

TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2020

TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2020

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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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
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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 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^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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
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 Andrezza 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
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 Alborno – 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. Lillian 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

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

Tratamento de água de abastecimento e águas residuárias

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T776 Tratamento de água de abastecimento e águas residuárias /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. –
Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-631-7

DOI 10.22533/at.ed.317202511

1. Água. 2. Águas residuais. 3. Purificação. 4.
Tratamento biológico. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da
Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628.35

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.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Tratamento de Água de Abastecimento e Águas Residuárias” é uma obra constituída por nove trabalhos em forma de capítulos visando promover a apresentação e discussão científica de forma intra e interdisciplinar, que convergem para uma mesma problemática: a crescente preocupação com a qualidade dos recursos hídricos, bem como os fatores que podem afetar de forma negativa a sua disponibilidade e qualidade para fins de potáveis.

Esta coleção apresenta estudos que investigaram: (i) fatores que afetam índices pluviométricos e capacidade de absorção e escoamento de águas residuárias; (ii) qualidade e propriedades organolépticas de corpos hídricos; (iii) parâmetros físico-químicos e biológicos de águas para fins potáveis; (iv) capacidade de percepção de moradores de municípios em relação a conscientização do uso racional de água; (v) qualidade e diversidade de esgoto residenciais e os conseqüentes impactos gerados ao solo, corpos receptores, biota aquática e ao ser humano; (vi) alternativas de baixo custo para construção de sistemas alternativos de tratamento de águas cinzas (provenientes de limpeza de objetos e higienização pessoal) e águas negras (originárias de vasos sanitárias, rica em matéria orgânica) e (vii) proposta de produção de sabão, ecologicamente correto, a partir de gorduras e óleos provenientes de efluentes de laticínios.

Estes temas possibilitarão ao leitor adquirir uma visão mais sistêmica da importância para uma conscientização ambiental que leve a adoção de comportamentos e ações que estimule, de forma voluntária, ao uso consciente e racional dos recursos hídricos e a execução de ações que minimizem a poluição de forma direta ou indiretamente de corpos aquáticos, garantindo uma melhor qualidade de vida e bem estar da atual e futura sociedade, bem como a preservação de outras espécies de seres vivos.

Diante disso, a coleção “Tratamento de Água de Abastecimento e Águas Residuárias” distribuída em nove trabalhos de grande relevância e que foram selecionadas de forma criteriosa, visando colaborar e possibilitar o entendimento e a reflexão para a mudança de atitudes e atos que além de impactar menos, possibilite recuperar e preservar os recursos hídricos e todo o meio ambiente.

Neste sentido e com o intuito de colaborar para a disseminação destas e de outras informações que leve ao despertar para uma relação mais harmônica entre o homem e o meio ambiente, a Atena Editora possui condições e estrutura que possibilite o acesso por meio de uma plataforma consolidada e confiável tanto para os pesquisadores que se dedicaram com afinco aos trabalhos que compõem a presente obra, quanto àqueles que vierem a oferecer futuras contribuições científicas que auxiliem a sociedade para uma maior conscientização ambiental.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MODELAGEM DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO- PE

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento
Filipe Mendonça de Lima
Ana Luíza Xavier Cunha
Moacyr Cunha Filho
Guilherme Rocha Moreira
Renisson Neponuceno de Araújo Filho
Dâmocles Aurélio Nascimento da Silva Alves
Victor Casimiro Piscoya
Jucarlos Rufino de Freitas
Denise Stéphanie de Almeida Ferreira
Maria Marciele de Lima Silva
Natália Moraes Cordeiro

DOI 10.22533/at.ed.3172025111

CAPÍTULO 2..... 16

EQUAÇÕES MENSAIS DE ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO DE INTENSIDADE MÁXIMA PARA O MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP

José Carlos Ferreira
Maria do Carmo Vara Lopes Orsi
Orlando Homen de Mello
Anderson Luiz de Souza
Mauro Tomazela
Larissa Zink Carneiro Meira Bergamaschi

DOI 10.22533/at.ed.3172025112

CAPÍTULO 3..... 34

ANÁLISE PRELIMINAR DOS IMPACTOS DE ORDEM SANITÁRIA E AMBIENTAL NO ENTORNO DO LAGO MAPIRI

Luane Priscila Gato Lopes
Raquel Ester Campés Pereira
Rayan Picanço de Campos
Wanderson dos Santos Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.3172025113

CAPÍTULO 4..... 43

APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DA SALINIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Isis Guimarães Moreira
Ludmilla de Oliveira Calado
Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento
Douglas Wilson Silva Santana

DOI 10.22533/at.ed.3172025114

CAPÍTULO 5..... 57

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA CIDADE DE ITABUNA-BAHIA DURANTE A CRISE HÍDRICA DE 2015 E 2016

Geovana Brito Guimarães
José Wildes Barbosa dos Santos
Raildo Mota de Jesus
Fábio Alan Carqueija Amorim

DOI 10.22533/at.ed.3172025115

CAPÍTULO 6..... 71

DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE MELHORIA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SUL DO RIO GRANDE DO SUL

Henrique Sanchez Franz
Marlon Heitor Kunst Valentini
Gabriel Borges dos Santos
Bárbara Lima Corrêa
Maicon Moraes Santiago
Danielle A. Bressiani
Bruno Müller Vieira
Claudia Fernanda Lemons e Silva
Rubia Flores Romani

DOI 10.22533/at.ed.3172025116

CAPÍTULO 7..... 86

OPINIÃO PÚBLICA RELACIONADA AO CONSUMO DE ÁGUA EM BAIROS COM E SEM A INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS (RESIDENCIAL SALVAÇÃO E BAIRRO ALDEIA)

Arícia Jaiane Carvalho Dantas
João Otavio dos Santos
Josiane de Almeida Lima
Juane Maria Sousa Ferreira
Luane Priscila Gato Lopes
Brunna Lucena Cariello

DOI 10.22533/at.ed.3172025117

CAPÍTULO 8..... 93

TRATAMENTO DE ÁGUAS NEGRAS PELO TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Jhadme Henrique Gonçalves Domingues
Láisa Costa Scherer
Francisca da Silva Sousa
Luís Antonio Fonseca Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.3172025118

CAPÍTULO 9..... 102

UMA ATIVIDADE SUSTENTÁVEL: PRODUÇÃO DE SABÃO A PARTIR DA GORDURA GERADA NO PROCESSO PRODUTIVO DE UM LATICÍNIO

Igor Duarte Rosa Lima

DOI 10.22533/at.ed.3172025119

SOBRE O ORGANIZADOR.....	116
ÍNDICE REMISSIVO.....	117

CAPÍTULO 2

EQUAÇÕES MENSAIS DE ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO DE INTENSIDADE MÁXIMA PARA O MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP

Data de aceite: 23/11/2020

Data de submissão: 10/09/2020

José Carlos Ferreira

Faculdade de Tecnologia Wilson Roberto
Ribeiro de Camargo – Fatec
Tatuí – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9037358421199641>

Maria do Carmo Vara Lopes Orsi

Faculdade de Tecnologia Wilson Roberto
Ribeiro de Camargo – Fatec
Tatuí – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/6215168852188054>

Orlando Homen de Mello

Faculdade de Tecnologia Wilson Roberto
Ribeiro de Camargo – Fatec
Tatuí – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3036953900179115>

Anderson Luiz de Souza

Faculdade de Tecnologia Wilson Roberto
Ribeiro de Camargo – Fatec
Tatuí – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5089806884790011>

