

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 Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
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. Alexandro 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 PERCEÇÃO 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

POTENCIALIDADES NO USO DA ÁGUA DO AQUÍFERO GUARANI

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Gilmar Antônio da Rosa

UnC – Universidade do Contestado
campus Concórdia/SC
Ipumirim – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/2263148079154963>

Priscila Mara Knoblauch

FACC - Faculdade Concórdia
Concórdia – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4994093496940279>

RESUMO: O Sistema Aquífero Guarani (SAG) é a unidade hidroestratigráfica mais importante do continente sul-americano, ocupando 1,2 milhões de km⁻² no Brasil (67,65%), Argentina (20,98%), Uruguai (8,05%) e Paraguai (3,32%). O principal uso atual é o abastecimento público. No Uruguai e Paraguai, 90% da água explorada é para abastecer os centros urbanos. Na Argentina, são exploradas unicamente com fins recreativos. O Brasil é o que mais extrai, consumindo 90% do total explorado. Abordamos aqui as potencialidades do uso múltiplo do SAG dentro do Estado de Santa Catarina, Brasil. Os principais usos atuais são o abastecimento público urbano e a balneabilidade termal, pois suas águas são consideradas de boa potabilidade com alto grau geotérmico e classificadas como bicarbonatadas, magnesianas, sulfatadas ou cloretadas. Possuem grande potencial para o turismo de água termal e terapêutico. Também podem ser aproveitadas no

uso agroindustrial, no abastecimento humano e animal. Pois, a degradação das águas superficiais e as estiagens estimulam a perfuração de poços cada vez mais profundos na área rural. As águas do SAG são reservas futuras e o seu uso requer esforços conjuntos do poder público, usuários, sociedade civil e órgãos gestores, garantindo o direito ao uso múltiplo às presentes e futuras gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogeologia; turismo; termal; desenvolvimento regional.

POTENTIALITIES IN WATER USE OF GUARANI WATERFALL

ABSTRACT: The Guarani Aquifer System (SAG) is the most important hydro-stratigraphic unit in the South American continent, occupying 1.2 million km² in Brazil (67.65%), Argentina (20.98%), Uruguay (8, 05%) and Paraguay (3.32%). The main current use is public supply. In Uruguay and Paraguay, 90% of the exploited water is supplied to urban centers. In Argentina, they are exploited solely for recreational purposes. Brazil is the one that extracts the most, consuming 90% of the total explored. We address here the potentialities of multiple use of SAG within the state of Santa Catarina, Brazil. The main current uses are urban public supply and thermal bathing. As its waters are considered of good potability with high geothermal degree and classified as bicarbonated, magnesian, sulfated or chlorinated. They have great potential for thermal and therapeutic water tourism. They can also be used in agroindustrial use, in human and animal supply. For the degradation of surface waters and droughts encourage the drilling of

increasingly deep wells in the rural area. The waters of the SAG are future reserves and their use requires the joint efforts of the government, users, civil society and management bodies, guaranteeing the right to multiple use to present and future generations.

KEYWORDS: Hydrogeology; tourism; thermal; regional development.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a demanda mundial por água é estimada em torno de 4.600 km³.ano⁻¹, e calcula-se que esta irá aumentar de 20% a 30%, atingindo um volume entre 5.500 e 6.000 km³.ano⁻¹ até 2050 (BUREK *et al.*, 2016). O uso mundial das águas subterrâneas, principalmente para a agricultura, atingiu 800 km³.ano⁻¹ em 2010, com a Índia, os Estados Unidos da América (EUA), a China, o Irã e o Paquistão (em ordem decrescente) respondendo por 67% do total de extrações em todo o mundo (BUREK, *et al.*, 2016).

Não se pode pensar que a água é um bem infinito e que nunca se esgotará. Ao contrário, a água é um recurso escasso. Segundo Rebouças (2001), a água é um recurso finito e fator competitivo do mercado; seu uso eficiente torna-se mais importante que ostentar sua abundância.

A água existente na superfície terrestre é estimada em 1.400 milhões de quilômetros cúbicos, dos quais cerca de 97% são águas salgadas. Dos 3% restantes, em torno de ¾, perfazem as águas congeladas, restando pouca quantidade para o consumo humano, bem como de outras espécies animais e vegetais. Águas subterrâneas perfazem a maior quantidade de água doce disponível na terra, no entanto, não são de fácil acesso. A maior parte da nossa água não é visível na superfície: cerca de 97 % da água doce do Planeta, em forma líquida, está depositada em aquíferos (GERBER, 2015).

Em 2013 foram descobertos aquíferos de grandes proporções na África, Austrália, China e também na América do Norte. Esses aquíferos possuem, no conjunto, um volume de 500.000 km³ e foram formados na última era glacial. O aquífero da grande bacia artesiana na Austrália é, provavelmente, o maior do mundo (área ocupada de 1,7 milhão de km²). As águas desse aquífero são fornecidas a várias cidades da Província de Queensland, bem como para regiões remotas da Austrália austral (PINTO-COELHO & KARL HAVENS, 2015).

Existem aquíferos em quase todas as partes do mundo. Entretanto, em muitos casos estão sendo seriamente ameaçados, consequência das atividades humanas. Tem sido relatado a perda total do aquífero por causa de uma intrusão irreversível de água salina. Em outros casos, o bombeamento excessivo faz com que os aquíferos se contaminem com metais e outras substâncias minerais tóxicas, tais como a contaminação com arsênio ou com nitratos. Dentre as atividades humanas que mais dependem dos aquíferos, estão o consumo humano e a irrigação. Muitas cidades de todos os tamanhos, em todo o mundo e inclusive no caso brasileiro, têm o seu principal suprimento de água a partir de aquíferos (PINTO-COELHO & KARL HAVENS, 2015).

Nas Américas, os principais usuários dos aquíferos são os Estados Unidos, México, Peru, Argentina e as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, particularmente os Estados de São Paulo e a região Sul. Na América do Sul o Sistema Aquífero Guarani (SAG), trata-se igualmente de um dos maiores aquíferos do mundo e cobre uma área de aproximadamente 1,2 milhão de km², conforme evidenciado na figura 1.

O volume de água acumulado nesse aquífero sul-americano chega a 40.000 km³, com espessuras que variam entre 50 e 800 metros, e uma profundidade máxima de 1.800 metros (OEA, 2009).

