

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3



Cleiseano Emanuel da  
Silva Paniagua  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3



Cleiseano Emanuel da  
Silva Paniagua  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

**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 Cremo

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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional 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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
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 – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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 3

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

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

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 3 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-974-5

DOI 10.22533/at.ed.745210804

1. Engenharia Ambiental e Sanitária. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.  
CDD 628

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

## 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

O e-book “Base de conhecimento gerado na Engenharia Ambiental e Sanitária 3”, constituído por vinte e oito capítulos de livros que foram organizados e divididos em três grandes áreas temáticas: (i) gestão de resíduos sólidos e líquidos; (ii) uso e impactos ambientais gerados por aterros sanitários e (iii) gestão e qualidade dos recursos hídricos.

Diante disso, inúmeros estudos já concluíram que vários recursos naturais (água, minerais, combustíveis fósseis e seus derivados entre outros) não são renováveis para suprir a necessidade e crescente demanda para manter tanto a atual quanto as futuras gerações, se não houver uma mudança drástica no atual estilo de vida e visão do homem. Neste sentido, a forma se pensar a relação homem/ambiente, surge a necessidade de melhorar a gestão de materiais e práticas de trabalho. Neste contexto, a construção civil e os diferentes seguimentos industriais passaram por uma mudança radical encararam ao criar e aplicar novas práticas e rotinas de trabalho, possibilitando a geração mínima de resíduos e aumentando o seu reaproveitamento em outros setores da sociedade. Neste sentido, a adoção de novas práticas de fabricação e trabalho levou a: (i) redução de custos com aquisição de matérias – primas; (ii) incorporação de resíduos na composição de diversos produtos industrializados; (iii) o reaproveitamento e tratamento de efluentes antes do seu lançamento em corpos aquáticos; (iv) aprimoramento constante do quadro de colaboradores e (v) aquisição de novas tecnologias foram os principais fatores para se atingir este êxito. Entretanto, a falta de um sistema de educação mais efetivo e uma legislação mais restritiva e punitiva para o poluidor ou a fonte de poluição, se constitui em um entrave para a prática de um desenvolvimento mais sustentável.

Diante disso, inúmeros resíduos são gerados e destinados a áreas para receber todo material enviado que será disposto da forma mais adequada – os aterros sanitários. No entanto, a existência destes não significa em eliminar o impacto gerado pelos resíduos, visto que estas áreas possuem um tempo de vida útil e a precarização da infraestrutura faz com que estes espaços sejam vetores de transmissão de doenças e com alto poder de contaminação tanto do solo com de recursos hídricos que estejam próximos. Não obstante a presença de pessoas e animais nestes lugares se caracteriza como um centro de veiculação de inúmeras doenças.

A destinação inadequada de resíduos se constitui no maior responsável por alterar a qualidade dos recursos hídricos contribuindo tanto para a sua não utilização para fins potáveis quanto para a sobrevivência dos diferentes organismos dos diversos ecossistemas existentes no Brasil. Logo, a utilização de tecnologias que promovam o monitoramento e tratamento dos corpos aquáticos é de suma importância para preservar e garantir que estes não venham a faltar em um futuro bem próximo.

Pensando nisso, a editora Atena trabalha com o intuito de estimular e incentivar tanto

a publicação de trabalhos científicos quanto a disponibilidade destes de forma gratuita por intermédio de diferentes plataformas em tempo real e acessível a todos, contribuindo para o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **COMPARAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE DUAS OBRAS EM BELÉM, PARÁ, BRASIL**

Yuri Antônio da Silva Rocha  
Bruno Mitsuo Hiura  
Douglas Matheus das Neves Santos  
Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior  
Danúbia Leão de Freitas  
Yan Torres dos Santos Pereira  
Hugo Augusto Silva de Paula  
William de Brito Pantoja  
Juliane da Silva Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.7452108041**

### **CAPÍTULO 2..... 13**

#### **IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO PARA RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA NA CIDADE DO RECIFE, PERNAMBUCO**

Eduardo Antonio Maia Lins  
Vanessa Luana Bezerra Barbosa  
Adriane Mendes Viera Mota  
Maria Clara Pestana Calsa  
Andréa Cristina Baltar Barros

**DOI 10.22533/at.ed.7452108042**

### **CAPÍTULO 3..... 22**

#### **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

Mariane Vивиurka Fernandes  
Silvano da Silva Coutinho  
Sílvia Carla da Silva André Uehara  
Adriana Aparecida Mendes  
Maiara Veiga Coutinho  
Tatiane Bonametti Veiga

**DOI 10.22533/at.ed.7452108043**

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO SHOPPING MEGA MODA PARK, EM GOIÂNIA-GO**

Rafaella Ferreira Rodrigues Almeida  
Viníciu Fagundes Bárbara  
Rosana Gonçalves Barros

**DOI 10.22533/at.ed.7452108044**

### **CAPÍTULO 5..... 57**

#### **DIAGNÓSTICO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM TIMON-MA, BRASIL**

George Ventura Alves Neri

Adriana Sotero Martins

Maria José Salles

**DOI 10.22533/at.ed.7452108045**

**CAPÍTULO 6..... 71**

**ESTUDO DE CASO SOBRE A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO SOBRE O DESCARTE DO ÓLEO DE COZINHA**

Eduardo Antonio Maia Lins

Natália Dias Feijó

Adriane Mendes Vieira Mota

Andréa Cristina Baltar Barros

Maria Clara Pestana Calsa

**DOI 10.22533/at.ed.7452108046**

**CAPÍTULO 7..... 82**

**SUBTRAÇÃO DE VOLUMES EM ATERROS SANITÁRIOS: GESTÃO DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORES URBANAS**