Mauro Tomazela

Faculdade de Tecnologia Wilson Roberto
Ribeiro de Camargo – Fatec
Tatuí – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0521900260102934>

Larissa Zink Carneiro Meira Bergamaschi

Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho – UNESP
Sorocaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0057082105560564>

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo analisar os níveis máximos de precipitação pluviométrica do município de Sorocaba, SP, e gerar equações mensais para períodos de retorno de 5, 10 e 15 anos, para disponibilizar a órgãos públicos municipais, em programas de drenagem urbana, rural e Defesa Civil. Foram utilizados 52 anos de dados de precipitação de intensidade máxima de um dia, da Estação 83851 do INMet, convertidos em precipitação máxima de 24 horas. Por meio da distribuição de probabilidade do Tipo I de Fischer-Tippet, conhecida também como Gumbel, foram desenvolvidas equações mensais de precipitação de intensidade máxima com base em dois parâmetros obtidos pela média e desvio padrão. Dependendo do uso da obra o engenheiro pode obter as equações em outros períodos de retorno, que serve de subsídios para projetos de engenharia, de enchentes, inundações e deslizamento de encostas. Os resultados mostraram que Sorocaba recebeu, em 52 anos, 69.850,7 mm/m² (litros/m²) de água de chuva. Do ponto de vista estatístico, o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov mostrou bom ajuste da distribuição de Gumbel aos dados de chuva de máxima intensidade e os histogramas mostraram forte assimetria positiva nos meses de inverno.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitações intensas. Áreas de risco. Defesa Civil. Distribuição de Gumbel.

MONTHLY EQUATIONS OF MAXIMUM INTENSITY ESTIMATES OF RAIN FOR THE CITY OF SOROCABA-SP

ABSTRACT: The main objective of this study was to analyze the maximum levels of rainfall in the city of Sorocaba, SP, and generate monthly equations for return periods of 5, 10 and 15 years, for to make available to municipal public agencies, urban drainage programs, rural and Civil Defense. Were used 52 years of maximum one-day precipitation data, from INMet Station 83851, converted to maximum 24-hour precipitation. By means of the Fischer-Tippet Type I distribution, also known as Gumbel distributions, monthly maximum precipitation equations were developed based on two parameters obtained by mean and standard deviation. Depending on the use of work, the engineer can obtain the equations in other return periods, which serves as a subsidy for engineering projects, such as flood and landslide. The results showed that Sorocaba received, in 52 years, 69,850.7 mm/m² (liters/m²) of rainwater. Statistically, the Kolmogorov-Smirnov non-parametric test showed good adjustment of the Gumbel distribution to the maximum intensity rainfall data and the histograms showed a strong positive asymmetry in the winter months. The study allowed obtaining equations in three return periods that may be important for Sorocaba Civil Defense.

KEYWORDS: Intense precipitations. Risk areas; Civil defense; Gumbel distribution.

1 | INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição e das variações da chuva, tanto temporal quanto espacial, é fundamental para o planejamento e manejo dos recursos hídricos, bem como para projetos de obras hidráulicas (ABREU; TONELLO, 2017), sendo possível realizar a previsão das chuvas intensas por meio de princípios de probabilidade (CARDOSO; ULLMANN; BERTOL, 1998). Oliveira et al. (2018), afirmam ser imprescindível prever de forma quantitativa os eventos de chuvas atípicas, com destaque as tempestades e inundações, antevendo seus impactos negativos.

As dificuldades para a obtenção das equações de precipitação de intensidade máxima decorrem de limitações de dados à disposição, tanto de densidade da rede pluviográfica, como em relação ao curto período de observações disponíveis. (SILVA et al., 2002).

O presente trabalho objetivou estimar os níveis mensais de precipitação de intensidade máxima em 24 horas, estabelecendo equações mensais para períodos de retorno de 5 anos, 10 anos e 15 anos. Possibilitando estabelecer diretrizes e procedimentos preventivos, e auxiliar projetos de obras hidráulicas para minimizar consequências advindas de inundações e/ou enchentes na cidade de Sorocaba, SP (TOMAZ, 2010).

2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Sorocaba localiza-se na porção sudeste do interior do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 23°21' e 23°35' de Latitude Sul e 47°17' e 47°36' de Longitude Oeste (SILVA, 2008). Do uso e ocupação das terras, estima-se que dos 450,4 km² do município, apenas 17,3% sejam de área rural. A área urbana tem cedido espaço para condomínios residenciais e distritos industriais, sendo relevante para a análise calcular o percentual da impermeabilidade do solo, que limita a infiltração de água no subsolo.

Segundo a Embrapa (2003), o clima da região é classificado como subtropical quente, "Cfa". Apresenta temperatura média anual de 21,4 °C, máxima de verão de 30,1 °C e mínima de inverno de 12,2 °C. A altura pluviométrica anual média é 1.285 mm.

As precipitações são fortemente influenciadas pelo fator meteorológico denominado Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é responsável pelo regime de chuvas sobre as regiões Sul e Sudeste do Brasil, durante os meses de primavera e verão (MASTER, s.d.). A estação das chuvas em Sorocaba começa em outubro e termina em março, com desvio padrão de 15 dias aproximados.

As precipitações extremas no município ocorrem, normalmente, nos meses de verão. Para minimizar os impactos das fortes chuvas atípicas, a Defesa Civil de Sorocaba criou o Plano de Verão e destacou os pontos críticos no município com possibilidades de deslizamentos, alagamentos e alagamentos com inundações. Segundo critérios do Instituto Geológico, o nível crítico para Sorocaba é de 60 mm de chuva acumulada em três dias (PREFEITURA DE SOROCABA, 2018; PREFEITURA DE SOROCABA, 2014).

O Plano de Verão 2016/2017 atendeu 986 ocorrências e o de 2017/2018, 204 ocorrências, com destaque para alagamentos (41 áreas). Além disso, 21 áreas são classificadas como sujeitas à inundação e 26 a deslizamentos (PREFEITURA DE SOROCABA, 2018).

3 | BASE DE DADOS E MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Os dados de precipitação de intensidade máxima de "um dia" foram obtidos da Estação Meteorológica número 83851 do INMet, localizada na cidade de Sorocaba, nas coordenadas -23°48' de Latitude e -47°43' de Longitude, a 645 m de altitude, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMet). Foram analisadas séries históricas de 52 anos de observações consecutivas, de 1965 a 2016. Os dados coletados de precipitação máxima de "um dia" foram organizados em planilhas Excel e, desagregadas para chuvas de intensidade máxima de 24 horas, utilizando a metodologia proposta por Occhipinti e Santos (1966).

As estimativas de precipitação de intensidade máxima mensal foram calculadas para período de retorno de 5, 10 e 15 anos, utilizando-se a função de distribuição de probabilidade proposta por Gumbel (1958). A distribuição de Gumbel é expressa por:

$$F(x) = e^{-e^{\frac{x-\alpha}{\beta}}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, $F(x)$ é a probabilidade de ocorrer uma precipitação menor do que um dado valor x e α e β são parâmetros a serem calculados pelos momentos da distribuição. O cálculo da probabilidade de eventos que ultrapassem o valor x é dado por:

$$F(x) = 1 - \frac{1}{T} \quad (\text{Eq. 2})$$

Para T igual ao período de retorno em anos.

Os parâmetros α e β foram determinados segundo o método dos momentos, citado por Campos et al. (1996), dado por:

$$\beta = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \sigma \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\alpha = \bar{X} - 0,5772157 \beta \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde, σ e \bar{X} , correspondem, respectivamente, as estimativas de desvio padrão e média das séries dos dados.

