

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)

 **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
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. Adaylson 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 Cremona
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

CAPÍTULO 4

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

Data de aceite: 04/01/2021

Jordana dos Anjos Xavier

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/1562975042294996>

Emili Louise Diconcili Schutz

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/9885898209240091>

Nicole Martins Pessoa

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/9072929403521441>

Daniely Neckel Rosini

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/1290138248832119>

Débora Cristina Correia Cardoso

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/2767570871721905>

Valter Antonio Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/3196823526572670>

Vitor Rodolfo Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Lages – SC
<http://lattes.cnpq.br/7642634231071974>

Alexandre Tadeu Paulino

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
Pinhalzinho – SC
<http://lattes.cnpq.br/8957379372810063>

Natália Martins Vieira

Universidade do Planalto Catarinense
(UNIPLAC)
Lages – SC

RESUMO: Estima-se que mais da metade da população mundial reside em área urbana, porém a ocupação realizada sem planejamento ou fiscalização é responsável por danos ao meio ambiente e à população. No Brasil, o processo de antropização nas cidades se dá de forma acelerada e sem acompanhamento adequado, o que resulta na ocorrência de catástrofes naturais, pois a impermeabilização do solo influencia na hidrologia local, culminando em inundações e alagamentos. Dessa forma, a adoção de um planejamento aliado a técnicas sustentáveis de drenagem urbana é capaz de reduzir os impactos promovidos pela impermeabilização do solo, juntamente com a fiscalização. Além disso, a utilização de sistemas individuais, como a captação da água da chuva, consiste em uma prática bastante incentivada em vista da capacidade de retardar a chegada dos volumes

provenientes das precipitações até os corpos hídricos. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou analisar as legislações federais, estaduais e municipais acerca da captação pluvial, com foco nas regiões sudeste e sul Brasil. Observou-se que o ordenamento jurídico no Brasil a respeito do desenvolvimento das cidades com aplicação de medidas compensatórias acontece de maneira corretiva e não preventiva, isto é, cidades como Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro implantaram as técnicas compensatórias após sofrerem os efeitos da urbanização, e municípios menores que sofrem constantemente com inundações também carecem de legislação para mitigar os impactos da impermeabilização desordenada. Constata-se assim, a falta de especificidade das legislações, principalmente de uma normativa que sirva como base às legislações estaduais e municipais, e a importância da presença de um agente especializado no assunto para elaboração das leis.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana. Legislações. Captação pluvial. Urbanização. Inundações.

ABSTRACT: It is estimated that more than half of the world population resides in urban areas, but the occupation carried out without planning or inspection is responsible for damage to the environment and the population. In Brazil, the anthropization process in cities takes place in an accelerated manner and without adequate monitoring, resulting in the occurrence of natural disasters, as the impermeabilization of the soil influences local hydrology, culminating in floods. Thus, the adoption of a planning allied to sustainable urban drainage techniques is capable of reducing the impacts caused by soil impermeabilization, along with fiscalization. In addition, the use of individual systems, such as rainwater harvesting, is a highly encouraged practice due to the ability of delaying the arrival of volumes from rainfalls into water bodies. In this sense, the objective was to evaluate the laws regarding issues related to rainwater harvesting. It was observed that the legal system in Brazil regarding the development of cities with the application of compensatory measures happens in a corrective and non-preventive way, that is, cities like Curitiba, São Paulo and Rio de Janeiro implemented the compensatory techniques after suffering the consequences of urbanization, and smaller municipalities that constantly suffer from floods also have no laws to mitigate the impacts of disordered impermeabilization. Thus, there is a lack of specificity in legislation, especially of a regulation that serves as a basis for state and municipal laws, and the importance of the presence of an agent specialized in the subject in the drafting of laws.

KEYWORDS: Urban drainage. Legislation. Rainwater harvesting. Urbanization. Floods.

1 | INTRODUÇÃO

As áreas urbanas surgiram a partir do povoamento em zonas próximas aos rios, pela necessidade de utilização dos corpos d'água para fins alimentícios, de higiene e transporte (CANHOLI, 2014). De acordo com o Centro Regional de Informações das Nações Unidas (UNRIC) (2019) estimou-se que 55% da população mundial reside em área urbana, e ainda se prevê que no ano de 2050 a população urbana seja correspondente a 70% da população mundial.