Barbara Lucia Guimarães Alves

**DOI 10.22533/at.ed.7452108047**

**CAPÍTULO 8..... 94**

**GERAÇÃO DE ILHAS DE CALOR EM ATERRO SANITÁRIO – ESTUDO DE CASO**

Eduardo Antonio Maia Lins

João Victor de Melo Silva

Regina Coeli Lima

Suzana Paula da Silva França

Sérgio Carvalho de Paiva

Raphael Henrique dos Santos Batista

Camilla Borges Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7452108048**

**CAPÍTULO 9..... 103**

**IMPACTOS AMBIENTAIS EM ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE SEBERI-RS**

Tariana Lissak Schüller

Malva Andrea Mancuso

**DOI 10.22533/at.ed.7452108049**

**CAPÍTULO 10..... 115**

**GESTÃO AMBIENTAL CONJUNTA DOS SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS**

Ricardo Pêra Moreira Simões

**DOI 10.22533/at.ed.74521080410**

**CAPÍTULO 11 ..... 127**

**A INTRUSÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E O INCREMENTO DE VAZÕES EM ETE'S**

Diogo Botelho Correa de Oliveira

Marco Aurélio Calixto Ribeiro de Holanda

Camila Barrêto Rique de Barros

Lorena Clemente de Melo  
Willames de Albuquerque Soares  
**DOI 10.22533/at.ed.74521080411**

**CAPÍTULO 12..... 136**

**POTENCIALIDADES NO USO DA ÁGUA DO AQÜÍFERO GUARANI**

Gilmar Antônio da Rosa  
Priscila Mara Knoblauch

**DOI 10.22533/at.ed.74521080412**

**CAPÍTULO 13..... 153**

**CONFLITOS TERRITORIAIS EM BACIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO NA FRONTEIRA BRASIL/COLÔMBIA E PERU**

Ercivan Gomes de Oliveira  
Adorea Rebello da Cunha Albuquerque  
Manoel Góes dos Santos  
Jefferson Rodrigues de Quadros

**DOI 10.22533/at.ed.74521080413**

**CAPÍTULO 14..... 160**

**DESAFIOS DO NOVO MARCO LEGAL DO SETOR DE SANEAMENTO**

Hugo Sergio de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.74521080414**

**CAPÍTULO 15..... 169**

**BIOPROSPECÇÃO DE RIZOBACTERIAS DE CAFÉ CONILON**

Joyce Rayra Pereira Leite  
Wanderson Alves Ferreira  
Sabrina Spalenza de Jesus  
Elson Barbosa da Silva Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.74521080415**

**CAPÍTULO 16..... 185**

**COMPARAÇÃO ENTRE A ANTIGA E A NOVA CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA CULTURA DA MAÇÃ NO MUNICÍPIO DE VACARIA/RS**

Nilva Lúcia Rech Stedile  
Cassiano da Costa Fioreze  
Fernanda Meire Cioato  
Tatiane Rech

**DOI 10.22533/at.ed.74521080416**

**CAPÍTULO 17..... 204**

**AVALIAÇÃO DE RISCO RELATIVO DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA DE FONTES DE ABASTECIMENTO INDIVIDUAL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA LOCALIZADAS NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS-ES**

Tamires Lima da Silva  
Fernando Soares de Oliveira

Talita Aparecida Pletsch  
Daniela Teixeira Ribeiro  
Yuri Graciano Bissaro Romualdo  
Abrahão Welson de Souza  
Bruna Bonomo Cosme

**DOI 10.22533/at.ed.74521080417**

**CAPÍTULO 18.....215**

**PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS [P1MC]: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE INFORMANTES-CHAVE**

Juliana Elisa Silva Santos  
Patrícia Campos Borja

**DOI 10.22533/at.ed.74521080418**

**CAPÍTULO 19.....229**

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SANEAMENTO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS TRIBUTÁRIOS DO SISTEMA LAGUNAR DE MARICÁ, RJ**

Luane Marques Toledo  
Fernanda Carvalho Moreno Wall  
Marcelo Obraczka  
André Luís de Sá Salomão

**DOI 10.22533/at.ed.74521080419**

**CAPÍTULO 20.....244**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA LAGOA DO BALNEÁRIO VENEZA EM CAXIAS – MA**

Manoel Vyctor Rocha da Silva  
Deuzuita dos Santos Freitas Viana

**DOI 10.22533/at.ed.74521080420**

**CAPÍTULO 21.....253**

**MODELAGEM COMPUTACIONAL DO ESCOAMENTO DE ESGOTO EM REDES COLETORAS ASSENTADAS EM DECLIVIDADES DRÁSTICAMENTE REDUZIDAS USANDO AS EQUAÇÕES DE SAINT-VENANT E DE BOUSSINESQ**

Wolney Castilho Alves  
Luciano Zanella

**DOI 10.22533/at.ed.74521080421**

**CAPÍTULO 22.....268**

**SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE CAMPINA DO MONTE ALEGRE, SÃO PAULO**

Fernanda Marques dos Santos  
Camila Gallassi  
Juliana Noronha Primitz  
Vinicius Rainer Boniolo  
Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho

**DOI 10.22533/at.ed.74521080422**



**CAPÍTULO 23.....274**

**AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DOS MODELOS GR4J, GR5J E GR6J NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, MINAS GERAIS**

Wallace Maciel Pacheco Neto  
Fabianna Resende Vieira  
Cristiano Christofaro Matosinhos

**DOI 10.22533/at.ed.74521080423**

**CAPÍTULO 24.....289**

**USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA A PLANIFICAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTO SANITÁRIO COM WETLAND CONSTRUÍDO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA URBANA**

Lessandro Morini Trindade

**DOI 10.22533/at.ed.74521080424**

**CAPÍTULO 25.....302**

**SIBOOST – A INOVAÇÃO NA METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM FOCO NA REGULARIDADE DOS EQUIPAMENTOS PRESSURIZADORES DURANTE AS SINGULARIDADES DAS CRISES HÍDRICAS E ENERGÉTICAS – CASE CARMELO BARONI UNIDADE DE NEGÓCIOS SUL – SABESP**

Kleber dos Santos  
Ricardo Barros Cunha  
Marco Antônio de Oliveira  
Rogério de Castro Peres  
Anderson Cleiton Barbosa  
Vagner Motta

**DOI 10.22533/at.ed.74521080425**

**CAPÍTULO 26.....319**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE UM TELHADO VERDE SUBMETIDO AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE**

Camila Barrêto Rique de Barros  
Marco Aurelio Calixto Ribeiro de Holanda  
Diogo Botelho Correa de Oliveira  
Ariela Rocha Cavalcanti  
Willames de Albuquerque Soares

