

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 4**



Helenton Carlos da Silva

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

4

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 4 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-668-3 DOI 10.22533/at.ed.683192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 48 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
QUALIDADE DA ÁGUA E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO	
Karina Ribeiro da Silva Maria Hortência Rodrigues Lima Thiago Herbert Santos Oliveira Wendel de Melo Massaranduba Weslei Almeida Santos Antenor de Oliveira Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.6831927091	
CAPÍTULO 2	10
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE CULTIVARES DE CAMARÃO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO	
Gustavo Andrade Araujo Oliveira Igor Santos Silva José Augusto Oliveira Junior Cristiane da Cunha Nascimento Marcos Vinicius Teles Gomes Carlos Alexandre Borges Garcia Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.6831927092	
CAPÍTULO 3	18
ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA NO SOLO, PEDRINHAS-SE	
Thassio Monteiro Menezes da Silva Frankilin Santos Modesto Camila Conceição dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.6831927093	
CAPÍTULO 4	24
SALINIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO CARIRA: UMA AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA USANDO RAZÕES IÔNICAS	
Eveline Leal da Silva Adnivia Santos Costa Monteiro Lucas Cruz Fonseca Lúcia Calumby Barreto Macedo José do Patrocínio Hora Alves	
DOI 10.22533/at.ed.6831927094	
CAPÍTULO 5	31
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO AMORTECIMENTO DE ONDAS EM RESERVATÓRIO DE BARRAGENS	
Adriana Silveira Vieira Germano de Oliveira Mattosinho Geraldo de Freitas Maciel,	
DOI 10.22533/at.ed.6831927095	

CAPÍTULO 6	40
AVALIAÇÃO DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS EM PERNAMBUCO	
Edmilton Queiroz de Sousa Júnior	
Eronildo Luiz da Silva Filho	
José Almir Cirilo	
Luciano Barbosa Lira	
Thaise Suanne Guimarães Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.6831927096	
CAPÍTULO 7	49
PANORAMA DE RISCOS DAS BARRAGENS NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL	
Jean Henrique Menezes Nascimento	
Pedro Henrique Carvalho de Azevedo	
Allana Karla Costa Alves	
Lucivaldo de Jesus Teixeira	
Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6831927097	
CAPÍTULO 8	58
OS REFLEXOS DA ATUAL CRISE HÍDRICA NA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA – CAGEPA: AÇÕES PARA REDUÇÃO DE PERDAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE CAMPINA GRANDE	
Ronaldo Amâncio Meneses	
José Augusto de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6831927098	
CAPÍTULO 9	68
MONITORAMENTO DE SECAS NO NORDESTE DO BRASIL	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.6831927099	
CAPÍTULO 10	77
SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE DIÂMETROS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
Andréa Monteiro Machado	
Leonardo Pereira Lapa	
Paulo Eduardo Silva Martins	
Nayára Bezerra Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.68319270910	
CAPÍTULO 11	84
DEFINIÇÕES E CONCEITOS RELATIVOS À LMEO E À DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTES COM FUNÇÃO HÍDRICA À LUZ DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
Sandra Regina Afonso	
Márcio Antônio Sousa da Rocha Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.68319270911	

CAPÍTULO 12	94
DINÂMICA DA UMIDADE E SALINIDADE EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	
Liliane da Cruz Pinheiro Abelardo Antônio Assunção Montenegro Adriana Guedes Magalhães Thayná Alice Brito Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.68319270912	
CAPÍTULO 13	104
URBANIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PAISAGENS HÍDRICAS EM JUIZ DE FORA/ MG – 1883/1893	
Pedro José de Oliveira Machado Flávio Augusto Sousa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.68319270913	
CAPÍTULO 14	116
(IN)SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DE ÁGUA DOCE NO BAIXO SÃO FRANCISCO EM SERGIPE/ALAGOAS/BRASIL	
Sergio Silva de Araujo Gregório Guirado Faccioli Antenor de Oliveira Aguiar Netto	
DOI 10.22533/at.ed.68319270914	
CAPÍTULO 15	133
IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DO COMPORTAMENTO DA CLOROFILA-A EM UM SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR A PARTIR DE IMAGENS MODIS	
Regina Camara Lins Jean-Michel Martinez David M. L. da Motta Marques José Almir Cirilo Carlos Ruberto Fragoso Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.68319270915	
CAPÍTULO 16	146
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SUBMETIDO A USOS AGRÍCOLAS DISTINTOS	
Wallace Melo dos Santos Wendel de Melo Massaranduba Dayanara Mendonça Santos Thiago Herbert Santos Oliveira Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas Marcus Aurélio Soares Cruz Maria Isidória Silva Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.68319270916	