No entanto, a ocupação do solo urbano, quando realizada sem planejamento ou fiscalização, é responsável pelos danos causados ao meio ambiente e principalmente

responsável pelos prejuízos causados à população, uma vez que a apropriação de áreas de risco ou inadequadas para moradia é a maior causadora de males visíveis aos habitantes (GRANDE et al., 2014). Ainda, tem-se observado que o acelerado processo de antropização das cidades brasileiras não é acompanhado de um planejamento ambiental adequado, visto que é constante a ocorrência de catástrofes naturais, como as enchentes, que podem estar associadas a problemas preliminares de uso inadequado do solo urbano (BRASIL, 2016).

A impermeabilização do solo exerce influência direta na hidrologia local, já que através dela ocorre a redução da infiltração das vazões provenientes da precipitação. Como consequência têm-se o aumento dos picos de vazão de cheia, a diminuição no tempo de concentração e o aumento do volume de escoamento superficial, culminando então em inundações e alagamentos (ARAGÃO, 2012). Contudo, as cidades são construídas a partir de processos sociais e econômicos, que caminham em paralelo com as transformações espaciais ao longo do tempo. Assim, o aumento da urbanização levou a um aumento das áreas impermeabilizadas, e como consequência, o ciclo hidrológico natural sofreu alterações significativas (GONÇALVES, BAPTISTA, RIBEIRO, 2016).

O planejamento do sistema urbano atual adotado pela maioria das cidades cria unidades artificiais de relevo, e as alterações na composição do material e das propriedades de superfícies são apontadas como os principais fatores influenciadores nas funções de retenção de água, desencadeando a ocorrência das inundações urbanas (SHI et al., 2016). A adoção dessa abordagem no planejamento das cidades resulta em um distanciamento do desenvolvimento sustentável dos sistemas de drenagem urbanos, pois os cursos d'água na ocupação do espaço foram ignorados, ocasionando os problemas de alagamentos e inundações atuais (SOUZA, 2013).

Entretanto, Gonçalves, Baptista e Ribeiro (2016) afirmam que a maneira de reduzir os impactos promovidos pela impermeabilização do solo é a adoção de um planejamento aliado a técnicas sustentáveis de drenagem urbana, que estimulem a permanência de áreas com cobertura vegetal a fim de possibilitar o escoamento natural das águas. Assim sendo, a captação da água da chuva, alternativa já implantada em muitos países, é uma prática bastante incentivada em vista da capacidade de retardar a chegada dos volumes provenientes das precipitações até os corpos hídricos evitando a ocorrência de extravasamentos dos rios e ainda aumentando o tempo de concentração que fora diminuído durante o processo de urbanização (ZAHMATKESH *et al.* 2015; ZAVALA; PRIETO; ROJAS, 2018; MOLAEI *et al.*, 2018). Segundo os autores, este armazenamento pode ocorrer em variadas configurações, como por exemplo cisternas, pavimentos permeáveis e dispositivos com camadas filtrantes e de vegetação conhecidos como jardins de chuva, entretanto, tais sistemas precisam ser adotados de acordo com a funcionalidade pretendida e se adequarem às características do local a serem implantados.

Diante do exposto, percebe-se a importância da fiscalização através de políticas

públicas que estabeleçam parâmetros de forma a nortear os habitantes a respeito do uso adequado do solo (XAVIER *et al.*, 2020). Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar as legislações federais, estaduais e municipais, das regiões sudeste e sul do Brasil, com foco maior em municípios da região sul, que permeiam questões relacionadas a captação da água da chuva.

2 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Ordenamento jurídico federal

No Brasil, não há lei federal com diretrizes para captação pluvial, apenas projetos de leis. Em vista disso, tal atividade é pungida por legislações municipais que visam atenuar problemas de escassez e a ocorrência de enchentes e inundações, como no caso da região semiárida e do centro-oeste e sul do país. No entanto, em abril de 2012 foi instituída a lei federal nº 12.608, que trata da criação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), a qual delinea basicamente a redução dos riscos de desastres, prestação de assistência às populações atingidas por desastres, estimulação ao ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, entre outras questões (BRASIL, 2012a). Entretanto, a lei não aborda as medidas propriamente ditas para sanar tais pontos por eles mesmos levantados, isto é, a lei dita responsabilidade que cabe ao Município, Estado e à União no sentido de instituir normas, promover estudos e realizar monitoramentos e não impõe de fato que os órgãos públicos devem criar legislações efetivas e rígidas que atuem nos originadores dos transtornos.