**DOI 10.22533/at.ed.74521080426**

**CAPÍTULO 27.....330**

**REMOÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS NA FILTRAÇÃO LENTA COM PRÉ-OXIDAÇÃO COM RADIAÇÃO SOLAR**

Carlos Henrique Rossi  
Edson Pereira Tangerino  
Tsunao Matsumoto  
Anielle Ferreira de Jesus Pardo

**DOI 10.22533/at.ed.74521080427**

<b>CAPÍTULO 28.....</b>	<b>342</b>
<b>PHOTODEGRADATION OF WATER POLLUTANTS WITH TIO<sub>2</sub> CATALYSTS ACTIVATED WITH VISIBLE LIGHT AND UV LIGHT</b>	
Maricela Villicaña Mendez	
Luisa Verónica Piña Morales	
Ma. Guadalupe Garnica Romo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74521080428</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>352</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>353</b>

## GESTÃO AMBIENTAL CONJUNTA DOS SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

Data de aceite: 01/04/2021

### Ricardo Pêra Moreira Simões

Norte Sul Hidrotecnologia  
São Miguel Paulista, Brasil

**RESUMO:** Os sistemas de esgotos e drenagem correspondem a um patrimônio público de altíssimo valor, quer econômico, quer pela sua função social como responsável pela qualidade de vida e saúde da população. Este trabalho apresenta um modelo de gestão baseado nos conceitos modernos tanto do ponto de vista técnico como administrativo, a partir da parceria público-privado “latu sensu”, no conceito de terceirização (“contracting out”), a partir de contratos de performance, definindo um modelo “ganha-ganha”. O foco do trabalho é apresentar as condições de viabilização da parceria público-privada nos serviços de operação e manutenção de sistemas de água pluviais e residuais, a partir das experiências realizadas tanto na Sabesp como na Prefeitura Municipal de São Paulo. Os resultados destes trabalhos demonstram um grande aumento de produtividade na execução dos serviços gerando menores custos e maiores resultados, com ganhos expressivos tanto para o Poder Público, contratante, como para as empresas privadas contratadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgoto, drenagem, parceria público-privada, performance.

### ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF JOINT STORMWATER AND WASTEWATER SYSTEMS

**ABSTRACT:** Wastewater and stormwater systems are a very valuable public patrimony monetary and social, due to its function as responsible for population life quality and health. The purpose of this document is to introduce a management model, based on “latu sensu” public-private partnership, through performance contracting out. This document presents the experience of five years performance contracts between Sabesp (São Paulo, Brasil, water and wastewater company and Norte Sul Hidrotecnologia, a private contractor, that results in lower costs and great benefits in the collection operation and maintenance system. At the same time, the document reports new models in the stormwater systems operation & maintenance.

**KEYWORDS:** Sewer, drainage, public-privated partnership, performance.

### INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma população de mais de 200 milhões de habitantes, dos quais 80% residem em áreas urbanas, o que torna inexorável a implantação de uma infraestrutura de esgotamento sanitário e drenagem essencial à preservação da saúde da população. Estudos indicam que atualmente apenas 50% da população urbana é atendida por sistemas públicos de esgotamento sanitário e drenagem adequados, o que exigiria investimentos da

ordem de R\$ 100 bilhões, o que, somado ao investimento já feito importaria num patrimônio de aproximadamente R\$ 200 bilhões em infraestrutura de esgotamento sanitário e drenagem.

A responsabilidade pela gestão deste imenso patrimônio, definida pela Constituição, é de cada um dos Municípios; assim cabe ao poder público municipal a responsabilidade de proteger a segurança e a saúde da população e do meio ambiente.

## FUNÇÕES E RESPONSABILIDADES DO PODER PÚBLICO

Na segunda metade do século passado principalmente na Europa, desenvolveu-se a ideia-força da participação, particularmente na interação entre as administrações públicas locais e a sociedade civil.

Caracteriza-se como parceria público-privado toda cooperação que possa ser considerada pela teoria dos jogos como do tipo “ganha-ganha”, no qual há benefícios para ambas as partes, ao contrário do “jogo de soma zero”, no qual o ganho de uma parte reflete-se em perda da outra parte, pois os valores somam zero; por este mecanismo as empresas privadas complementam ou substituem as ações do poder público onde fosse mais eficiente.

Para a perfeita compreensão do problema, é preciso distinguir entre **provisão** dos serviços públicos e a sua **produção**. Ao **Estado (Poder Público) cabe prover os serviços públicos**, isto é, detectar as necessidades sociais, formular soluções racionais para o seu atendimento, implementar as políticas e controlá-las sob o ponto de vista da qualidade, visando à justiça social. Já a **produção dos serviços públicos**, ou seja, a sua execução pode ser transferida ao **setor privado com ganho em termos de custos e qualidade**.

A experiência demonstra que a atuação direta do Estado na **produção de serviços públicos** apresenta alto grau de ineficiência e custo elevado, pelas seguintes razões:

- a) O tamanho das empresas/órgãos públicos é sempre maior que o de empresas privadas dedicadas às mesmas funções, e é tanto mais difícil motivar ou controlar, quanto maior é o número de pessoas envolvidas;
- b) Ocorre o inchaço de pessoal, pois existe a estabilidade no emprego, formal ou informal, ou seja, é muito difícil demitir, existem sempre injunções políticas e acaba sendo necessário contratar mais gente nova, pois os antigos acomodam-se;
- c) Os salários e benefícios são mais elevados no setor público do que empresas privadas equivalentes, devido à chamada “Epidemia de Baumol”, que consiste na transferência para o setor público dos aumentos obtidos pelos salários nos setores de maior produtividade (da iniciativa privada), em decorrência da forte atuação do sindicalismo e da conivência corporativista dos dirigentes dos órgãos, autarquias ou mesmo empresas públicas – tal fato é a causa principal do grave desequilíbrio do sistema brasileiro de previdência, cujo déficit é decorrente dos pagamentos aos aposentados do setor público.

Estes fatores (principalmente o item b) são reconhecidos (em particular pelo menos) por todos os gestores de empresas ou órgãos públicos, qualquer que seja o matiz ideológico e implicam na grande dificuldade que os gestores têm na sua administração, sendo a causa da baixa produtividade dos mesmos em comparação com as empresas privadas.