CAPÍTULO 17 157

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE MICROCRISTAIS DE B-AG₂MOO₄ PARA DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS

Giancarlo da Silva Sousa
Francisco Xavier Nobre
Edgar Alves Araújo Júnior
Marcel Leiner de Sá
Jairo dos Santos Trindade
Maria Rita de Moraes Chaves Santos
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.68319270917

CAPÍTULO 18 169

UTILIZAÇÃO DE JUNTA TRAVADA COMO ALTERNATIVA EM SUBSTITUIÇÃO A ANCORAGENS CONVENCIONAIS NA ADUTORA DE SERRO AZUL EM PERNAMBUCO, EM PROL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Nyadja Menezes Rodrigues Ramos
Glécio Francisco Silva

DOI 10.22533/at.ed.68319270918

CAPÍTULO 19 179

COMPOSIÇÃO SAZONAL DE JUVENIS DO CAMARÃO-ROSA *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO

Thayanne Cristine Caetano de Carvalho
Alex Ribeiro dos Reis
Alvaro José Reis Ramos
Antônio Sérgio Silva de Carvalho
Glauber David Almeida Palheta
Nuno Filipe Alves Correia de Melo

DOI 10.22533/at.ed.68319270919

CAPÍTULO 20 191

FOTODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO (2,4-D) A PARTIR DE NANOESTRUTURAS DE TITÂNIO MODIFICADAS COM ESTANHO

Ludyane Nascimento Costa
José Milton Elias de Matos
Aline Aparecida Carvalho França
Marcel Leiner de Sá

DOI 10.22533/at.ed.68319270920

CAPÍTULO 21 202

PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) COM ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Elvis Pantaleão Ferreira
Victorio Birchler Tonini
Marcelino Krause Ianke
Lillya Mattedi
Adrielli Ramos Locatelli
Rodrigo Junior Nandorf
Pablo Becalli Pacheco

DOI 10.22533/at.ed.68319270921

CAPÍTULO 22	209
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE METAIS DE ÁGUAS CONTAMINADAS POR UM LIXÃO DESATIVADO EM CRUSTÁCEOS DA ESPÉCIE <i>Aegla jarai</i>	
Vitor Rodolfo Becegato	
Indianara Fernanda Barcarolli	
Valter Antonio Becegato	
Darluci Picolli	
Flávia Corrêa Ramos	
Alexandre Tadeu Paulino	
DOI 10.22533/at.ed.68319270922	
CAPÍTULO 23	230
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS E CONCENTRAÇÃO DE FERRO EM ÁREAS RURAIS COM INTENSA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC	
Daniely Neckel Rosini	
Valter Antonio Becegato	
Pâmela Becali Vilela	
Amanda Dalalibera	
Jordana dos Anjos Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.68319270923	
CAPÍTULO 24	244
DESSALINIZAÇÃO MARINHA E SUAS PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA	
Camila Santiago Martins Bernardini	
Carlos de Araújo Farrapeira Neto	
Fernando José Araújo da Silva	
Ingrid Fernandes de Oliveira Alencar	
Raquel Jucá de Moraes Sales	
Luciana de Souza Toniolli	
Leonardo Schramm Feitosa	
DOI 10.22533/at.ed.68319270924	
SOBRE O ORGANIZADOR	254
ÍNDICE REMISSIVO	255