2 I CARACTERIZAÇÃO DO AQUÍFERO GUARANI

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) é a unidade hidroestratigráfica mais importante da porção meridional do continente sul-americano e está associado ao conjunto de rochas sedimentares originadas da acumulação mecânica de partículas detríticas. Essas partículas, produzidas pela decomposição de rochas preexistentes, são denominadas de “siliciclásticos” (cascalho, areia, silte e argila). Engloba a Bacia do Paraná (Brasil e Paraguai), a Bacia Chaco Paranaense (Argentina) e a Bacia Norte (Uruguai). Definido dessa forma, a área total englobada pelos sedimentos que compõem o SAG é de 1.087.879,15 km², assim distribuídos: na Argentina, ocupa uma área de 228.255,26 km² (20,98%); no Brasil, 735.917,75 km² (67,65%), no Paraguai, a área é de 87.535,63 km² (8,05%); e no Uruguai, 36.170,51 km² (3,32%), localizados entre os paralelos 16° e 32° S e os meridianos 47° e 60° W (OEA, 2009).

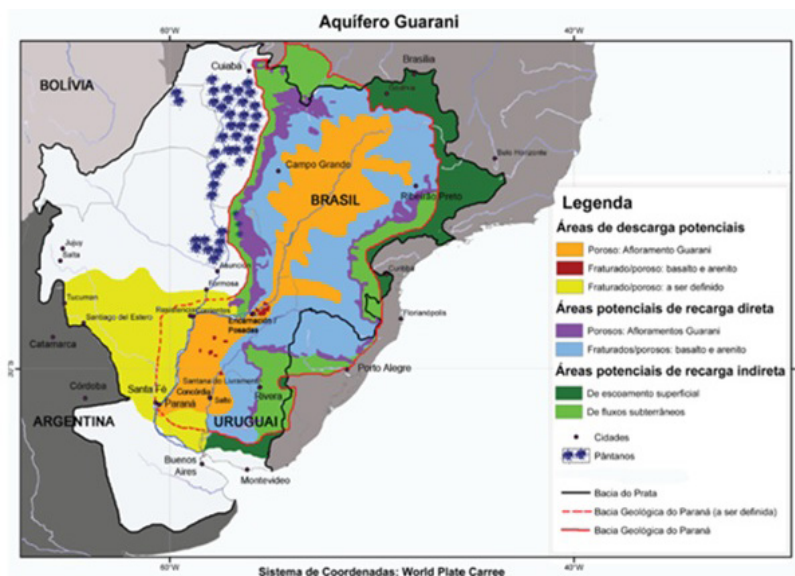


Figura 1 – Aquífero Guarani ocupa extensas áreas no Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina.

Fonte: Pinto - Coelho & Karl Havens (2015)

A população residente sobre a área de ocorrência do aquífero foi estimada em aproximadamente 90 milhões de pessoas. Isso corresponde aproximadamente à metade da população dos quatro países do SAG (OEA, 2009).

A maior população residente sobre o SAG é a brasileira, com aproximadamente 90% do total. Quase a metade da população brasileira vive sobre o SAG.

Na porção brasileira, no estado de Santa Catarina (SC), os limites das áreas de afloramento das rochas vulcânicas da Serra Geral e dos arenitos da Formação Botucatu estariam, conforme Scheibe e Furtado (1989), diretamente relacionados a uma série de lineamentos tectônicos de grande expressão. Essas camadas sedimentares de origem flúvio-lacustre do triássico e eólica do jurássico, em sua maior parte no estado de Santa Catarina estão confinadas, no topo, pelos derrames do Grupo Serra Geral e na base por sedimentos do Grupo Passa Dois, de idade permo-triássica.

Após um abrangente estudo das feições estruturais e das características geoquímicas das águas de centenas de poços na área do Arco de Ponta Grossa, estado do Paraná, Brasil. Portela Filho *et al*, (2005) sugerem uma visão conjunta dos dois sistemas aquíferos (SASG - Sistema Aquífero Serra Geral e SAG). Para os autores, a avaliação de dados hidroquímicos implica na mistura das águas da Formação Serra Geral com as de outros aquíferos sotopostos, sugerindo que o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), além de seu caráter de barreira hidráulica do (SAG), deva ser tratado em conjunto com este, em conformidade à provável conexão hidráulica e ao caráter de similaridade de alguns padrões de fluxo.

Para que exista desenvolvimento, as águas devem ter qualidade. Em termos gerais, os estudos consideram as águas desse aquífero com boa potabilidade, no entanto, algumas restrições em relação às concentrações de ferro e manganês já foram encontradas. Além disso, nas regiões de maior desenvolvimento urbano e industrial são conhecidos diversos casos de contaminação bacteriológica e química. Há ainda ocorrências identificadas de índices de fluoretos acima dos padrões de potabilidade (FREITAS *et al*, 2017).

No estado de São Paulo, a Rede Integrada de Qualidade e Quantidade que monitora as águas subterrâneas, incluindo as do SAG e SASG, em 38 pontos, apresentaram qualidade regular em 2017, com um Índice de Potabilidade de 66,5% e resultados semelhantes nos anos de 2015 e 2016 (CETESB, 2018). Observa-se que esse resultado é preponderantemente decorrente da contaminação microbiológica por Coliformes Totais. Os resultados obtidos mostraram concentrações de Nitrato acima do valor de prevenção e padrão de potabilidade, além da presença de Alumínio, Ferro, Manganês, Chumbo, Níquel e Zinco acima de padrão de potabilidade em amostras de 10 pontos do monitoramento. A presença de Nitrato em concentrações superiores ao padrão de potabilidade (10 mg N L^{-1}) foi constatada em sete amostras (1% do total). As concentrações de Crômio ultrapassaram o padrão de potabilidade ($50 \mu\text{g L}^{-1}$) em 21 amostras (3%) relativas a 14 poços (CETESB, 2018).

Segundo estudos de ZANATTA e COITINHO (2002), a utilização do Aquífero Guarani no abastecimento público das cidades de médio porte do meio-oeste e oeste catarinense, concluiu que esse aquífero apresenta dominância de água doce e boa potabilidade, porém, pode ocorrer a saturação por elementos químicos prejudiciais à saúde humana, como por exemplo, o flúor. Nanni (2008) sugere que o enriquecimento de fluoreto no SASG decorre da combinação de recarga Hidrogeológica e hidroquímica dos aquíferos fraturados ascendente do Sistema Aquífero Guarani (SAG) em condições de alto confinamento e longo tempo de residência.

No diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina, realizado pela Comissão Permanente de Recursos Minerais - CPRM (FREITAS *et al*, 2002), e também nos estudos da Agência Nacional de Águas - ANA (2007), os dados de qualidade apresentam grandes discrepâncias. O estudo da ANA (2007) indica variações no total de sólidos dissolvidos de 100 mg.l⁻¹ até 650 mg.l⁻¹, variando de acordo com a litologia das camadas que o compõe. A alta concentração de sólidos dissolvidos implica em menor grau de potabilidade da água, sendo que a partir de 1000 mg.l⁻¹, valor máximo permitido pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, (BRASIL, 2017) a água apresenta-se inadequada para uso. Especificamente no oeste do estado de Santa Catarina, o Guarani apresenta restrições à potabilidade, principalmente no tocante ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos (média de 521,3 mg.l⁻¹), e suas águas, geralmente muito salinas e fortemente sódicas, são inadequadas não só para abastecimento humano e dessedentação animal, como também para a irrigação (MMA, 2007; FREITAS *et al*, 2002).

3 | O USO DA ÁGUA

A água desempenha um papel muito mais importante na vida econômica de um país do que o de representar apenas uma matéria-prima ou insumo essencial. Em primeiro lugar, há de se reconhecer que a água é essencial para a manutenção da vida e do bem-estar dos indivíduos que fazem a economia funcionar. Em segundo lugar, a água é um insumo vital para a agricultura e, conseqüentemente, garante a segurança alimentar da civilização humana. Em terceiro lugar, a abundância ou escassez da água representa quase que diretamente o mesmo para a produção de energia. Sem água, não há produção de energia. Isto não é válido apenas para a hidreletricidade. As termelétricas, e mesmo as usinas term nucleares não funcionam sem água em abundância (PINTO-COELHO & KARL HAVENS, 2015).

A água é usada na indústria, na agricultura, na higiene pessoal e é indispensável nos processos metabólicos, possibilitando a ocorrência de reações químicas essenciais à vida. Com relação ao destino do recurso hídrico explorado dos poços perfurados no SAG, observa-se que o principal é o abastecimento público. No Brasil, a distribuição do uso da água, apesar de prevalecer o uso público, ocorre de forma mais diversificada. Na Argentina,

os poços registrados são explorados unicamente com fins recreativos. No Uruguai e no Paraguai, a água explorada é utilizada, principalmente, para abastecer os centros urbanos; mais de 90% da água nestes países têm esse destino (OEA, 2009).

A avaliação do uso das águas do SAG indica uma extração da ordem de $1,04 \times 10^9$ m³.ano⁻¹, com maior intensidade no território brasileiro, responsável por cerca de 90% da extração atual do aquífero, sendo o Estado de São Paulo o principal explorador. Silva e Kirchneim (2011) elaboraram o balanço hídrico estimado de águas subterrâneas em cada bacia hidrográfica de Santa Catarina, a partir do cálculo estimado de rendimento dos poços registrados no SIAGAS e os usos levantados. A situação começa a ficar crítica na bacia do rio Irani, onde há comprometimento de quase 78% da disponibilidade, seguidos pelo Jacutinga e Peperi-Guaçu, que já excedem a capacidade de recarga dos aquíferos. Na bacia do Jacutinga há comprometimento de 130% da disponibilidade, enquanto que na bacia do Peperi-Guaçu, há o comprometimento de 233% da disponibilidade.

3.1 Abastecimento público

No Estado de Santa Catarina, o sistema Aquífero Guarani surge como uma importante alternativa de abastecimento público, especialmente nas cidades de médio porte do meio-oeste e oeste catarinense (ZANATTA e COITINHO, 2002). A perfuração dos poços no Aquífero Guarani é viável, tanto do ponto de vista econômico-financeiro, como também sob o aspecto ambiental, pois a água é de excelente qualidade para abastecimento público, podendo ser a grande alternativa para o abastecimento da maioria da população do oeste e meio oeste catarinense. Os poços perfurados para CASAN (Companhia de Água e Esgoto de Santa Catarina) que se destinam ao abastecimento público captam água somente da Formação Botucatu, fornecendo bons resultados, tanto qualitativos como quantitativamente, pois estão naturalmente protegidos dos agentes de poluição que atingem rios e lagos pelos derrames da formação Serra Geral.

O pH máximo encontrado foi de 9,30 no poço de Seara-SC (alcalinas). Em profundidades maiores, as águas tornam-se alcalinas. Nas áreas onde ocorre a pouca profundidade, o teor de sólidos totais apresenta-se baixo. Nas porções onde as profundidades são maiores, o teor de sólidos totais dissolvidos é alto, chegando a valores em torno de 450 mg.l⁻¹; todas as amostras são classificadas como água doce, conforme podem ser observado no diagrama de Sólidos Totais. Todas as amostras apresentaram flúor, valor que não ultrapassou a 0,8 mg.l⁻¹, dentro do padrão de potabilidade. Suas águas não são salinas como se imaginava e sim águas de boa qualidade para consumo humano. Em geral, as águas deste aquífero são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, sulfatadas ou cloretadas sódicas, de acordo com a classificação das águas conforme os diagramas de Piper, Stiff e sólidos totais dos poços de São Lourenço do Oeste, Maravilha, Seara, Peritiba e Presidente Castelo Branco (ZANATTA e COITINHO, 2002). Nos estudos destes pesquisadores, constatou-se um aumento da capacidade específica em direção ao oeste,

isto é, em direção ao centro da bacia, onde o grau de confinamento aumenta, conforme evidenciado na figura 2.

Os parâmetros da capacidade específica abrangem uma amplitude de 0,17 a 6,28 m³/h/m, com os valores maiores coincidindo com a maior espessura do Guarani.

Poucos poços estão explorados para abastecimento público, a maioria deles é parcialmente penetrante. Poços totalmente penetrantes foram perfurados pela PETROBRAS, com o objetivo de exploração de petróleo e gás nas camadas inferiores da Bacia do Paraná, razão pela qual não foram definidos os principais parâmetros hidráulicos deste aquífero.

