

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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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^ª 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^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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^ª 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^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

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 Viviurka 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 AQUÍFERO 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

CAPÍTULO 28.....	342
PHOTODEGRADATION OF WATER POLLUTANTS WITH TIO₂ CATALYSTS ACTIVATED WITH VISIBLE LIGHT AND UV LIGHT	
Maricela Villicaña Mendez	
Luisa Verónica Piña Morales	
Ma. Guadalupe Garnica Romo	
DOI 10.22533/at.ed.74521080428	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	352
ÍNDICE REMISSIVO.....	353

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

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 12/03/2021

Lessandro Morini Trindade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Programa
PROFÁGUA

Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-3033-5189>
<http://lattes.cnpq.br/3871660599486138>

RESUMO: O estudo se propôs, no arcabouço da gestão hídrica, a utilizar ferramentas para a planificação de um tratamento descentralizado e complementar de esgoto sanitário contendo Tanque Séptico (TS) seguido de Wetland Construído de Fluxo Vertical (WCFV), na tentativa de revitalização de cursos d'água urbanos. Sistema de técnicas de baixo impacto e reduzido custo de implantação, não necessitando de grandes áreas e podendo alcançar eficiente redução de carga orgânica. A área de estudo está na Microbacia da barragem Mãe d'Água, em estimados 3,38 km² de área e população de 18.632, situada entre os municípios de Viamão e Porto Alegre/RS. Representada por uma área urbana desassistida de infraestrutura sanitária local. Utilizaram-se ferramentas como: diagrama de Ishikawa, Sistema de Informação Geográfica (SIG) com a produção de mapas temáticos e métodos de análises operacionais atividades de campo, dimensionamento e precificação da descentralização. O uso de geoprocessamento foi preponderante na determinação de Área

ideal para projeção de instalação do sistema de tratamento, considerando critérios. Sendo que para um universo de 30 pessoas a proposta tornou-se viável e a Planificação com macro ações apresentou limitações: subjetividade para algumas ferramentas; precificação de TS com WCFV resultou em valores altos para uma economia.

PALAVRAS-CHAVE: Wetlands Construídos; Gestão Integrada de Recursos Hídricos; Tratamento Descentralizado.

APPLYING WATER RESOURCE MANAGEMENT TOOLS TO PLAN A DECENTRALIZED SANITARY SEWAGE TREATMENT SYSTEM WITH CONSTRUCTED WETLAND IN URBAN HYDROGRAPHIC MICROBACY

ABSTRACT: The study proposes, in the water management framework, to use tools to plan a decentralized, complementary wastewater treatment, using septic tank (ST) followed by vertical flow constructed wetland (VFCW), in the aim of revitalizing urban watercourses. These technologies are low-impact and have a reduced implementation cost, not requiring large areas and being able to to efficiently reduce organic load. The area of study was the Mãe d'Água dam microbasin, with approximately 3.38 km² in area and population of 18,632, located between the cities of Viamão and Porto Alegre/RS. This is an urban area with no local sanitary infrastructure. We used tools such as the Ishikawa diagram, fieldwork and geographic information system (GIS) to produce thematic maps, operational analysis methods and sizing and cost of

decentralization. The use of geoprocessing was essential to determine the ideal area to project the installation of the sewage treatment system. For a group of 30 people, the proposal was viable, but the one for four people presented limitations, such as: subjectivity for some tools; ST with VFCW resulted in high costs, not meeting the goal of reduced implementation cost.

KEYWORDS: Constructed Wetlands; Integrated Management of Water Resources; Decentralized Sanitation System; Low-impact Technologies; Geoprocessing.

1 | INTRODUÇÃO

A expansão urbana desordenada nas grandes cidades é uma das causas da poluição dos recursos hídricos urbanos, afetando a qualidade de suas águas e também a integração com o espaço urbano. Tucci (2008) descreveu: “o meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de defeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos”. Essa integração é uma das características da “governança” e as Nações Unidas a descrevem como uma inclusão de partes interessadas como governo, setor privado e sociedade civil e ao mesmo tempo identifica que as decisões tomadas baseiam-se nas relações complexas entre muitos atores com prioridades diferentes (UN-Habitat, 2005). A Lei das Águas brasileira em seu arcabouço estrutural também apresenta como fundamento uma gestão descentralizada e participativa que privilegie decisões locais.