PANORAMA DE RISCOS DAS BARRAGENS NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL

Jean Henrique Menezes Nascimento

Universidade Federal de Sergipe (UFS),
Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)
São Cristóvão - Sergipe

Pedro Henrique Carvalho de Azevedo

Universidade Federal de Sergipe (UFS),
Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)
São Cristóvão - Sergipe

Allana Karla Costa Alves

Universidade Federal de Sergipe (UFS),
Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)
São Cristóvão - Sergipe

Lucivaldo de Jesus Teixeira

Universidade Federal de Sergipe (UFS),
Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)
São Cristóvão - Sergipe

Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida

Universidade do Estado da Bahia (UNEB),
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
(DTCH)
Juazeiro - Bahia

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo fornecer um panorama da atual situação acerca das barragens do estado de Sergipe, Nordeste do Brasil. Foi realizada a análise dos dados presentes no Relatório de Segurança de Barragens publicado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) referente ao ano de 2017. O interesse

pelo tema surgiu devido aos rompimentos de barragens que ocorreram recentemente no Brasil. O conteúdo deste estudo denota uma coleção dos aspectos atuais da situação das barragens atrelado ao nível de riscos envolvidos em suas condições. Foram identificados, na literatura técnica, dados capazes de referenciar suas principais aplicações, quanto ao uso, o tipo de material, o tipo de risco e dano associado, a fim de mensurar as condições de cada barragem do estado.

PALAVRAS-CHAVE: Rompimento, Categoria de Risco, Dano Potencial Associado, Plano de Ação de Emergência.

RISK PANORAMA OF THE DAMS IN THE STATE OF SERGIPE, NORTHEAST OF BRAZIL

ABSTRACT: The present work aimed to provide an overview of the current situation regarding the dams in the state of Sergipe, Northeast of Brazil. Data analysis was performed in the Dams Safety Report published by the National Information System on Dams Safety (SNISB) (2017). Interest in the topic arose due to the recent dams ruptures in Brazil. The content of this study denotes a collection of the current aspects of the dams situation, linked to the level of risks involved in their conditions. It was verified in the technical literature, data capable of referring its main applications, as to the use, type of material, type of risk and associated

damage, in order to measure the conditions of each state dams.

KEYWORDS: Disruption, Risk Category, Associated Potential Damage, Emergency Action Plan.

1 | INTRODUÇÃO

A problemática acerca da disponibilidade de água afeta diversas populações por todo o mundo. Como um dos meios de tentar resolver esse problema, as civilizações antigas começaram a construir barragens para armazenamento de água, que continuam sendo amplamente utilizadas até os dias atuais, dada sua eficiência (MOTA, 2017).

No Brasil, existem inúmeras barragens de diversas dimensões, destinadas a diferentes usos, tais como barragens para acumulação de água, geração de energia, aterros ou diques para retenção de resíduos industriais, contenção de rejeitos de mineração, entre outros (ESPÓSITO; DUARTE, 2010). A diversidade de tamanhos e usos desses barramentos também se reflete nas condições de manutenção dessas estruturas. Algumas permanecem conservadas, atendendo a normas de segurança compatíveis com os padrões internacionais, considerados os mais exigentes, enquanto outras apresentam problemas e riscos que ultrapassam os limites mínimos de segurança exigidos, o que pode ocasionar o rompimento de sua estrutura (ESPÓSITO; DUARTE, 2010).

O rompimento de barragens pode resultar em graves consequências para as pessoas e para o ambiente. Recentemente, em 2015 e 2019, tivemos os dois maiores acidentes com barragens da história do Brasil, no município de Mariana e de Brumadinho, respectivamente, ambos localizados em Minas gerais. Os dois acidentes foram causados pelo rompimento da estrutura de barragens feitas para servir de depósito de rejeitos de minérios (LOPES, 2016; PEREIRA et al., 2019). Com o rompimento destas barragens, milhões de metros cúbicos de rejeitos se alastraram por dezenas de quilômetros, ceifando centenas de vidas, destruindo habitats, contaminando recursos hídricos e trazendo diversos prejuízos socioeconômicos, culturais e ambientais (LOPES, 2016; PEREIRA et al., 2019).