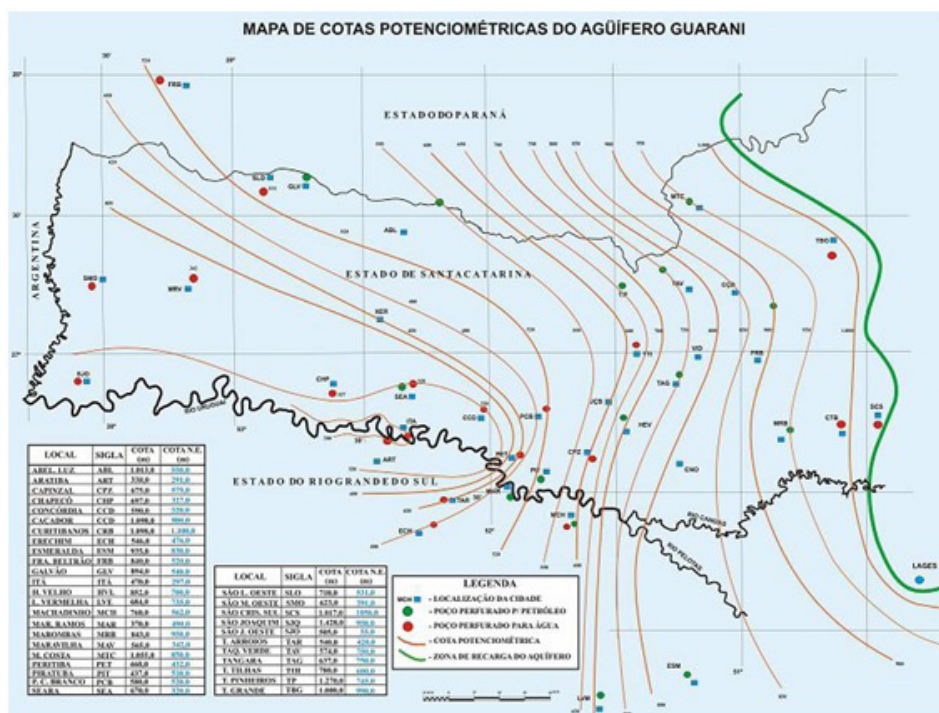


Figura 2 - Mapa de cotas potenciométricas do aquífero guarani

Fonte: (ZANATTA e COITINHO, 2002)

Em alguns poços o maior valor da capacidade específica está geralmente associado à maior espessura do aquífero, bem como, com o seu confinamento hidráulico sob os derrames basálticos, conforme evidenciado na tabela 1.

Município	Coordenadas		Cota (m)	Esp. SAG (m)	Vazão Q m³/h	Prof. N.E (m)	Prof. N.D (m)	Prof. Poço (m)
	X	Y						
Seara*	27°08'29"	52°18'28"	530	108	156	213	266	588
Seara*	27°09'0"	52°18'37"	503	86	62	168	179	560
Concórdia*	27°13'34"	52°18'37"	595	65	130	273	355	697
Joaçaba*	27°11'33"	51°31'02"	635	-----	45	70	-----	383
Concórdia*	26°14'30"	52°02'00"	546	129	80	364	-----	569
Itá* (Balneário)	27°16'42"	52°20'07"	470	426	150	96,5	233	924
Itá*(cidade)	27°17'8"	52°20'16"	398	139	139	107	141	508
S.M.Oeste*	26°40'34"	53°33'44"	523	111	120	207	290	1276
S.M.Oeste*	26°43'54"	53°31'39"	623	870	-----	391	-----	1250
Capinzal*	27°23'03"	51°35'26"	675	120	350	96,5	233	817
Piratuba*	27°25'34"	51°47'02"	437	136	350	+136	+20	718
Curitibanos*	27°16'31"	50°34'51"	981	140	36	0,00	40	-----
Curitibanos*	27°18'41"	50°34'36"	1009	56	40	5,5	53	-----
Maravilha*	26°45'39"	53°10'26"	575	82	120	241	380	1305
Chapecó*	27°11'43"	52°40'00"	697	102	80	347	284	1050
Monte Alegre*	27°18'30"	50°25'10"	1045	66	12	51	140	-----
S.C. do Sul*	27°18'30"	50°25'10"	1045	24	13	107	146	-----
S.C. do Sul*	27°15'48"	50°26'37"	1026	64	27	18	62,8	-----
P. Alta Norte*	27°09'38"	50°28'14"	957	120	52	9,17	97	-----
P. Alta Norte*	27°09'34"	50°28'01"	956	110	36	27	63,2	-----
Timbó Grande*	26°36'13"	50°40'00"	940	50	34	3	24,5	86
São L. Oeste*	26°24'00"	52°53'47"	713	98	120	178	265	1560
P. C. Branco*	27°12'15"	51°48'07"	580	122	150	62	118	702
Peritiba*	27°22'08"	51°53'54"	460	70	150	28,5	90,1	620
Treze Tilias*	26°59'34"	51°24'16"	869	159	95	170	226	750
Machadinho* (RS)	27°35'18"	51°40'06"	760	143	75	197	245	983
Celso Ramos*	27°37'59"	51°20'19"	785	70	-----	220	-----	915
T.Arroio* (RS)	27°30'01"	52°09'04"	540	40	-----	60	-----	523
Aratiba*(RS)	27°16'03"	52°23'07"	338	90	120	47	120	491
Marc. Ramos(RS)*	27°30'09"	51°54'07"	370	147	250	+155	+25	675
Erechim*(RS)	27°36'54"	52°09'03"	546	12	55	472	-----	723

Município	Coordenadas		Cota (m)	Esp. SAG (m)	Vazão Q m³/h	Prof. N.E (m)	Prof. N.D (m)	Prof. Poço (m)
	X	Y						
Tangará**	27°04'55"	51°15'02"	638	69	-----	-----	-----	511
Abelardo Luz**	26°27'00"	52°10'53"	1013	139	-----	-----	-----	1360
Galvão**	26°22'57"	52°42'34"	894	502	-----	-----	-----	1706
São Joaquim**	28°16'17"	49°55'00"	1428	101	-----	-----	-----	848
Marombas**	27°19'30"	50°44'15"	843	286	-----	-----	-----	435
Matos Costa**	26°35'25"	51°06'56"	1177	135	-----	824	-----	486
Caçador**	26°51'37"	50°50'25"	1098	139	-----	-----	-----	656
Erval Velho**	27°12'57"	51°27'49"	825	180	-----	-----	-----	789
T. Pinheiros**	26°44'48"	51°29'48"	1270	120	-----	744	-----	864
Seara**	27°08'37"	52°17'54,7"	670	247	-----	-----	-----	889
Machadinho**	27°35'12,5"	51°39'47"	728	105	-----	-----	-----	850

* Os poços assinalados com um asterisco (*) são poços perfurados pela PETROBRAS, ou PAULIPETRO, com a finalidade de exploração de Hidrocarbonetos (petróleo) e que transpassaram a camada do Aquífero Guarani.

