

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 Alfenas

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. Aleksandro 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. Liliansi 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 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

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

AValiação dos Indicadores de Saneamento e da Qualidade das Águas dos Tributários do Sistema Lagunar de Maricá, RJ

Data de aceite: 01/04/2021

Luane Marques Toledo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ
<http://lattes.cnpq.br/4230696607784275>

Fernanda Carvalho Moreno Wall

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ
<http://lattes.cnpq.br/4395601459225308>

Marcelo Obraczka

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ
<https://orcid.org/0000-0002-7322-9223>

André Luís de Sá Salomão

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ
<https://orcid.org/0000-0001-8105-9546>

RESUMO: A falta de um sistema de saneamento básico eficiente e com ampla cobertura de acesso à população pode acarretar num aumento dos riscos ambiental e de saúde humana, tendo como consequências a poluição ambiental e o aumento na incidência de doenças. O correto planejamento urbanístico aliado a gestão eficiente dos recursos são exemplos de ações mitigadoras que podem resultar em soluções eficientes e definitivas para a falta de saneamento básico nos municípios. A partir de índices de qualidade das águas (IQA) e indicadores de saneamento disponibilizados nos bancos de dados do INEA e do SNIS, o presente trabalho objetivou apresentar um panorama

ambiental do Sistema Lagunar de Maricá (SLM), e apresentar propostas para melhoria de suas condições. A fim de se obter uma percepção mais abrangente do panorama ambiental do SLM foi selecionado um sistema lagunar vizinho com características semelhantes, o Sistema Lagunar de Saquarema (SLS). Após a análise dos dados obtidos, constatou-se que a precariedade da qualidade da água do MLS estava relacionada às áreas com piores condições ou falta de saneamento básico adequado, embora essas áreas estivessem localizadas na zona urbana de Maricá, tendo efeitos diretos na qualidade da água de sua bacia hidrográfica contribuinte. Sendo assim, para a melhoria da qualidade das águas do SLM em um curto prazo, uma das alternativas emergenciais propostas foi a adoção de um sistema de captação de esgoto em tempo seco, nos mesmos moldes das já utilizadas com sucesso nos complexos lagunares vizinhos (Saquarema e Araruama).

PALAVRAS-CHAVE: Lagoa de Maricá, Indicadores de Qualidade, Índice de Qualidade das Águas, Captação de tempo seco, *Wetlands* construídos.

EVALUATION OF SANITATION INDICATORS AND WATER QUALITY OF THE TRIBUTARIES OF MARICA LAGOON SYSTEM - RJ

ABSTRACT: The lack of an efficient basic sanitation system and with broad coverage of access to the population can lead to an increase in environmental and human health risks, resulting in environmental pollution and an increase in the incidence of diseases. The correct urban

planning combined with the efficient management of resources are examples of mitigating actions that can result in efficient and definitive solutions to the lack of basic sanitation in the municipalities. Based on water quality indexes (WQI) and sanitation indicators available in the INEA and SNIS databases, the present study aimed to present an environmental panorama of the Marica Lagoon System (MLS), and to present proposals to improve its conditions. In order to obtain a more comprehensive perception of the LSM's environmental panorama, the Saquarema Lagoon System (SLS), a neighboring lagoon system with similar characteristics was selected. After the analysis of the obtained data, it was found that the precariousness of the MLS water quality was related to the areas with the worst conditions or the lack of adequate basic sanitation, even though these areas were located in the urban areas of Marica, having direct effects on the water quality of its contributing hydrographic basin. Therefore, in order to improve the quality of SLM waters in the short term, emergency alternatives should be taken such as the adoption of dry weather sewage intakes, similar to those already used successfully in two neighboring lagoon systems (Saquarema and Araruama).

KEYWORDS: Marica Lagoon, Quality Indicators, Water Quality Index, Dry Weather Capture, Constructed Wetlands.

1 | INTRODUÇÃO

A ocupação populacional crescente e desordenada, sem planejamento urbanístico e infraestrutura adequada de saneamento básico causam um impacto negativo nas bacias hidrográficas locais (CRISTIANO et al., 2018). Uma das principais consequências do crescimento populacional nas cidades é o aumento no consumo de água (FAN et al., 2017), resultando num conseqüentemente aumento na geração de efluentes (domésticos, municipais e industriais). Tais fatores resultam em poluição e degradação ambiental (GIORDANO et al, 2019). Outra consequência da falta de infraestrutura compatível com o crescimento populacional é a propagação de doenças de veiculação hídrica (VON SPERLING, 2005).

A presença de esgotos domésticos no ambiente é um dos problemas mais graves e crônicos no Brasil, afetando não somente a qualidade ambiental como também a saúde pública (HONORATO et al., 2020). Segundo dados de saneamento básico no Brasil, em 2018 somente 46% do volume gerado nos municípios brasileiros passaram por algum tipo de tratamento e quase 100 milhões de brasileiros não tiveram acesso a este serviço (SNIS, 2018).