Assis, Arruda e Pereira (1996) e Kite (1985), verificaram que, aplicando logaritmos na equação 1, a equação geral para estimativas de precipitações de intensidade máxima fica:

$$I = \alpha + \{-\ln\{-\ln[F(x)]\}\} \beta \quad \text{em [mm h}^{-1}\text{]} \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde, I corresponde ao valor máximo esperado da chuva no período de retorno T . Os autores também atribuíram $\{-\ln\{-\ln[F(x)]\}\} = \lambda_T$. Ferreira, Daniel e Lombardi (1999), propuseram valores da variável reduzida λ_T com três algarismos significativos em função do período de retorno, conforme tabela 1. No presente trabalho utilizou-se o período de retorno de 10 anos.

T(anos)	2	5	10	15	20	25	30	50	100
λ_T	0,367	1,500	2,250	2,674	2,970	3,199	3,384	3,902	4,600

Tabela 1 – Valores de $-\ln\{-\ln[F(x)]\}$ em função do período de retorno T , em anos.

Fonte: FERREIRA; DANIEL; LOMBARDI, 1999.

Os valores das estimativas de precipitação de intensidade máxima de “um

dia” foram desagregados em precipitação de intensidade máxima de 24 horas, com fator multiplicativo de 1,14; conforme Ferreira, Daniel e Lombardi (1999). O índice de confiança do modelo foi avaliado de acordo com o teste de hipótese não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov (KS), que consistiu no cálculo da diferença entre os valores de uma distribuição observada, $F(x)$, e os valores de uma distribuição teórica, $G(x)$ (DINIZ; LOUZADA, 2013). Sendo:

$$KS = \max | F_B(e) - F_M(e) | \text{ (Eq. 5)}$$

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados originais das chuvas máximas de um dia, coletados com um pluviômetro convencional tipo Ville de Paris, da Estação Convencional número 83851 do INMet, são apresentados na tabela 2.

Mês/ Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
1965	246,1	286,0	256,0	90,1	87,3	14,6	68,8	26,6	56,8	193,0	200,0	260,0	1785,3
1966	171,2	200,0	109,9	24,4	41,8	1,5	26,1	11,4	97,1	117,0	57,7	204,0	1062,1
1967	195,6	91,0	140,0	52,0	5,5	142,0	36,8	0,5	98,1	110,0	179,0	154,0	1204,5
1968	298,6	46,5	86,6	51,7	62,0	33,2	7,3	47,3	13,5	73,2	34,0	118,0	871,9
1969	137,2	70,2	116,0	38,2	14,6	51,4	8,0	15,1	49,3	186,0	190,0	91,2	967,2
1970	170,3	208,0	111,0	46,0	50,7	35,1	14,6	81,9	79,3	67,7	85,2	152,0	1101,8
1971	128,7	192,0	222,1	73,2	57,0	105,0	46,2	16,8	48,2	185,0	31,2	143,0	1248,4
1972	280,7	381,0	109,0	102,0	65,6	10,7	136,0	63,9	124,0	209,0	164,0	136,0	1781,9
1973	195,9	146,0	117,0	61,1	49,9	52,7	64,5	29,1	63,4	92,2	168,0	241,0	1280,8
1974	258,1	83,8	320,0	28,8	7,4	101,0	0,1	4,0	9,8	121,0	72,8	212,0	1218,8
1975	183,5	261,0	56,2	15,1	27,2	3,3	46,4	0,5	50,8	144,0	222,0	145,0	1155
1976	228,9	280,0	132,0	96,6	205,0	83,9	112,0	118,0	190,0	120,0	125,0	141,9	1833,3
1977	293,1	80,5	189,0	124,0	7,5	30,0	9,1	7,3	54,8	64,3	136,6	372,0	1368,2
1978	88,6	79,5	111,0	4,1	157,2	69,8	101,0	0,5	49,1	83,1	322,0	183,0	1248,9
1979	146,6	128,0	89,2	30,3	124,4	0,8	47,1	78,3	143,0	102,0	51,5	159,0	1100,2
1980	173,1	176,0	57,7	112,0	5,4	61,5	18,0	29,6	46,2	66,0	118,0	251,0	1114,5
1981	366,7	137,0	63,8	36,2	13,1	55,1	31,8	4,5	19,8	111,0	198,0	159,6	1196,6
1982	377,9	191,0	149,0	27,1	61,6	188,0	47,9	33,4	19,7	175,0	222,0	259,0	1751,6
1983	285,9	236,0	249,0	152,0	193,0	240,0	30,3	1,3	218,0	158,0	106,0	250,0	2119,5
1984	221,4	29,0	19,1	130,0	100,0	0,2	6,0	88,0	145,0	33,7	167,0	172,0	1111,4
1985	125,4	73,5	238,0	48,8	79,5	7,1	6,8	16,3	90,7	64,2	115,0	83,7	949,0
1986	129,0	218,0	136,0	50,7	105,0	0,0	7,8	123,0	40,4	46,1	135,0	314,0	1305,0
1987	302,8	206,0	82,3	41,5	166,0	205,0	20,2	12,4	47,7	114,0	95,6	196,0	1489,5
1988	126,6	170,0	141,0	113,0	207,0	48,3	0,7	0,0	39,9	171,0	97,9	169,0	1284,4

1989	362,2	171,0	130,0	56,9	28,7	32,8	190,0	23,7	131,0	72,9	135,4	138,0	1472,6
1990	226	82,3	127,7	25,4	38,3	25,5	137,8	50,1	47,7	121,1	105	160,8	1147,7
1991	194,6	268,1	380,2	108,7	83,9	81,3	26,4	34,9	68,1	208,8	79,1	315,4	1849,5
1992	113,6	104,3	288	55,3	67,4	1,7	31,7	19,1	111,4	81,9	113,0	203,9	1191,3
1993	423,0	333,0	73,1	37,8	102,8	69,2	10,6	66,0	187,7	99,2	107,5	127,8	1637,7
1994	297,7	140,4	130,1	89,4	44,1	45,9	36,0	0,0	3,4	71,9	83,3	363,4	1305,6
1995	348,2	383,3	177,7	93,7	90,6	48,3	55,7	5,0	62,5	154,4	87,1	172,1	1678,6
1996	301,9	181,5	184,4	7,5	6,9	40,2	8,5	25,5	121,7	134,4	66,6	178,2	1257,3
1997	457,8	127,6	95,2	56,3	104,2	112,7	13,1	34,3	101,1	75,8	219,6	189,1	1586,8
1998	280,9	181,4	172,1	102,4	90,5	18,7	5,7	65,6	100,5	164,5	93,3	221,4	1497,0
1999	335,6	261,2	89,7	37,5	25,6	76,1	37,5	0,0	81,1	39,1	54,8	124,7	1162,9
2000	249,1	213,7	90,6	3,3	8,4	10,8	72,7	78,7	111,1	69,5	142,3	199,3	1249,5
2001	137,0	248,9	99,3	78,5	78,5	61,0	33,5	26,0	73,0	153,7	94,9	273,9	1358,2
2002	279,7	172,5	168,9	60,4	96,4	0,2	29,7	50,9	52,1	50,2	203,4	122,2	1286,6
2003	446,3	136,3	119,3	75,1	45,7	20,0	22,3	33,1	31,0	57,3	188,4	120	1294,8
2004	427,4	201,6	91,9	65,5	91,5	35,2	80,0	10,8	9,0	112,2	152,8	200,9	147,8
2005	313,3	71,2	129,4	15,9	177,4	38,7	23,9	24,6	67,6	159,6	59,8	139,6	1221,0
2006	287,4	218,4	184,7	18,4	2,1	23,3	83,3	5,7	67,2	73,2	121,9	137,7	1223,3
2007	291,6	110,1	93,4	21,1	57,3	28,9	157,5	0,0	4,9	69,6	134,8	246,8	1216,0
2008	304,6	105,1	133,9	96,2	80,0	37,4	0,5	85,2	51,3	141,8	108,6	216,1	1360,7
2009	339,8	170,3	165,0	55,9	51,0	43,4	192,1	39,5	154,0	94,1	214,1	262,0	1781,2
2010	417,0	46,9	142,1	82,7	30,5	17,9	56,6	1,4	53,5	69,2	92,0	214,8	1224,6
2011	252,1	379,5	118,8	81,8	17,9	56,3	15,2	63,6	1,0	201,6	64,3	130,9	1383,0
2012	294,5	197,5	62,8	140,0	40,0	222,9	83,4	0,0	22,5	92,9	126,3	268,1	1550,9
2013	179,1	130,4	148,6	90,9	49,8	152,3	49,6	1,5	65,6	88,2	110,2	110,8	1177,0
2014	116,1	76,6	118,7	146,0	36,0	14,0	27,4	28,3	90,2	11,0	206,3	236,7	1107,3
2015	143,6	66,9	65,8	5,1	73,3	6,2	124,1	22,5	171,1	101,5	217,5	179,0	1176,6
2016	205,1	141,1	208,4	23,4	126,1	181,3	0,0	67,2	76,2	174,4	75,4	145,8	1424,4
Total	13157,1	8891,1	7290,7	3280,0	3638,6	3042,4	2498,3	1672,9	3912,1	5750,5	6751,2	9965,8	69850,7
MÁX	457,8	383,3	380,2	152,0	207,0	240,0	192,1	123,0	218,0	209,0	322,0	372,0	
MÍN	88,6	29,0	19,1	3,3	2,1	0,0	0,0	0,0	1,0	11,0	31,2	83,7	
MÉD	253,02	170,98	140,21	63,08	69,97	58,51	48,04	32,17	75,23	110,6	129,8	191,7	