** Os poços assinalados com dois asteriscos (**) foram perfurados somente para a exploração de água potável no Aquífero Guarani que se encontram em operação para o abastecimento de cidades e/ou balneários.

Tabela 1 – Dados Hidrogeológicos dos Poços Perfurados em Santa Catarina e Norte do Rio Grande do Sul até 2013

Fonte: adaptado de ANDRADE, C. A. (2013)¹

3.2 Agricultura e pecuária

A água - assim como a agricultura e a pecuária -, é fundamental para existência de vida no planeta. Por serem de extrema importância, a água e a produção de alimentos têm intensos vínculos: não há produção sem água em quantidade e com qualidade, do mesmo modo que não há um substituto para água. Portanto, se pode falar de agrohidronegócio, no qual se capta a água em seu estado líquido e a transforma em produtos, sejam eles na forma líquida (leite, sucos etc.) ou sólida (soja, milho, carnes etc.). O Brasil, em comparação com outros países e com os principais produtores de commodities agropecuárias, tem uma condição de conforto hídrico, mas que não é infinito e cuja manutenção depende das ações de hoje para garantir as produções de amanhã (PALHARES, 2016).

¹ Levantamento realizado pelo geólogo Carlos Augusto Andrade, como parte de uma consultoria contratada pelo Prefeitura Municipal de Ipuimir-SC; dados não publicados.

No setor agropecuário, o Brasil destaca-se mundialmente como líder na produção de aves, suínos e bovinos (CARVALHO; ZEN, 2017; IBGE, 2017). Por ser uma das atividades econômicas que mais geram lucros para o país, há preocupação ambiental em torno da criação de animais para a pecuária, pois se tem elevado consumo de recursos hídricos, bem como um volume significativo de dejetos são gerados durante a produção (FRAIHA, 2006).

A utilização de recursos hídricos vai além da dessedentação animal, inclui-se também a água na higiene, controle térmico do ambiente e limpeza das instalações (FRAIHA, 2006). Um exemplo que pode ser observado como grande consumo de água na pecuária, é na suinocultura, conforme Bertoncini (2008); entre a dessedentação e a lavagem das baias são gastos 45 litros de água por animal/dia, e o consumo de água de um bovino de corte chega a 0,10 L.kg⁻¹ de peso vivo (FRAIHA, 2006).

A degradação das águas superficiais pelas atividades agroindustriais, agricultura intensiva e efluentes domésticos, em conjunto com as frequentes estiagens na região Oeste de Santa Catarina, deram início a uma crescente busca das águas subterrâneas, muitas vezes incentivadas por políticas públicas estaduais e federais (CPRM, 2002). Para ZANATTA e COITINHO (2002), os usos predominantes nesta região são o industrial, no qual se incluem as agroindústrias, fortemente presentes na região, e a dessedentação animal. Também a relação produção animal e qualidade da água tem despertado a preocupação da sociedade. Na região Sul do Brasil essa discussão é histórica, principalmente, devido à elevada densidade animal (suínos, aves de corte e bovinos de leite) por área. Segundo Testa *et al*, (1996), a partir da década de 1980 as diversas mudanças no perfil técnico produtivo da cadeia suinícola provocaram uma forte redução nas margens de lucro da atividade; logo, os produtores viram-se obrigados a aumentar a escala de seus plantéis, gerando desequilíbrio no balanço entre a capacidade interna de produção de grãos e a necessidade de consumo dos animais. De acordo com Miranda *et al* (2013), a intensificação da produção provocou uma forte pressão sobre os recursos naturais, principalmente sobre a água, haja vista que não existe área suficiente para deposição dos dejetos. Esse problema torna-se mais dramático quando consideramos a enorme concentração espacial da atividade que ocorre em algumas regiões, como é o caso da região do Alto Uruguai Catarinense. Comassetto, *et al*, (2015) constataram, em um diagnóstico das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral, na bacia do Rio Jacutinga e contíguos, que, de 2.477 poços perfurados, 1.531 poços estão em operação, 698 são usados exclusivamente para o consumo humano (45,6%), 744 (48,6%) para uso humano e animal, e 41 (2,7%) para uso industrial. Percebe-se que a maior parte da água dos poços tubulares profundos é usada para o consumo humano, seguido do consumo animal e industrial, evidenciando o uso múltiplo das águas subterrâneas. Como já discutido anteriormente, este cenário pode ser explicado pela prevalência de atividades agroindustriais na região, principalmente relacionadas à produção animal (suínos, aves e leite) em larga escala, a qual demanda grande quantidade diária de água de boa qualidade.

Além disso, os períodos de estiagem que ocorrem na região, associados aos níveis de contaminação da água superficial, levam muitos produtores a optar pela perfuração de poços profundos, que, de modo geral, garantem a sustentabilidade hídrica das propriedades rurais. Portanto, há um grande número de famílias que dependem da água subterrânea para o abastecimento humano e para a dessedentação de animais no meio rural, principalmente na produção de suínos, aves e de leite.

3.3 Águas termais, Turismo e Lazer

Desde os primórdios da Grécia antiga o homem acredita que alguns elementos da natureza carregam consigo o poder de cura. Sejam algumas pedras, plantas e as águas. Ao longo dos anos, o poder da cura pela água foi ganhando forças e se tornou um atrativo turístico. Cada local e tipo de água promovem um benefício diferente. O enxofre, por exemplo, ajuda as células a se renovarem mais rapidamente, além de combater os microorganismos e as infecções. O lítio age como hidratante, e o silício é um potente reestruturante das camadas mais profundas da pele, conferindo firmeza e prevenindo o envelhecimento (BRASIL, 2018).

Estudos apontam as propriedades terapêuticas da água termal, mas buscou-se um fator de desenvolvimento econômico.

Sabe-se que o turismo é uma atividade econômica geradora de divisas e distribuidora de rendas, que gera milhares de empregos em todo o mundo, melhora a qualidade de vida e que, por sua interdependência, beneficia todos os setores econômicos, preservando o patrimônio cultural e natural (GONÇALVES, 2015).

