

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária



Daniel Sant'Ana
(Organizador)

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária



Daniel Sant'Ana
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de 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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-744-4

DOI 10.22533/at.ed.444211901

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

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119011

CAPÍTULO 2..... 20

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119012

CAPÍTULO 3..... 31

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119013

CAPÍTULO 4..... 47

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119014

CAPÍTULO 5..... 61

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

Daniel Antonio Narzetti

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119015

CAPÍTULO 6..... 73

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119016

CAPÍTULO 7..... 88

QUANTIFICANDO PERDAS HÍDRICAS EM CIDADES PARAIBANAS

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119017

CAPÍTULO 8..... 98

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119018

CAPÍTULO 9..... 109

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4442119019

CAPÍTULO 10..... 117

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

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

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

DOI 10.22533/at.ed.44421190110

CAPÍTULO 11..... 126

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

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

DOI 10.22533/at.ed.44421190111

CAPÍTULO 12..... 137

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

Mauro César de Brito Sousa
Bruna de Freitas Iwata

DOI 10.22533/at.ed.44421190112

CAPÍTULO 13..... 148

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

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

DOI 10.22533/at.ed.44421190113

CAPÍTULO 14..... 160

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

André Contri Dionizio
Marta Ângela Marcondes
Raul Neiva Bertulucci

DOI 10.22533/at.ed.44421190114

CAPÍTULO 15..... 172

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

Carlos Alberto Ligarda Samanez

David Choque Quispe
Betsy Suri Ramos Pacheco

DOI 10.22533/at.ed.44421190115

CAPÍTULO 16..... 185

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

Nolan Ribeiro Bezerra
Isabela Moura Chagas
Geraldo Alves Pereira Júnior

DOI 10.22533/at.ed.44421190116

CAPÍTULO 17..... 198

SISTEMA WEB PARA ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL POR DIFERENTES MÉTODOS

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

DOI 10.22533/at.ed.44421190117

CAPÍTULO 18..... 217

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

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

DOI 10.22533/at.ed.44421190118

CAPÍTULO 19..... 233

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

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

DOI 10.22533/at.ed.44421190119

SOBRE O ORGANIZADOR..... 245

ÍNDICE REMISSIVO..... 246

QUANTIFICANDO PERDAS HÍDRICAS EM CIDADES PARAIBANAS

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Ayuri Medeiros da Silva

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/4568769342186618>

Carolina Coeli Rodrigues Batista de Araújo

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/6382078287933543>

Flaubert Ruan Nobolino de Araujo

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – Paraíba

Mikaele de Oliveira Candeia

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – Paraíba

Francisca Rozângela Lopes de Sousa

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/7564029475757969>

RESUMO: No último século tem-se debatido bastante sobre recursos hídricos e o seu desperdício, tendo em vista a necessidade de controle de perdas e conscientização por parte da população no tocante ao uso desses recursos. Desse modo, o presente artigo consiste em um estudo de caso, com análise quantitativa sobre as perdas físicas de água que ocorrem na companhia responsável pela distribuição de água no estado da Paraíba (CAGEPA). A pesquisa

teve como objetivo analisar as perdas de água, ocorridas no processo de distribuição, nas cidades que compõem a regional do Espinharas no intervalo temporal de 2015 a 2017. Para tanto, fez-se necessária a obtenção dos dados, cedidos pela própria CAGEPA, para então calcular a quantidade anual de água produzida e água perdida da região. Para seleção dos dados utilizou-se um critério de enfoque nas cidades que têm perdas próximas da metade da quantia de água produzida ou maior que essa quantidade. Dentre os resultados alcançados, pode-se considerar que, de todas as cidades abastecidas na regional do Espinharas, sete se destacaram com os maiores índices de perdas, uma vez que são de pequeno porte, seja por sua área territorial ou sua população relativa. Vale ressaltar que o combate a perdas de recursos hídricos é um processo lento, que precisa de investimentos, mas que traz benefícios seja para a distribuidora e a população.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos; Perdas de água; Distribuição de água; Paraíba.