Tabela 2 – Dados mensais de precipitação máxima (em mm) de “um dia” coletados da Estação Meteorológica número 83851 do INMet (Sorocaba - SP).

Fonte: Autoria própria, 2019.

O fenômeno atmosférico-oceânico *El Niño*, ocorre devido ao aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical, interferindo, de acordo com a intensidade, no clima regional e global, ocasionando mudanças nos padrões

de vento, responsáveis pelas alterações nos regimes de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias (SIFUENTES; SILVA; MARITNES, 2016). O quadro 1 mostra as ocorrências do *El Niño* em 16 anos, anos com total de precipitação maior ou igual a 1500 mm.

1965-1966	1968-1970	1972-1973	1976-1977	1977-1978	1979-1980	1982-1983	1986-1988
1990-1993	1994-1995	1997-1998	2002-2003	2004-2005	2006-2007	2009-2010	2012-2016

Quadro 1 – Anos de ocorrências dos El Niños nas séries históricas estudadas.

Fonte: Autoria própria, 2019.

A tabela 2 evidencia que os anos com maiores volumes de precipitação acumulados coincidem com os eventos de maior intensidade do *El Niño* (Quadro 1), em destaque o do biênio 82-83. O estudo de Franceschini (2016) faz alusão a relação entre a precipitação e o fenômeno *El Niño*. É possível verificar que, não só a ocorrência do fenômeno, mas também sua intensidade, interferem diretamente nas precipitações máximas de Sorocaba-SP.

Castilho e Peixoto (2016), levantaram as ocorrências dos principais desastres naturais ocorridos no município de Sorocaba, entre 2001 e 2015. Nesse período, conforme quadro 1, o fenômeno *El Niño* esteve presente 12 vezes. Essas ocorrências são apresentadas na figura 1.

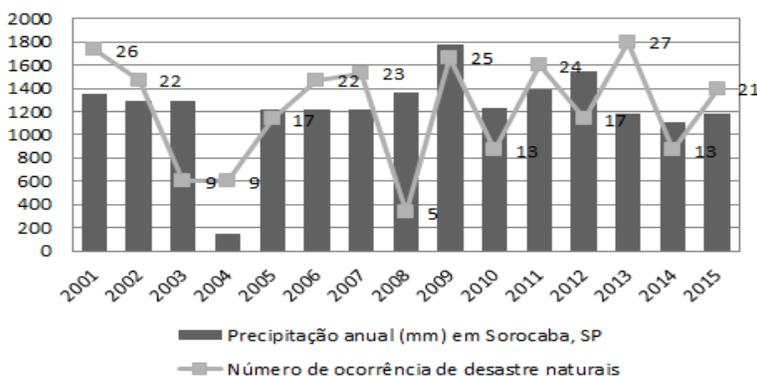


Figura 1 – Número de ocorrências dos principais desastres naturais no município de Sorocaba entre 2001 e 2015.

Fonte: CASTILHO; PEIXOTO Adaptado, 2016.

Segundo o Banco de Dados de Desastres Naturais (IPMet–UNESP, s.d),

no período de 1667 a 2016 foram registrados pela Defesa Civil de Sorocaba 125 ocorrências dos principais desastres naturais, com destaque para: alagamentos (AL), inundação gradual (IN), enchentes (EM), deslizamentos de terra (DT), erosão (ER), transbordamento de rios e córregos (TRC) e danos a pontes (DP). Na figura 2, a porcentagem desses desastres naturais registrados no banco de dados IPMet para o município de Sorocaba entre 1967 a 2016.

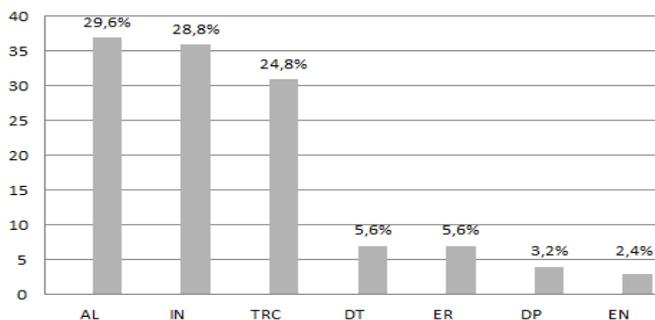


Figura 2 – Porcentagem de cada um dos desastres naturais registrados no banco de dados IPMet para o município de Sorocaba entre 1967 a 2016.

Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com a Defesa Civil de Sorocaba, no dia 25 de janeiro de 2004 ocorreram sérios danos devido as fortes chuvas. Foram registradas nove ocorrências na região de Sorocaba, com 1.270 vítimas desabrigadas ou desalojadas e duas vítimas fatais. Na cidade, as fortes chuvas provocaram transbordamento de rios e córregos, inundações graduais, alagamentos e danos em imóveis, de rachaduras a desabamentos, deixando 160 desabrigados (IPMet – UNESP, s.d.).

A tabela 2 possibilita estimar a disponibilidade hídrica de Sorocaba, considerando o total precipitado de 69850,7 mm de lâmina de água por metro quadrado de área, que equivale a 69850,7 litros por metro quadrado. Desse total devem ser considerados o volume do escoamento superficial, a infiltração no solo e os efeitos evaporativos. Nas tabelas 3 e 4 são apresentados os valores totais anuais das chuvas máximas, de “um dia”, obtidos na Estação 83851 INMet e 24h, respectivamente, bem como as médias, os desvios padrões e as variações em cada ano.

