

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária



Daniel Sant'Ana  
(Organizador)

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária



Daniel Sant'Ana  
(Organizador)

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. 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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Daniel Sant'Ana

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária / Organizador Daniel Sant'Ana. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-744-4

DOI 10.22533/at.ed.444211901

1. Engenharia. 2. Conhecimento. I. Sant'Ana, Daniel (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

### Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A coleção *“Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária”* tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas das ciências ambientais e sanitárias, apresentando a evolução do campo científico por meio de diferentes tipos de trabalhos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais desta disciplina.

Com o crescimento desordenado das cidades brasileiras, observamos, cada vez mais, os impactos de ocupações urbanas sobre o meio ambiente. Com isso, os primeiros capítulos deste livro debatem sobre a importância da legislação no controle do crescimento desordenado das cidades e na proteção ambiental de bacias hidrográficas, seja pela proteção e a recuperação de matas ciliares ou pela gestão sustentável de águas pluviais urbanas.

E na medida em que as cidades crescem, a demanda por água potável aumenta. Com isso, torna-se crucial promover o controle da demanda urbana de água por meio de medidas que estimulem o uso racional de água, seja por meio de uma revisão tarifária (Capítulo 5) ou pela otimização das redes de distribuição de água (Capítulos 6 e 7).

O uso de fontes alternativas de água, como o aproveitamento de águas pluviais em usos não potáveis, é capaz de promover reduções significativas no consumo de água potável em edificações (Capítulo 8). Porém, para garantir a saúde e o bem-estar de usuários, toda água deve passar por um processo de tratamento capaz de atingir os padrões de qualidade estabelecidos em legislação ou instrumentos normativos (Capítulos 9 e 10).

Evidentemente, para qualquer tomada de ação, é necessário um diagnóstico preliminar para avaliar as condições das águas. Os Capítulos 11 e 12 realizam diagnósticos da qualidade de águas subterrâneas, enquanto os capítulos subsequentes apresentam resultados de análises da qualidade de água do Rio Piabinha (Capítulo 13), Córrego Mirasol (Capítulo 14) e do Rio Chumbao, Peru (Capítulo 15).

A evolução da inovação tecnológica vem auxiliando tomadores de decisão na gestão de recursos hídricos (Capítulos 16 e 17) para garantir a segurança hídrica no abastecimento de água e na preservação ambiental. Os capítulos finais deste volume discorrem a importância de promover a conscientização da população e a educação ambiental para reduzir os impactos ambientais causados pelas ações do ser humano.

Este primeiro volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes partes do país, Argentina e Peru, trazendo de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos à legislação, abastecimento de água, diagnóstico de qualidade das águas, inovação tecnológica e educação ambiental. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS QUE NORTEIAM O DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL, DAS OBRAS DE HABITAÇÃO, INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PONTE GRANDE, EM LAGES-SC

Mayara Rafaeli Lemos  
Daniely Neckel Rosini  
Valter Antonio Becegato  
Vitor Rodolfo Becegato  
Alexandre Tadeu Paulino

**DOI 10.22533/at.ed.4442119011**

### **CAPÍTULO 2..... 20**

CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS DA APLICAÇÃO DO DECRETO ESTADUAL Nº 42.356/2010 NA DELIMITAÇÃO DE FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA. ESTUDO DE CASO: RIO PIABANHA/RJ - TRECHO 4

Jorge Chaves Junior  
Ana Cristina Malheiros Gonçalves Carvalho  
Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção

**DOI 10.22533/at.ed.4442119012**

### **CAPÍTULO 3..... 31**

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PARA O PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, NO ESTADO DE GOIÁS

Raquel Santarém de Souza Costa  
Aldo Muro Junior  
Flávio Roldão de Carvalho Lélis

**DOI 10.22533/at.ed.4442119013**

### **CAPÍTULO 4..... 47**

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO ORDENAMENTO JURÍDICO ACERCA DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO BRASIL COM FOCO NAS REGIÕES SUDESTE E SUL

Jordana dos Anjos Xavier  
Emili Louise Diconcili Schutz  
Nicole Martins Pessoa  
Daniely Neckel Rosini  
Débora Cristina Correia Cardoso  
Valter Antonio Becegato  
Vitor Rodolfo Becegato  
Alexandre Tadeu Paulino  
Natália Martins Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.4442119014**

### **CAPÍTULO 5..... 61**

INDICADOR ECONÔMICO FINANCEIRO PARA AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE REVISÃO TARIFÁRIA EM CONCESSÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NOS MUNICÍPIOS CATARINENSES

Daniel Antonio Narzetti

Willian Carlos Narzetti  
Ricardo Motta Martins  
Ciro Loureiro Rocha  
Diego Pavam Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.4442119015**

**CAPÍTULO 6..... 73**

**INFLUÊNCIA DAS EQUAÇÕES EXPLÍCITAS DE FATOR DE ATRITO NO  
DIMENSIONAMENTO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO**

Renata Shirley de Andrade Araújo  
Alessandro de Araújo Bezerra  
Bruno Duarte Moura  
Mauro César de Brito Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.4442119016**

**CAPÍTULO 7..... 88**

**QUANTIFICANDO PERDAS HÍDRICAS EM CIDADES PARAIBANAS**

Ayuri Medeiros da Silva  
Carolina Coeli Rodrigues Batista de Araújo  
Flaubert Ruan Nobelino de Araujo  
Mikaele de Oliveira Candeia  
Francisca Rozângela Lopes de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.4442119017**

**CAPÍTULO 8..... 98**

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA APROVEITAMENTO NO  
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL DO CAMPUS ALTO PARAOPEBA – UFSJ**

Deysiane Antunes Barroso Damasceno  
Isabela Carvalho Pinheiro  
Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.4442119018**

**CAPÍTULO 9..... 109**

**SEGUIMIENTO FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA EN LA LOCALIDAD  
DE AGUARAY – SALTA**

Claudia Silvana Soledad Cequeira  
Cecilia Hebe Noemi Orphèe  
Maria Ines Mercado  
Rosa Magdalena Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.4442119019**