O supra citado “caos” pode estar caracterizado com o que foi ressaltado por Poleto (2011): “um dos grandes problemas verificados nas bacias hidrográficas urbanas brasileiras se refere à quantidade de resíduos sólidos, esgoto doméstico e sedimentos que são lançados aos rios e corpos d’água que drenam essas bacias”. Esse problema também é recorrente nas águas dos cursos d’água que aportam à microbacia hidrográfica da barragem Mãe D’Água, situada na divisa entre os municípios de Porto Alegre e Viamão, no Rio Grande do Sul. Neste contexto, buscou-se uma compreensão do sistema de tratamento descentralizado e da possibilidade de utiliza-lo na gestão de recursos hídricos urbanos locais. Supôs-se que a utilização de ferramentas de gestão: Diagrama de Ishikawa, Sobreposição de mapas temáticos e análise de tecnologia Low Impact Developments (LID). As práticas LID são utilizadas para o manuseio da água pluvial tentando mantê-la no seu local de precipitação, o máximo possível, retardando seu escoamento, sendo ferramentas para um manejo pluvial local e que promovem diretamente uma melhor qualidade das águas urbanas. A concepção da tecnologia LID também se insere no WC, o qual pode ser utilizado como tratamento complementar de esgoto sanitário. O WC fez parte da configuração de um sistema de tratamento descentralizado, planejado para esse estudo. Sendo uma tecnologia amplamente executada e divulgada pela comunidade científica como Alencar et al. (2018); von Sperling e Sezerino (2018); Trindade, Dreyer e Magalhães (2016); Sezerino, et al. (2015) e UACDC (2010). O WC tem aplicação por ser considerada uma tecnologia de baixo impacto, podendo apresentar baixo custo de operação e manutenção conforme

peculiaridades de projeto e locais.

1.1 Objetivos

O propósito principal desse estudo é utilizar ferramentas de gestão que possam auxiliar os tomadores de decisão na potencialização de gestão integradora entre os responsáveis pelas entidades intervenientes da gestão de recursos hídricos e da gestão de saneamento ambiental na decisão local, sob o pretexto de planificação do uso de tratamento descentralizado e complementar de esgoto sanitário com Wetland Construído (WC), em área deficitária de infraestrutura sanitária, localizada na microbacia hidrográfica da barragem Mãe d'Água, entre os municípios de Porto Alegre e Viamão/RS.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo delimitada em software de geoprocessamento foi a da microbacia hidrográfica da barragem Mãe d'Água, além de inserir componentes ambientais reais interpretados e manipulados gerando os mapas temáticos como produtos finais.

A área da microbacia localiza-se no município de Viamão e a barragem propriamente dita, ou seja, seu exutório - à jusante - situa-se no município de Porto Alegre. Sendo que microbacia da barragem Mãe d'Água possui uma área de 3,38 km² ou seja 338 ha, determinada e delimitada (Figura 1) por meio de análise de banco de dados espacial em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), contendo informações cartográficas e tabulares referentes ao mapeamento dos temas propostos.