QUANTIFYING WATER LOSSES IN PARAIBA CITIES

ABSTRACT: In the last century there has been a lot of debate regarding water resources and its waste, keeping in mind the need to control losses and raise public awareness about the use of such resources. Thus, this article consists of a case study, with quantitative analysis on the physical losses of water that occur with the company responsible for water distribution in the state of Paraíba; CAGEPA. The research had as its objective to analyze the losses of water, occurred

in its distribution process, on the cities that compose the Espinharas region in the time interval of 2015 to 2017. For such project, it was necessary to obtain data, provided by CAGEPA itself, to then calculate the annual quantity of water produced and water wasted in the region. For the data selection, a criteria of focus was utilized in the cities with losses nearing half the amount of water produced or bigger. Among the results archived, it can be considered that, of all cities supplied in the Espinharas region, seven stood out with the highest amounts of waste, since they are small cities, either because of their territorial area or their relative populace. It's worth noting that the combat against the wasting of water resources is a slow process, that needs investment, but one that brings benefits for both the distributor and the populace.

KEYWORDS: Water resources; Water losses; Water distribution; Environmental Management; Paraíba.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas quatro décadas o mundo se viu diversas vezes à frente de discussões, tanto empírica quanto cientificamente, em relação à escassez de recursos hídricos existentes no planeta e como preservá-los. Considerando o quão escassos são tais recursos, esses debates – muito bem vindos, por sinal – evocam uma questão bastante urgente: quão grave é o desperdício?

O desperdício da água é um problema socioambiental que acontece em múltiplos setores da sociedade, visto que o ser humano, assim as outras formas de vida no planeta, é totalmente dependente da água, que, além do consumo, usa para muitas outras tarefas do dia a dia. No entanto, o problema vem a se tornar ainda mais extravagante quando se trata da agricultura, das grandes indústrias e dos sistemas de abastecimento, sendo este último o enfoque do presente artigo.

No Brasil, o tratamento e a distribuição de água potável, na maioria das cidades, são realizados por meio de sistemas de abastecimento. A partir de Brasil (2018), junto da Go Associados e Instituto Trata Brasil, apontam que em 2016 foi desperdiçado 38% da água potável tratada e distribuída, o que significou quase 7 piscinas olímpicas de água potável perdidas todos os dias e um prejuízo financeiro acima dos R\$ 10 bilhões/ano, onde, considerando a crise financeira que se sucede no Brasil, não é um valor a ser desprezado.

Nesse contexto, o artigo a seguir tem como objetivo analisar, quantitativamente, as perdas físicas em algumas cidades da região através de dados cedidos pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), além de realizar um estudo comparativo, para que, assim, usando da estatística para a construção de gráficos e tabelas e as comparações, seja possível ter uma melhor visualização e entendimento por parte do público.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Recursos hídricos

Um dos recursos mais abundantes da Terra é a água, considerada também como um recurso natural renovável, isto é, um recurso que ao decorrer do tempo se repõe. A maior porcentagem dessa água é inadequada para o consumo humano, neste caso são águas salgadas. Quando o assunto é a água doce disponível os números são bem menores, essa é representada por apenas 2,5% de toda a água disponível, desta quantidade de água doce 68,7% está armazenada nas calotas polares e nas geleiras e apenas 0,27% está localizada nos rios e lagos (LIMA, 2001). A distribuição por país ou região também é pouco igualitária, alguns países possuem percentuais elevados de água enquanto outros sofrem com insuficiência, e são vários os fatores que influenciam nessa divisão.

As crescentes demandas para os mais diferentes usos da água, sobretudo nos grandes centros urbanos, o uso desenfreado dos mananciais superficiais e subterrâneos; a exploração excessiva, aos poucos está desencadeando a sua degradação e escassez, ao passo que também é oneroso o processo de captação de águas em mananciais distantes, fato cada vez mais comum nessa crise hídrica (COSTA, 2013).

Segundo Pereira Júnior (2004), a escassez pode ser resultado de variações climáticas, poluição de mananciais, grande concentração populacional, atividades econômicas, entre outros impasses. O Brasil é um país com índices bastante consideráveis de água doce, em contrapartida suas taxas de escassez em algumas de suas regiões são também elevadas.

Um dos fatores que sucedem neste país é a desvantajosa distribuição hídrica em suas regiões. Geralmente ocorre quando o volume de água disponível não é condizente com o tamanho da população local. A região Nordeste, por exemplo, enfrenta dificuldades em relação à escassez, seja causada por essa má distribuição ou até mesmo por questões climáticas e ações humanas.

Partindo desse pressuposto, Rosa e Ribeiro (2014) mencionam que o problema da escassez de água afeta inúmeros usuários, tais como o abastecimento urbano, industrial, agricultura, aquicultura, navegação dentre outros, podendo prejudicar inúmeros seres, comprometendo inclusive, o desenvolvimento nacional. Nessa perspectiva, a crise hídrica não se limita apenas a sua escassez, envolve questões como a falta de conscientização e a negligência por parte dos usuários que poluem os mananciais, o que prejudica ainda mais a disponibilidade de água em padrões de qualidade desejáveis.

A Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), regulamenta de forma geral a gestão brasileira de recursos hídricos, desse modo, Viana (2011) acrescenta que a aprovação da referida Lei, trata-se de um marco regulatório da gestão dos recursos hídricos do país. A lei menciona a água como um bem de domínio público, de valor

econômico e escasso, e por sua vez deve ter sua gestão descentralizada e participativa. Tendo ainda como objetivos, assegurar a disponibilidade de água para as gerações atuais e futuras, propondo inclusive a utilização racional e integrada deste recurso.

2.2 Perdas e desperdício de recursos hídricos

O desperdício não é um problema recente enfrentado pela sociedade, o uso irresponsável e desenfreado, o aumento da população do planeta nos últimos 50 anos tem aumentado gradativamente e com isso a possibilidade de um colapso hídrico mundial se torna cada vez maior.

Tendo em vista que o aumento populacional provocou a adoção e a ampliação de diversas atividades nas quais é necessário o uso da água, a carência de uma melhor administração e reaproveitamento dela têm induzido a uma série de consequências às massas, especialmente as mais pobres, tornando o acesso à água potável muitas vezes incerto. Segundo dados retirados do Instituto Trata Brasil, aproximadamente 633 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso à uma fonte de água potável mesmo que 90% da água usada pela população mundial não seja coletada e nem tratada, sendo 70% do total usada na agricultura, já que é preciso, em média, 1000 toneladas de água para produzir 1 tonelada de grãos, sendo este o setor que mais consome água doce (BRASIL, 2018).

De acordo com o estudo do Grupo de Trabalho Sobre Recursos Hídricos (2016, p.16), “As indústrias precisam se tornar mais independentes do fornecimento de água para os seus processos de produção, bem como aumentar a eficiência no uso do recurso”. Isso remete a uma realidade enfrentada hoje pelos órgãos encarregados da distribuição de água potável para a população em seus sistemas de abastecimento. As perdas hídricas por sua vez, são causadas pelos sistemas de abastecimento de água responsáveis pela retirada, tratamento, transporte e fornecimento à população, ocorrem com frequência.

No Brasil a situação não é diferente, de acordo com o Estudo Fundace (2013), no setor de abastecimento brasileiro, a pouca atenção dada aos investimentos da manutenção e modernização no serviço de abastecimento de água, resultou numa série de ineficiências na produção, dentre as quais, podem ser destacadas as elevadas perdas de água, tanto fisicamente quanto financeiramente. Ainda que seja praticamente impossível eliminar definitivamente a perda de água nos sistemas de abastecimento é fundamental procurar soluções, aplicar métodos e ferramentas de regularização cada vez mais precisas e efetivas para combater as perdas abundantes de água, sobretudo por se tratar de um bem tão essencial para a sobrevivência.

As perdas nos sistemas de abastecimento são identificadas e classificadas, segundo a *International water situation* (AUGUSTO *et al.*, 2012), de acordo com sua natureza, categorizando-as em físicas ou aparentes, como mostrado no Quadro 1.

Perdas de Água	Perdas Aparentes (Não Físicas)	Consumo não autorizado	Água não faturada
		Erro de medição	
	Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos e extravasamentos em reservatórios	
		Vazamentos em adutoras e redes	
	Vazamentos em ramais até o ponto de medição do cliente		

QUADRO 1: Balanço de Água
 FONTE: AUGUSTO *et al.* (2012).

As perdas aparentes (Não físicas), como mostrado no quadro acima, ocorrem por diversos fatores como ligações clandestinas, hidrômetros danificados ou parados, erros de manuseio (leitura e faturamento) entre outros. Nessas condições a água é consumida, porém não é faturada pela empresa de saneamento, gerando assim impactos financeiros sobre os provedores.

As perdas reais (físicas), por outro lado, são as que ocorrem em todas as etapas de produção e transporte da água desde o logradouro até o consumidor por causa de vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, extravasamentos em reservatórios e procedimentos operacionais. Neste tipo de perda, tanto os recursos hídricos quanto os custos do tratamento da água sofrem um impacto, por vezes crítico. Ela também é o objeto de estudo do presente artigo.