## PARCERIA PÚBLICO-PRIVADO “LATU SENSU”

O grande desafio das sociedades democráticas que pleiteiam o desenvolvimento econômico e social, com ganhos disseminados entre toda a sua população é obter maior produtividade (que permita a obtenção de diferencial econômico a ser dividido entre os cidadãos) e o atendimento das demandas sociais.

Este objetivo implica no desenvolvimento de formulações inovadoras para a realização dos processos produtivos existentes, que garantam o atendimento simultâneo das metas acima.

A parceria público-privado implica necessariamente na interação positiva entre estes agentes, podendo assumir diversas formas (não só aquelas que já possuem um marco legal, PPP, destinadas a grandes empreendimentos), inclusive em segmentos restritos, com o objetivo específico de aumentar a produtividade do sistema, pela colaboração positiva entre os agentes privados e públicos.

Assim, a parceria público-privado pode desenvolver-se através de vários mecanismos, dentre os quais destacam-se a **privatização e a terceirização** dos serviços públicos, cujas vantagens e desvantagens serão brevemente relatadas a seguir; **constitui o foco deste trabalho destacar um aspecto da parceria público-privado que, a despeito de seu pequeno valor monetário e de envolver empresas de tamanho pequeno ou médio, pode trazer grandes ganhos de produtividade ao sistema.**

A ocorrência comprovada do alto grau de ineficiência e custo elevado na atuação direta do Estado constitui **o principal argumento em favor da privatização dos serviços públicos.**

Não obstante a validade da assertiva relativa à baixa produtividade e ineficiência demonstrada anteriormente, a **privatização** completa ou mesmo parcial dos serviços **significa a abdicação do Poder Público não só da Produção, como também da Provisão dos serviços públicos**, uma vez que a privatização envolve concessão legalmente aprovada por pelo menos 20 anos, com poderes de fiscalização cuja efetivação é dificultosa. Em consequência, grande parte dos casos de privatização no Brasil são questionados pela população, pois se algum benefício houve, foi anulado pelo aumento nos preços cobrados pelos serviços e pelo direcionamento preferencialmente para segmentos com maior retorno financeiro.

Além disso, dos três fatores acima descritos como determinantes da baixa produtividade do setor público, como a privatização, via de regra, ocorre através de grandes

empresas, o tamanho das empresas continua como um fator indutor à baixa produtividade.

Tal situação é mais acentuada nos serviços públicos objeto de nosso estudo, referentes ao saneamento básico, no qual há grandes controvérsias, mormente nos dias atuais em que a maioria dos casos de privatização ocorreu através de empresas envolvidas nos escândalos de corrupção que assolam o país, o que deixa uma sombra de suspeição neste processo.

A conclusão é que, a despeito de certas vantagens, o mecanismo da privatização é do tipo “jogo de soma zero”, ou seja, o setor privado tem maiores benefícios e o setor público prejuízos equivalentes.

Não obstante os fatores acima, para que haja o desenvolvimento econômico e social, a sociedade deve continuar no processo que leve ao aumento da produtividade, sem abdicar, ao mesmo tempo, de manter o controle social do Poder Público.

Voltando ao conceito de parcerias público-privado no setor de saneamento, a terceirização surge como a forma mais adequada de se atingir aos objetivos acima (aumento da produtividade e manutenção do caráter provedor do Poder Público); seu questionamento ocorre principalmente por parte dos sindicatos de empregados, por motivos financeiros, travestidos de ideológicos, dada a força da inserção sindical dos trabalhadores em órgãos e empresas públicos no sistema político brasileiro.

## **TERCEIRIZAÇÃO NO CONCEITO DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADO “LATU SENSU”**

O estabelecimento de parcerias para a implementação das atividades-meio é o caminho natural que as grandes empresas privadas têm encontrado para assegurar custos decrescentes e maior produtividade, transferindo para empresas especializadas a responsabilidade total pela execução dos serviços, ao mesmo tempo em que estabelece os parâmetros operacionais que garantam o controle e a qualidade dos serviços.

Tal conceito aplica-se também e ainda com maior razão aos entes públicos (Estados ou Municípios, através órgãos públicos, autarquias ou empresas sob controle público) no tocante à esfera de atuação operacional relativa aos serviços públicos, como é o caso dos serviços de operação dos sistemas de águas residuais (esgotos sanitários) ou águas pluviais (drenagem).

Com a terceirização, a empresa privada necessariamente é mais preocupada do que a empresa ou o órgão público com a apuração dos custos de operação e com a qualidade dos serviços, pois disso depende a continuidade do seu contrato. A parceria através da terceirização acaba induzindo a uma redefinição conceitual das modalidades de prestação de serviços, abrindo-se uma grande oportunidade de introdução de inovações e melhorias de procedimentos.

Desta forma, através da **racionalização e diminuição dos custos operacionais**,

**a parceria através da terceirização derrota o grande argumento da privatização, demonstrando que a manutenção da gestão nas mãos do poder público é viável dentro de um modelo enxuto economicamente, comparável ao das empresas privadas de mesmo porte, mantendo-se como provedor e não produtor dos serviços públicos.**

O segredo do sucesso desse modelo reside em três pilares que serão explicitados a seguir.

Do lado da empresa ou órgão público, é necessário que sua direção tenha um visão moderna, não ideologizada e não corporativa e reconheça realisticamente a necessidade de recorrer efetivamente à parceria com o setor privado para o cumprimento dos objetivos de aumento da produtividade com a manutenção do caráter de provedor dos serviços públicos e não produtor dos mesmos; outrossim, também é fundamental que o **corpo de gestores compreenda e esteja comprometido com o processo pois caberá a ele construir objetivamente a parceria.**

O outro pilar é encontrar parceiros comprometidos com a modernidade e a qualidade, com experiência e criatividade para implementar melhorias no processo que permitam ao mesmo tempo aumentar a produtividade, baixar os custos operacionais e melhorar a qualidade dos serviços.

O último pilar está em definir um modelo de contratação que estimule o desenvolvimento de relações sinérgicas, com ganhos para ambas as partes envolvidas.