**CAPÍTULO 10..... 117**

**OTIMIZAÇÃO DA CAPACIDADE DE FLOCULAÇÃO DE COAGULANTES NATURAIS NO  
TRATAMENTO DE ÁGUA**

David Choque-Quispe  
Yudith Choque Quispe  
Betsy Suri Ramos Pacheco  
Aydeé Marilú Solano Reynoso

Lourdes Magaly Zamalloa Puma  
Carlos Alberto Ligarda Samanez  
Fredy Taipe Pardo  
Miriam Calla Flórez  
Miluska Marina Zamalloa Puma  
Jhuniór Felix Alonzo Lanado  
Yadyra Quispe Quispe

**DOI 10.22533/at.ed.44421190110**

**CAPÍTULO 11..... 126**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD PARA AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DOS POÇOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CIDADE DE ABATETUBA – PARÁ**

Gabriel Pereira Colares da Silva  
Éverton Costa Dias  
Giovanni Chaves Penner  
Adria Lorena de Moraes Cordeiro  
Cleyanne Kelly Barbosa Souto

**DOI 10.22533/at.ed.44421190111**

**CAPÍTULO 12..... 137**

**MODELAGEM DO FLUXO DE CONTAMINANTES NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO CEMITÉRIO AREIAS, TERESINA, BRASIL**

Mauro César de Brito Sousa  
Bruna de Freitas Iwata

**DOI 10.22533/at.ed.44421190112**

**CAPÍTULO 13..... 148**

**ANÁLISE DO SANEAMENTO E DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA**

Luis Carlos Soares da Silva Junior  
José Paulo Soares de Azevedo  
Ana Silvia Pereira Santos  
Verônica Silveira de Andrade  
Marília Carvalho de Melo

**DOI 10.22533/at.ed.44421190113**

**CAPÍTULO 14..... 160**

**PHYSICO-CHEMICAL DIAGNOSIS OF WATER QUALITY IN THE MIRASSOL STREAM, CITY OF SÃO PAULO, BRAZIL**

André Contri Dionizio  
Marta Ângela Marcondes  
Raul Neiva Bertulucci

**DOI 10.22533/at.ed.44421190114**

**CAPÍTULO 15..... 172**

**ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y CONTAMINANTES EMERGENTES, PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RIO CHUMBAO, PERÚ**

Carlos Alberto Ligarda Samanez

David Choque Quispe  
Betsy Suri Ramos Pacheco

**DOI 10.22533/at.ed.44421190115**

**CAPÍTULO 16..... 185**

**SISTEMA EM PLATAFORMA WEB PARA IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA) EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Nolan Ribeiro Bezerra  
Isabela Moura Chagas  
Geraldo Alves Pereira Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.44421190116**

**CAPÍTULO 17..... 198**

**SISTEMA WEB PARA ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL POR DIFERENTES MÉTODOS**

Lucas Moraes dos Santos  
Taison Anderson Bortolin  
Adriano Gomes da Silva  
Vania Elisabete Schneider

**DOI 10.22533/at.ed.44421190117**

**CAPÍTULO 18..... 217**

**UM CENÁRIO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO SANTARÉM - PA: ESTUDO DE CASO - RESIDENCIAL SALVAÇÃO**

Jarlison Sarmento Lopes  
Andressa Rodrigues de Sousa  
Antônia Liliane Ferreira de Oliveira  
Claudiane da Silva Rosa  
Ewellyn Cristina Santos de Sousa  
Kairo Silva de Oliveira  
Elton Raniere da Silva Moura  
Maria Francisca de Miranda Adad

**DOI 10.22533/at.ed.44421190118**

**CAPÍTULO 19..... 233**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO DURANTE A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS EM ESCOLAS RURAIS DE LAGES-SC**

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

**DOI 10.22533/at.ed.44421190119**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 245**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 246**

# CAPÍTULO 5

## INDICADOR ECONÔMICO FINANCEIRO PARA AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE REVISÃO TARIFÁRIA EM CONCESSÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NOS MUNICÍPIOS CATARINENSES

*Data de aceite: 04/01/2021*

*Data de submissão: 08/12/2020*

### **Daniel Antonio Narzetti**

Doutorando no Instituto Superior Técnico –  
Universidade de Lisboa, Economista pela  
UFSC, Sócio Consultor da Facilita Assessoria  
Econômica e Projetos.  
Florianópolis, Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/2819501208330837>

### **Willian Carlos Narzetti**

Doutorando na UDESC, Economista pela  
UFSC, Sócio Consultor da Facilita Assessoria  
Econômica e Projetos  
Florianópolis, Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/9563331051062998>

### **Ricardo Motta Martins**

Engenheiro Sanitarista-Ambiental pela UFSC e  
Sócio Consultor na Motta Martins Engenharia  
Florianópolis, Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/8102234601969227>

### **Ciro Loureiro Rocha**

Engenheiro Civil e Sanitarista pela Escola de  
Engenharia da Universidade Federal (RS)  
Florianópolis, Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/6368602699066461>

### **Diego Pavam Ferreira**

Graduando de Economia na UFSC, Foi  
estagiário de Regulação da ARIS  
Florianópolis, Santa Catarina

**RESUMO:** Neste artigo foram desenvolvidas as

formulações necessárias para obter os resultados esperados para análise e a indicação dos fatores preponderantes para o estabelecimento de prioridades quanto a estruturação de modelagens para a tomada de decisão envolvendo a aplicação de critérios de avaliação da sustentabilidade econômica financeira da prestação de serviços em saneamento básico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Regulação econômica financeira, Indicador de revisão tarifária, Custos, Desempenho.

### FINANCIAL ECONOMIC INDICATOR FOR EVALUATING THE NEED FOR FARE REVISION IN WATER SUPPLY AND SANITARY SEWAGE CONCESSIONS IN THE MUNICIPALITIES OF THE STATE OF SANTA CATARINA

**ABSTRACT:** In this article, the necessary formulations were developed to obtain the expected results for analysis and the indication of the predominant factors for the establishment of priorities regarding the structuring of models for decision making involving the application of criteria for assessing the financial and economic sustainability of service provision in water and sanitation services.