Cidades litorâneas possuem diversos atrativos econômicos e paisagísticos devido à presença de oceanos, lagoas e rios (LACHER et al., 2013; CRISTIANO et al., 2018). Dentre os diversos municípios costeiros brasileiros, que apresentam tais atrativos, pode ser destacado no Estado do RJ o município de Maricá, onde se localiza o Sistema Lagunar de Maricá (SLM). O SLM vem sendo o ponto focal e primordial para o desenvolvimento do município, desde 1950, tendo como principal atividade econômica a pesca (FRANCO et al, 2019; LOUREIRO et al, 2010). No entanto, o intenso processo de ocupação e exploração

imobiliária das áreas marginais das lagoas que compõem o complexo vêm causando grandes impactos, sendo o principal deles, a poluição das águas do complexo com o constante lançamento clandestino de efluentes (WALL et al., 2019).

A construção e aplicação de indicadores de qualidade têm por objetivo simplificar o processo de comunicação com o usuário, a partir de uma síntese dos resultados ou redução do número de parâmetros utilizados para diversos fins, com vantagens diferentes em cada contexto (ALEGRE et al., 2016). Os indicadores de qualidade têm sido aplicados em sistemas de planejamento e gestão de saneamento, como indicadores de saneamento, uma vez que são elementos específicos de monitoramento (VON SPERLING et al., 2013).

Importantes instrumentos de planejamento como o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) fazem uso de diversos indicadores de saneamento básico, como: Índice de atendimento da população com rede de abastecimento de água em relação à população total; Índice de atendimento da população por rede coletora de esgotos em relação a população total; Índice de esgoto total tratado em relação ao total de água consumida (coeficiente transformação água/esgoto de 0,80), dentre outros (BRASIL, 2020; ABES, 2015).

O índice de qualidade das águas (IQA) vêm sendo muito aplicado em estudos de monitoramento de ambientes aquáticos (TOLEDO *et al*, 2020). Sendo este, uma ferramenta de integração de um conjunto de parâmetros físico-químicos e biológicos, majoritariamente indicadores de contaminação por esgotos domésticos (ANA, 2005). Este índice tem o intuito de simplificar a comunicação com o usuário, sendo a classificação associada a uma escala de cores, facilitando a interpretação dos resultados (TIAN et al, 2019). O presente estudo teve o objetivo avaliar a relação entre as condições de saneamento básico do município de Maricá e a degradação do Sistema lagunar de Maricá (SLM), através da aplicação de um grupo de indicadores de saneamento e do índice de qualidade das águas (IQA).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Local de Estudo

O município de Maricá possuía uma população estimada em 153 mil habitantes (IBGE, 2017), sendo o 22º município mais populoso dentre os 92 municípios do Estado. Entre 2000 e 2010 apresentou a maior taxa de crescimento populacional (5,2%) dentre os municípios brasileiros, superando a média nacional (1,2%) (ATLAS BRASIL, 2013). Onde sua proximidade com a capital do Rio de Janeiro e com dois grandes polos industriais do Estado (Macaé e o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, COMPERJ) foi determinante para os inúmeros investimentos em infraestrutura e habitação (INEA, s.d.).

O Sistema Lagunar de Maricá (SLM) se encontra inserido na Região Hidrográfica V – Baía de Guanabara e a cerca de 60 km da capital do Estado do Rio de Janeiro (ERJ).

Este sistema é formado pelas lagoas costeiras de Araçatiba, Jacaroá, Guarapina, Jaconé, da Barra e do Padre, ocupando uma área de aproximadamente 330 km², sendo este um dos maiores sistemas lagunares do ERJ (Figura 1). Estas lagoas possuem canais de comunicação com o mar, os quais ficam abertos permanentemente ou de forma sazonal (AMADOR, 2007). Os maiores contribuintes do SLM são os rios Caranguejo, Ludigero e Mombuca (INEA, s.d.).

Nas últimas décadas, a ocupação marginal indevida resultou em assoreamentos, redução de espelho d'água e da mata ciliar, impactando negativamente o SLM (WALL et al., 2019). O lançamento clandestino de efluentes e a disposição inadequada de resíduos sólidos resultaram em processos de eutrofização das águas e a consequente redução da biodiversidade local, com os frequentes eventos de mortandade de peixes (Figuras 2 e 3), prejudicando diretamente as atividades turísticas e de pesca artesanal (WALL et al., 2019). A extração de areia e argila e a pecuária de bovinos e equinos são outros fatores que também vêm contribuindo para a degradação da qualidade ambiental do SLM (CRUZ et al, 1996; CRUZ, 2010).