Nos últimos anos têm se desenvolvido formatos contratuais que demonstram que a **parceria público-privado através da terceirização dos serviços com o estabelecimento de metas operacionais de desempenho performance ligadas à remuneração das empresas com a aplicação simultânea de conceitos técnicos de gestão e otimização dos serviços, deve levar a que sejam alcançados simultaneamente as metas de aumento da produtividade e conservação do Poder Público como provedor das atividades-fim.**

Deve-se reconhecer que se trata de um novo paradigma e como tal sujeito a discussões e principalmente contestações, uma vez que implicará em reorganização dos modelos predominantes. No entanto, o momento atual, de séria crise econômica e política, é propício a que assuntos polêmicos e que envolvem mudanças em paradigmas mais profundos e arraigados, ligados aos princípios e direitos definidos pela Constituição de 1998, que o país não tem como arcar, possam ser discutidos, o que dá atualidade ao que se coloca neste estudo.

A parceria público-privado para a operação conjunta da operação e manutenção de redes coletoras de esgotos e drenagem, que a seguir conceituaremos, constitui-se em um exemplo (dos muitos potenciais) a ser adotado.

## **OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (O&M) DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E DRENAGEM**

Os sistemas de esgotos destinam-se fundamentalmente ao transporte das águas residuais até as Estações de Tratamento de Esgotos; de igual forma, os sistemas de drenagem destinam-se a transportar as águas pluviais aos cursos d'água (córregos e rios).

Os componentes dos sistemas de esgotos (redes coletoras, coletores troncos, estações elevatórias, interceptores) ou drenagem (galerias, ramais, bocas de lobo, piscinões) têm suas características operacionais definidas pelo projeto e construção, de modo que sua deterioração começa imediatamente após a construção, sendo acelerada pelo uso.

A operação e manutenção de redes coletoras de esgotos ou drenagem significam fundamentalmente manter o esgoto ou as águas pluviais correndo na rede, evitando extravasamentos nas vias ou residências, assim como enchentes e alagamentos, ou no caso inevitável de uma ocorrência, atender rapidamente às reclamações dos usuários.

Obstruções e assoreamentos reduzem a capacidade do sistema, gerando extravasamentos que são percebidos pela população; extravasamentos decorrentes de obstruções e/assoreamentos são sintomas de operação e manutenção inadequadas do sistema.

**Desta forma, os índices de quantidade de desobstruções de coletores e do tempo de atendimento das mesmas constituem-se nos principais indicadores da eficiência dos serviços de operação e manutenção das redes coletoras de esgotos e drenagem, daí a relevância destes serviços no conjunto das operações dos órgãos ou empresas de saneamento.**

## **GESTÃO CONJUNTA DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (O&M) DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E DRENAGEM**

O Brasil, com poucas exceções, adota os sistemas de transporte separado das águas provenientes das chuvas (águas pluviais) daquelas oriundas do uso doméstico ou industrial (águas residuais ou esgotos). Por este motivo, as atividades de operação e manutenção dos sistemas de drenagem e esgotos, tradicionalmente ocorrem de forma separada, sob a responsabilidade de órgãos municipais distintos.

A despeito desta separação administrativa, a natureza e a técnica (com frequência, a má técnica) impõem a interligação entre os dois sistemas, tanto com ligações domésticas nas galerias de águas pluviais, como de galerias nas redes de esgotos.

Como consequência, esgotos sanitários são despejados nas galerias, córregos e rios, ao invés de serem direcionados para tratamento, poluindo então o meio ambiente; de outro lado, as estações de tratamento de esgotos recebem excesso de líquidos (em relação ao projetado) que deveriam ser encaminhados para os cursos d'água, onerando



desnecessariamente os custos do tratamento.

De modo geral, a maioria das cidades do Primeiro Mundo adota programas de gestão conjunta de O&M das redes de drenagem e esgotos, envolvendo a inspeção contínua das redes, programas de reabilitação dos pontos críticos identificados e a limpeza preventiva; como resultado, os índices de extravasamento de esgotos por extensão de rede são muito baixos, assim como os alagamentos nas vias públicas são situações ocasionais causadas por precipitações pluviométricas incomuns.

## **GESTÃO EFICAZ DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (O&M) DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E DRENAGEM**

Não obstante as redes de drenagem e esgotos adotarem a separação completa entre os sistemas de drenagem e de esgotos é necessário, **gestão eficaz** para que não haja a contaminação, pela mistura entre os dois sistemas, em virtude da ocorrência de inundações e de interligações entre as redes de esgoto e drenagem.

**A nova filosofia de gestão baseia-se no conhecimento preciso e exaustivo do sistema, no planejamento integral, na gestão completa e coordenada em tempo real e no enfoque ambiental e sustentável.**

**Os instrumentos básicos de uma gestão moderna exigem a utilização de sistemas tecnológicos de ajuda à tomada de decisões: o cadastro georreferenciado dos sistemas existentes, o diagnóstico das áreas críticas, o prognóstico com as ações corretivas recomendadas, instrumentos de modelagem hidráulica para o correto dimensionamento do sistema e instrumentos de medição dos volumes de água em tempo real.**

Qualquer **sistema de coleta de esgoto sanitário**, devido a suas peculiaridades, apresenta pontos onde as ocorrências de manutenção corretiva se sobrepõem às médias das demais regiões, ocasionando extravasamentos para o sistema viário, que acaba por atingir o sistema de drenagem, sendo então conduzido para os corpos d'água, ocasionando aumento da poluição.

Com a implementação destes instrumentos, poderão ser planejadas com maior eficácia as ações necessárias tanto para o redimensionamento do **sistema de drenagem** ao volume real, quanto à limpeza regular e preventiva dos componentes do sistema de drenagem (margens de córregos, galerias, ramais, poços de visita e bocas de lobo); finalmente, poderão ser previstas e adotadas as medidas necessárias e imediatas, prevenindo a ocorrência de obstruções e extravasamentos do sistema de coleta de esgotos e de precipitações de intensidade incomum.

Estes pontos crônicos, seja dos sistemas de esgotos ou dos sistemas de drenagem, apresentam-se frequentemente obstruídos e afogados revelando problemas que exigem ações conjunturais, a partir do diagnóstico da real situação de cada caso.