**KEYWORDS:** Economic and financial regulation, Tariff review indicator, Costs, Performance.

### INTRODUÇÃO

Para atender às suas demandas como regulador, as Agências Reguladoras desenvolvem ferramentas de apoio à tomada de decisão, contemplando questões técnicas de

engenharia, como acompanhamento de metas físicas dos Planos Municipais de Saneamento Básico - PMSB e metas econômico-financeiras necessárias para a sustentabilidade da operação e dos investimentos previstos. Estas ferramentas possibilitam acompanhar as eficiências técnico-operacionais da prestação dos serviços de saneamento básico ao mesmo tempo em que permitem uma adequação das estruturas tarifárias necessárias, que podem apontar eventual desequilíbrio econômico-financeiro.

A Lei Federal 11.445/2007, conhecida como Lei do Saneamento, traz em seus Artigos 29 a 39, definições e diretrizes para que os serviços de saneamento básico tenham a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança destes serviços. Evidencia-se a função social do saneamento e a necessidade que estes serviços tenham assegurado sua sustentabilidade econômica para garantir a eficiente prestação dos serviços públicos e a aplicação de tarifas módicas.

Tendo como referência informações obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, foi desenvolvida uma matriz de análise técnica e econômico-financeira, que organiza as informações referentes aos custos, despesas, receitas e dados técnicos operacionais por município catarinense, aplicou-se a metodologia apresentada para calcular o indicador de equilíbrio econômico financeiro da prestação de serviço de saneamento básico.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia apresenta uma avaliação econômico-financeira com base nos resultados anuais e por ciclos de revisão tarifária dos serviços de saneamento básico prestados nos municípios. Identifica, através de indicadores, desequilíbrios que apontem, em percentual, a relação da receita total com o custo total, indicando a necessidade de uma revisão da tarifa praticada. Desta forma, têm-se uma ferramenta de uso rápido e dinâmico em que se pode realizar um diagnóstico da real situação da concessão de saneamento quanto à sua sustentabilidade econômico-financeira através das informações disponibilizadas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento- SNIS.

A despesa anual de serviço é definida através da variável *Despesa Total dos Serviços - DTS*, pois demonstra o valor dispendido com a manutenção e operação do sistema de saneamento. Por definição, acumula todas as despesas que compõe a prestação do serviço.

O custo total considera, além da DTS, a remuneração dos investimentos realizados com recursos próprios e de terceiros, incluindo a depreciação. Os investimentos não onerosos ou a “fundo perdido” não deverão ser considerados na composição do custo total, mesmo que este componente esteja presente no arranjo que estima a tarifa.

O custo do capital está contemplado na despesa total dos serviços, sendo que para a taxa de remuneração dos investimentos toma-se como base o definido pelo Decreto

Estadual N° 1.035/SC de 25 de janeiro de 2008, onde, entre outras deliberações, instituiu a faixa de remuneração sobre os investimentos reconhecidos em até 12%. Neste sentido, a taxa de remuneração do capital quando não estiver definida em contrato ou em Lei específica, deve ser definida com base em indicadores macroeconômicos.

A metodologia tem como referência conceitos consagrados nas bibliografias do setor, bem como as determinações da legislação vigente, disposta na Lei 11.445/2007. Precisamente, em seu Artigo 38, onde define os regramentos para a revisão tarifária.

Com base nos custos, receitas, produtividade e investimentos, devem ser projetados custos futuros de operação e manutenções dos serviços prestados, assim como as receitas tarifárias. Esta última, bem como os investimentos, deve ter como base as projeções já definidas no Plano Municipal de Saneamento básico - PMSB.

Ainda, deve-se ter uma base de dados quanto ao mercado consumidor, ou seja, em saneamento básico é preciso se atentar aos histogramas de consumo por faixas e categorias, conforme a tabela tarifária em vigor. Neste mercado consumidor, é possível trabalhar com as despesas e receitas por metro cúbico produzido, m<sup>3</sup> faturado, m<sup>3</sup> micromedido ou m<sup>3</sup> macromedido, a fim de apresentar parâmetros e indicadores de sustentabilidade financeira, correlacionados à realidade local e com os distintos consumidores. Ainda, as informações utilizadas e os resultados, devem ser confrontadas com os dados levantados nas fiscalizações realizadas pelas agências reguladoras, certificando assim as premissas consideradas.

A partir das informações disponíveis na base de dados do SNIS, pode-se avaliar para o período desejado o equilíbrio econômico-financeiro por município, que na metodologia apresentada é dado pela relação entre a receita total e o custo total ocorrido no período de referência.

Para atingir os resultados almejados, a seguir são apresentadas as definições e equações necessárias.

$$RT = AT \quad (1)$$

Onde:

**RT:** Receita Total (R\$/ano)

**AT:** Arrecadação Total - Valor anual efetivamente arrecadado de todas as receitas operacionais, diretamente nos caixas do prestador de serviços ou por meio de terceiros autorizados (bancos e outros), (R\$/ano).

$$CT = DTS + RCI \quad (2)$$

Onde:

**CT:** Custo Total (R\$/ano)

**DTS:** Despesas Totais com os Serviços (DTS): Valor anual total do conjunto das despesas realizadas para a prestação dos serviços, compreendendo Despesas de Exploração (DEX), Despesas com Juros e Encargos das Dívidas (incluindo as despesas decorrentes de variações monetárias e cambiais), Despesas com Depreciação, Amortização do Ativo Diferido e Provisão para Devedores Duvidosos, Despesas Fiscais ou Tributárias não Computadas na DEX, mas que compõem a DTS, além de Outras Despesas com os Serviços (R\$/ano).

**RCI:** Remuneração do Capital Investido (R\$/ano).

A revisão tarifária avalia os resultados acumulados, em uma série de anos, determinado por ciclos. Sendo assim, um ciclo deve apresentar sustentabilidade no funcionamento (índices de eficiência e de qualidade), no fluxo de caixa (índices econômicos e financeiros) e na ampliação do atendimento (capacidade de desenvolvimento e manutenção).