No Brasil, as águas de São Paulo, Poços de Caldas e Caldas Novas-MG são as mais famosas e suas propriedades ajudam a movimentar o turismo nas cidades. A cidade de Águas de Lindóia-SP, é considerada uma das capitais termais do Brasil; as águas saem do solo a 28°C e estão presentes em piscinas de água mineral, que também oferecem serviços terapêuticos, duchas escocesas e hidromassagem. Ainda em São Paulo, em Olímpia, a cidade se destaca pelo parque Thermas dos Laranjais, com 20 piscinas térmicas, incluindo toboáguas, ondas, rio com correnteza e praia artificial. A quase mil metros de profundidade, as águas termais foram descobertas na década de 50, numa expedição em busca por petróleo. Em Minas Gerais, os hotéis em Poços de Caldas, recebem visitantes de todo o país em busca de suas águas terapêuticas. O Thermas Antônio Carlos oferece diversos serviços com águas de propriedades medicinais. Hidroterapia, banhos, duchas, saunas, mecanoterápicos, entre outros; são algumas das opções oferecidas dentro de um edifício neoclássico. Outra opção é o Balneário, fundado em 1896, onde há banhos de imersão, com água a 37°C. A cidade de Araxá também é famosa pelas suas águas, mas elas ficam restritas ao hotel, com serviços abertos a não-hóspedes. Tratamentos, banheiras e piscinas de águas termais fazem parte da hospedagem.

O Rio Quente, em Caldas Novas-Goiás, é talvez um dos mais procurados. A cidade abriga o único rio de águas quentes do mundo, com temperaturas que variam entre 26°C e 47°C. *Resorts* com piscinas naturais, praias artificiais e parque de águas quentes são as grandes atrações de uma das maiores estâncias hidrotermais do mundo. No Rio de Janeiro, o destaque é para a cidade de Raposo. No município, há dois parques de águas minerais “curativas”, o Parque das Águas Soledade e o Fontanário Raposo. O primeiro é composto por água magnesiana, indicada em tratamentos de doenças hepato-biliares, renais, pancreáticas, dispepsias e gastrites. Já o segundo, este possui três diferentes águas carbogasosas, de cor e sabor diferenciados entre si.

Dos 13 estados brasileiros que possuem água termal, Santa Catarina é o com maior concentração de água termal naturalmente aquecida, porém, o recurso ainda vem sendo utilizado apenas no aspecto de lazer, ficando de lado o potencial que tem no processo curativo. Santa Catarina é o estado brasileiro com maior número de fontes hidrotermais, aproveitadas em 28 cidades, segundo informações da Associação de Turismo Hidrotermal de Santa Catarina. A temperatura varia, em média, entre 32°C e 39°C. As estâncias estão distribuídas por todo o território catarinense. A região Oeste é onde está localizado o maior número de estâncias hidrotermais utilizadas principalmente para o turismo do bem-estar (SEVERINO, 2019).

Criado para promover o turismo na região, unindo iniciativa pública e privada, a nova região turística Vale das Águas é composta por 26 municípios localizados na parte Oeste do estado. Destes, 11 já foram incluídos no Mapa do Turismo Brasileiro, organizado pelo Ministério do Turismo, e, como o próprio nome já define, a água é o principal elemento presente nos atrativos turísticos da região. No oeste de Santa Catarina, as cidades que possuem estâncias são Piratuba, Itá, Treze Tílias, Fraiburgo, Ouro, São João do Oeste, Águas de Chapecó, São Carlos - com o Pratas *Thermas Resort* -, Palmitos e Quilombo (SEVERINO, 2019). Em São João do Oeste, o parque Termas São João oferece piscinas para adultos e crianças com águas termais que vêm de um poço de 1.372 metros de profundidade e são as mais quentes conhecidas no Sul do Brasil - 52°C na boca do poço -. Treze Tílias, cidade fundada por imigrantes austríacos, além das termas, o passeio pela cidade inclui uma viagem pela arquitetura característica. A rede hoteleira oferece 695 leitos. Em Itá - a cidade foi reconstruída após a implantação de uma usina hidrelétrica; o complexo hidrotermal é formado por um hotel e um parque, o *Thermas Itá*. A estrutura inclui 16 piscinas, externas e cobertas. Já a rede hoteleira, esta possui 995 leitos, além de restaurantes e área de *camping*, trapiche e atracadouro para embarcações, além de trilhas para caminhadas por um parque com viveiros de aves silvestres.

O famoso Balneário de Piratuba-SC tem seu início em 1964. Naquele ano, a Petrobras, buscando explorar as terras catarinenses e buscando petróleo no município, acabou perfurando um poço, o qual atingiu 2.271 metros. No local foi encontrado um lençol de águas sulfurosas a 674 metros de profundidade, aflorando com uma temperatura de

38,6°C, em torno do qual surgiu o Balneário de Águas Termais. A exploração da água termal é de responsabilidade da Companhia Hidromineral de Piratuba, conhecida como Termas de Piratuba. A empresa é uma Sociedade de Economia Mista - criada em março de 1975, por autorização do Governo do Estado, pelo Decreto Estadual N°. 696, de 27/07/1974, que foi municipalizada pelo Decreto Estadual N°. 1837, de 19/05/1997. Com o passar dos anos, a Companhia Hidromineral foi criando um belo e estruturado parque de piscinas que atrai turistas não só do Brasil, mas de todo Mercosul. Um segundo complexo foi edificado e hoje é possível desfrutar de piscinas ao ar livre, ou fechadas, infantis ou adultas, chuveiros ou banheiras, tobogãs ou hidromassagens. Área verde, *camping*, quadras esportivas e *boulevard*, amplo estacionamento próprio para carros pequenos ou *trailers* completam o Parque Termal. A rede hoteleira possui 2,5 mil leitos. Já a estância hidrotermal, se destaca pelo jato de água com cerca de 30 metros de altura, com temperatura de 38,6°C. O parque inclui piscinas e parques aquáticos com banheiras e duchas individuais, além de espaços para lodoterapia, massoterapia, hidroginástica e outras atividades recreativas e terapêuticas (SANTA CATARINA, 2012).

Fazendo com que a cidade siga com sua principal vocação - o turismo -, o município com pouco mais de 5 mil habitantes abriga um Parque Termal de qualidades terapêuticas conhecido em toda região Sul do país e que já ultrapassou fronteiras, encantando os turistas vizinhos do Mercosul. Mas a preocupação vai além de atrair e encantar turistas, está também na sustentabilidade. Apesar da abundância da fonte natural, a Administração da Companhia Hidromineral promoveu economia de água nos últimos anos. Os estudos para manter qualidade e gerar economia foram iniciados em 2003. Para se ter uma ideia, o consumo de água termal em 2016 foi de 564.343.000 de litros, enquanto que em 2017 foram consumidos 547.290.000 litros, o que representou uma economia no ano de mais de 17 milhões de litros, ou seja, mais de 3% de economia com relação ao consumo que existiu no ano anterior (TERMAS, 2018).