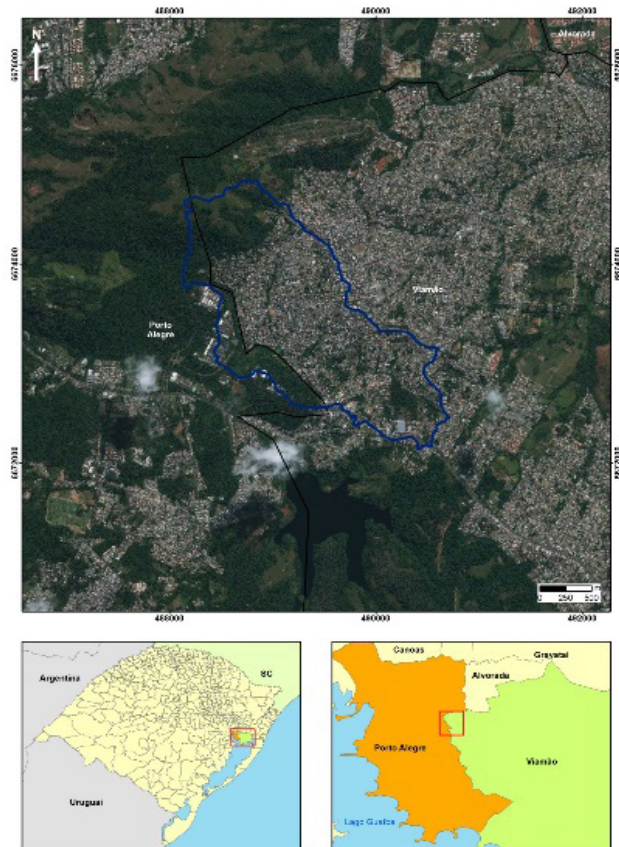


Figura 1 – Mapa de Localização da Microbacia da Barragem Mãe d'Água.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Utilizando a metodologia de avaliação de impactos ambientais denominada “sobreposição de informações/mapas”, e caracterizada por Calijuri e Cunha (2013); Vesilind e Morgan (2015) buscou-se a elaboração de um mapa que determinou a aptidão de áreas para a implantação de técnicas de baixo impacto referentes ao tratamento primário e secundário de esgoto sanitário e de forma descentralizada, em áreas urbanas onde o sistema de esgotamento sanitário público não chegará. Considerou-se o sistema de água e esgoto de Viamão gerido pela CORSAN, que forneceu dados e informações inerentes ao projeto hidráulico da rede coletora do sistema de esgotamento sanitário de Alvorada/Viamão, onde se insere o objeto de estudo. A bacia hidrossanitária onde se situa a microbacia de estudo, segundo a CORSAN (2018), é denominada como AF-15 e que possui uma população estimada para 2018 de 15.542 e uma projeção populacional para 2047 de 21.386 habitantes.

As informações inerentes à bacia hidrossanitária, AF-15, da CORSAN foram

fundamentais para a compilação e elaboração do Mapa final (ver Figura 4) denominado “Mapa das Áreas Seleccionadas”, em função de que se sobrepôs as informações da rede coletora do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) – com extensão de arquivos ‘.dwg’, em AutoCAD - , e convertidos em shapefiles para inclusão no software de geoprocessamento, resultando num Mapa que contemplou áreas seleccionadas e possíveis para se trabalhar a planificação de futura implantação de tratamento descentralizado alcançando áreas urbanas onde o SES público não poderá atingir.

A ferramenta de gestão utilizada foi o Diagrama de Ishikawa, que abordou de forma acessível a identificação de outras causas do problema/efeito indesejado. Nesse trabalho foram utilizadas informações consultadas ao longo do estudo junto a colaboradores da Corsan, profissionais do mercado e bibliografia, bem como dados coletados por meio de saídas de campo, onde se abordou de forma informal representantes de Associações de moradores locais. De posse desses dados e sua respectiva manipulação concebeu-se o resultado que foram as principais causas que geraram o conflito socioambiental/efeito indesejado. O resultado final foi a elaboração do Diagrama Espinha de Peixe apresentado nos resultados.

O objetivo da elaboração deste Diagrama de Ishikawa foi conhecer o principal motivo do problema indesejado, para que se pudessem sugerir ações mais assertivas aos tomadores de decisões e descobrir a melhor maneira de auxiliar a dirimir ou anular essa adversidade ambiental.