Para aferir o equilíbrio econômico e financeiro, deve-se, a partir de uma avaliação crítica de produtividade, determinar as relações das receitas com as despesas mais a remuneração do capital investido – RCI. A taxa de remuneração de capital é dada por um coeficiente aqui denominado, Coeficiente de Remuneração de Capital Investido – CRCI. Adota-se, para fins de cálculo nesse estudo, uma taxa de remuneração de 12% ao ano, sendo a equação de cálculo da remuneração do capital investido apresentada a seguir:

$$RCI = CRCI \times (CIP + C\ 01) \quad (3)$$

Onde:

**RCI:** Remuneração do Capital Investido (R\$/ano)

**CRCI:** Coeficiente de Remuneração do Capital Investido (%/ano)

**CIP:** Capital Investido pelo Prestador (R\$/ano)

**COI:** Capital Oneroso Investido (R\$/ano)

A taxa de equilíbrio financeiro no ano se dá pela relação entre a receita total e a soma das despesas totais com a remuneração do capital, uma vez que os valores de depreciação dos ativos já estão computados nas despesas totais. Para avaliar se a tarifa praticada no ano de referência proporciona equilíbrio ao fluxo de caixa, a equação geral de cálculo de equilíbrio econômico-financeiro no ano é apresentada a seguir.

$$T_{xEquilíbrio} = \left( \frac{R_{Total}}{DTS + RCI} \right) - 1 \quad (4)$$

Onde:

**TxEquilíbrio**= Taxa de Equilíbrio financeiro (%)

**RTotal**= Receita Total (R\$/ano)

**DTS** = Despesa Total do Serviço (R\$/ano)

**RCI:** Remuneração do capital investido (R\$/ano)

O resultado obtido através do cálculo de avaliação da taxa de equilíbrio econômico financeiro demonstra percentualmente a relação do custo total com a receita total, indicando superávit, equilíbrio ou déficit.

Para avaliar a taxa de equilíbrio em um ciclo, utiliza-se a equação 5, que representa o somatório dos resultados de caixa do ano  $t$  até o ano  $n$ . Deve-se entender que essa avaliação permite determinar o somatório dos resultados de cada exercício financeiro, não sendo recomendado sua aplicação para períodos maiores que quatro anos.

$$T_{xEquilibrio\ n} = \sum_{t \rightarrow 1, n} \left( \left( \frac{R_{Total\ t}}{DTS_t + RCI_t} \right) \right) - 1 \quad (5)$$

Essa metodologia foi aplicada para avaliar os últimos quatro anos de concessão dos municípios catarinenses com base nas informações disponibilizadas pelo SNIS (2011-2014). Os resultados anuais serão apresentados a seguir, bem como os resultados acumulados no período denominado ciclo.

## **PRIMEIRA ETAPA: CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS HISTÓRICOS**

As informações do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são classificadas por município, por ano, por prestador de serviço, por natureza jurídica, por tipo de serviço, entre outras categorias. Ressalta-se a classificação por tipo de serviço: água, esgoto e água e esgoto, pois pode ter mais de um tipo de serviço por município, fato que ocorre quando há mais de um prestador no mesmo município. Sendo assim, os valores foram calculados em cada município, segmentados por tipo de serviço.

## **RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA**

Santa Catarina possui 295 municípios cadastrados no IBGE e, destes, 293 foram analisados neste estudo por possuírem informações cadastradas no SNIS. Os resultados foram calculados para os anos de 2008 a 2014, considerando o tipo de serviço prestado. No ano de 2014, dos 246 municípios que oferecem o serviço de água, apenas 86 deles foram superavitários, enquanto 160 apresentaram déficit financeiro naquele ano. Essa situação também ocorre no serviço de esgoto, no qual dos nove municípios que ofereciam tal serviço isolado, apenas dois eram superavitários. Na prestação de serviço conjunta de água e esgoto, a situação se mostra diferente, sendo que dos 40 municípios analisados, 25 são superavitários enquanto 15 são deficitários, como demonstrado na Tabela 1.

| Taxa de equilíbrio financeiro | Água e Esgoto | Água | Esgoto |
|-------------------------------|---------------|------|--------|
| Maior que 0                   | 25            | 86   | 2      |
| Menor que 0                   | 15            | 160  | 7      |
| Não se aplica                 | 253           | 47   | 284    |

Tabela 1: Relação de Municípios por taxa de equilíbrio financeiro em 2014.

Cada município apresenta uma realidade financeira distinta e a Figura 01 ilustra o gráfico de dispersão da taxa de equilíbrio de cada município catarinense em 2014. Pode ser observado também a relação dos três tipos de serviços. Cada ponto representa, por tipo de serviço, um município.

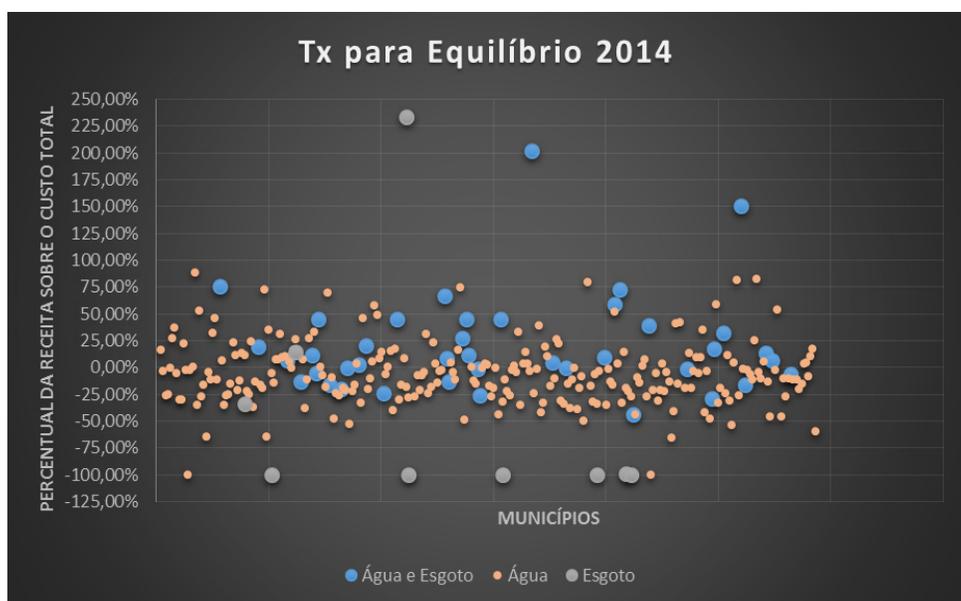


Figura 01 – Taxa de equilíbrio Econômico e Financeiro dos Municípios de Santa Catarina. Resultados com base nos dados SNIS 2014.