Em junho de 2012 foi apresentado o projeto de lei nº 4.109 que pretende instituir o programa nacional de conservação, uso racional e reaproveitamento das águas no qual prevê em seu capítulo III as ações de reaproveitamento das águas que essencialmente trata da captação, o armazenamento e a utilização de águas servidas e águas das chuvas. Contudo o documento não regulamenta os parâmetros e procedimentos para dimensionamento ou ainda se as medidas estabelecidas devem ser adotadas por toda e qualquer nova edificação (BRASIL, 2012b). O projeto de lei ainda se encontra em tramitação, aguardando apreciação pelo Senado Federal.

Ainda tratando de projetos de leis apresentados pelos deputados federais, foi apresentado em 2014 pelo deputado Geraldo Resende o projeto de lei nº 7.818, que objetiva estabelecer a política de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, no qual determina no artigo quinto a obrigatoriedade para implantar o sistema de captação e aproveitamento de águas das chuvas nos seguintes casos:

- I - Os empreendimentos, cuja construção e manutenção provoquem a impermeabilização do solo em área superior a mil metros quadrados e os empreendimentos que envolvam parcelamento do solo para fins urbanos e os

condomínios implantados em:

- a) município com mais de 100 (cem) mil habitantes;
- b) município com histórico de problemas de enchentes associadas à excessiva impermeabilização do solo, comprovados por Avaliação de Danos da Defesa Civil;
- c) municípios que integrem região metropolitana ou aglomeração urbana, instituídas por lei complementar estadual;
- d) município com histórico de seca, comprovados por Avaliação de Danos da Defesa Civil;

II - As edificações que tenham consumo de volume igual ou superior a 20.000 (vinte mil) litros de água por dia;

III - os edifícios e os empreendimentos públicos (BRASIL, 2014).

O projeto de lei nº 7.818 ainda dispõe que os municípios com população maior de cem mil habitantes devem necessariamente produzir plano de manejo e drenagem de águas pluviais, e determina que o plano citado deve estar em harmonia com os planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, o qual deve compreender a caracterização do índice pluviométrico da área ou região, mapeamento do lençol freático, avaliação da capacidade de escoamento, identificação de locais passíveis de constituírem como reservatórios, entre outros (BRASIL, 2014). O projeto em questão aguarda o parecer do Relator na Comissão de Desenvolvimento Urbano.

O projeto de lei nº 324 que está em tramitação desde 2015, pretende instituir que toda nova construção independente da sua destinação, ou seja, comercial, residencial, industrial, público ou privada, deve conter no projeto técnico da obra o item referente a captação e aproveitamento de águas pluviais assim como a destinação do recurso para fins não consuntivos. O documento traz como justificativa para implantação do até então projeto de lei, entre outros dados, a estatística de que cerca de 40% da população do planeta Terra viva hoje algum tipo de estresse hídrico, e vai além quando divulga que segundo o relatório das Nações Unidas publicado em 2015 as reservas hídricas do mundo podem ter seu volume reduzido em 40% até 2030 e com isso argumenta a necessidade da gestão deste recurso (BRASIL, 2015).

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, é um dos instrumentos que orienta a gestão integrada das águas no Brasil. Quando se trata de água da chuva, nele consta o programa “Um milhão de Cisternas e “Uma Terra, duas águas”, os quais visam incentivar a captação e armazenamento de

água da chuva para fins agrícolas, complementando o abastecimento para fins de consumo humano (BRASIL, 1997; MENDONÇA, 2006). Apesar de estimular o uso da água pluvial e de áreas urbanas com cobertura vegetal a fim de evitar enchentes, o plano não conta com metas para promover tais ações. (TESTON et al, 2018).

Para o dimensionamento dos sistemas de captação de água da chuva, a Associação Brasileira de Normas Técnicas detém algumas normas que, apesar de não serem consideradas um instrumento legal, são utilizadas como referência aos projetos, como é o caso das NBR's n°s: 10.844/1989, 5.626/1998, 15.527/2007 e 5.688/2010, as quais dispõem sobre os requisitos para aproveitamento pluvial de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, dos requisitos para tubos e conexões de sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação, da instalações prediais de águas pluviais e da instalação Predial de água fria, respectivamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, 1998, 2007, 2010).