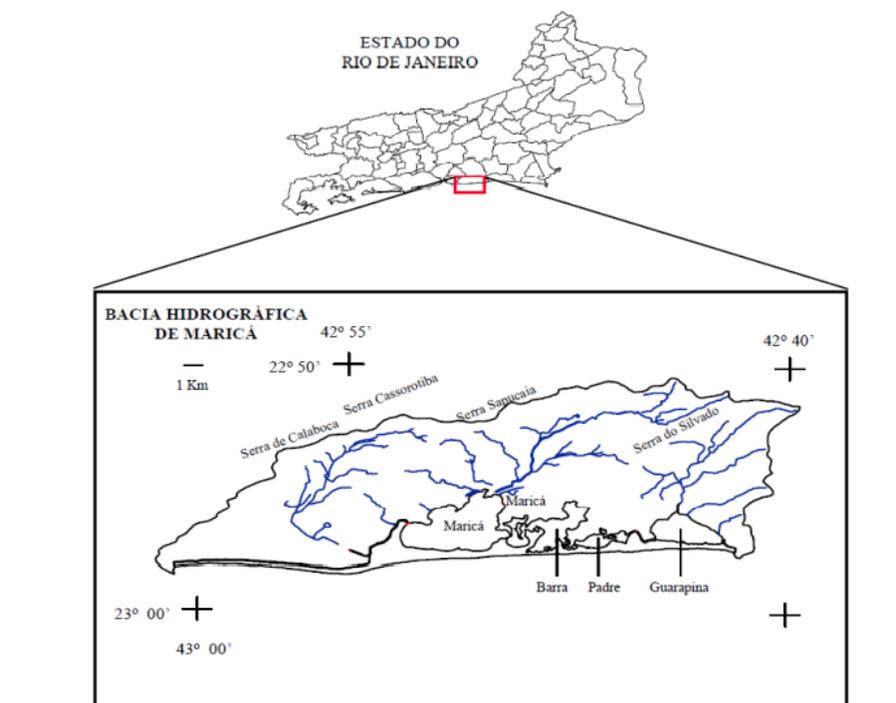


Figura 1 - Sistema Lagunar de Maricá (SLM), localizado no Município de Maricá no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: IBGE, s.d.; Ambiental, 2014.



Figuras 2 e 3 - Eutrofização e mortandade de peixes verificadas no SLM.

Fonte: Prefeitura de Maricá

Avaliação das Condições de Saneamento Básico

O presente estudo foi realizado em três etapas. Na *primeira etapa*, foi feito um levantamento dos dados de saneamento, através de uma busca por referências bibliográficas e legislações pertinentes ao tema estudado, sendo elaborada uma base de dados para o melhor entendimento do panorama do SLM.

Na *segunda etapa*, foram definidos os índices e indicadores a partir das informações obtidas dos bancos de dados do SNIS e do INEA. Usando como base o período de 2010 a 2016, os índices e indicadores adotados foram: de coleta e tratamento de esgoto; de atendimento urbano de água; e de consumo médio *per capita* de água. Para efeito de comparação e visando uma melhor compreensão e análise dos resultados obtidos, foi selecionado e estudado outro sistema lagunar de características semelhantes e próximo ao SLM: o Sistema Lagunar de Saquarema (SLS). Entre as muitas semelhanças que o SLS apresenta em relação ao SLM destacam-se: importância no contexto local; características geográficas, geomorfológicas, climáticas, pluviométricas e antrópicas; uso e ocupação do solo; e características de sazonalidade da população local (WALL et al., 2019; BIDEGAIN e PEREIRA, 2005).

Na *terceira etapa* foi calculado o Índice de Qualidade das Águas (IQA), de acordo com a metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), e que também vem sendo usado pelo INEA como principal mecanismo para a avaliação da qualidade das águas no Estado do Rio de Janeiro. Para o cálculo do IQA foram levantados os dados/parâmetros de monitoramento do INEA referentes aos principais corpos hídricos que deságuam nos sistemas lagunares estudados, sendo eles: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais. O resultado variou de 0 a 100 em uma escala crescente de qualidade das águas, dividida em cinco classes:

Péssima (0-25); Ruim (26-50); Razoável (51-70); Boa (71-90); Ótima (100-91).

Os dados utilizados foram provenientes dos pontos de monitoramento do INEA, que realiza esse controle através de estações de monitoramento distribuídas pelas bacias hidrográficas do ERJ. As estações de monitoramento selecionadas para o presente estudo dos sistemas lagunares estudados (SLM e SLS) foram apresentadas nas figuras 4 e 5.