Ano	Totais	Média	DPP	C.V.	VAR	Ano	Totais	Média	DPP	C.V.	VAR
1965	1785,3	148,8	96,5	0,6	9313,2	1991	1849,5	154,1	112,0	0,7	12549,4
1966	1062,1	88,5	69,9	0,8	4883,5	1992	1191,3	99,3	76,9	0,8	5908,0
1967	1204,5	100,4	62,6	0,6	3914,3	1993	1637,7	136,5	117,6	0,9	13822,6
1968	871,9	72,7	74,2	1,0	5500,3	1994	1305,6	108,8	108,3	1,0	11727,8
1969	967,2	80,6	61,4	0,8	3775,2	1995	1678,6	139,9	112,7	0,8	12694,2
1970	1101,8	91,8	55,9	0,6	3124,8	1996	1257,3	104,8	90,3	0,9	8155,3
1971	1248,4	104,0	66,4	0,6	4408,4	1997	1586,8	132,2	113,0	0,9	12760,4
1972	1781,9	148,5	97,1	0,7	9423,9	1998	1497,0	124,8	78,0	0,6	6076,9
1973	1280,8	106,7	64,2	0,6	4125,9	1999	1162,9	96,9	96,7	1,0	9343,5
1974	1218,8	101,6	103,4	1,0	10694,2	2000	1249,5	104,1	78,9	0,8	6220,2
1975	1155,0	96,3	86,9	0,9	7545,0	2001	1358,2	113,2	75,1	0,7	5639,9
1976	1833,3	152,8	57,2	0,4	3271,8	2002	1286,6	107,2	79,9	0,7	6377,0
1977	1368,2	114,0	112,8	1,0	12730,1	2003	1294,8	107,9	114,1	1,1	13012,1
1978	1248,9	104,1	83,1	0,8	6900,3	2004	1478,8	123,2	110,4	0,9	12193,2
1979	1100,2	91,7	48,7	0,5	2374,3	2005	1221,0	101,8	83,3	0,8	6936,5
1980	1114,5	92,9	71,7	0,8	5144,2	2006	1223,3	101,9	87,2	0,9	7604,9
1981	1196,6	99,7	100,4	1,0	10077,2	2007	1216,0	101,3	89,4	0,9	7997,9
1982	1751,6	146,0	106,6	0,7	11373,0	2008	1360,7	113,4	78,0	0,7	6084,1
1983	2119,5	176,6	86,7	0,5	7514,7	2009	1781,2	148,4	91,5	0,6	8368,9
1984	1111,4	92,6	71,6	0,8	5133,6	2010	1224,6	102,1	109,9	1,1	12071,7
1985	949,0	79,1	60,8	0,8	3697,0	2011	1383,0	115,3	107,5	0,9	11555,6
1986	1305,0	108,8	86,7	0,8	7508,8	2012	1550,9	129,2	93,1	0,7	8670,4
1987	1489,5	124,1	86,9	0,7	7558,7	2013	1177,0	98,1	48,8	0,5	2385,2
1988	1284,4	107,0	67,2	0,6	4522,1	2014	1107,3	92,3	72,1	0,8	5205,3
1989	1472,6	122,7	90,5	0,7	8189,1	2015	1176,6	98,1	67,3	0,7	4527,5
1990	1147,7	95,6	59,5	0,6	3539,3	2016	1424,4	118,7	66,7	0,6	4444,0

Tabela 3 – Totais anuais das chuvas máximas de “um dia” do município de Sorocaba-SP e respectivas estatísticas.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Ano	Totais	Média	DPP	C.V.	VAR	Ano	Totais	Média	DPP	C.V.	VAR
1965	2035,2	169,6	110,0	0,65	12103,4	1991	2108,4	175,7	127,7	0,73	16309,2
1966	1210,8	100,9	79,7	0,79	6346,5	1992	1358,1	113,2	87,6	0,77	7678,1
1967	1373,1	114,4	71,3	0,62	5087,1	1993	1867,0	155,6	134,0	0,86	17963,9
1968	994,0	82,8	84,5	1,02	7148,1	1994	1488,4	124,0	123,5	1,00	15241,5
1969	1102,6	91,9	70,0	0,76	4906,2	1995	1913,6	159,5	128,4	0,81	16497,4
1970	1256,1	104,7	63,7	0,61	4061,0	1996	1433,3	119,4	102,9	0,86	10598,6
1971	1423,2	118,6	75,7	0,64	5729,1	1997	1809,0	150,7	128,8	0,85	16583,4
1972	2031,4	169,3	110,7	0,65	12247,3	1998	1706,6	142,2	88,9	0,62	7897,6
1973	1460,1	121,7	73,2	0,60	5362,0	1999	1325,7	110,5	110,2	1,00	12142,9
1974	1389,4	115,8	117,9	1,02	13898,2	2000	1424,4	118,7	89,9	0,76	8083,8
1975	1316,7	109,7	99,0	0,90	9805,5	2001	1548,3	129,0	85,6	0,66	7329,6
1976	2090,0	174,2	65,2	0,37	4252,0	2002	1466,7	122,2	91,0	0,74	8287,5
1977	1559,7	130,0	128,6	0,99	16544,0	2003	1476,1	123,0	130,0	1,06	16910,5
1978	1423,7	118,6	94,7	0,80	8967,6	2004	1685,8	140,5	125,9	0,90	15846,3
1979	1254,2	104,5	55,5	0,53	3085,7	2005	1391,9	116,0	94,9	0,82	9014,6
1980	1270,5	105,9	81,8	0,77	6685,4	2006	1394,6	116,2	99,4	0,86	9883,3
1981	1364,1	113,7	114,4	1,01	13096,3	2007	1386,2	115,5	102,0	0,88	10394,0
1982	1996,8	166,4	121,6	0,73	14780,4	2008	1551,2	129,3	88,9	0,69	7906,9
1983	2416,2	201,4	98,8	0,49	9766,1	2009	2030,6	169,2	104,3	0,62	10876,3
1984	1267,0	105,6	81,7	0,77	6671,6	2010	1396,0	116,3	125,3	1,08	15688,3
1985	1081,9	90,2	69,3	0,77	4804,6	2011	1576,6	131,4	122,5	0,93	15017,7
1986	1487,7	124,0	98,8	0,80	9758,5	2012	1768,0	147,3	106,2	0,72	11268,1
1987	1698,0	141,5	99,1	0,70	9823,3	2013	1341,8	111,8	55,7	0,50	3099,8
1988	1464,2	122,0	76,7	0,63	5876,9	2014	1262,3	105,2	82,2	0,78	6764,8
1989	1678,8	139,9	103,2	0,74	10642,5	2015	1341,3	111,8	76,7	0,69	5883,9
1990	1308,4	109,0	67,8	0,62	4599,7	2016	1623,8	135,3	76,0	0,56	5775,5

Tabela 4 – Totais anuais das chuvas máximas de 24h do município de Sorocaba-SP e respectivas estatísticas.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Para a série de 52 anos de precipitações máximas mensais, o maior valor (457,8 mm) ocorreu em janeiro de 1997. Os resumos das precipitações máximas mensais das séries históricas de 52 anos, de “um dia” e de “24h” estão expressos,

respectivamente, nas tabelas 5 e 6.