Segundo Silva e Borja (2017), tecnicamente a NBR n° 15.527/2007 demonstra algumas incoerências com a literatura, como a não obrigatoriedade de instalação de um desvio automático dos primeiros milímetros de chuva e o quesito de 0,5mg/L a 3,0mg/L de cloro residual livre em casos de desinfecção, sendo que a Portaria do Ministério da Saúde (MS) n° 2.914/11 recomenda que o teor máximo de cloro residual livre seja de 2 mg/L (BRASIL, 2011). Ainda, não especifica quais são os usos restritivos quando se trata ao destes usos não potáveis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

2.2 Ordenamento jurídico estadual e municipal

2.2.1 Região sudeste do Brasil

Quando se trata das legislações municipais, a primeira referente ao tema é datada de 2002, no município de São Paulo, cuja prefeitura municipal sancionou a lei n° 13.276, de 05 de janeiro de 2002, obrigando a execução de reservatório para captação de águas coletadas por área impermeabilizada superior a 500m², ou seja, telhados, coberturas, calçadas, etc., nos lotes edificadas ou não. Tal medida busca evitar o escoamento instantâneo das águas pluviais para a rede coletora, isso porque a canalização diminui substancialmente o tempo de concentração e transfere o problema das inundações a jusante (SÃO PAULO, 2002a).

Cinco anos após a implantação da lei municipal, o estado de São Paulo sancionou a lei n° 12.526, de 02 de janeiro de 2007, a qual estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Os objetivos desta lei consistem na redução da velocidade do escoamento destas águas para as bacias hidrográficas, no controle das ocorrências de inundações e na contribuição para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada (SÃO PAULO, 2007). Ressalta-se as semelhanças entre as diretrizes da lei do estado de São Paulo com a lei municipal, a qual possivelmente serviu como norma balizadora.

Entre as medidas ordenadas pela lei nº 12.526/07, o artigo primeiro estabelece a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais em locais com áreas impermeabilizadas superiores a 500m², edificados ou não. Este tipo de medida se caracteriza como uma maneira elementar e eficiente no controle de problemas oriundos de uma má drenagem urbana e alta vazão pluvial, visto que a conscientização pela população ocorrerá com o tempo, propiciando o aceite a obras e projetos com a ideia da permeabilidade intrínseca (SÃO PAULO, 2007).

Em 2015, o município de São Paulo estabeleceu ainda a lei nº 16.174, de 22 de abril, a qual estabeleceu a prioridade quanto ao reuso de águas pluviais em aplicações urbanas que não requeiram água potável, e em obras e serviços executados com mão de obra própria ou contratados, como lavagem de ruas, calçadas, praças públicas, monumentos, túneis, pátios e estacionamentos de próprios municipais e outros logradouros, desobstrução/limpeza de galerias de águas pluviais, bueiros, bocas de lobo e piscinões, operações de rescaldo após incêndios realizadas por bombeiros, entre outros (SÃO PAULO, 2015).

Ainda no estado de São Paulo, a prefeitura de Mauá em 29 de outubro de 2002 estabeleceu a lei nº 3.528, a qual impõe como pré-requisito para obtenção do alvará e/ou habite-se que toda edificação de obras ou ampliações as quais impermeabilizem área igual ou superior a 500m² detenham obrigatoriamente reservatório para acumulação das águas pluviais. A lei estabelece ainda o método de cálculo que deve ser utilizado para determinar a capacidade mínima que o reservatório deve possuir. É sugerido que a água contida pelo reservatório preferencialmente seja conduzida para infiltrar-se no solo, mas tal proposta cabe ao proprietário da edificação a decisão, assim como a escolha da utilização da água para fins não potáveis (SÃO PAULO, 2002b).

De acordo com este mesmo viés, o estado do Rio de Janeiro sancionou a lei nº 4.393, em 16 de setembro de 2004, a qual determina a obrigatoriedade às empresas de construção civil e projetistas a adoção de edificações, tanto para fins residenciais quanto comerciais, com dispositivos para captação de água da chuva. É imprescindível relatar que tal medida cabe apenas para empreendimentos comerciais com área construída superior a 50m² e empreendimentos residenciais que abriguem mais de cinquenta famílias. A lei determina que os empreendimentos que se enquadrem nas especificações citadas disponham de coletores, caixa de armazenamento e distribuidores do recurso captado, porém, não fica estabelecido pela lei o método de cálculo que deve ser seguido para o dimensionamento dos dispositivos (RIO DE JANEIRO, 2004).

2.2.2 Região sul do Brasil

Abordando mais especificamente a região sul do país, Curitiba-PR, que assim como a grande maioria das metrópoles do Brasil, sofre com problemas de inundações, criou em 18 de setembro de 2003 a lei nº 10.785, que instituiu o Programa de Conservação e Uso

Racional da Água nas Edificações (PURA). O objetivo principal do programa consiste na preservação da água, porém de maneira indireta interfere nas razões das inundações já que a mesma dita o uso de cisternas para o armazenamento da água da chuva e sua utilização para fins que não requeiram o uso de água tratada, como rega de jardins e hortas, lavagem de roupa, lavagem de calçadas, veículos, etc., e induz as novas edificações à utilização de fontes alternativas para captação de água bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação desta (CURITIBA, 2003).