No Sul, as cidades de Tubarão, Gravatal, Santa Rosa de Lima e Armazém são destaques. Na Grande Florianópolis, está um dos locais mais famosos de Santa Catarina relacionado às águas termais. É a cidade de Santo Amaro da Imperatriz, e segundo informações divulgadas pela Associação de Turismo Hidrotermal de Santa Catarina, a cidade possui a segunda melhor fonte de água termal do mundo em qualidade, precedida apenas pela de Vicky, na França. Caldas da Imperatriz é a primeira estância hidromineral do Brasil, descoberta em 1813. O nome da cidade, inclusive, se deve à visita do casal imperial, Dom Pedro II e a Imperatriz Tereza Cristina, em 1845 (QUINTELA, 2004). A cidade tem diversos hotéis, com capacidade total de 740 leitos. Próximo de Santo Amaro da Imperatriz, a região conta também com as estâncias de Águas Mornas e Antônio Carlos.

Na Serra, destaque para Bom Jardim da Serra, Bom Retiro, Lages, São Joaquim, Urubici e Urupema. Já no Vale do Itajaí, os visitantes podem encontrar águas termais em Timbó, Doutor Pedrinho, Rio dos Cedros, Rodeio, Pomerode e Benedito Novo (VALENTINI, 2014).

O sentido principal de fluxo das águas termais subterrâneas no Estado de Santa Catarina é de este para oeste e de nordeste para sudoeste (E-W e NE-SW). No sul do estado, o fluxo das águas subterrâneas se dá em direção ao Oceano Atlântico. A temperatura das águas tende a aumentar gradativamente das áreas de recarga em direção à calha da bacia, em função do grau geotérmico natural, aproximadamente de 1°C/35m. Medidas de temperatura em áreas aflorantes indicam valores em torno de 22°C, aumentando em direção ao oeste catarinense, onde podem ultrapassar os 58°C, em áreas confinadas, conforme as últimas perfurações realizadas no oeste catarinense. As surgências de águas termo-minerais que ocorrem próximo ao Rio Uruguai, em áreas de afloramento de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral situam-se em cotas inferiores a 400m, evidenciam áreas de descarga do Guarani. Por outro lado, em algumas áreas na região Oeste, próximo ao Rio Uruguai, pode sofrer interferência de águas provenientes do Aquífero Serra Geral, devido à infiltração através das fraturas, como acontece com o poço de Itá, onde a temperatura não chega a 30°C (ZANATTA e COITINHO, 2002).

De acordo com a Santur, Secretaria de Turismo de Santa Catarina, durante a temporada de verão muitos turistas deixam o litoral - onde moram -, e vão para os balneários, responsáveis pelo crescimento significativo do turismo em diversas regiões.

O turismo tem efeito direto e indireto na economia de uma localidade ou região. Os efeitos diretos são os resultados das despesas realizadas pelos turistas dentro dos próprios equipamentos e de apoio, pelos quais o turista paga diretamente. Os efeitos indiretos do turismo são resultantes da despesa efetuada pelos equipamentos e prestadores de serviços turísticos na compra de bens e serviços de outro tipo. Trata-se de um dinheiro que foi trazido pelo turista, mas que será gasto por outrem que o receberá do turista em primeira mão. Numa terceira etapa de circulação do dinheiro do turista estão os efeitos induzidos, que são constituídos pelas despesas realizadas por aqueles que receberam o dinheiro dos prestadores dos serviços turísticos e similares (BARRETO, 1995).

Os governos interessados em promover o desenvolvimento regional e local têm realizado investimentos no turismo, pois ele tornou-se uma grande alternativa de política econômica. O setor público é afetado pela realização de obras, no incremento do comércio em geral, especialmente os ligados aos produtos típicos (BARBOSA, 2005). Dessa forma, é necessário que os sistemas de abastecimento de água, de tratamento de efluentes, de transportes coletivo e privado, e de infraestrutura urbana operem de forma eficiente, garantindo o atendimento adequado à população e ao turista.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualquer atividade humana requer o uso de água, seja para produzir alimentos, dessedentação de animais, processos industriais, tratamento de efluentes, construção civil, lazer, entre outros, sendo que alguns usos da água requerem padrões de potabilidade

mínimos. Infelizmente, água superficial de boa qualidade não está disponível em quantidade suficiente para atender à demanda hídrica, fazendo com que o homem passe a explorar as reservas subterrâneas.

O sistema Aquífero Guarani surge como uma importante alternativa de abastecimento público, especialmente nas cidades de médio porte do meio-oeste e oeste catarinense. A perfuração dos poços no Aquífero Guarani é viável do ponto de vista econômico-financeiro, e a água é de excelente qualidade para abastecimento público, podendo ser a grande alternativa para abastecimento da maioria da população catarinense.

Santa Catarina é o estado brasileiro com maior concentração de água termal naturalmente aquecida, porém, o recurso ainda vem sendo utilizado apenas no aspecto de lazer, ficando de lado o potencial que tem no processo curativo. Os governos interessados em promover o desenvolvimento regional e local têm que realizar investimentos no turismo, pois este tornou-se uma grande alternativa de política econômica.

Dissertar sobre as potencialidades do aquífero guarani não tem por objetivo incentivar a população a um uso indiscriminado desse recurso, bem pelo contrário, deseja-se fazer um alerta para que o mesmo seja preservado. As ações de fiscalização dos órgãos ambientais e de gestão dos recursos hídricos devem ser efetivas, permitindo a adequada concessão das licenças e das outorgas de uso dos poços, orientando e exigindo as boas práticas e técnicas de perfuração e revestimento, diminuindo assim os riscos com relação à contaminação do aquífero.

As águas subterrâneas são reservas futuras, vitais para a condição de vida na Terra, e o uso sustentável desse recurso requer um esforço conjunto do poder público, usuários, sociedade civil e, principalmente, dos órgãos gestores, poder judiciário e ministério público, com vistas a resguardar o direito das presentes e futuras gerações ao acesso à água.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. 2018.

BARBOSA, F. F. **O turismo como um fator de desenvolvimento local e/ou regional/Tourism as a local and/or regional development factor**. Caminhos de Geografia, v. 10, n. 14, p. 107-114, 2005.

BARRETO, Margarita. **Manual de iniciação ao estudo do turismo**. Campinas: Papirus, 1995.

BRASIL se destaca no turismo de águas termais. Leia Já, 26 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.leiaja.com/noticias/2018/02/26/brasil-se-destaca-no-turismo-de-aguas-termais>> Acesso em: 28 jul.2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS**, de 2 de setembro de 2017. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Suplemento ao nº 190. Brasília - DF, 03.10.17. Páginas 443 a 449. Acesso em 11.12.2017.