Os autores Calijuri e Cunha (2013); Vesilind e Morgan (2015) descreveram métodos de avaliação de impactos ambientais em suas publicações. Especificamente, para o auxílio na determinação das áreas aptas para a projeção de implantação de tratamento descentralizado de esgoto sanitário, trabalhou-se com a sobreposição de mapas. O uso dessa metodologia foi necessária para se dirimir o efeito da subjetividade trabalhada durante a elaboração do Diagrama de Ishikawa, complementando com a apresentação de mapas temáticos como resultados. A ferramenta de geoprocessamento também é considerada como um método de avaliação/análise de impactos ambientais de uma atividade/serviço/obra potencialmente poluidora, conforme abordam Calijuri e Cunha (2013).

A sobreposição de informações: Áreas de Preservação Permanente (APP), Declividade e o Projeto do SES previsto para Viamão pela CORSAN gerou o mapa de áreas aptas, Figura 2, para a definição de áreas adequadas para a implantação de tecnologia de tratamento de esgoto sanitário descentralizada.

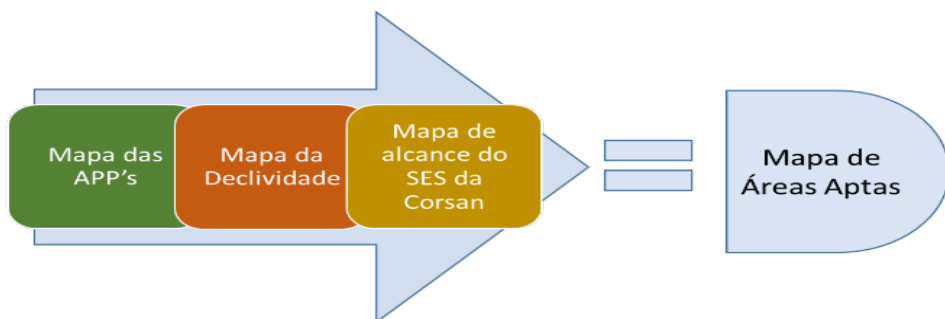


Figura 2 – Esquema de sobreposição de mapas.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Após, por meio de saída de campo estimou-se um universo populacional para cada área, em função das economias residenciais existentes que pudessem ser previstas participarem do referido tratamento descentralizado. Portanto, a área apta deveria apresentar os seguintes critérios: Fora das faixas de APP; Ter declividade baixa entre 0-30%; Inexistência da rede coletora de esgoto sanitário e não prevista para instalação futura; Possuir escolas e associações de moradores locais nas proximidades. Este último item, converge com o que preconizam Kobiyama; Mota e Corseuil (2008), referente ao uso do método de Bacia-escola, no intuito de tornar a escola um centro local disseminador de conhecimentos sobre a hidrologia e desenvolvimento de tecnologias de baixo impacto, reforçando a participação da comunidade em termos de gerenciamento dos recursos hídricos e do saneamento ambiental local. Resultando, portanto na elaboração do Mapa de Áreas Seleccionadas, Figura 4. Posteriormente à aplicação do Diagrama Espinha de Peixe definiu-se a alternativa do tratamento complementar apropriado considerando trabalhos como: Philippi e Sezerino (2004); Stefanakis, Akratos e Tsihrintzis (2014), bem como Crespo (2005), enfatizando sistemas de tratamento para pequenas comunidades; como Jordão e Pessoa (2005) e von Sperling (1996), podendo-se estimar o capital a ser investido para a instalação e operação do projeto de sistema de tratamento descentralizado-complementar com TS e WC.

3 | RESULTADOS

A resolução que pretendeu-se trazer à tona considerou soluções que pudessem prever a melhoria da qualidade das águas dos recursos hídricos urbanos, conforme estabelece a Lei das Águas e, recentemente, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 6 “Água potável e saneamento” e 11 “Cidades e comunidades sustentáveis”. A associação dessas ferramentas auxiliou na busca da identificação das causas que geravam/geram o efeito indesejado: poluição das águas dos cursos d’água urbanos locais. Escolheu-se a