Visando uma maior efetividade na contenção de inundações, o município em questão publicou o decreto nº 293, de 22 de março de 2006, que regulamentou a lei nº 10.785/03 sobre os parâmetros da conservação e uso racional da água nas edificações. A partir desse decreto, tornou-se obrigatório a apresentação junto aos órgãos responsáveis municipais, para a obtenção do licenciamento de construção, nos projetos de instalações hidráulicas, toda a estrutura necessária para a implantação do sistema de captação das águas pluviais nas coberturas das edificações, e estabeleceu ainda a exigência do armazenamento para posterior uso das águas em fins que não exijam água tratada (CURITIBA, 2006).

A cidade de Porto Alegre no Estado do Rio Grande do Sul, instituiu em 05 de agosto de 2008 a lei nº 10.506, que estabelece o programa de conservação, uso racional e reaproveitamento das águas, e determinou a obrigatoriedade de novas edificações possuírem um sistema de captação e reaproveitamento das águas provenientes das chuvas e das águas servidas. A lei vai além e aborda também a conservação e uso racional da água em que exige, dentre outras medidas o controle da ocupação urbana, o controle da poluição de córregos, rios e lagos, e educação ambiental para evitar a poluição e o desperdício (PORTO ALEGRE, 2008).

É sabido que Santa Catarina sofre severamente com inundações e a partir disso estabeleceu-se o decreto estadual nº 099 em 01 de março de 2007, o qual tornou obrigatório todas as construções novas e reformas de edificações públicas dispor de sistema de captação de águas pluviais, coletadas por pavimentos descobertos, terraços, coberturas e telhados. Tal medida também enquadra todas as construções privadas que usufruíram ou usufruem de incentivos ou financiamentos de órgãos do governo do Estado. O decreto estabelece ainda que é incumbência da Fundação de apoio à Pesquisa Científica e Tecnologia do Estado de Santa Catarina (FAPESC), estimular e apoiar pesquisas que objetivem a busca de soluções de prospecção, preservação e conservação de fontes de águas superficiais e subterrâneas (SANTA CATARINA, 2007).

Na capital do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, em 02 de junho de 2016 entrou em vigor a lei complementar nº 561, que incluiu no código de obras do município a obrigatoriedade para novas edificações com área superior a 200m², a apresentação do projeto de sistema de captação, armazenamento e utilização das águas das chuvas, apresentando ainda instrução de que o recurso captado deve ser submetido a tratamento sanitário para que possa ser utilizado para finalidades não potáveis. Contudo, a legislação

não trata de que modo deve ser dimensionado o sistema bem como os materiais a serem empregados e afins (FLORIANÓPOLIS, 2016).

Em 07 de abril de 2008 criou-se, no município de São José-SC, localizado na Grande Florianópolis, a lei nº 4.625 que criou o sistema de reuso de água de chuva para utilização não potável. Tal medida cabe à edificações públicas, clubes, conjuntos habitacionais, condomínios, imóveis residenciais, comerciais e industriais com áreas acima de 200m², visando a contenção de enchentes, redução de consumo de água pública, redução do consumo de água potável para fins onde a utilização poderia ser substituída para águas oriundas da captação pluvial, entre outros. A lei preconiza ainda que o sistema de captação deve coletar água provida dos telhados, terraços, coberturas e pavimentos descobertos (SÃO JOSÉ, 2008).

A mais recente lei nº 4.631 de 2018, em vigor dessa natureza em Palhoça-SC, que de maneira vaga e superficial estabelece a política municipal de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, com o intuito de melhor utilizar as águas no município. Em 2019 acrescentou-se um dispositivo à lei, o qual, em seu Art. 5º, determina que a implantação de sistema de captação e armazenamento de água pluvial para o reuso, na edificação vertical ou horizontal, construída com área superior a 1000 m² é obrigatória, e cuja comprovação da eficiência do funcionamento é requisito para a expedição do habite-se (PALHOÇA, 2018).

No município de Criciúma-SC a lei nº 7.160 de 2018, criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas e Privadas do município. A lei estabelece que as entidades da administração pública devem dispor de coletores, caixas de armazenamento e distribuidores para os recursos pluviais em todas as construções e projetos de edificações públicas. Uma particularidade interessante é que seu artigo oitavo regulamenta os casos de locação de imóveis pela prefeitura municipal, onde trata que deve ser priorizado edificações que estejam de acordo com as normas definidas na lei (CRICIÚMA, 2018).