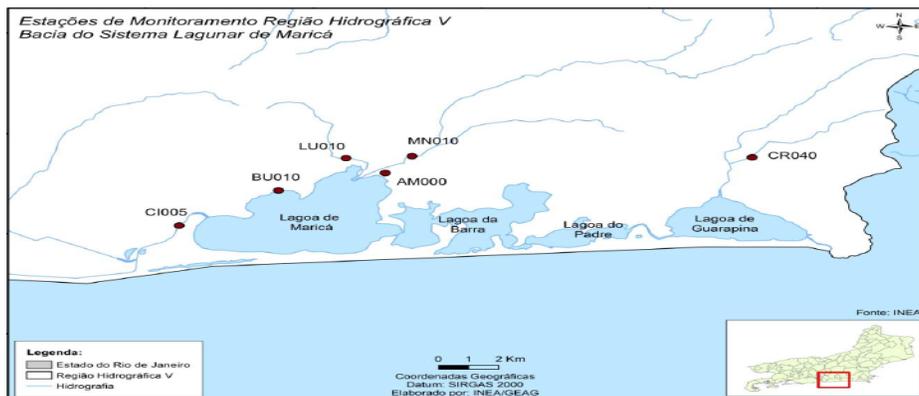


Figura 4 - Estações de Monitoramento em afluentes ao Sistema Lagunar de Maricá (SLM): CI005 – Canal de Itaipuaçu; BU010 – Canal de Buriche; LU010 – Rio Ludigero; MN010- Rio Mombuca; AM000- Canal do Aeroporto e CR040- Rio Caranguejo.

Fonte: INEA, 2017.

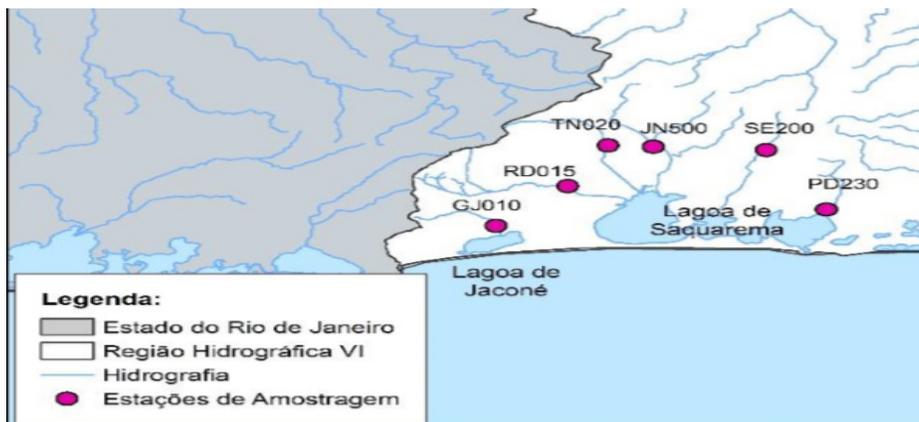


Figura 5 - Estações de Monitoramento em afluentes ao Sistema Lagunar de Saquarema (SLS): RD015 – Rio Roncador; TN020 – Rio Tingui; JN500 – Rio Jundiá; SE200 – Rio Seco e PD230 – Rio do Padre.

Fonte: INEA, 2017.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicadores de saneamento

Segundo dados divulgados pela ANA (2017), o município de Maricá possui apenas 2% de suas residências contempladas com serviço de coleta e tratamento de esgoto, outros 15% com coleta e sem tratamento de esgoto, e cerca de 52% das residências com soluções individuais fazendo uso de fossas sépticas (IBGE, 2010).

Segundo o censo realizado pelo IBGE (2010), 28% dos domicílios de Maricá faziam uso de fossas rudimentares como destinação final de seus esgotos domésticos, enquanto apenas 12% dos esgotos domésticos foram captados pela rede geral (Figura 6).

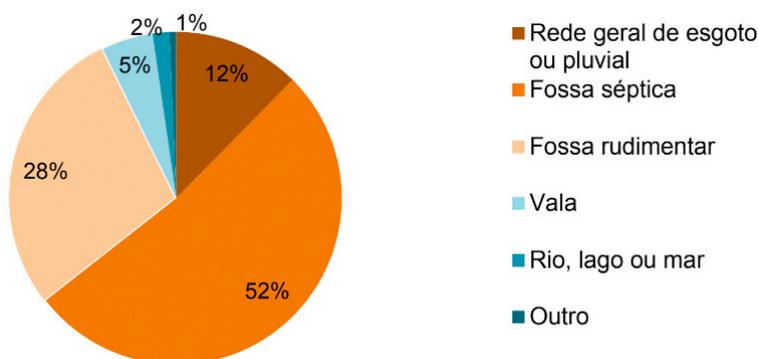


Figura 6 – Destinação final ou formas de tratamento de esgoto doméstico adotados nas residências de Maricá.

Fonte: IBGE, 2010.

Dada a carência do sistema de abastecimento público de água local, boa parte da população usa meios alternativos de abastecimento, como captação de água pluvial, caminhão pipa e/ou poços freáticos como principal meio de abastecimento (OHNUMA et al, 2019). No entanto, considerando a alta densidade populacional na área próxima ao Centro do município e o uso de fossas sépticas ou rudimentares e sumidouros por cerca de 80% dessa população, o uso de poços para suprir a demanda por água por grande parte da população, é um fato bastante alarmante do ponto de vista sanitário e de saúde pública. Existe uma grande probabilidade desta água estar contaminada por esgotos (PMSB, 2015; AMBIENTAL, 2014).