solução para a causa prioritária identificada e se estimou sua precificação para possível implementação. Porém, a recomendação futura é que essa solução seja discutida pelos tomadores de decisão utilizando-se da ótica de coordenar uma visão integrada de gestão dos recursos hídricos, conforme estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em função de que a bacia da barragem Mãe D'Água possui contribuição de efluente sanitário do anel viário da UFRGS, cabe ressaltar que atualmente há projeto – a ser implementado nos próximos anos – inerente à coleta do esgoto bruto do anel viário pelo Campus do Vale da Ufrgs e seu transporte para o coletor do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) que, conseqüentemente, escoará o efluente sanitário para a ETE Serraria, na zona sul de Porto Alegre conforme informações da Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA/UFRGS). Além disso, a Barragem tem aporte de quatro cursos d'água à montante, localizados no município de Viamão. Nestes cursos d'água ocorrem lançamentos clandestinos de esgoto bruto e descarte de resíduos sólidos urbanos como, por exemplo: entulho, latas de tintas, garrafas de vidros e de plásticos, restos de comidas, entre outros, conforme verificados em atividades de campo e registrados nesse estudo. As qualidades de suas águas, aparentemente, encontram-se comprometidas. Esses cursos d'água que se localizam à montante da barragem Mãe D'Água, no município de Viamão estão compreendidos pelos bairros: Passo do Sabão e Jardim Universitário. Consoante o estudo de IPH (2008), a bacia de captação da Barragem Mãe D'água está assentada precisamente no espaço denominado de Grande Vila Santa Isabel, composta atualmente por outras vilas, originalmente conhecida como Passo do Dorneles. A ocupação desordenada e o traçado das ruas não apresentam planejamento. São ocupadas inclusive áreas de risco nas encostas do morro Santana e às margens dos cursos d'água, com supressão de vegetação natural. Houve algum investimento em infraestrutura por parte dos loteadores ou Poder Público, porém, atualmente a comunidade sofre com a carência de serviços básicos, tais como, coleta de esgoto sanitário.

O principal efeito indesejado identificado também nas atividades de campo foi a “Poluição das águas superficiais da microbacia hidrográfica da barragem Mãe d'Água por lançamento irregular de esgoto sanitário residencial”. Portanto, os componentes do Diagrama de Espinha de Peixe foram caracterizados como: Efeito; Eixo Central; Categorias relacionadas com o efeito; Subcausa, ou seja, as derivações de uma causa. Assim, encontrando a raiz do problema, Figura 3, pode-se entender o seu contexto numa visão sistêmica de ações que o geraram e sugerir soluções para dirimi-lo ou extingui-lo.



Figura 3 – Representação do Diagrama de Espinha de Peixe/Ishikawa.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A análise de sobreposição de mapas realizou-se no intuito de espacializar potenciais áreas para a planificação de um tratamento descentralizado sustentado numa projeção de implementação de projeto-piloto de tratamento complementar de esgoto sanitário.

O fluxograma de sobreposição dos mapas descreveu a sequência de elaboração dos Mapas Temáticos com seus respectivos componentes, resultando no Mapa das áreas selecionadas potenciais hachuradas na Figura 4. Áreas selecionadas por meio de determinação de critérios, tais como: Proximidades com Escolas Pública ou Privada e de APP; Proximidade com associação de moradores locais; Área de baixa declividade; e Trecho paralelo à APP com ocupações irregulares onde o SES Integrado previsto não alcançará.