Em alguns casos a legislação é mais rígida, como exemplo a lei nº 324 de 2008 do município de Chapecó-SC, que dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação de sistema para captação pluvial e valas de infiltração. A lei determina que toda edificação unifamiliar superior a 150m² deve obrigatoriamente construir mecanismos para coleta, reserva e infiltração de águas pluviais a que tem posse, bem como as edificações multifamiliares ou comerciais de qualquer área. A lei não somente preconiza sobre a captação pluvial, como também delinea diretrizes para destinação de áreas para infiltração das águas captadas se não forem utilizadas pelo cidadão, como cita o trecho:

É obrigatório o destino de uma área igual a 30% da diferença entre a área do terreno e a área resultante da taxa de ocupação, para a infiltração das águas pluviais. Para atender o percentual indicado acima podem ser utilizados os seguintes meios: canteiro de infiltração; pátios gramados ou

britados e/ou outros meios, desde que permita a percolação das águas das chuvas. Deve-se adotar os coeficientes de percolação do solo utilizados nos dimensionamentos de unidades de infiltração (CHAPECÓ, 2008).

O município de Blumenau-SC localizado na mesorregião do Vale do Itajaí do estado de Santa Catarina aprovou a lei complementar n° 691 de 2008, que concebeu o programa de conservação e uso racional de água. Esta determina que as novas edificações de uso não residencial com área construída superior a 750m² devem conter bacias sanitárias com volume reduzido de descarga, torneiras equipadas com arejadores, lavatórios e chuveiros com volumes fixos de disparo e sistema de captação pluvial (BLUMENAU, 2008). Baseando-se em legislações desse mesmo sentido considera-se a medida branda e pouco efetiva, já que é conhecido que o município de Blumenau sofre com inundações em sua maioria motivados pelo transbordamento do rio Itajaí-açu, principal rio que corta a cidade.

Em Lages-SC o projeto de lei n° 064 de 2017, que preconizava a fundação do programa de captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. Destaca-se o Art. 5°, o qual prevê:

A captação de água de chuva será obrigatória em todas as edificações, inferiores a três andares sejam elas residenciais, comerciais, industriais e públicas, inclusive quando se tratar de edificações de interesse social, com área total construída igual ou superior a 300 m² (LAGES, 2017).

No entanto o projeto foi arquivado em setembro de 2017 conforme consta no *site* da câmara de vereadores de Lages-SC (LAGES, 2017). O município ainda não aprovou nenhuma legislação que vise minimizar os efeitos da impermeabilização descontrolada que a cidade sofre. É incontestável que o projeto de lei n° 064 tem seus objetivos pautados acerca da conservação, qualidade ambiental e estímulo do reuso do recurso, e não visando propriamente o controle dos problemas que o sistema de drenagem existente é capaz de suprir. Entretanto, um fator é intrínseco a outro, e se tratando de crescimento urbano e do cenário em que o município se encontra, Lages carece de medidas que venham, de maneira ordenada, regulamentar e educar a população sobre os ônus decorrentes de atitudes ambientalmente inadequadas.

O município de Lages conta com leis e decretos que atuam no auxílio e reabilitação da população e não propriamente na causa que a origina. A exemplo disso a lei n° 428 de 2013, que institui a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC-LAGES). Esta consiste em um órgão integrante do Sistema Nacional da Defesa Civil e traz como seus objetivos a prevenção dos desastres, preparação e mitigação para emergências e desastres, respostas aos desastres e a reconstrução e recuperação (LAGES, 2013). Observa-se que a lei possui foco especialmente voltado ao restabelecimento da parte afetada e não a sua origem.

Têm-se ainda em Lages a lei n° 4.149 de 2016, que concede isenção do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aos proprietários de imóveis localizados em áreas que

foram atingidas pelos alagamentos, enchentes e enxurradas ocasionadas pelas chuvas ocorridas a partir de 2015 (LAGES, 2016). Sendo assim, com tais medidas criadas pela Prefeitura Municipal de Lages, a cidade mantém-se nesse processo de recuperação a cada novo desastre que, para os parâmetros atuais, é considerada uma metodologia retrógrada e ímpio para com a população diretamente afetada.