3 | METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de um estudo de caso quantitativo sobre as consequências das perdas físicas no abastecimento de água que compõem a Regional das Espinharas, a qual é composta pelas seguintes cidades: Patos, Água Branca, Igaracy, Condado, Itaporanga, Malta, Princesa Isabel, Piancó, Santa Luzia, São Mamede, Tavares, Taperoá, Teixeira, Santana dos Garrotes, Desterro, Olho D'água, Catingueira, Juru, Nova Olinda, Manaíra, São José do Bonfim, Imaculada, São do Sabugi, Várzea, Emas, São José de Espinharas, Santa Terezinha, Passagem, Quixaba, Salgadinho, São Bentinho, Maturêia, Areia de Baraúnas, Cacimbas, Vista Serrana, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Santa Gertrudes, Assunção, Coremas, Junco do Seridó e Pedra Branca (CAGEPA, 2019).

De acordo com Gil (2002, p. 54), o estudo de caso “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”. Levando em conta que este método é muito utilizado para “explorar

situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos” (GIL, 2002, pg. 54). Quanto à abordagem quantitativa, Fonseca (2002, p. 20) afirma que é a mesma “[...] se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.”.

De acordo com a finalidade deste artigo, pode-se afirmar ainda que se trata de uma pesquisa descritiva que segundo Vergara (2004, p. 47) “expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso em explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação”.

Para a obtenção dos dados, foi protocolado na CAGEPA uma solicitação das tabelas que continham os dados de produção e macromedição da regional das Espinharas, do período de 2015 a 2017, que por sua vez, é redigida mensalmente para análise dos municípios que a CAGEPA provém o abastecimento de água e esgoto, sendo arquivada na empresa ao término do mês. A partir desses dados, tomando as tabelas de 2015 e começou-se a analisar as tabelas mês a mês, contabilizando as perdas anuais da seguinte forma: com a vazão nominal (m^3/h), multiplica-se pelas horas de um dia e pela quantidade de dias do respectivo mês, assim, sendo possível adquirir a quantidade de água enviada pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba) no mês. Logo após, foi feita a diferença do resultado obtido - quantidade de água enviada no mês - pela macromedição estimada total do mês, obtendo os valores numéricos de perdas mensais. Em seguida, tomando dos dados dos 12 meses foi realizada a média de perdas no ano (analogamente para 2016 e 2017).

4 | RESULTADOS

A partir da análise dos índices de perdas em todas as cidades que compõem a Regional das Espinharas, foi estabelecido um parâmetro para separar as cidades, que foi: as cidades que se destacaram com índices de perdas maior ou igual à média total de água produzida no seu respectivo ano. Dessa forma, obtemos às cidades: São José do Sabugi, Areias de Baraúnas, Princesa Isabel, Cacimbas, São José de Espinharas, Teixeira e Passagem, conforme o Quadro 2 e a Figura 2.

CIDADES	2015		2016		2017	
	MÉDIA DE ÁGUA PRODUZIDA (m³)	MÉDIA DE PERDAS 2015 (m³)	MÉDIA DE ÁGUA PRODUZIDA (m³)	MÉDIA DE PERDAS 2016 (m³)	MÉDIA DE ÁGUA PRODUZIDA (m³)	MÉDIA DE PERDAS 2017 (m³)
PRINCESA ISABEL	85.786	61.323,08	86.376	86.376	40.852	22.991,3
TEIXEIRA	34.074	13.653,17	40.774	20.672	43.800	43.800
SJ DO SABUGI	17.050	6.213	22.692	12.652,7	22.630	14.825,3
SJ DE ESPINHARAS	30.050	18.595,92	30.980	18.494	29.930	18.087,8
PASSAGEM	9.490	4.940	9.516	6.283,3	9.490	6.246,5
CACIMBAS	14.834	14.370,08	9.516	6.203,2	9.490	6.093,8
AREIA DE BARAÚNAS	9.984	4.883,42	12.072	9.398,9	10.950	4.587,7

QUADRO 2 - Médias Anuais de Produção e Perdas de Água.

FONTE: Dados da pesquisa (2019).