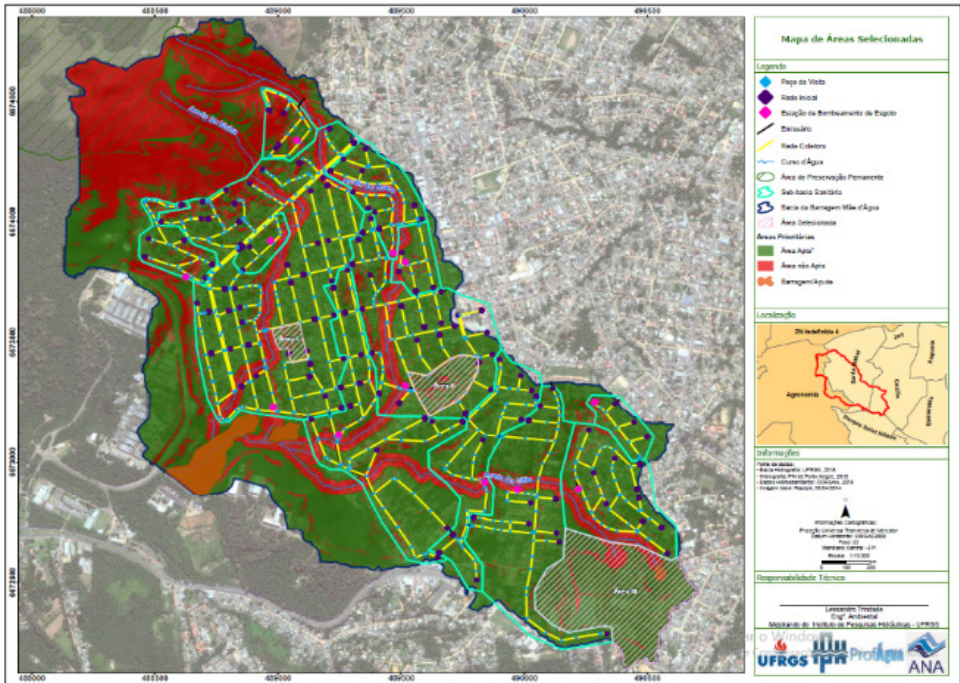


Figura 4 – Mapa das Áreas Seleccionadas.

Fonte: Imagem de satélite, Zanandrea (2016) fornecido pela UFRGS. Mapa temático elaborado pelo Autor (2019).

O sistema integrado de tratamento descentralizado contendo TS e WCFV foi concebido para áreas desassistidas de rede coletora de esgoto sanitário público. Sendo área que atualmente não possui sistema integrado de esgotamento sanitário, sendo o efluente sanitário residencial lançado totalmente em curso d'água adjacente, descumprindo com o objetivo principal da PNRH e do Comitê de Bacia Hidrográfica, a busca pela melhor qualidade das águas dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica. Para isso, se estudou o tratamento complementar de esgoto sanitário com a seguinte tipologia: WCFV, recebendo esgoto pré-tratado de TS. Sendo o segundo dimensionado conforme normas técnicas vigentes: NBR ABNT 7229:1993. Cabe salientar que, quanto a normatização dos WC, tal documento técnico formal de regramento ainda não existe no País, sendo discutido atualmente pelo Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos (Wetlands Brasil¹) no evento "4º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos" em Belo Horizonte entre julho/agosto do corrente ano.

Esse estudo de caso permitiu que se fizesse uma estimativa do dimensionamento do Sistema de Tratamento Complementar contendo: TS e WCFV, contemplando as

1 Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado da UFSC. Disponível em: < <http://gesad.ufsc.br/boletins/> > Acesso em: 10 jul. 2019.

peculiaridades locais fundamentadas nas atividades de campo e nas análises dos mapas temáticos. A partir do dimensionamento permitiu-se elaborar estimativas de custos de implantação e de operação desse Sistema. Para o dimensionamento (Tabela 1) arbitrou-se somente para tratamento de efluente de esgoto sanitário residencial com TS e WCFV para dois cenários:

- Cenário A: dimensionamento para 01 unidade familiar com 04 pessoas;
- Cenário B: dimensionamento para 30 pessoas.

Dimensionamento			
CENÁRIOS	TS (Qd 'Contribuição diária) (L/dia)	WCFV (Vazão média afluente aos wetlands) (m³/d)	WCFV (Área superficial requerida) (m²)
A	400	0,4	16
B	3000	3	120

Tabela 1 – Resumo dados dimensionamento.

Fonte: Elaboração do Autor, 2019.