A Tabela 2 foi construída a partir das informações dos quatro bancos de dados oficiais avaliados, com os dados referentes aos serviços de saneamento básico de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Maricá.

Banco de Dados	Abastecimento de água	Coleta de esgoto	Tratamento de esgoto
IBGE	18,95%	12,38%	64,4%
ANA	-	17%	54%
SNIS	57,98%	16,86%	34,65%
ABES	55,94%	11,02%	6,06%

Tabela 2 - Dados de cobertura dos serviços de saneamento básico no município de Maricá.

Fonte: IBGE (2010), ANA (2013), SNIS (2013, 2016), ABES (2019)

A variação nos resultados verificados entre as fontes pode ser explicada, em parte, pelas datas de coleta dos dados e sua publicação, assim como pelos meios distintos de obtenção deles. Enquanto que os dados da ABES e SNIS são informados pelas concessionárias prestadoras de serviços, o IBGE realiza consultas periódicas à população e a ANA utiliza levantamentos em campo. Não obstante, mesmo com esta variação nos dados, todos reforçam as condições precárias do saneamento básico de Maricá. Cabe ressaltar que no município de Maricá são utilizadas em grande parte fossas sépticas, correspondendo a 51,9% do total de 64,4% indicado pelo IBGE (2010) e 52% do total de 54% indicado pela ANA (2013).

Entre os anos 2010 e 2016 o crescimento populacional do município (17,6%) não foi acompanhado pelo avanço da infraestrutura de saneamento básico, tanto no que se refere aos serviços de abastecimento de água (16,4%) quanto aos de esgotamento sanitário (16,3%). Dessa forma, pode ser observada uma grande carência nos serviços oferecidos a população local no setor de saneamento básico (Figura 7).

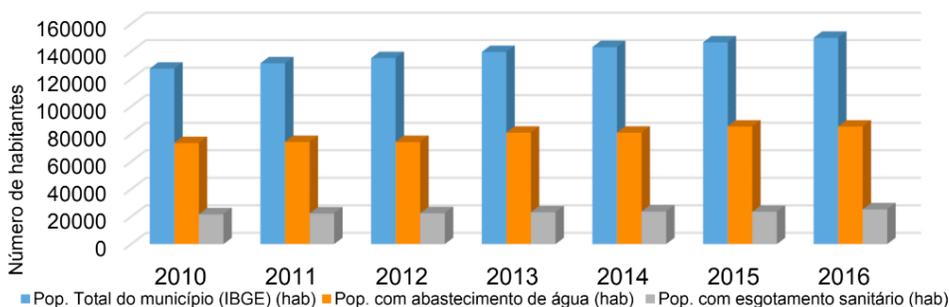


Figura 7 - População total e população atendida por redes gerais de abastecimento e esgotamento para o município de Maricá no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Adaptação do SNIS, 2016.

Quando comparado com o município de Saquarema, os indicadores de saneamento

de Maricá apresentam uma diferença significativa. A Tabela 3 apresenta uma comparação da evolução de índices/indicadores de saneamento entre os municípios estudados, no período entre 2010 e 2016.

De acordo com esses dados, constatou-se que o índice de atendimento de água em Maricá não apresentou nenhuma melhora no período analisado, com menos de 60% de cobertura da população. Índice esse bem reduzido considerando tanto a média do estado (92,5%) como as metas de abastecimento de domicílios rurais e urbanos projetadas pelo PLANSAB para 2010, de 96%.

Por outro lado, o município de Saquarema apresentou um aumento de 94% para 97%, ou seja, muito superior à de Maricá e superior à média estadual e a meta do PLANSAB (BRASIL, 2013; SNIS, 2016).

	Período de avaliação	População (mil hab.)	Coleta de esgoto (%)	Tratamento de esgoto (%)**	Atendimento urbano de água (%)	Consumo médio <i>per capita</i> de água (l/hab./dia)
Maricá	2010	127.461	17.0	66.6	57.6	214.4
	2011	131.355	17.0	66.6	56.5	153.3
	2012	135.121	16.6	68.3	54.9	156.0
	2013	139.552	16.6	68.3	58.0	150.0
	2014	143.111	16.6	34.5	56.6	143.9
	2015	146.549	16.0	34.1	58.3	140.0
	2016	149.876	16.9	34.7	57.0	129.5
Saquarema	2010	74.234	69.3	–	94.0	52.2
	2011	75.906	82.8	100.0	100.0	49.5
	2012	77.522	90.0	100.0	93.9	51.9
	2013	79.421	59.5	100.0	94.0	57.3
	2014	80.915	53.3	100.0	94.4	71.8
	2015	82.359	56.6	100.0	95.6	107.5
	2016	83.750	55.9	100.0	97.3	110.3

*Em relação ao que é coletado.

Tabela 3 - Comparativo dos Indicadores de Saneamento para Maricá e Saquarema.