Diante dessa realidade, torna-se imprescindível a realização de levantamentos das condições de segurança das barragens em todo território nacional, visando evitar a ocorrência de novos incidentes, e possíveis desastres como os supracitados. Tendo em vista o perigo iminente das barragens, medidas preventivas e de controle devem ser levadas como prioridades no quesito segurança em nível nacional e internacional. Os responsáveis pela barragem devem buscar realizar estas medidas como forma de impedir possíveis danos à população e ao ambiente (UEMURA, 2009).

Diante do exposto, mostraremos a seguir a atual situação das barragens do estado de Sergipe, Nordeste do Brasil, com base nos dados apresentados pelo

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estado de Sergipe, localizado entre as coordenadas 9°31' S a 11°34' S e 36°24' W a 38°11' W no Nordeste do Brasil, está limitado a leste pelo oceano Atlântico, ao norte pelo estado de Alagoas, e ao sul e oeste pelo estado da Bahia (Figura 1). Sua população é estimada em 2.278.308 habitantes, e a área territorial é de 21.918,443 km² (IBGE, 2018). Encontram-se em Sergipe oito bacias hidrográficas, as bacias dos rios Japarutuba, Sergipe, São Francisco, Vaza Barris, Piauí, Real, e as pequenas bacias costeiras GC-1 e GC-2 (SEMARH, 2011).

O clima da região é do tipo tropical, e a precipitação ocorre de modo decrescente do litoral leste para o sertão semiárido (SEMARH, 2011). O quadrimestre mais chuvoso na região inclui os meses de abril a julho, e o quadrimestre mais seco ocorre entre os meses de outubro e janeiro (SOUZA; AZEVEDO e ARAÚJO, 2012). Quanto à temperatura média anual, há uma variação entre 22,7 °C a 26,5 °C, com as maiores temperaturas se apresentando no noroeste semiárido. As menores temperaturas são encontradas no centro e sudoeste de Sergipe, onde a topografia é mais elevada (SEMARH, 2011).

A vegetação de Sergipe inclui formações florestais de Mata Atlântica e Caatinga em sua maior extensão, sendo também encontrados campos cerrados, tabuleiros, manguezais entre outras formações (JACOMINE et al., 1975). Os solos em Sergipe podem ser de mais de 122 classes diferentes, variando entre areias quartzosas nas faixas litorâneas, litólitos eutróficos no sertão, entre outros (JACOMINE et al., 1975).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) (2017), existem 32 barragens catalogadas para o estado de Sergipe. Estas barragens estão inseridas em distintos municípios, e apresentam elevada importância para o estado, devido a sua diversidade de usos (Figura 1).