Observa-se na Figura 01 o dimensionamento das informações apresentadas na Tabela 1. A relação entre a receita total e o custo total demonstra o resultado financeiro anual do serviço de saneamento prestado. O resultado deve sempre tender ao equilíbrio, sendo a tarifa o meio de correção da taxa de equilíbrio financeiro.

A situação financeira precisa ser avaliada por períodos, denominados ciclos. Essa abordagem permite compensar ganhos e perdas exógenos, ou seja, mesmo que em um ano específico o resultado da taxa de equilíbrio seja negativo, quando considerado um ciclo

composto por um conjunto de anos, a média dos resultados poderá ser positiva.

O período (ciclo) definido e utilizado nesse estudo, para avaliar a média da taxa de equilíbrio, foi de quatro anos, considerando os resultados ocorridos em 2011 a 2014. A prestação de serviço de abastecimento de água, classificado no SNIS como tipo do serviço “água”, atende a maioria dos municípios catarinense. Em menor proporção o atendimento com o serviço conjugado de “água e esgoto” e, em número reduzido, a prestação do serviço apenas de “esgoto”.

No período definido, o serviço de água apresenta resultados bastante variados no Estado, onde se identificam 138 municípios deficitários com receita menor que o custo, variando entre -5% a -100%, ou seja, há municípios onde o custo total é o dobro da receita arrecada. Considerando a faixa entre -4% e 5%, denominada faixa de equilíbrio, encontram-se 36 municípios. Na faixa variando de 6% a 100% de receita maior que os custos, somam-se 79 municípios, considerados superavitários. A Figura 02, apresenta o mapa do Estado com a distribuição da taxa de equilíbrio de acordo com a situação de cada município no período definido.

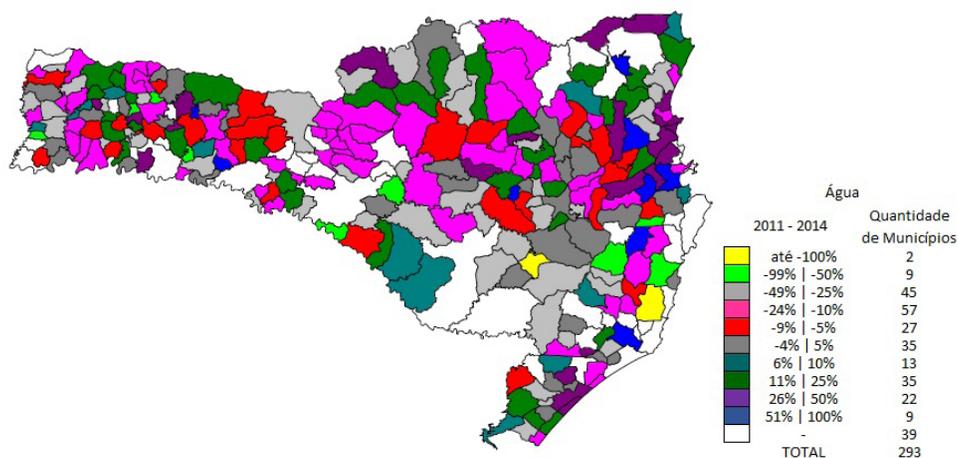


Figura 02 –Taxa de equilíbrio Econômico e Financeiro dos Municípios de Santa Catarina, atendidos pelo serviço de água. Resultados com base nos dados do SNIS (2011 – 2014)

De um total de 46 os municípios atendidos pelo serviço de “água e esgoto” no Estado, 17 apresentam-se deficitários, com receita menor que o custo, variando entre -5% a -100%. Considerando a faixa entre -4% e 5 %, encontram-se apenas 4 municípios. Já os municípios superavitários somam 25, com resultados variando de 6% a 138% de receita maior que os custos. A distribuição geográfica pode ser observada na Figura 03.

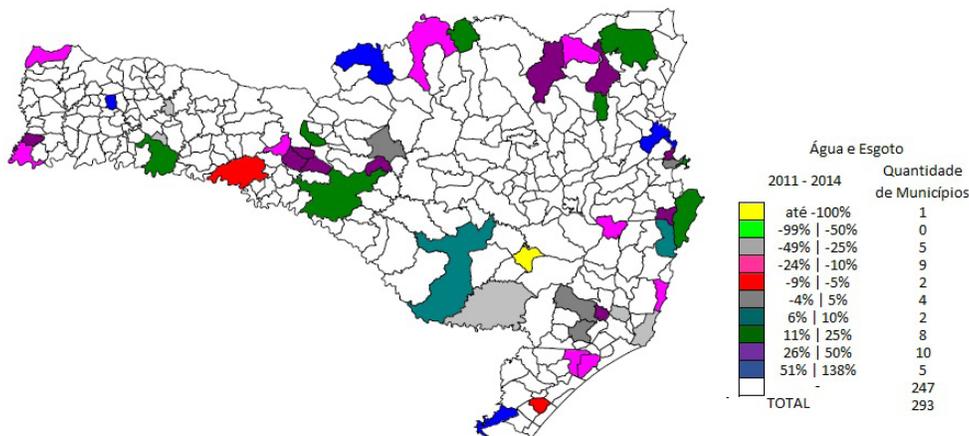


Figura 03 – Taxa de equilíbrio Econômico e Financeiro dos Municípios de Santa Catarina, atendidos pelo serviço de água e de esgoto. Resultados com base nos dados SNIS (2011 – 2014)

Os municípios atendidos pelo serviço individual de esgoto no Estado somam apenas 18, sendo 16 deficitários com receita menor que o custo variando entre -5% a -100%. Não há municípios na faixa entre -4% e 5 %, denominada faixa de equilíbrio e os municípios superavitários são apenas dois, variando de 6% a 233,15% de receita maior que os custos. A distribuição geográfica é apresentada na Figura 04.