BUREK, P.; SATOH, Y.; FISCHER, G.; KAHIL, M. T.; SCHERZER, A.; TRAMBEREND, S.; NAVA, L. F.; WADA, Y.; EISNER, S.; FLÖRKE, M.; HANASAKI, N.; MAGNUSZEWSKI, P.; COSGROVE, B. and WIBERG, D. (2016). **Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report)**. IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). pure.iiasa.ac.at/13008/.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. **A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências**. Revista Ipecege, v. 3, p.85-99, 2017.

CETESB (São Paulo) **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo [recurso eletrônico] : boletim 2017 / CETESB**; Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2018. Disponível em: ISBN 978-85-9467-063-2 <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wpcontent/uploads/sites/13/2018/06/Qualidade-das-%C3%81guas-Subterr%C3%A2neas-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-Boletim-2017>>

COMASSETTO, Vilmar; MATTHIENSEN, Alexandre; ALVES, Jonatas; *et al.* **DIAGNÓSTICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO RIO**. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28279/18392>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

FRAIHA, M. **Consumo hídrico em produção animal intensiva**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru. Anais Bauru: Simpep. p. 1 - 9. Disponível em: . Acesso em: 27 jan. 2019.

FREITAS, MARCOS (Org.). **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina — Projeto Oeste de Santa Catarina**. Organizado por Marcos A. de Freitas; Bráulio R. Caye; José L.F. Machado. Porto Alegre: CPRM/SDMSC/SDA-SC/EPAGRI. 2002. 110 p.

FREITAS, M.J.C.C.; OLIVEIRA, F.H. (Orgs.): **Estiagem no Oeste Catarinense: diagnóstico e resiliência (Relatório Técnico-científico)** – Florianópolis, 2017. 268p.

GERBER, Leda Maria Dummer. **Outorga do Direito de Uso da Água**. Disponível em:<http://www.comiteibicui.com.br/artigos/Outorga%20de%20Direito%20e%20Uso%20da%20Agua.pdf>> Acesso em 29 jul. 2019.

GONÇALVES, Izani Machado Parreira. **Impactos Ambientais, Econômicos e Sociais decorrentes da atividade turística na cidade de Caldas Novas/GO**. 2015. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/45804/impactos-ambientais-economicos-e-sociais-decorrentes-da-atividade-turistica-na-cidade-de-caldas-novas-go>> Acesso em 29 mai. 2019.

MIRANDA C.R. et al. **Gestão ambiental na suinocultura: a experiência do termo de ajustamento de conduta (TAC) do Alto Uruguai Catarinense**. In: _____ (Eds.). Suinocultura no Alto Uruguai Catarinense: uma década de avanços ambientais. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 111-130.

NANNI, A.S. **O Flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, RS - BR, 2008. [127 f.]. il.

OEA (Organização dos Estados Americano). **Aquífero Guarani: programa estratégico de ação. Relatório do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani**. Edição bilingüe – Brasil; Argentina; Paraguai; Uruguai: janeiro 2009. 412 p.

PALHARES, J. C. P.; **Produção animal e recursos hídricos** / Julio Cesar Pascale Palhares (organizador). – São Carlos: Editora Cubo,v.1, 2016.183 p. ISBN 978-85-60064-67-0

PINTO-COELHO, R.M. HAVENS, K. **Crise nas águas: educação, ciência e governança juntas evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas**. Belo Horizonte:(s.n.), 2015.

PORTELA Filho, C.V.; FERREIRA, F.J.F.; ROSA Filho, E.F.; ROSTIROLLA, S.P. **Compartimentação magnética-estrutural do sistema aquífero Serra Geral e sua conectividade com o Sistema Aquífero Guarani na região central do Arco de Ponta Grossa (Bacia do Paraná)**. Rev. Bras. Geociências. 35(3):369-381, 2005.

QUINTELA, M. M. **Thermal knowledge and therapies: a comparative view of Portugal (São Pedro do Sul hot springs) and Brazil (Caldas da Imperatriz hot springs)**. História, Ciências, Saúde. Manginhos, vol. 11 (supplement 1): 239-60, 2004.

REBOUÇAS, A.C. **Água e desenvolvimento rural**. *Estud. av.* [conectados]. 2001, vol.15, n.43, pp.327-344. ISSN 0103-4014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000300024>.

SANTA CATARINA tem estâncias de águas termais em todas as regiões. www.g1.com, 22 jan. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/verao/2014/noticia/2014/01/santa-catarina-tem-estancias-de-aguas-termais-em-todas-regioes.html>> Acesso em 28 jul. 2019

SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M. A. **Proposta de Alinhamentos Estruturais Para Um Esboço Geotectônico de Santa Catarina**. REVISTA GEOSUL, v. 4, n. 8, p. 78-91, 1989. Disponível em: <http://www.laam.cfh.ufsc.br/pdfpronto/o.pdf>.

SEVERINO, J. **Oeste de SC tem a maior oferta de água termal do Sul do Brasil**. Disponível em: <<http://turismoonline.net.br/oeste-de-sc-tem-a-maior-oferta-de-agua-termal-do-sul-do-brasil/>> Acesso em: 28 jul. 2019.

SILVA, Diogo R. A. da; KIRCHHEIM, Roberto E. **Informações Hidrogeológicas do Estado de SC**. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2011, Maceió. Anais... Maceió: ABRH, 2011, p. 1-18.

TERMAS de Piratuba Promove Medidas Sustentáveis e Economia de Água. 05 mar. 2018. Disponível em: <<https://www.termaspiratuba.com.br/noticia/14/termas-de-piratuba-promove-medidas-sustentaveis-e-economia-de-agua>> Acesso em 28 jul. 2019.

TESTA, V.M. et al. O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense: proposta para a discussão. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 246 p.

VALENTINI, Géssica. **Santa Catarina tem estâncias de águas termais em todas as regiões**. G1, 22 jan. 2014. Disponível em:<<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/verao/2014/noticia/2014/01/santa-catarina-tem-estancias-de-aguas-termais-em-todas-regioes.html>> Acesso em: 29 jul. 2019.

ZANATTA, L. C.; COITINHO, J. B. L. **Utilização de poços profundos no Aquífero Guarani para abastecimento público em Santa Catarina**. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2002, Florianópolis. Anais... São Paulo: Abas, 2002, p. 01-16.

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