Fonte: Adaptação do SNIS, 2016.

A despeito do elevado crescimento de sua população, os índices de coleta de esgoto do município de Maricá mantiveram-se estáveis, em torno de 17%, valor este extremamente reduzido se comparado, por exemplo, a média desse indicador para o ERJ (66,8%) (SANEAMENTO BÁSICO, s.d.).

Já em Saquarema, o índice referente a este serviço foi consideravelmente maior

entre 2010 e 2012, passando de 70% para 90%. Vale destacar que em 2013, pode ser constatado que o índice de coleta de efluentes em Saquarema apresentou uma queda abrupta, passando de 90 a 59,5%. Tal discrepância pode ser associada à mudança no método do cálculo deste indicador, embora este novo patamar (entre 60 e 56%) permaneceu ainda sendo muito superior aos índices apresentados por Maricá no mesmo período (2013-2016).

A grande deficiência nos serviços de saneamento do município de Maricá fica ainda mais evidente quando seus indicadores são comparados aos valores médios dos indicadores de coleta de esgoto (61%) e tratamento de esgoto (43%) no país (ANA, 2017). De acordo com as metas do PLANSAB para o ano de 2010, a cobertura prevista seria de 87% de coleta de esgoto para domicílios urbanos e rurais e 91% somente para domicílios urbanos, bem como 43% de tratamento do efluente coletado (PLANSAB, 2013). Por outro lado, os dados do SNIS indicaram que em 2016, Saquarema tratava 100% de todo o esgoto coletado, alcançando, já em 2011, as metas do PLANSAB.

De acordo com dados do Ranking de Saneamento da ABES (ABES, 2019), cabe destacar que Maricá ocupava a posição 143ª em relação aos 154 municípios de grande porte avaliados pelo estudo na sua 3ª categoria (Empenho para Universalização), ficando a frente somente de Angra dos Reis no ERJ. O município de Saquarema não foi computado nesse ranking.

Condições ambientais e índices de qualidade das águas (IQA)

As figuras 8 e 9 apresentam as médias mensais do cálculo do IQA para os corpos hídricos contribuintes do SLM e do SLS monitorados pelo INEA, no período entre 2014 e 2017.

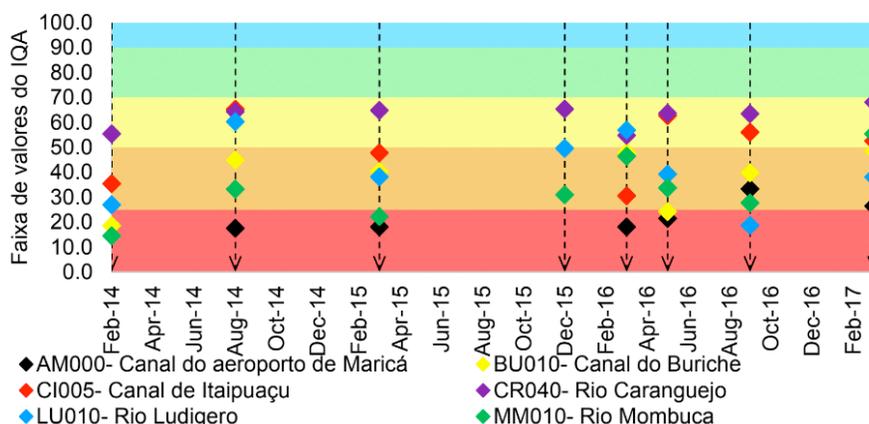


Figura 8 - Monitoramento dos dados de IQA de rios e canais afluentes ao Sistema Lagunar de Maricá no período de 2014 a 2017.

Fonte: Adaptação do INEA (2014 a 2017).

Os pontos de monitoramento do SLM apresentaram variações de “Razoável” a “Péssima”, sendo 34,1% Razoável; 45,45% Ruim e 20,45% Péssimo, não apresentado nenhum resultado acima de 70 pontos. Os piores resultados foram obtidos no monitoramento do Canal do Aeroporto de Maricá, fato que pode ser justificado devido à sua localização próxima ao centro mais urbanizado, que não dispõe de um sistema de esgotamento sanitário adequado. Cabe destacar que esse canal desagua na lagoa próximo a ETE de Araçatiba, a maior das quatro ETEs existentes no município, que atualmente encontra-se desativada (CONEN, 2015; AMBIENTAL, 2014). Por outro lado, o Rio Caranguejo, foi classificado como “Razoável”, provavelmente devido a menor urbanização de sua bacia, além da maior proximidade com o Canal de Ponta Negra, favorecendo a troca com o mar.

Os pontos de monitoramento do SLS apresentaram os seguintes IQA: “Bom” 10,25%; “Razoável” 53,85%; “Ruim” 28,20% e “Péssimo” 7,7%. Sendo os melhores resultados apresentados nas amostras dos rios Roncador e Tinguí. Ao menos três dos rios apresentaram resultados “Bom” na maioria das análises, sendo que apenas o Rio do Padre foi classificado como “Péssimo”.