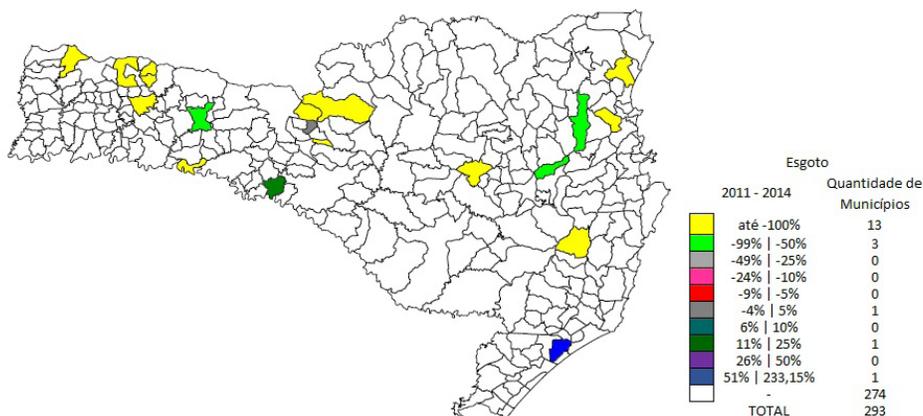


Figura 04 – Taxa de equilíbrio Econômico e Financeiro dos Municípios de Santa Catarina, atendidos pelo serviço de esgoto. Resultados com base nos dados SNIS (2011 – 2014)

A fim de identificar a tendência da taxa de equilíbrio financeiro nos municípios, pode-se comparar o resultado ocorrido no ciclo (2011 – 2014) com o último resultado disponível (2014). Esta comparação permite avaliar se o ano analisado apresenta uma tendência positiva (recuperação) ou negativa (degeneração) da taxa de equilíbrio financeira. As tendências dos municípios catarinenses são apresentadas na Figura 05.

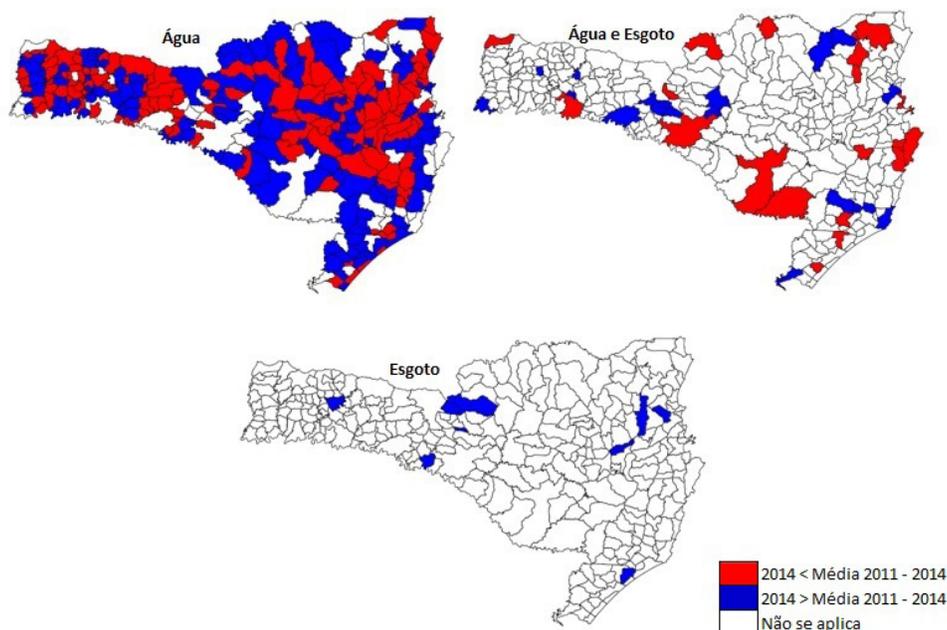


Figura 05 – Representação Espacial da Tendência da Taxa de equilíbrio Econômico e Financeiro dos Municípios de Santa Catarina. Resultados com base nos dados SNIS (2011 – 2014 e 2014)

## SEGUNDA ETAPA: DEFAZAGEM REAL DA TARIFA PRATICADA

A tarifa praticada nos municípios catarinense são anualmente reajustas por índices inflacionários diversos, por exemplo: Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA); Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC); Índice Geral de Preços Mercado (IGP-M); entre outros. Muitas vezes, não são avaliados critérios de sustentabilidade nem de previsão, acarretando demandas extraordinárias que afetam diretamente a qualidade do serviço, o atendimento e sustentabilidade do sistema. A segunda etapa desse trabalho busca identificar potenciais caminhos para o desenvolvimento e sustentabilidade dos sistemas de saneamento básico (água e esgoto) nos municípios.

O serviço de saneamento é de responsabilidade pública, sendo a prestação concedida a empresas públicas (Estadual ou Municipal) ou privadas, por períodos de concessão

relativamente longos (30 anos), prazo esse que justifica os investimentos necessários e o tempo para recuperá-los. Nesse contexto, o sistema de saneamento básico é dinâmico, passando por constante ampliação e manutenção de seus ativos. A remuneração de todos os custos inerentes à provisão destes serviços se dá primordialmente através de tarifas, cobrada sobre o consumo de cada unidade consumidora.