52 anos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Totais	13157,1	8891,1	7290,7	3280,0	3638,6	3042,4	2498,3	1672,9	3912,1	5750,5	6751,2	9965,8
Médias	253,02	170,98	140,21	63,08	69,97	58,51	48,04	32,17	75,23	110,59	129,83	191,65
DP	95,8	87,0	68,98	39,1	52,9	60,1	47,9	31,6	50,7	49,4	59,67	65,16
Max	457,8	383,3	380,2	152,0	207,0	240,0	192,1	123,0	218,0	209,0	322,0	372,0
Min	88,6	29,0	19,1	3,3	2,1	0,0	0,0	0,0	1,0	11,0	31,2	83,7
C.V.	0,38	0,51	0,49	0,62	0,76	1,03	1,00	0,98	0,67	0,45	0,46	0,34
VAR	9178,6	7576,2	4757,8	1529,4	2798,3	3607,6	2299,1	1000,0	2567,9	2439,5	3560,9	4245,6

Tabela 5 – Resumo dos totais mensais na série de 52 anos das chuvas máximas de “um dia” do município de Sorocaba-SP e respectivas estatísticas.

Fonte: Autoria própria, 2018.

52 anos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Totais	14999,1	10135,9	8311,4	3739,2	4148,0	3468,1	2848,1	1907,1	4459,8	6555,6	7696,4	11361,0
Médias	288,44	194,92	159,83	71,91	79,77	66,70	54,77	36,68	85,77	126,07	148,01	218,48
DP	109,22	99,23	78,63	44,58	60,31	68,47	54,66	36,05	57,77	56,31	68,03	74,28
Max	521,9	437,0	433,4	173,3	236,0	273,6	219,0	140,2	248,5	238,3	367,1	424,1
Min	101,0	33,1	21,8	3,8	2,4	0,0	0,0	0,0	1,1	12,5	35,6	95,4
C.V.	0,38	0,51	0,49	0,62	0,76	1,03	1,00	0,98	0,67	0,45	0,46	0,34
VAR	11928,6	9846,1	6183,2	1987,6	3636,7	4688,5	2987,9	1299,7	3337,2	3170,4	4627,8	5517,6

Tabela 6 - Resumo dos totais mensais na série de 52 anos das chuvas máximas de 24h e respectivas estatísticas do município de Sorocaba-SP.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Pela tabela 5 fica evidente que o maior valor acumulado (13.157,1 mm) ocorreu no mês de janeiro e o menor (1.672,9 mm) em agosto. O gráfico dos acumulados das precipitações máximas das séries históricas de 52 anos pode ser visualizado na figura 3. Observa-se que os maiores volumes de precipitações acumuladas ocorreram no ano de 1983 e, em 1968, os menores.

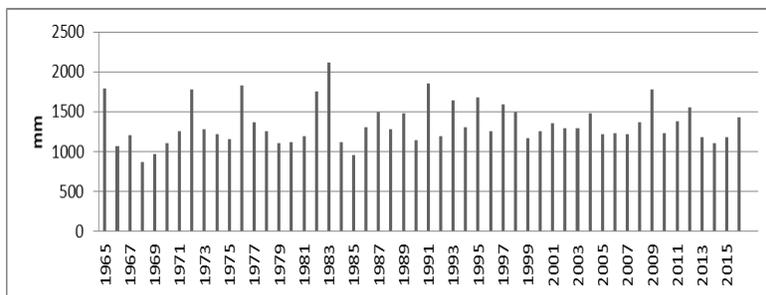


Figura 3 – Acumulados anuais de precipitação máxima de “um dia” em Sorocaba (1965 a 2016) – Estação 83851 INMet.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os parâmetros α e β obtidos para cada mês das séries históricas de 52 anos são apresentados na tabela 7, bem como as chuvas máximas de 24 horas, estimadas nos períodos de retorno de 5, 10 e 15 anos.

MÊS	B	A	I (T _{5 anos})	I (T _{10 anos})	I (T _{15 anos})
JAN	85,16	239,29	367,03	430,89	467,00
FEV	77,37	150,26	266,31	324,34	357,14
MAR	61,31	124,45	216,41	262,39	288,39
ABR	34,76	51,84	103,98	130,06	144,79
MAI	47,02	52,63	123,16	158,42	178,36
JUN	53,39	35,88	115,96	156,01	178,64
JUL	42,62	30,17	94,10	126,06	144,13
AGO	28,11	20,45	62,61	83,69	95,61
SET	45,04	59,77	127,33	161,11	180,21
OUT	43,90	100,73	166,58	199,51	218,12
NOV	53,04	117,39	196,95	236,73	259,22
DEZ	57,92	185,05	271,93	315,36	339,92

Tabela 7 – Valores de α e β , em mm h^{-1} , para a estimativa do tempo de retorno de precipitações de intensidades máximas.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Observa-se a alta variabilidade e a forte assimetria positiva em todos os meses. Essa assimetria e os histogramas mensais das classes de frequências dos máximos precipitados, em 24h, na série de 52 anos no Município de Sorocaba podem ser observados nas figuras de 4 a 15.

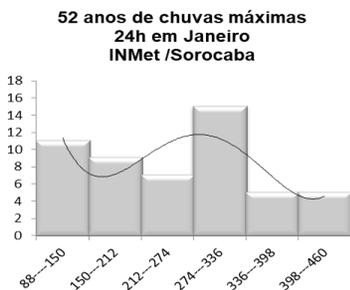


Figura 4 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - janeiro.

Fonte: Autoria própria, 2019.

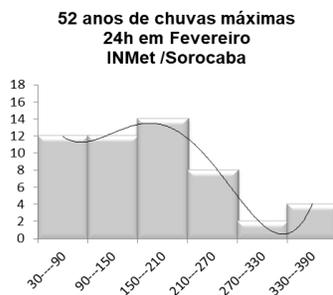


Figura 5 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - fevereiro.

Fonte: Autoria própria, 2019.

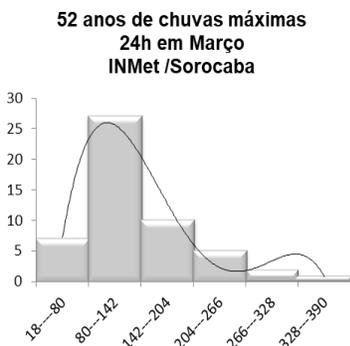


Figura 6 - Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - março.

Fonte: Autoria própria, 2019.

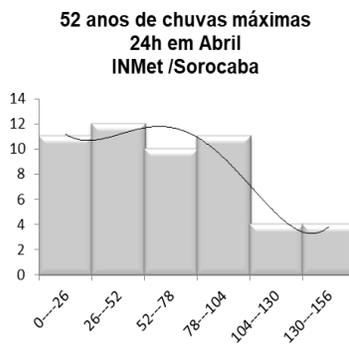


Figura 7 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - abril.

Fonte: Autoria própria, 2019.

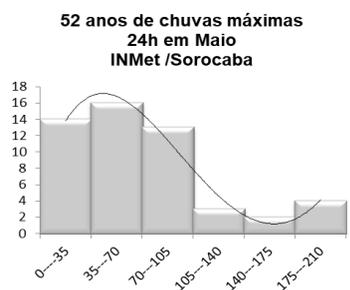


Figura 8 - Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - maio.

Fonte: Autoria própria, 2019.

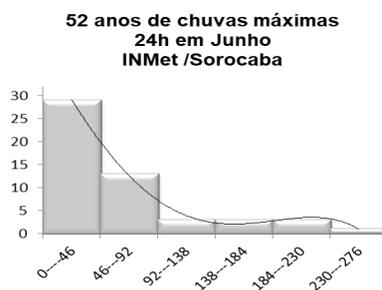


Figura 9 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - junho.

Fonte: Autoria própria, 2019.