Trabalhou-se de forma estimada com o levantamento de custos de produtos e serviços consultados em empresas especializadas e órgãos públicos com dados orçamentários de componentes materiais específicos. Representou-se a estimativa de custo para a instalação das unidades de tratamento complementar e descentralizado: TS e WCFV. Utilizou-se o termo Custo, pois tecnicamente para fins contábeis, está ligado à aquisição de mercadorias e insumos para o funcionamento de determinada atividade (PADOVEZE, 2006).

Já para a operação, o capital necessário para manutenção/operacionalização/otimização de um projeto, levantaram-se as despesas operacionais relacionadas para o projeto de descentralização, considerando alguns critérios: coleta anual de lodo do TS; coleta trimestral e análise de amostras de efluente bruto e tratado; manutenção anual ou 2x ao ano das espécies vegetais (prazo que pode se alterar em função das plantas a serem selecionadas para o WCFV e da sazonalidade do Clima regional); limpeza das tubulações principais do WCFV por meio de jato, porém, com frequência de limpeza somente após início da operação, com provável frequência de limpeza/manutenção arbitrada nesse estudo a cada dois anos e verificação da eficiência do tratamento por intermédio de análises comparativas das coletas de efluente tratado com o bruto.

Portanto, a estimativa da precificação do projeto de tratamento descentralizado para: TS + WCFV está representada nos valores da Tabela 2.

Estimativas de da Precificação: TS + WCFV			
CENÁRIOS	Custo Instalação (R\$)	Custo Operação (R\$)	TOTAL (R\$)
A	3.942,76	2.954,00	6.896,76
B	8.595,11	2.954,00	11.549,11

Tabela 2 – Resumo das estimativas de da Precificação: TS + WCFV.

Fonte: Elaboração do Autor, 2019.

Resultando no desenho esquemático conforme Figura 5.

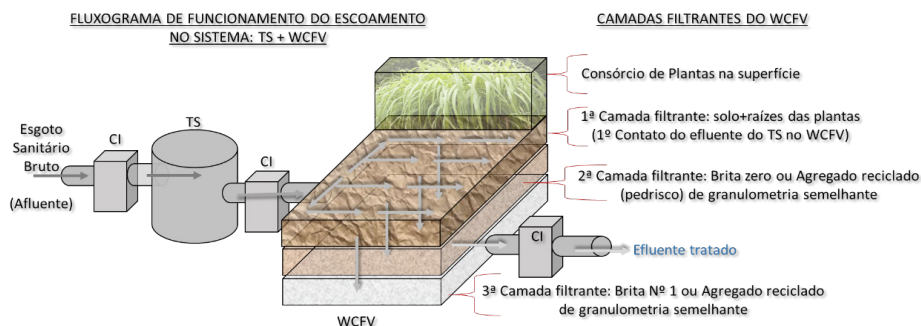


Figura 5 – Desenho esquemático do Fluxograma de funcionamento do escoamento do esgoto sanitário no Sistema: TS + WCFV. CI=Caixa de Inspecção.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

4 | CONCLUSÕES

A realização de um adequado projeto de estruturação desse Sistema Descentralizado: TS+WCFV deve contemplar as exigências normativas e da legislação ambiental pertinente. Salienta-se que a normatização técnica para a concepção e o dimensionamento de um WC está em fase de discussão em plenárias técnicas pelo País. Este estudo expôs algumas limitações para os recursos financeiros para a instalação e operação do referido tratamento descentralizado, em universos de 04 pessoas e 30 pessoas. Pois, estimou-se um valor para unidade familiar que se mostrou relativamente alto, se considerado os padrões médios de renda da população de baixa renda, que poderia ser prevista a instalação de tratamento complementar com TS, Filtro Anaeróbio e/ou Sumidouro. Porém, para o universo de 30 pessoas o sistema de tratamento descentralizado de esgoto sanitário se revelou viável porque o custo total de instalação e operação de um TS+WCFV estimado em R\$11.549,11, ao ser diluído apresentou um valor de R\$384,97/Pessoa. A partir deste quesito pode-se tomar a iniciativa de apresentação do projeto de descentralização aos stakeholders para