O controle da produtividade é de extrema importância, assim como o monitoramento dos histogramas de consumo, que nos dias de hoje já podem ser observados por cada economia consumidora. Sendo assim, pode-se determinar a tarifa praticada por cada faixa de consumo e projetar as receitas de acordo com o histórico de consumo. As informações sobre os histogramas de consumo, via de regra, não são dados de domínio público, entretanto, as informações sobre a produção são divulgadas, assim como as tarifas médias praticadas em cada município. Dessa maneira, pode-se identificar as taxas de reajuste ocorridas no período analisado. Assim, a partir da média das tarifas praticadas no período e da taxa de equilíbrio calculada, será apresentado o valor de tarifa necessária para alcançar o equilíbrio do sistema, ou seja, a tarifa que cobre os custos ocorridos.

## RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

A equação apresentada na Figura 06 para calcular a tarifa média praticada, atende as três modalidades de serviços de maneira equivalente, uma vez que só haverá soma de receitas e volumes quando o sistema for conjunto (água e esgoto).

| IN004 - Tarifa média praticada                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Forma de cálculo                                     | Informações envolvidas                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Unidade            |
| $\frac{FN001}{AG011 + ES007} \times \frac{1}{1.000}$ | AG011: Volume de água faturado<br>ES007: Volume de esgotos faturado<br>FN002: Receita operacional direta de água<br>FN003: Receita operacional direta de esgoto<br>FN007: Receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada)<br>FN038: Receita operacional direta - esgoto bruto importado | R\$/m <sup>3</sup> |
| Comentários: FN001 = FN002 + FN003 + FN007 + FN038   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |

Figura 06: Equação para Cálculo da Tarifa Média Praticada

A partir das tarifas médias praticadas no ano de 2014, foi aplicada a correção do valor pela taxa de equilíbrio obtida na análise do ciclo 2011-2014. O resultado dessa interação está apresentado espacialmente na Figura 07 para o serviço de água e na Figura 08 para o serviço de água e esgoto. Com relação a aplicação para o sistema que compreende apenas esgoto, os resultados estão apresentados na Tabela 02.

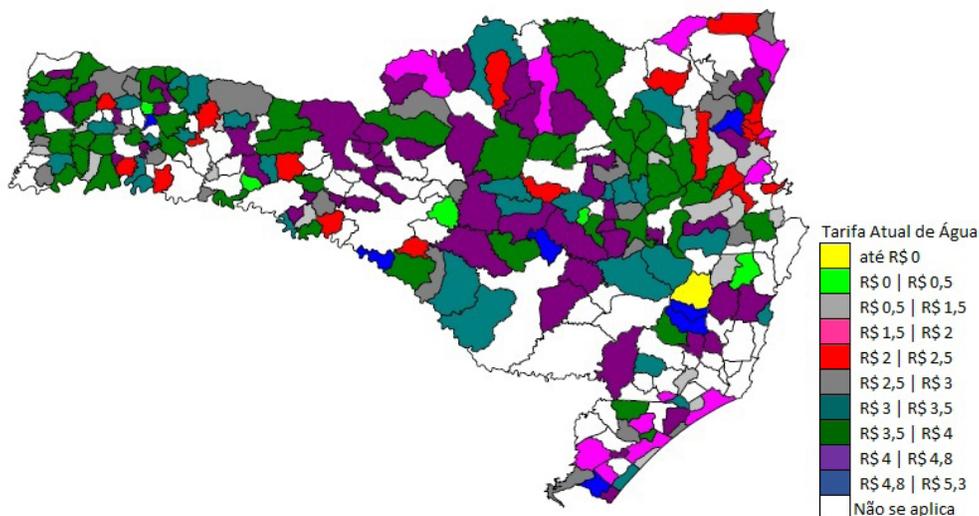


Figura 07 – Atualização Tarifária Sistema de Água dos Municípios de Santa Catarina. Resultados com base nos dados SNIS (2011 – 2014)

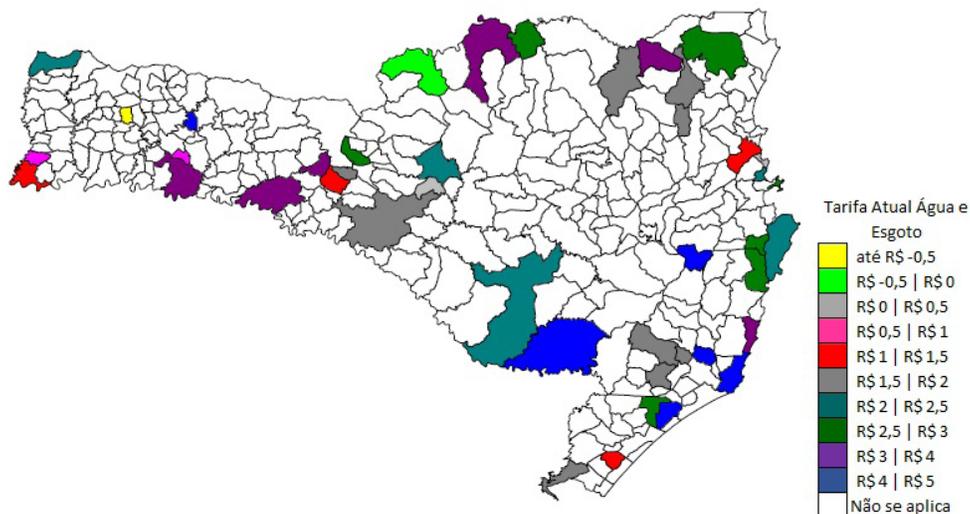


Figura 08 – Atualização Tarifária Sistema de Água e Esgoto dos Municípios de Santa Catarina. Resultados com base nos dados SNIS (2011 – 2014)

| Municípios | Tx de Equilíbrio | Média Tarifa Praticada | Atualização da Tarifa |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| Blumenau   | -54%             | R\$ 3,04               | R\$ 4,69              |
| Capinzal   | 15%              | R\$ 3,36               | R\$ 2,87              |

Tabela 2: Atualização Tarifária Sistema de Esgoto.

## CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos, podemos afirmar que a metodologia desenvolvida apresenta resultados satisfatórios frente a necessidade de garantir a sustentabilidade das tarifas de saneamento básico, devendo-se atentar para o fato que se trata de um indicador de avaliação de equilíbrio econômico-financeiro. Como já comentado ao longo do trabalho, a análise destes resultados obtidos não permite definir valores para revisão tarifária, apenas indica a necessidade de tal revisão de modo que a tarifa consiga suprir os custos envolvidos na provisão dos serviços. O processo de revisão tarifária deverá contar ainda com outros mecanismos de avaliação, tais como: fator de eficiência, plano de investimentos e amortizações, avaliação de ativos na definição do valor de depreciação, entre outros. Essa análise pode ser auxiliada pela ferramenta de avaliação de desempenho dos indicadores de qualidade, produtividade e atendimento da prestação do serviço.

## REFERÊNCIAS

ARIS – AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO - SC. Estudo para elaboração de revisões tarifárias em Samaes. Estudo de caso para o Samae de Jaraguá do Sul, 2014.

ARIS – AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO - SC. O papel do ente regulador e mecanismos para avaliação e controle da implementação de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) em Santa Catarina. ABAR, VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, Fortaleza, 2013.

ARIS – AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO - SC. Resoluções Normativas. Florianópolis, 2011. Disponível em: [www.aris.sc.gov.br](http://www.aris.sc.gov.br).

ARIS – AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO - SC. O papel do ente regulador na transformação de dados sobre o saneamento básico em informações para o usuário. ABAR, VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, Fortaleza, 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, Sistema Nacional de Informações de sobre Saneamento, 2016. Informações disponível - [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece a Política Federal de Saneamento Básico.

MARTINS, R. NARZETTI, D.A. ROCHA, C.L. Matriz tarifária para serviços prestados por instituições Municipais. ABAR, IX CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, Brasília, 2015.

NARZETTI, D.A. ROCHA, C.L. MARTINS, R. MOHEDANO, S. M. H. CARAMORI, M. Ferramenta de análise de índices operacionais, financeiros e de qualidade em saneamento básico para formulação de indicadores de apoio à regulação. ABAR, IX CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, Brasília, 2015.

SANDRIN, C.C. MARTINS, R. ROCHA, C.L. NARZETTI, D.A. Metodologia para avaliação de indicadores de desempenho de prestadores de serviços. ABAR, IX CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, Brasília, 2015.

SANTA CATARINA (Estado). Informações gerais sobre a ARIS. Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento Básico. Disponível em: [www.aris.sc.gov.br](http://www.aris.sc.gov.br).

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água 9, 11, 12, 19, 21, 22, 23, 30, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 77, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 117, 118, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 146, 148, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 197, 198, 199, 202, 204, 205, 218, 227, 245

Água pluvial 52, 55, 58, 98, 102, 103, 107, 245

Água potável 9, 52, 53, 55, 89, 91, 98, 99, 103, 107, 185, 186

Água residual artificial 118

Águas subterrâneas 99, 126, 128, 129, 131, 136, 137, 138, 144, 145, 146

Água subterrânea 126, 127, 128, 135, 136, 139, 140, 142, 146

Aproveitamento de água de chuva 56, 59, 60, 98, 99, 101, 108, 245

Atividade floculante 117, 118

Automatização 198

Avaliação de risco 185

### B

Bacia hidrográfica 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 12, 17, 18, 23, 148, 150, 186, 194

Bacteriología 109

### C

Captação pluvial 48, 50, 55, 56, 57

Carga orgânica 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Contaminación del agua 172, 175

Coronavírus 233, 234, 235, 242

### D

Desempenho 18, 61, 72, 96, 157, 200, 201, 213, 214, 215

Desenvolvimento urbano 3, 6, 31, 35, 37, 38, 39, 41, 44, 51

Distribuição de água 9, 75, 86, 88, 89, 91, 129, 188

Drenagem urbana 19, 47, 48, 49, 53, 57, 58, 60

### E

Educação ambiental 54, 217, 218, 219, 220, 225, 226, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235,

236, 237, 243

Esgotamento sanitário 9, 12, 61, 65, 148, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 218

Evapotranspiração 198, 199, 200, 203, 204, 205, 206, 212, 213, 214, 215

## **I**

Indicador de revisão tarifária 61

Infraestrutura 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 96, 148, 150, 194

Inundações 12, 16, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56

## **L**

Legislação 3, 4, 6, 10, 21, 22, 30, 31, 38, 48, 54, 55, 56, 57, 63, 127, 234

## **M**

Medio ambiente 116, 172

Método GOD 126, 128, 130, 132, 133, 135, 136

Microbacia 160, 161

Modelagem computacional 137, 138, 140, 145

Monitoramento 17, 35, 37, 41, 43, 44, 58, 70, 128, 140, 148, 151, 155, 159, 161, 185, 187, 189, 192, 195, 196, 201, 213

## **P**

Perdas de água 88, 91, 92, 94, 96, 97

Porcentagem de remoção 117, 118

## **Q**

Qualidade de água 148, 151, 156, 157

## **R**

Recursos hídricos 3, 17, 22, 30, 40, 51, 57, 58, 59, 73, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 126, 127, 135, 136, 145, 149, 150, 156, 158, 159, 173, 176, 184

Regulação econômica financeira 61

Relações ecológicas 233, 234, 235, 236, 240, 241, 242

## **S**

Salud pública 109, 116, 172, 174

Saneamento 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 32, 39, 61, 62, 63, 66, 69, 70, 72, 73, 92, 96, 97, 126, 128, 148, 150, 151, 152, 157, 158, 159, 185, 186, 187

Software livre 185, 188

Sustentabilidade 19, 26, 31, 33, 34, 37, 38, 39, 43, 44, 60, 61, 62, 63, 64, 69, 72, 96, 97, 98, 108, 220, 222, 223, 224, 245

## **U**

Urbanização 1, 3, 4, 6, 7, 12, 17, 18, 23, 48, 49, 57, 59, 219, 220, 232

Uso e ocupação do solo 3, 6, 17, 21, 31, 34, 35, 37, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 126

## **V**

Vulnerabilidade ambiental 126, 127

## **W**

Web service 185, 186

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 