Figura 10 - Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - julho.

Fonte: Autoria própria, 2019.

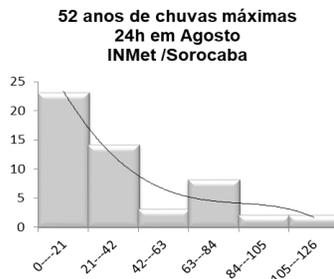


Figura 11 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - agosto.

Fonte: Autoria própria, 2019.

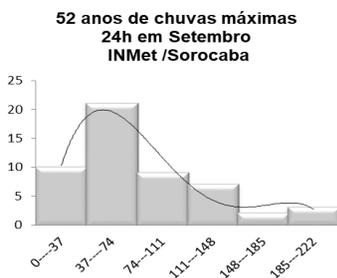


Figura 12 - Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - setembro.

Fonte: Autoria própria, 2019.

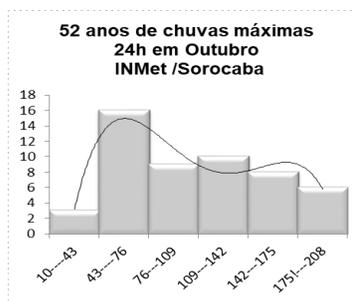


Figura 13 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - outubro.

Fonte: Autoria própria, 2019.

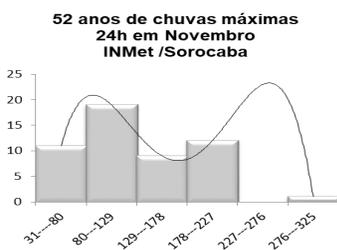


Figura 14 - Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - novembro.

Fonte: Autoria própria, 2019.

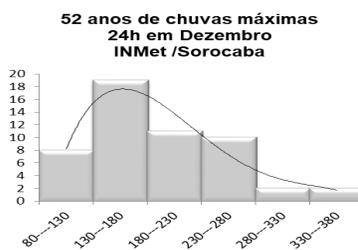


Figura 15 – Histograma de chuvas máximas de 24h da série histórica - dezembro.

Fonte: Autoria própria, 2019.

Na figura 16 são apresentadas as frequências absolutas esperadas a partir da distribuição de Gumbel (1958).

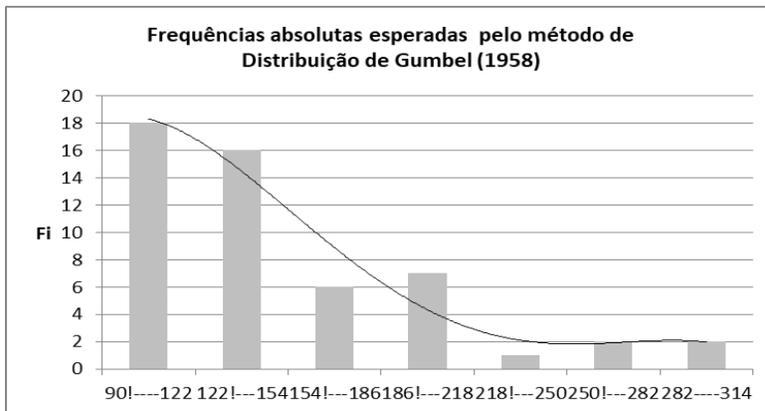


Figura 16 – Frequências absolutas esperadas. Método de distribuição de Gumbel (1958).

Fonte: Autoria própria, 2019.

O teste de Kolmogorov – Smirnov (S-K) foi feito para o nível de significância $\alpha = 0,05$, obtendo-se o maior D crítico da diferença entre os valores observados e os esperados, igual a 0,103. Usando a tabela de Dmax para alfa = 0,05, proposta por Birnbaum (1952), considerou-se a hipótese nula, de que as distribuições testadas provinham da mesma amostra e ajustavam-se bem à distribuição de probabilidade sugerida por Gumbel. A figura 17 mostra o comportamento das diferenças entre os valores das probabilidades observadas e esperadas. A linha pontilhada representa os dados esperados e a linha contínua os observados.

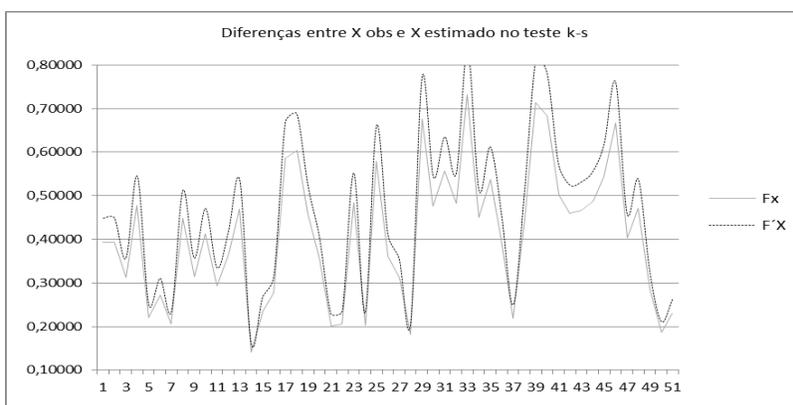


Figura 17 – Diferenças entre os valores das probabilidades observadas e esperadas.

Fonte: Autoria própria, 2019.

5 | CONCLUSÃO

Embora este estudo tenha tratado de 52 anos de dados de precipitação pluviométrica máxima mensal de apenas uma estação meteorológica, é possível afirmar, com base nos resultados obtidos, que Sorocaba tem estatisticamente, elevados níveis de precipitação de intensidade máxima em 24h, com dois períodos bem distintos; os maiores níveis de outubro a março e os menores de abril a setembro. Assim, as equações obtidas poderão auxiliar os engenheiros administrativos no cálculo de vão de pontes, canais de escoamento, bueiros, barragens de contenção de encostas, e de modo geral em drenagem urbana e rural. Além disso, o acompanhamento da série histórica de precipitação máxima no município é uma importante fonte para compreender o comportamento das chuvas intensas e definir as diretrizes dos planos de emergência durante os períodos de fortes chuvas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Márcio Costa; TONELLO, Kelly Cristina. **Disponibilidade e demanda hídrica na bacia do rio Sorocaba, Brasil**: um alerta à gestão dos recursos hídricos. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p.209-232, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330139785_DISPONIBILIDADE_E_DEMANDA_HIDRICA_NA_BACIA_DO_RIO_SOROCABA_SP_UM_ALERTA_A_GESTAO_DOS_RECURSOS_HIDRICOS>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia**: teoria e prática. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1996. 161 p.
- CAMPOS, Alcinei Ribeiro et al. **Equações de intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado do Piauí**. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p.488-498, jun. 2014. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3184>>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- CARDOSO, C. O.; ULLMANN, M. N.; BERTOL, I. **Análise das chuvas intensas a partir da desagregação das chuvas diárias de Lages e de Campos Novos (SC)**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.1, p.131-140, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06831998000100018&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 02 dez. 2018.
- CASTILHO, Tayane Westemann Lopes; PEIXOTO, Anna Sílvia Palcheco. **Análise do Banco de Dados de Desastres Naturais (IPMet) comparado à Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (IPT)**. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 18., 2016, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte: ABMS, 2016. 9 p. Disponível em: <https://www.academia.edu/31802769/An%C3%A1lise_do_Banco_de_Dados_de_Desastres_Naturais_IPMet_comparado_%C3%A0_Carta_Geot%C3%A9cnica_do_Estado_de_S%C3%A3o_Paulo_IPT> Acesso em: 27 fev. 2019.
- DINIZ, Carlos; LOUZADA, Francisco. **Métodos Estatísticos para Análise de Dados de Crédito**. In: Brazilian Conference on Statistical Modelling in Insurance and Finance, 6., 2013, Maresias, SP. **Anais...** Maresias: BICSMIF, 2013. 129 p. Disponível em: <http://www.mwstat.com/franciscoulouzada/Books_files/Livro_BICSMIF%202013-TamanhoReduzido.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banco de dados climáticos do Brasil**. 2003. Disponível em: <www.bdclima.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 20 nov. 2018.

