeterminadas consideradas seguras para consumo humano.

É possível adaptar o SOLIS a um painel solar ou uma outra fonte de eletricidade que alimenta uma lâmpada led para fornecer uma fonte de luz focalítica. Também incluir um filtro instalado no topo do recipiente através do qual a água é passada para remover lama, folhas e outras partículas grandes à medida que a água é derramada no recipiente.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os benefícios da técnica SODIS, segundo os estudos já realizados, pode-se destacar:

- Melhora na qualidade microbiológica da água;
- Melhora a saúde das famílias;
- Tecnologia simples, de fácil entendimento;
- Acessível a todos, só necessitando de luz solar (energia renovável);
- Não muda o gosto da água;

- Não requer infraestrutura grande e cara;
- Reduz a necessidade de fontes de energia tradicionais (lenha e gás/querosene)
- É aplicável a nível doméstico;
- É replicável com baixos custos de investimento;
- Não necessitam de produtos químicos;

Além disso, segundo os autores da patente, este dispositivo pode ser útil em alguns usos como:

- Barcos: A higienização fotocatalítica da água pode ser usada para manter a água no tanque higienizada por longos períodos de tempo e ajudar a impedir o crescimento de patógenos na água;
- Aquaponia / hidroponia: O SOLIS pode ajudar a manter patógenos na água circulante livres de espécies microbianas sem alterar a concentração de compostos inorgânicos, como sais, nitratos, fosfatos, amônia e similares;
- Uso Militar: esse sistema de higienização da água pode ser reduzido em tamanho e adaptado em um formato portátil para uso por militares;
- Agricultura: A água pode ser higienizada usando um sistema fotocatalítico para uso em operações agrícolas de larga escala.

Conforme os autores da patente informam, este sistema de sanitização fotocatalítica de água pode ser adaptado para processar grandes volumes de água, por exemplo, por mecanização, para gerar água com espécies microbianas reduzidas sem alterar os compostos inorgânicos presentes.

Por outro lado, dentre as limitações da técnica SODIS, segundo os estudos já realizados, pode-se destacar:

- Requer suficiente radiação solar, ou seja, depende do tempo e das condições climáticas.
- Necessita de água clara (turbidez abaixo de 30 uT);
- Não muda a qualidade química da água;
- Ainda não se conhece protótipo para tratar grandes volumes de água.

Considerando o exposto acima, conclui-se que da forma como foi proposto, o sistema é bastante útil principalmente para uso doméstico, em residências onde não existe o tratamento convencional de água, pois é de fácil uso trazendo uma água de melhor qualidade aos usuários.

## REFERÊNCIAS

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo, VOLTAN, Paulo Eduardo Nogueira. Métodos e técnicas de tratamento de água – 3ª ed. São Carlos, 2017.

MODAK, Anurag; OSUMI, Yuki ; POMERANZ, Sarah e MENDELOW, Ari. Potable Water Producing Device. Patente nº US2020079662, 2020. Disponível em: <[https://pt.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=pt\\_PT&FT=D&date=20200312&CC=US&NR=2020079662A1&KC=A1](https://pt.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=pt_PT&FT=D&date=20200312&CC=US&NR=2020079662A1&KC=A1)> Acesso em: 31 mar 2020.

ONU – Organização das Nações Unidas. Água potável: direito humano fundamental. Publicado em 28/07/2010. Disponível em:< <https://nacoesunidas.org/agua-potavel-direito-humano-fundamental/>> Acesso em: 04 abr. 2020.

ONU – Organização das Nações Unidas. ONU NEWS - Relatório da ONU revela que 2,1 bilhões não têm água potável em casa. Publicado em 12/06/2017. Disponível em: < <https://news.un.org/pt/story/2017/07/1590691-relatorio-da-onu-revela-que-21-bilhoes-nao-tem-agua-potavel-em-casa>> Acesso em: 04 abr. 2020.

SOARES, Renan Barroso; GONÇALVES, Ricardo Franci. Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil. Congresso ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/11/XI-090.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

SODIS. Desinfecção Solar da Água – Guia de Aplicações do SODIS (2002). Disponível em: <[https://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente\\_material/manual\\_p.pdf](https://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_p.pdf)> Acesso em: 04 de abr de 2020.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (anos-base 2012 a 2018). Brasília: Ministério das Cidades, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>> Acesso em: 23 mar. 2020.

## 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**