3 | CONCLUSÃO

O ordenamento jurídico no Brasil a respeito do desenvolvimento das cidades com aplicação de medidas compensatórias acontece de maneira corretiva e não preventiva, isto é, cidades como Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro implantaram as técnicas compensatórias após sofrerem os efeitos da urbanização.

A legislação brasileira acerca da captação pluvial é recente e carece de especificidade em muitos casos. A ausência de uma legislação balizadora com diretrizes e critérios bem definidos acarreta em leis municipais distintas, algumas mais rígidas enquanto outras são mais permissíveis e superficiais.

Constata-se também, a importância do auxílio de uma equipe com pessoal especializado em temas de drenagem urbana, hidrografia, engenharia e afins para a definição de leis íntegras, que contemplem todas as informações essenciais à implantação dos projetos de captação pluvial.

AGRADECIMENTOS

À UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina) e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão das bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. Análise da influência da mata ciliar na bacia do rio Japarutuba-mirim, Sergipe, sobre o escoamento superficial e produção de sedimentos simulados com o modelo Swat. In: *Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. Água desenvolvimento econômico e socioambiental: anais. Bento Gonçalves, RS: ABRH, 2013., 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro. 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Água de chuva -Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.688**: Tubos e conexões de PVC-U, para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Requisitos. Rio de Janeiro. 2010.

BLUMENAU (Município). **Lei Complementar nº 691, de 29 de setembro de 2008**. Institui o programa de conservação e uso racional de água no município de Blumenau. Blumenau, SC.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] União**, de 09 de janeiro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Brasília, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012a**. Institui a política nacional de proteção e defesa civil-PNPDEC; dispõe sobre o sistema nacional de proteção e defesa civil-SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil-CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras ... **Diário Oficial [da] União**, v. 70, 2012.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 4.109, de 26 de junho de 2012b**. Institui o Programa Nacional de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Brasília, DF.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 7.818, de 16 de julho de 2014**. Estabelece a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção. Brasília, DF.

BRASIL. Congresso. Senado. **Projeto de Lei nº 324, de 02 de junho de 2015**. Institui obrigatoriedade para as novas construções, residenciais, comerciais, e industriais, público ou privado, a inclusão no projeto técnico da obra, item referente a captação de água da chuva e seu reuso não potável e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL, J. Contribuições da geomorfologia aplicada no planejamento da drenagem urbana: Estudo de caso no município de Goiânia, Goiás, Brasil. **Entre-Lugar**, Dourados, v. 7, n. 13, p. 50-64, 2016.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 302 p.

CHAPECÓ (Município). **Lei nº 324, de 10 de março de 2008**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de reservatórios e valas de infiltração para aproveitamento da água da chuva em edificações e dá outras providências, 2012. Chapecó, SC.

CRICIÚMA. Câmara dos Vereadores. **Projeto de Lei nº 7.160, de 5 de janeiro de 2018**. Cria O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas e Privadas do Município de Criciúma/SC. Criciúma, SC.

CURITIBA (Município). **Decreto nº 293, de 22 de março de 2006**. Regulamenta A Lei Nº 10.785/03 e dispõe Sobre Os critérios do Uso e conservação Racional da Água nas edificações e DÁ Outras providências. Curitiba, PR.

CURITIBA (Município). **Lei nº 10785, de 18 de setembro de 2003**. Ria no município de Curitiba, O Programa de conservação e Uso Racional da Água nas edificações - Purae. Curitiba, PR.

FLORIANÓPOLIS (Município). **Lei Complementar nº 561**, de 02 de junho de 2016. Inclui Inciso Ao Art. 25 da Lei Complementar Nº 60, de 2000 (Código De Obras E Edificações De Florianópolis). Florianópolis, SC.

GONÇALVES, L. M. BAPTISTA, L. F. da S. RIBEIRO, R. A. O uso de técnicas compensatórias de drenagem para controle dos impactos da urbanização. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 12, n. 1, p. 92-106, 2016.

GRANDE, M. GALVÃO, C. MIRANDA, L. Rufino, I. Environmental equity as a criterion for water management, **Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences**, 364, 519–525, <https://doi.org/10.5194/piahs-364-519-2014>, 2014.

LAGES (Município). **Lei Complementar nº 428, de 27 de novembro de 2013**. Institui a coordenadoria municipal de proteção e defesa civil - compdec-lages, o fundo municipal de proteção e defesa civil e conselho municipal de proteção e defesa civil e dá outras providências. Lages, SC.

LAGES (Município). **Lei nº 4.149, de 13 de março de 2016**. Concede isenção do pagamento do imposto predial e territorial urbano (IPTU), aos proprietários de imóveis localizados em áreas que foram atingidas pelos alagamentos, enchentes e enxurradas ocasionadas pelas chuvas ocorridas a partir do ano de 2015. Lages, SC.