FERREIRA, J. C.; DANIEL, L. A.; LOMBARDI NETO, F. **Mapas mensais de precipitação máxima e erosividade para o Estado de São Paulo de interesse à Engenharia**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

FRANCESCHINI, Andréa Teixeira de Lima. **Variabilidade Temporal e Espacial da Precipitação Incidente Sobre a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Sorocaba e Médio Tietê e Anomalias**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2016. 99p.

GUMBEL, E. J. *Statistics of extremes*. Columbia: Comlumbia University, 1958. 357 p.

GUMBEL, E. J. **Statistics of Extremes**. Columbia University Press., 1958. 375p.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Relatório da Operação dos Planos Preventivos de Defesa Civil – PPDC: Operação Verão 2016-2017**. 2017. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/files/2017/11/RELAT_PPDC_2016-2017_FINAL.pdf> Acesso em: 20 fev. 2019.

IPMet-UNESP. Instituto de Pesquisas Meteorológicas. **Banco de Dados de Desastres Naturais**. S.D. Disponível em: <<https://www.ipmet.unesp.br/2desastres.php>> Acesso em: 05 mar. 2019.

KITE, G. W. **Frequency and risk analysis in hydrology water resources**. 3. ed. [S.l.; s.n.], 1985. 233 p.

MASTER – Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (Brasil). **Zona de Convergência do Atlântico Sul**. s.d. Disponível em: <<http://master.iag.usp.br/pr/ensino/sinotica/aula14/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

OCCHIPINTI, A. G.; SANTOS, P. M. **Relações entre as precipitações máximas de “um dia” e de “24 horas” na cidade de São Paulo**. São Paulo: IAG/USP, 1966. 10 p.

OLIVEIRA, Anabela et al. **Plataforma interativa e integradora para gestão do risco de inundação costeira**. Recursos Hídricos: Journal of Water Resources, v. 39, n. 1, p.31-42, mar. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324739269_Plataforma_interativa_e_integradora_para_gestao_do_risco_de_inundacao_costeira>. Acesso em: 30 out. 2018.

PREFEITURA DE SOROCABA. **Plano Verão 2014/2015: Plano Preventivo e de Contingência da Defesa Civil (PPDC)**. 2014. Disponível em: <<https://www.preventionweb.net/applications/.../7023829f14af8d1c2b401480d89180d8>>. Acesso em: 30 out. 2018.

PREFEITURA DE SOROCABA. **Prefeitura lança o Plano Verão 2018/2019 de Sorocaba**. 2018. Disponível em: <<http://agencia.sorocaba.sp.gov.br/prefeitura-lanca-o-plano-verao-20182019-de-sorocaba/>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

SIFUENTES, Felipe Barros; SILVA, Edelci Nunes da; MARITNES, Marcos Roberto. **Reflexos do El Niño de 1997/1998 nos índices pluviométricos da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tiête**. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 12., 2016, Goiânia, GO. Anais... Goiânia: UFG, 2016. 12 p. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/35895006-Reflexos-do-el-nino-de-1997-1998-nos-indices-pluviometricos-da-bacia-do-rio-sorocaba-e-medio-tiete.html>> Acesso em: 26 fev. 2019.

SILVA, Alexandre Marco da. **Potencial Natural de Erosão no Município de Sorocaba, São Paulo, Brasil**. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, Puerto Rico, v. 8, n. 5, p.5-14, jan. 2008. Disponível em: <https://www.scipedia.com/public/Silva_2008a>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SILVA, Demetrius D. da et al. **Chuvas intensas no Estado da Bahia**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. [online]. 2002, vol.6, n.2, p. 362-367. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662002000200030&script=sci_abstract&tIng=pt> Acesso em: 20 nov. 2018.

TOMAZ, Plínio. **Distribuição de Gumbel e Log-Pearson III**. In: TOMAZ, Plínio. **Curso de Manejo de Águas Pluviais**. Livro Eletrônico: Plínio Tomaz, 2010. Cap. 195. 1800 p. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_calculoshidraulicos/capitulo151.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 58, 71, 73, 84, 91, 92

Água 2, 3, 4, 6, 13, 16, 18, 23, 34, 36, 39, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 98, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 112, 113

Água bruta 73

Água doce 3, 51, 53, 58

Água do mar 65, 66, 67

Água potável 36, 58, 63, 65, 67, 71, 72, 74, 83, 88

Águas cinza 94

Águas negras 93, 94, 95, 97, 101

Águas subterrâneas 43, 44, 45, 47, 49

Amostras 49, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 68, 89, 110, 112, 113

Aumento populacional 87

B

Bactérias 34, 42, 65, 96, 103, 108

C

Chuva 3, 4, 16, 17, 18, 19, 66, 67

Condutividade elétrica 43, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61

Consumo humano 48, 58, 62, 64, 65, 68, 69, 72, 73, 84, 85

D

Dureza total 57, 58, 59, 63

E

Educação ambiental 93, 95, 99, 100, 101, 116

Efluente 37, 93, 94, 96

Esgoto 34, 36, 37, 40, 42, 93, 94, 95, 101, 103, 116

Esgotos domiciliares 94

Estação de tratamento de água 71, 73, 74, 84, 85

Estação de tratamento de esgoto 116

F

Fungos 108, 112, 113, 114

G

Glicerina 104, 105

Gorduras 103, 104, 105, 106, 114

H

Hidrômetro 88, 90, 91

I

Impactos ambientais 36, 42, 102, 113

Íons cloretos 57, 58, 68

L

Lagos 3, 36

Lixiviação 47

M

Macromedição 88

Meio ambiente 3, 35, 36, 37, 39, 42, 47, 55, 68, 84, 87, 93, 99, 101, 102, 103, 112

Micromedição 88, 90

Município 1, 2, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 33, 37, 41, 42, 57, 58, 63, 67, 68, 69, 71, 73, 75, 85, 88, 89, 91

O

Óleos 103, 104, 105, 106, 114

P

Potencial hidrogeniônico 58, 59, 64, 108, 109

Precipitação pluviométrica 1, 2, 4, 9, 15, 16, 31, 45

R

Recurso natural 58

Recursos hídricos 3, 4, 15, 17, 31, 32, 47, 48, 55, 84, 87

Resíduos sólidos 34, 36, 39, 41, 53, 99

Rios 23, 36, 54, 65, 67

S

Sabão 63, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Salinidade 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 69

Saneamento 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 58, 64, 69, 84, 92, 94, 101

Saponificação 102, 103, 104, 105, 114

Saúde populacional 38

Semiárido 4, 14, 43, 44, 45, 47, 52, 55

Sistemas de mananciais 58

Sólidos totais dissolvidos 57, 58, 59, 61, 62

T

Tanque de evapotranspiração 93, 101

Tratamento de esgoto 36, 40, 94, 95, 101, 116

Turbidez 47, 57, 58, 59, 62, 63, 69

TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E ÁGUAS RESIDUÁRIAS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E ÁGUAS RESIDUÁRIAS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 