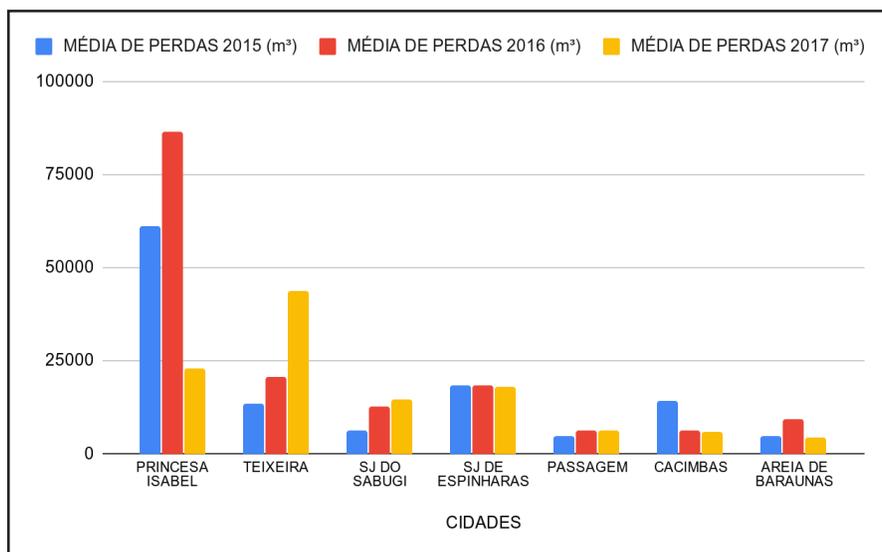


FIGURA 1: Cidades com maiores índices de perdas de água na Regional das Espinharas.

FONTE: Dados da pesquisa (2019).

No Quadro 2 é apresentada uma relação da média de água produzida e água perdida nos anos 2015, 2016 e 2017. Note que os dados estão em m³, ou seja, para cada 1m³ falado, este equivale a 1000 litros de água. As perdas reveladas pelos dados são

assustadores, levando em conta as estiagens e o clima da região em questão.

Já na Figura 1, os anos de 2015, 2016 e 2017, em sua maioria, não apresentaram uma notável melhoria na média de perda, exceto por Cacimbas. No caso de Cacimbas, a mesma perdeu em média anual 14370,08, 9398,9 e 4587,7 entre 2015 e 2017, que, por sua vez, vem a ser uma situação calamitosa dada a condição hídrica pobre dessas cidades. Já em contraste, tem-se Teixeira que à medida que os anos passaram o sistema piorou drasticamente, chegando ao ponto de não haver água para a população, devido ao sistema estar em colapso, ou seja, toda a água foi perdida. Outro caso semelhante, é o de São José do Sabugi, que perdeu em média anual 6213 m³, 12652,7 m³ e 14825,3 m³ de água nos anos de 2015, 2016 e 2017, respectivamente.

No Quadro 3 fica bem claro o quão grave vem a ser a situação, pois, tomado como referência a média de capacidade de um caminhão pipa, que é de 10 mil litros, as cidades teriam perdido nos respectivos anos:

CIDADES	QUANTIDADE DE CAMINHÕES PIPA		
	2015	2016	2017
PRINCESA ISABEL	6132	8638	2299
TEIXEIRA	1365	2067	4380
SJ DO SABUGI	621	1265	1483
SJ DE ESPINHARAS	1860	1849	1809
PASSAGEM	494	628	625
CACIMBAS	1437	620	609
AREIA DE BARAÚNAS	488	940	459
TOTAL	12398	16008	11663

QUADRO 3 - Quantidade de Caminhões Pipa por Ano em litros

FONTE: Dados da pesquisa (2019).

Diante do exposto, a fim de melhor dimensionar essas perdas, durante estes 3 anos seria possível abastecer 40.069 caminhões pipa de 10.000 litros, que por sua vez poderia abastecer muitas cidades da própria região que vivem em racionamento ou da água que chega por caminhões pipa, sem contar as pequenas fazendas que poderiam usar essa água para irrigação de sua lavoura ou para matar a sede de seus animais.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse sentido, respondendo ao objetivo da pesquisa em analisar, de modo quantitativo, as perdas físicas em algumas cidades que são abastecidas pela CAGEPA e realizando uma comparação com as perdas, levando em consideração os aspectos já apresentados, os danos sociais e econômicos causados pelas perdas de água são espantosos, já que, as sete cidades com os maiores índices de perdas são de pequeno porte, seja por sua área territorial ou sua população relativa, sendo que este fato passa despercebido pela população.

Segundo documento elaborado pela ABES (2015), o combate às perdas é uma atividade operacional contínua e das mais importantes das operadoras de saneamento. Nesse caso, o combate às perdas deve ser tratado como um esforço consecutivo, pois as perdas de água tem uma tendência natural de aumento, ou seja, se nada for feito, a infraestrutura envelhece, surgem novos vazamentos, hidrômetros perdem a precisão e outras irregularidades aumentam. É preciso um nível de esforço e aplicação de recursos para evitar o aumento das perdas e outro para que elas comecem a diminuir (SABESP, 2014).