Para que ocorra redução contínua da incidência do número de obstruções, é necessário que haja a melhoria operacional do sistema. Os serviços de lavagem preventiva, diagnóstico e melhoria operacional, priorizando os pontos críticos, permitirão o aprimoramento da gestão dos serviços de manutenção, estabelecendo-se um processo de melhoria contínua.

A gestão conjunta do sistema de drenagem e de esgotamento sanitário significa controlar a ocorrência de enchentes e inundações ou mitigar suas consequências no caso de precipitações pluviométricas extraordinárias, assim como atuar no controle da poluição; implica na operação e manutenção dos equipamentos existentes, além da identificação dos problemas e do detalhamento das intervenções necessárias para a solução dos pontos críticos que impedem o fluxo regular do sistema hidrológico, particularmente na condução das chuvas.

## **EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA LIMPEZA E DESOBSTRUÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTOS: EXEMPLO DE SUCESSO DO MODELO DE TERCEIRIZAÇÃO COM PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA “LATU SENSU”**

Este trabalho limitar-se-á às ações desenvolvidas no Estado de São Paulo e em especial à área metropolitana da capital, onde os autores têm desenvolvido seus trabalhos que subsidiam este estudo.

A contratação de serviços especializados de limpeza e desobstrução de redes coletoras de esgotos através de equipamentos que utilizam a técnica de hidrojateamento é prática antiga, que remonta há mais de 50 anos, tendo a Sabesp grande experiência não só na contratação como na execução dos serviços com equipamentos/pessoal próprios.

Já a Prefeitura do Município de São Paulo também utiliza esta categoria de equipamentos de forma completamente terceirizada há aproximadamente 30 anos. Os demais municípios e concessionários do Estado, em sua maioria, também utilizam o sistema, quer através de equipamentos próprios, quer por contratação de terceiros.

Na Sabesp até 1997, todos os contratos de terceirização previam como remuneração o pagamento dos serviços por hora do equipamento disponibilizado, a partir de programação definida pelas áreas operacionais, ou seja, o ônus de eventual ineficiência era pago pela contratante.

Esta mudança detonou um processo de interação entre Sabesp e contratadas, na medida em que o ônus da ineficiência passou na totalidade da Sabesp para a empreiteira, mesmo que de responsabilidade da contratante, estabelecendo-se de forma embrionária, o conceito de parceria público-privada “latu sensu”.

O processo de planejamento estratégico da companhia tem se preocupado com a continuidade dos indicadores de desobstruções, havendo propostas de mudanças do critério de manutenção de corretiva para preventiva, como forma de inverter estes altos índices, o que passaria por lavagem preventiva, diagnósticos e projetos de melhorias na rede.

A implantação do cadastro georreferenciado através do SIGNOS dotou a empresa de um instrumento de grande valia para a implementação dos projetos de melhoria com uma base técnica mais confiável.

Simultaneamente, entre 2002 e 2005, a Prefeitura do Município de São Paulo implantou um programa piloto em toda a área geográfica do município para a manutenção do sistema de micro drenagem, cujas características são extremamente semelhantes às do sistema de esgotamento sanitário, que envolveu: limpeza preventiva por varredura de toda a área geográfica, inspeção por TV, cadastramento georeferenciado, diagnóstico de pontos críticos e sistema de gerenciamento informatizado, cuja evolução será explicada posteriormente.

Apesar de desativado na sua globalidade, o modelo de contratação, com foco na gestão técnica-operacional, continuou em diversas Subprefeituras do município, particularmente da zona leste; com adaptações locais, o conceito contratual, associando gestão técnica com os serviços operacionais está implantado nas cidades de Guarulhos e Poá.

No desenvolvimento deste processo, várias empresas prestadoras de serviços de limpeza e desobstrução passaram nos últimos 15 anos por um acelerado processo de melhoria técnica, incorporando conceitos de engenharia voltados para a otimização dos serviços de operação e manutenção tanto de redes coletoras de esgotos como de drenagem e ferramentas de gestão aos conhecimentos operacionais.

## **CONTRATO DE PERFORMANCE NOS SERVIÇOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTOS**

Resultou dos elementos acima o amadurecimento das condições objetivas para o estabelecimento de um novo formato de parceria público-privada no qual os serviços convencionais de desobstrução de redes coletoras de esgotos ou de drenagem, reconhecidamente importantes na avaliação da população em relação à eficiência dos serviços de esgotos ou drenagem, passassem a ser considerados como parte de um problema maior que exige solução multidisciplinar, técnica integrada com a gestão, no qual o comprometimento da parceira privada é garantida por sua remuneração atrelada a melhorias no desempenho.

Desta forma, este modelo conseguiu alinhar na mesma direção e no mesmo sentido os interesses tanto do público como do privado, garantindo o caráter de parceria.

A partir de 2009, os contratos da Sabesp referentes aos serviços convencionais de limpeza e desobstrução de redes coletoras de esgotos passaram a adotar os seguintes conceitos:

- a) A empresa contratada ficava responsável pela execução da totalidade dos serviços de limpeza e desobstrução de determinada área geográfica definida pela Sabesp.

b) A remuneração da contratada correspondia a um valor fixo mensal, calculado pela Sabesp considerando o quantitativo histórico dos últimos meses (normalmente 24) de desobstruções de coletores, lavagem preventiva, sucção de poços de visita.

c) A remuneração fixa mensal era paga se fossem atingidos os indicadores de desempenho estabelecidos contratualmente (tempo médio de desobstrução, reincidências, etc), ficando sujeita a reduções caso tais índices não fossem alcançados.

d) A cada 6 ou 12 meses, a contratada garantiria uma redução na quantidade de desobstruções, a partir dos estudos técnicos de otimização da rede nos pontos críticos observados, sendo remunerada por estes trabalhos.

Nos 6 anos decorridos desde a implantação pioneira deste modelo contratual, foram efetuados vários ajustes e adaptações, objetivando aprofundar o modelo “ganha-ganha”, que é a essência do conceito de parceria público-privado.