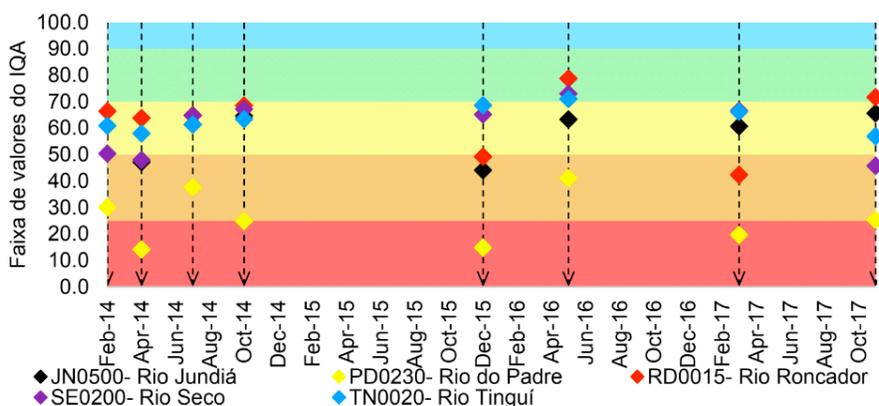


Figura 9 - Monitoramento dos dados de IQA dos rios afluentes ao Sistema Lagunar de Saquarema no período de 2014 a 2017.

Fonte: Adaptação do INEA (2014 a 2017).

No geral, em ambos os sistemas lagunares avaliados, os corpos hídricos que apresentaram as piores classificações (IQA) foram justamente os que atravessam suas áreas mais urbanizadas, portanto mais sujeitos a ações antrópicas de lançamento de efluentes sanitários brutos e descarte de resíduos sólidos. A melhor qualidade verificada nos rios de Saquarema pode ser justificada pelos melhores índices de coleta e tratamento de esgoto.

Alternativas para a redução da degradação ambiental e melhoria da qualidade de água

A partir dos dados supracitados, conclui-se que devido à degradação ambiental das águas superficiais do SLM causada pelo lançamento de esgotos, há a necessidade de uma solução emergencial e abrangente de coleta, tratamento e disposição final adequada dos efluentes do município de Maricá.

A longo prazo, a solução passa necessariamente pela implantação de um sistema convencional de coleta do tipo separador absoluto, atendendo a área central e mais urbanizada do município, e direcionando os efluentes para tratamento e destinação final adequada. No entanto, tal solução implica nos altos investimentos inerentes a construção de uma rede coletora, além dos custos (e dificuldades) de suas ligações com as economias/residências. Desse modo, soluções de mais curto prazo se fazem necessárias, a fim de mitigar emergencialmente o lançamento de efluentes não tratados nos corpos hídricos do município e amenizar seus impactos e efeitos nocivos, como eutrofização e mortandade de peixes.

Uma alternativa emergencial seria a implantação de um sistema de captações de tempo seco, possibilitando a interceptação de esgotos que são despejados *in natura* em galerias de águas pluviais, valões, canais e rios. Para tal, faz-se uso de uma captação/barragem nas galerias/canais de escoamento, sendo os efluentes captados então direcionados para um sistema de tratamento. Em épocas de chuvas, os excedentes de vazão (efluente mais diluído) seriam direcionados para jusante dos corpos hídricos (MADEIRA, 2012; DORNELLES e FADEL, 2015). Um sistema de galeria de cintura no entorno das lagoas também pode ser implantado, evitando despejos indesejáveis de esgotos na mesma. Os complexos lagunares de Araruama e Saquarema, fizeram uso de sistemas semelhantes ao proposto, apresentando resultados positivos (CONEN, 2015; VEROL et al, 2020).

Outra alternativa seria a construção de sistemas de tratamento descentralizados como os “Ecosistemas Engenheirados” em determinadas regiões do município. Tais sistemas demandariam uma menor necessidade de rede coletora devido à proximidade entre as fontes geradoras e o sistema de tratamento, além de fazer uso de tecnologias de tratamento descentralizados convencionais, aliadas aos sistemas alagados construídos (*wetlands* construídos), possibilitando o aumento da eficiência sem que os custos de implementação e manutenção sejam muito afetados (SALOMÃO et al, 2012).

Seja qual for a alternativa a ser adotada, é recomendável que sejam realizadas ações/campanhas de conscientização e educação ambiental para a população residente e flutuante, destacando-se a importância dos serviços de saneamento básico para a melhoria das condições ambientais do SLM e sua revitalização. Deve ser salientado o papel dessa população e de cada morador no que diz respeito às boas práticas domiciliares e ao correto

funcionamento dos sistemas de esgotamento sanitário que venham a ser implantados.

REFERÊNCIAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Ranking ABES da universalização do saneamento**. Brasília, 2015, 2017, 2019.