Celeste (2006) em contrapartida, menciona que a solução para o problema da escassez não se restringe apenas a construção de reservatórios, é primordial a implementação de políticas operacionais do uso das águas em tais reservatórios, refletido principalmente nas avaliações e análises de desempenho do sistema hídrico, inclusive em períodos críticos de seca, possibilitando a análise de possíveis cenários.

Por fim, fica sugestão que tanto a população quanto a própria empresa dê mais atenção para o problema de perdas de recursos hídricos, já que tratou-se de uma região semiárida com poucas chuvas no inverno e que apresenta dados bastante alarmantes. E assim, com dedicação e investimento no setor que combate as perdas, ao longo do tempo, essa situação possa mudar.

REFERÊNCIAS

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**, 2015. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/pdf/28Cbasa/Perdas_Abes.pdf> Acesso em: 14 set. 2019.

AUGUSTO, L. G. da S. *et al* (Org.). **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciênc. Saúde Coletiva, [s.l.], v. 17, n. 6, p.1511-1522, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a5.pdf>>. Acesso: 16 set. 2019.

BRASIL. **Lei de Águas: Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Brasília – DF, 1997.

CELESTE, A. B.; **Determinação e análise de indicadores de desempenho e de sustentabilidade de seis açudes na bacia do rio Piancó - PB e de suas potenciais demandas**. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2006.

COSTA, M. A. M.; **Os fluxos da água na metrópole – usos múltiplos e gestão participativa na Baía de Guanabara (RJ)**. 217 f. Tese de Doutorado (Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro. 2013.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09520520042012Pratica_de_Pesquisa_I_Aula_2.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

FUNDACE. **ESTUDO FUNDACE: PERDAS DE ÁGUA: ENTRAVES AO AVANÇO DO SANEAMENTO BÁSICO E RISCOS DE AGRAVAMENTO À ESCASSEZ HÍDRICA NO BRASIL**. 2013. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Fundação Para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia, Ribeirão Preto, 2013. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p. Disponível em: <http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

GRUPO DE TRABALHO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS. **Manual de gestão eficiente de recursos hídricos**. São Paulo: Abiquim, 2016. Disponível em: <https://www.abiquim.org.br/uploads/guias_estudos/Manual_Recurso_Hidricos_Vs8_WEB_FINAL.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. **Embrapa Cerrados- Documentos (INFOTECA-E)**, 2001.

BRASIL, Instituto Trata. **PERDAS DE ÁGUA 2018 (SNIS 2016): DESAFIOS PARA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E AVANÇO DA EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2019.

PEREIRA JÚNIOR, J. de S. **Recursos Hídricos - conceituação, disponibilidade e usos**. Biblioteca digital da câmara dos deputados, p. 04-05, abril, 2004.

ROSA, B. P.; RIBEIRO, J. C. J.; **A cobrança pelo uso da água como mecanismo de sustentabilidade**. Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília: Escola de Direito. Brasília – DF, v. 9, nº 2, p. 59-90, jul./ Dez, 2014.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Controle de perdas**. 2014. São Paulo. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=37>> Acesso em: 13 set. 2019.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VIANA, L. F. G. **Proposta de modelo de cobrança de água bruta no estado do Ceará: Uma revisão do modelo atual**. 2011. 85 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2011.

WERDINE, Demarcus. **PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO**. 2002. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Energia, Pró-diretoria de Pesquisa e Pós-graduação Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2002. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0031253.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

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

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

Água residual artificial 118

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

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

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

Atividade floculante 117, 118

Automatização 198

Avaliação de risco 185

B

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

Bacteriologia 109

C

Captação pluvial 48, 50, 55, 56, 57

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

Contaminación del agua 172, 175

Coronavírus 233, 234, 235, 242

D

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

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

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

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

E

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

236, 237, 243

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

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

I

Indicador de revisão tarifária 61

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

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

L

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

M

Medio ambiente 116, 172

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

Microbacia 160, 161

Modelagem computacional 137, 138, 140, 145

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

P

Perdas de água 88, 91, 92, 94, 96, 97

Porcentagem de remoção 117, 118

Q

Qualidade de água 148, 151, 156, 157

R

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

Regulação econômica financeira 61

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

S

Salud pública 109, 116, 172, 174

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

Software livre 185, 188

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

U

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

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

V

Vulnerabilidade ambiental 126, 127

W

Web service 185, 186

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

www.atenaeditora.com.br 

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

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 