A Sabesp exige de terceiros qualificados o atendimento de índices essenciais à correta operação e manutenção do sistema de esgotos sanitários, a custo e desgaste menores do que teria com recursos próprios, que redireciona para atividades-fim; a contratada utiliza sua experiência, garantindo contratos com maior valor agregado, obtendo melhores resultados financeiros apenas se for eficiente em conseguir resultados mensuráveis que beneficiam o cliente.

A rigor, trata-se de um processo, que deve continuar para que possam obter-se cada vez melhores resultados e tal só poderá ser alcançado se ambas as partes estiverem imbuídas do conceito de parceria e trabalharem solidariamente para que melhorias possam ser introduzidas.

## **SITUAÇÃO ATUAL NOS SERVIÇOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM**

Os serviços de operação e manutenção dos sistemas de drenagem no Brasil, de modo quase total, são administrados por Secretarias Municipais, com variados graus de autonomia, consoante a existência de administrações regionais ou subprefeituras.

Apesar da inegável qualidade do corpo técnico, assim como da razoável estruturação administrativa dos órgãos encarregados, ao contrário do que predomina na Sabesp e mesmo em boa parte dos serviços ou departamentos concessionários de água e esgotos das prefeituras, o preenchimento dos cargos de direção observa critérios quase que exclusivamente políticos, elidindo a racionalidade nas decisões técnicas, resultando em maiores dificuldades na implementação de um modelo mais eficaz de gestão.

Além disso, a atuação dos Tribunais de Conta Municipal ou Estadual, de um lado essencial para a preservação da moralidade, muitas vezes, por excesso de rigor formal e visão míope da necessidade de evolução, bloqueia tentativas inovadoras.

No entanto, mesmo com estas dificuldades, crescente número de administradores têm compreendido o novo paradigma e estão adotando formas mais racionais de trabalho, que levarão a uma maior eficácia.

O modelo de gestão apresentado certamente levará a este objetivo; o desafio é encontrar um caminho para que a parceria possa incorporar o conceito de performance, que acelera os resultados.

## A EXPERIÊNCIA NA SABESP ML

A Sabesp ML licitou a partir de 2009 contratos de manutenção e otimização da rede coletora, com cláusula de desempenho (performance), executados pela empresa Norte Sul Hidrotecnologia, cujos dados de resultados apresentamos a seguir.

O primeiro contrato foi de 11/03/2011 a 27/08/2013, abrangendo os Polos de Manutenção de Penha e Artur Alvim.

O segundo contrato foi de 23/01/2014 a 11/07/2016, abrangendo os Polos de Penha e Artur Alvim das UGRs de Itaquera e São Miguel.

Resultados obtidos:

a) Tempo médio de atendimento: janeiro de 2011 = 95 horas; janeiro de 2012 = 14 horas, agosto de 2012 = 16 horas; janeiro de 2016 = 16 horas.

b) Pronto atendimento: janeiro de 2011 = 82%; janeiro de 2012 = 100%; agosto de 2012 = 100%; janeiro de 2016 = 100%.

c) Redução de DCs: 2012 / 2011 = 21%; 2015 / 2012 = 34%.

d) Relatório de Diagnóstico e Prognóstico apontou a necessidade de execução de 4.700 intervenções em 120 km na área geográfica de abrangência para a diminuição da incidência de DCs recorrentes – poucas obras foram executadas, mas a redução ocorreu em virtude de mudanças climáticas e de lavagem preventiva.

O terceiro contrato está em início, a partir de 01/05/2016, abrangendo o Polo de Itaquera da UGR de Itaquera, com as seguintes características:

a) Preço fixo mensal pela execução de todos os serviços de desobstrução de coletores recebidos pelo 195, agência de atendimento, site e gestores, na área geográfica dos polos.

b) Preço formado a partir da média de desobstrução de coletores dos últimos 24 meses acrescido de 6% de sucção de poços de visita e acrescido de 18% de lavagem preventiva.

c) Relatório mensais de diagnóstico e prognóstico dos pontos críticos selecionados de comum acordo pelo comitê gestor.

d) Inspeção visual e televisionamento dos pontos selecionados de comum acordo pelo comitê gestor.

e) Intervenções recomendadas e aprovadas pelo comitê gestor serão executadas pela contratada, objetivando a efetiva implementação das melhorias propostas.

Os indicadores de resultado associados à remuneração eram os seguintes:

a) Tempo máximo de atendimento de 24 horas para a execução de 90% dos serviços de desobstrução, para que a remuneração seja de 100%;

b) Pronto atendimento (inexistência de reincidências no prazo de 48 horas) de 98%, para que a remuneração fosse de 100%.

c) Garantia de diminuição de 3% nas solicitações de desobstruções de coletores, com diminuição da remuneração do preço mensal em 3% a cada 6 meses, a partir do 13º mês de execução contratual.

d) Caso não haja a redução de 3% nas solicitações de desobstruções, o preço final será diminuído em 3%.

e) Caso a Sabesp atenda a algum serviço, a porcentagem será diminuída da remuneração da contratada.

O modelo de contrato de desempenho ainda está em processo de melhoria, como pode ser verificado pelos elementos acima, mas registra ganhos substanciais no aumento da produtividade, comprovando os benefícios da parceria público-privada.

## CONCLUSÃO

O modelo proposto dá forma à tendência moderna em que há necessidade de associar-se maior qualidade a custos decrescentes, através de formas criativas de parceria entre empresas comprometidas com a modernidade.

No caso específico do Saneamento, que envolve a saúde pública, o modelo desarma os argumentos de ineficiência, baixa produtividade e custos altos da atuação do Poder Público, mostrando que é possível (além de desejável) ser eficiente e, ao mesmo tempo, manter o controle e a gestão pública, trabalhando em parceria com a iniciativa privada.

## REFERÊNCIAS

ARBOUR, R., KERRI, K (1998) *Collection systems: methods for evaluating and improving performance*. California State University, Sacramento Foundation.

BRASIL. (2016) Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental- SNSA. *Sistema Nacional de Informações sobre saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*- 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES. 212p.

LODOVICI, E. SAMEK, BERNAREGGI, G. M. (1992) *Parceria Público-privado*, Summus Editorial, 1992.