ALEGRE, H., et al. **Performance indicators for water supply services**. IWA publishing, 2016.

AMBIENTAL. 2014 **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA Análise da viabilidade ambiental para implantação de um emissário terrestre e submarino para o transporte de efluentes domésticos, a ser localizado no município de Maricá/RJ**. <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdí5/~edisp/inea0029326.pdf>. Acessado em 29/06/2019

AMADOR, E. **Breve parecer técnico sobre o Sistema Lagunar de Maricá**. 2007, 2p.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas Água e Esgotos**. Brasília, 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Indicadores de qualidade das águas**. 2005. Disponível em <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. 30/06/2019.

ATLAS BRASIL. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. 2013 Disponível em <http://atlasbrasil.org.br>. Acessado em 15/06/2018.

BIDEGAIN, P. e PEREIRA L. F. M. **Plano das bacias hidrográficas da região dos Lagos e do rio São João**. Rio de Janeiro: CILSJ, 2005.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Ministério das Cidades, 2013.

BRASIL, MINISTERIO DAS CIDADES. **Painel de Informações Sobre Saneamento**. Disponível em <http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/>. Acesso em 2/11/2020.

CONEM. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Maricá**, de 2015.

CRISTIANO, S.C., et al. Coastal scenic evaluation at Santa Catarina (Brazil): Implications for coastal management. **Ocean and Coastal Management**, v.160, p. 146-157, 2018.

CRUZ, A.C. **Análise de intervenções no sistema lagunar de Maricá-RJ com auxílio de modelagem hidrodinâmica ambiental**. 2010. 74 p. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CRUZ, C.B.M., et al. **Impactos ambientais no sistema lagunar de Maricá-Guarapina**. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1996, Salvador. Anais... Salvador: INPE, 1996. p. 137-141.

DORNELLES, F; FADEL, W.A. **Eficiência da Interceptação de Esgoto Sanitário em Rede Pluvial na Bacia do Arroio Capivara – Porto Alegre/RS**. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 20., 2015, Porto Alegre

FAN, L. et al. Urban water consumption and its influencing factors in China: Evidence from 286 cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 124–133, 2017.

FRANCO, T.P., et al. Better with more or less salt? The association of fish assemblages in coastal lagoons with different salinity ranges. **Hydrobiologia**, v.828, n.1, p. 83-100, 2019.

GIORDANO, G., et al. Environmental Monitoring of Water Quality as a Planning and Management Tool: A Case Study of the Rodrigo de Freitas Lagoon, RJ, Brazil. In: **Lagoon Environments Around the World-A Scientific Perspective**. Intech Open, 2019.

HONORATO, L.M.C., et al. Tratamento descentralizado de esgoto doméstico: Revisão sistemática. **Revista DAE**, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. **Censo demográfico**. 2010.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/>. Acessado em 15/04/2018.

LOUREIRO, D.S., et al. **Avaliação do conflito sócio-ambiental na APA da restinga de Maricá**. Porto Alegre/RS. 2010.

MADEIRA, D. G. **Implantação de sistema de esgoto do tipo unitário com posterior adequação ao sistema separador absoluto em Flores da Cunha-RS**. 2012. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização, Dep. de Engenharia Civil da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012

OHNUMA JR, A.A. et al. **Análise de potencial do aproveitamento de água de chuva para uso doméstico em sistemas individuais localizados no município de Maricá-RJ**. In: XXIII SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019, Foz do Iguaçu. Água Conecta. Porto Alegre: ABRH, 2019. v. 1. p. 1-10.

SALOMÃO, A.L.S. et al. Engineered ecosystem for on-site wastewater treatment in tropical areas. **Water Sci. Technol.** 66, 2131–2137, 2012

SANEAMENTO BÁSICO. Índices de coleta de esgoto para o Estado do Rio de Janeiro – ERJ. Disponível em <https://www.saneamentobasico.com.br/>. Acesso em 02/11/2020

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento. **Dados sobre saneamento nacional**. Disponível em <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em 21/06/2018.

TIAN, Y. et al. Using a water quality index to assess the water quality of the upper and middle streams of the Luanhe River, northern China. **Science of the Total Environment**, v. 667, p. 142-151, 2019.

VEROL, A, et al. Proposição do Sistema de Coleta em Tempo Seco em Arraial do Cabo (RJ) para Melhoria da Qualidade Ambiental. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades** v. 8, n. 59, 2020.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: UFMG, 2005.

VON SPERLING, T.L.; VON SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 313-322, 2013.

WALL, F.C.M., et al. **Panorama ambiental do Sistema Lagunar de Maricá – RJ a partir da avaliação de indicadores de saneamento e índices de qualidade de água**. In: II Seminário Nacional de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, 2019, Espírito Santo, 2019.

TOLEDO, L.M., et al. Panorama do Sistema Lagunar de Maricá – RJ: Indicadores de Saneamento vs. Qualidade de Água. **Revista Internacional de Ciências**, 2020.

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