LAGES (Município). **Projeto de Lei nº 064, de 11 de julho de 2017**. Cria o Programa de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva para fins não potáveis e institui sua obrigatoriedade nas edificações localizadas no município de Lages. Lages, SC.

MENDONÇA, M.C. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos: Brasília, 2006.

MOLAEI, O.; KOUCHAKZADEH, M.; FASHI, F. H. Evaluation of rainwater harvesting performance for water supply in cities with cold and semi-arid climate. **Water Supply**, [S.L.], v. 19, n. 5, p. 1322-1329, 21 dez. 2018. IWA Publishing.

PALHOÇA (Município). **Lei nº 4.631, de 27 de junho de 2018**. Estabelece A Política Municipal de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de águas Pluviais. Palhoça, SC.

PORTO ALEGRE (Município). **Lei nº 10506, de 05 de agosto de 2008**. Institui o programa de conservação, uso racional e reaproveitamento das águas. Porto Alegre, RS.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº 4393, de 16 de setembro de 2004**. Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ.

SANTA CATARINA (Estado). **Decreto nº 099, de 01 de março de 2007**. Obriga Todas As Obras Públicas,e As Privadas, Financiadas Ou Incentivadas Pelo Governo do Estado de Santa Catarina, Implantar Sistema de Captação e Retenção de águas Pluviais e Estabelece Outras Providências.. Florianópolis, SC.

SÃO JOSÉ (Município). **Lei nº 4.625, de 07 de abril de 20018**. Cria o sistema do reuso de água de chuva do município de São José para utilização não potável em edificações públicas, condomínios, clubes, entidades, conjuntos habitacionais e demais imóveis residenciais, industriais e comerciais. São José, SC.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 13.276, de 04 de janeiro de 2002a**. Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m. São Paulo.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 3.528, de 29 de outubro de 2002b**. Dispõe sobre a obrigatoriedade da execução de reservatório para as águas pluviais coletadas em áreas impermeabilizadas superiores a 500m² para novas edificações e dá outras providências. Mauá, SP.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007**. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.174, de 22 de abril de 2015**. Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático e revoga a Lei Municipal nº 13.309/2002, no âmbito do Município de São Paulo e dá outras providências. São Paulo.

SHI, D. WENLONG, W. JIANG, G. PENG, X. YU, Y. LI, X. DING, W. Effects of disturbed landforms on the soil water retention function during urbanization process in the Three Gorges Reservoir Region, China. **Catena**, n. 144, p. 84-93, 2016.

SILVA, A. R; BORJA, P. C. V-152 - Aproveitamento de água de chuva no brasil: avanços e limitações dos aspectos legais. In: Congresso ABES - FENASAN, 2017, São Paulo.

SOUZA, V. C. B. Gestão da drenagem urbana no Brasil: Desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 57-72, 2013.

TESTON, A.; GERALDI, M.S.; COLASIO, B.M.; GHISI, E. **Rainwater Harvesting in Buildings in Brazil: A Literature Review**. Water, v. 10, n. 471, 2018.

UNRIC. Centro Regional de Informação das Nações Unidas. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. 2019. Disponível em: < <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701> >. Acesso em: 21 de outubro de 2020.

XAVIER, J. A. *et al*. A consolidação das políticas públicas ambientais como uma ferramenta de controle e mitigação dos efeitos causados pela poluição atmosférica no Brasil e no mundo. In: XAVIER, Jordana dos Anjos. **Engenharia Sanitária e Ambiental: tecnologias para a sustentabilidade**. 5. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. Cap. 1. p. 1-14. Organizador Helenton Carlos da Silva.

ZAVALA, M. A. L.; PRIETO, M. J. C.; ROJAS, C. A. Rainwater harvesting as an alternative for water supply in regions with high water stress. **Water Supply**, [S.L.], v. 18, n. 6, p. 1946-1955, 24 jan. 2018. IWA Publishing.

ZAHMATKESH, Z.; BURIAN, S. J.; KARAMOUZ, M.; TAVAKOL-DAVANI, H.; GOHARIAN, E. Low-Impact Development Practices to Mitigate Climate Change Effects on Urban Stormwater Runoff: case study of new york city. **Journal Of Irrigation And Drainage Engineering**, [S.L.], v. 141, n. 1, jan. 2015. American Society of Civil Engineers (ASCE).

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

Bacteriología 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 