WILLIAM J. BAUMOL (2012) *The Cost Disease*: Yale University Press, 2012

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácidos graxos 99

Afluentes 129, 234, 238, 239, 339

Agricultura 84, 137, 140, 144, 145, 170, 171, 181, 182, 185, 189, 202, 203, 222

Águas pluviais 96, 118, 120, 127, 128, 129, 132, 134, 240

Águas residuais 77, 86, 100, 115, 118, 120, 154

Águas subterrâneas 103, 104, 105, 106, 108, 109, 112, 114, 134, 137, 139, 141, 145, 149, 150, 151, 152, 212, 214

Aproveitamento energético 85, 94, 96, 97

Aquífero 106, 114, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 149, 150, 151, 152

Aterro sanitário 32, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 112, 113, 114

Atividade antrópica 156

### B

Bacia hidrográfica 141, 154, 156, 229, 274, 275, 276, 281, 285, 286, 288, 297, 300

Bactérias 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 182, 183, 204, 206, 249, 332

Biodegradabilidade 334, 335, 339

Biodiversidade 180, 232, 245

Biogás 94, 96, 97, 99, 100

### C

Chorume 96, 108, 111, 112, 113

Coleta seletiva 71, 74, 80

Coliformes fecais 107, 206, 209, 233

Coliformes totais 105, 107, 109, 112, 139, 204, 205, 206, 207, 212, 213

Combustíveis renováveis 100

Composto orgânico 89

Conselho nacional de meio ambiente (CONAMA) 34

Contaminação do solo 110, 112

Cor 30, 147, 173, 175, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 244, 247, 248, 249, 335, 336, 337, 338, 339

Corpos hídricos 95, 96, 113, 128, 233, 238, 239, 240

Crescimento populacional 39, 83, 95, 155, 230, 231, 236

## **D**

Decomposição anaeróbia 94, 95  
Degradação ambiental 37, 38, 72, 153, 230, 240  
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 105, 109, 111, 233  
Demanda química de oxigênio (DQO) 105  
Descarte 8, 25, 49, 57, 58, 59, 60, 64, 67, 71, 73, 74, 76, 77, 80, 81, 239, 247, 295  
Desenvolvimento sustentável 26, 35, 58, 69, 151, 152, 181, 294, 320  
Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 94, 95, 96, 99  
Doenças de veiculação hídrica 69, 154, 204, 205, 206, 209, 210, 211, 213, 230

## **E**

Ecosistema 81  
Educação ambiental 5, 7, 33, 35, 49, 58, 71, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 185, 195, 240, 352  
Efeito estufa 95, 99  
Efluentes 16, 96, 105, 106, 107, 108, 111, 113, 114, 127, 128, 133, 134, 145, 149, 153, 156, 158, 205, 230, 231, 232, 238, 239, 240, 241, 246, 339, 342, 352  
Escoamento pluvial 320, 321  
Esgoto doméstico 235, 242, 290  
Estação de tratamento de esgoto (ETE) 134, 352

## **G**

Geoprocessamento 67, 289, 291, 293  
Gerenciamento de resíduos 1, 2, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 26, 33, 34, 35, 36, 49, 71, 81

## **I**

Impacto ambiental 104, 108, 112, 241  
Infraestrutura urbana 149, 155  
Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) 12, 39, 55, 59, 68, 69, 269, 273

## **L**

Lagoas de estabilização 103, 105, 107, 108, 111, 113, 114  
Lixo 13, 34, 36, 49, 64, 77, 81, 83, 92, 128  
Lodos ativados 99, 130

## **M**

Meio ambiente 2, 7, 10, 11, 13, 14, 20, 21, 23, 24, 26, 32, 34, 40, 58, 68, 69, 72, 76, 79, 80, 81, 82, 102, 103, 104, 113, 116, 120, 128, 134, 182, 200, 201, 251, 270, 320, 333



Micro-organismos 31

## **P**

Parâmetros físico-químicos e biológicos 231, 352

Patogênicos 8, 31, 204, 206

Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) 4, 10, 11, 12, 35, 58, 68

Política nacional do meio ambiente (PNMA) 20, 26, 34

Poluição 14, 49, 72, 100, 121, 122, 141, 154, 156, 158, 170, 229, 230, 231, 244, 245, 246, 247, 251, 290, 294, 295

Poluidor-pagador 26

Potabilidade da água 140, 204, 212

Preservação ambiental 13, 14, 171

## **R**

Radiação solar 330, 331, 333, 334, 335, 339, 352

Reaproveitamento 1, 4, 5, 8, 9, 26, 83, 85, 86, 87, 91, 96, 100

Reciclagem 1, 3, 7, 9, 12, 15, 17, 19, 20, 26, 49, 52, 64, 72, 74, 80, 84, 92

Recursos hídricos 66, 68, 102, 134, 140, 145, 150, 151, 152, 154, 158, 160, 214, 225, 241, 242, 243, 245, 266, 273, 274, 275, 286, 288, 289, 290, 291, 294, 295, 300, 340

Recursos naturais 14, 66, 72, 95, 145, 171, 245, 274

Resíduos biológicos 25, 29, 31

Resíduos perigosos 21, 23, 24, 35, 36, 100

Resíduos químicos 29, 30, 31, 35

Resíduos recicláveis 31

Resíduos sólidos 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 21, 23, 24, 34, 35, 36, 37, 49, 52, 53, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 82, 83, 85, 90, 91, 92, 93, 100, 103, 104, 113, 153, 156, 232, 239, 290, 295

Reutilização 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 21, 26, 52, 81, 352

## **S**

Saneamento básico 58, 59, 68, 69, 118, 129, 154, 157, 168, 229, 230, 231, 233, 235, 236, 237, 240, 241, 242, 245, 252, 266, 269, 303, 306, 340

Segregação de resíduos 17, 35

Sistema de esgotamento sanitário 123, 128, 239, 269, 292, 293, 300

Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS) 58, 68, 231, 273

Sustentabilidade 9, 11, 12, 39, 40, 54, 72, 81, 91, 104, 146, 148, 160, 181, 183, 184, 319, 328

## **T**

Tratamento biológico 96, 331





Turbidez 66, 233, 244, 247, 248, 249, 251, 337, 338, 339

## **V**

Valor máximo permitido (VMP) 108, 140, 213, 244, 248, 249





# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

-  [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

3

-  [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)