efetivar a implementação do projeto. Quanto ao aspecto físico do projeto-piloto os fatores limitantes para sua execução são o lençol freático raso e sua implantação em áreas de cotas de terreno baixas, onde pode haver alagamentos.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. C.; RIZZI, D.; PEREIRA, L.; VASCONCELOS, I. G. D.; PEDUTO, T. de A. G.; TRINIDADE, L. M.; BECKER, V. C. S.; SOUZA, M. H. de; MADUREIRA, R. G. Proposta de Infraestrutura Verde e Azul para uma bacia urbana em São Paulo para redução de picos de cheia. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 4., 2018. Porto Alegre, Anais ... Porto Alegre: ABRH, 2018.

CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 789p.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO. CORSAN. Estudos e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e para os sistemas de esgotamento sanitário da CORSAN – Lote 1: Sistema de Esgotamento Sanitário Alvorada/Viamão. Porto Alegre: CORSAN. v. 3, Tomo 1, 254p. 2018.

CRESPO, Patricio, Gallego. Manual de projeto de estações de tratamento de esgotos. Belo Horizonte: ABES, 2005. 332p.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS IPH (2008). Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica da barragem mãe d'água. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, elaborado por discentes da disciplina Gestão de Recursos Hídricos do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas-IPH/UFRGS.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005. 932p.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; CORSEUIL, C. W. Recursos Hídricos e saneamento. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160p.

PADOVEZE, Clóvis Luís. Curso básico gerencial de custos. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 410 p.

PHILIPPI, Luiz Sérgio; SEZERINO, Pablo Heleno. Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas. Florianópolis: Edição do Autor, 2004. 144 p.

POLETO, Cristiano P. Alterações morfológicas em um canal fluvial urbano no contexto antrópico, social e ambiental: um estudo de caso. Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 33, n. 4, p. 357-364, 2011.

SEZERINO, Pablo Heleno; SANTOS, Mayara Oliveira dos; PELISSARI, Catiane; CELIS, Giovanna Sánchez; PHILIPPI, Luiz Sérgio. Wetlands construídos horizontais aplicados no tratamento descentralizado de esgotos. Revista Engenharia e Construção Civil, Curitiba, v. 2, n.2, p. 1-9, 2015.

STEFANAKIS, Alexandros; AKRATOS, Christos S.; TSIHRINTZIS, Vassilios A. Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment. Oxford: Elsevier, Elsevier's Science & Technology Rights Department, 2014. 378p.

TRINDADE, Lessandro Morini; DREYER, Ana Lúcia Richter; MAGALHÃES, Ruane Fernandes de. Wetland como unidade de tratamento complementar de esgoto sanitário: uma proposta de formato orgânico. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, III, 2016. Porto Alegre, Anais ... Porto Alegre: ABRH, 2016.

TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados. São Paulo, v. 22, n. 63, p 97-112, 2008.

UACDC. UNIVERSITY OF ARKANSAS COMMUNITY DESIGN CENTER. Low Impact Development: a design manual for urban areas. 29p, 2010. Disponível em: < <http://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>. Acesso em: 08 jun. 2018.

UN-Habitat - Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos. Competências chaves para melhorar a governança local volume 3: conceitos e estratégias. UN-HABITAT: Nairobi, 2005.

VESILIND, P. Aarne; MORGAN, Susan M. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 438p.

von SPERLING, Marcos Von. Princípios básicos do tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 211 p.

von SPERLING, Marcos Von; SEZERINO, Pablo Heleno. Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. Documento de consenso entre pesquisadores e praticantes. Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias. Edição Especial. Publicação online Boletim Wetlands Brasil, Dezembro/2018 – ISSN 2359-0548. Disponível em: < <http://gesad.ufsc.br/files/2018/12/Boletim-Wetlands-Brasil-Edi%C3%A7%C3%A3o-Especial-Dimensionamento-de-Wetlands-Constru%C3%ADdos-no-Brasil-von-Sperling-Sezerino-2018-2.pdf> >. Acesso em 14 dez. 2018.

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 (CO₂) 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
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br