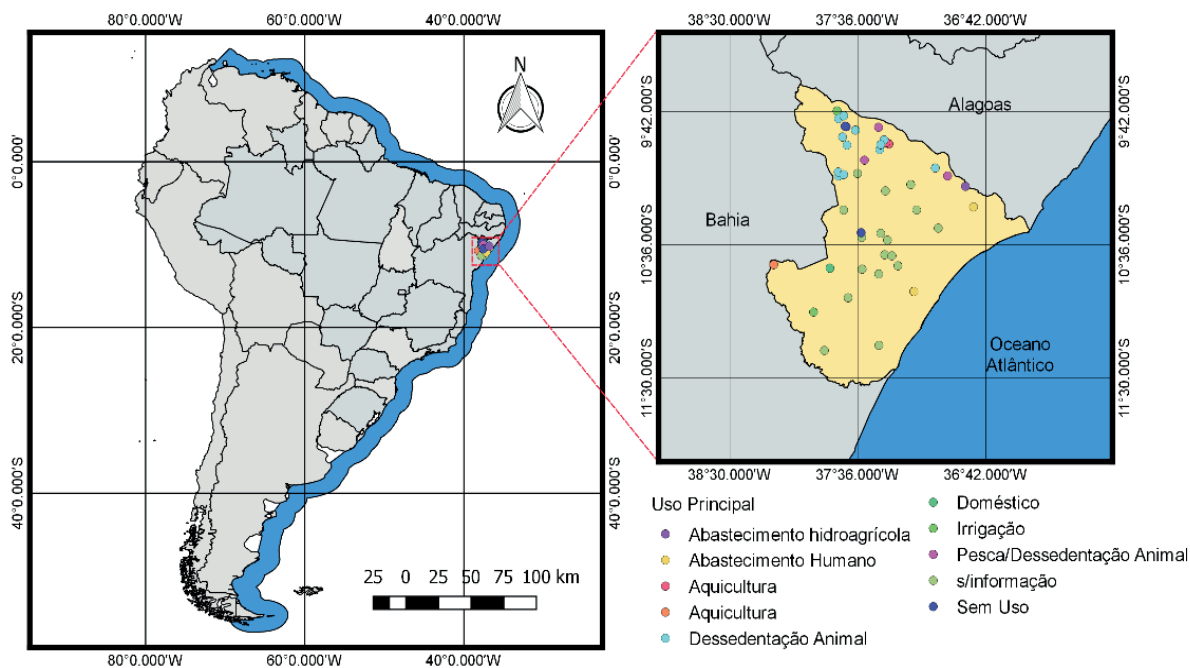


Figura 1. Mapa de localização das barragens presentes no estado de Sergipe, Nordeste do Brasil, classificadas de acordo com seu uso preponderante.

2.2 Metodologia

Foi realizada uma pesquisa de natureza exploratória e descritiva, ou seja, envolvendo a pesquisa bibliográfica em busca do aprofundamento de conhecimentos que irão auxiliar para fundamentação dos resultados; descritiva porque preconiza analisar, classificar e interpretar os fatos, sem que o pesquisador interfira ou manipule-os (MARCONI e LAKATOS, 1990; CHIZZOTTI, 1991). Quanto aos instrumentos utilizados na coleta de dados, o estudo se apoia nas seguintes fontes, como pesquisa documental (análise de relatório técnico das barragens) e análise do banco de dados.

O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é responsável pela emissão dos laudos das barragens, fazendo com que seu banco de dados apresente estudos das atividades oriundas dessas represas. Neste trabalho, os pontos chave foram: o principal uso associado às barragens (abastecimento de água, hidrelétrica, contenção de rejeitos, irrigação, aquicultura, dessedentação animal e outras atividades), principal tipo de material (terra, terra-enrocamento, e concreto), categoria de risco (alto, médio, e baixo), e potencial de dano associado (alto, médio, e baixo).

Primeiramente, foi realizado levantamento da quantidade de barragens registradas em Sergipe e o seu uso preponderante, conforme catalogação do SNISB (2017) presente nos relatórios emitidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) (2017). Com os dados obtidos, foi realizada uma sistematização das informações, apresentando resultados no que diz respeito ao uso das barragens de Sergipe, verificando principalmente a situação das mesmas, sendo possível analisar e classificar as categorias de risco e o dano potencial associado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As barragens de Sergipe foram construídas, em sua maioria, no ano de 1905, sendo as barragens do complexo hidrelétrico de Xingó as mais recentes, construídas na década de 1990. Estas barragens são utilizadas de diversas formas e possuem grande relevância para a população. Das 32 barragens catalogadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) (2017) no estado, 30 estão reguladas pela Lei nº12.334 de 2010, da Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010). O estado conta com onze barragens na bacia hidrográfica do rio Sergipe, onde algumas delas já passaram por restauração, seis na bacia do rio São Francisco, quatro na bacia do rio real e Japarutuba, três na bacia do rio Vaza barris e duas na bacia do Piauí. Quanto ao seu principal uso, dez barragens possuem como função principal o abastecimento de água da população, sete são utilizadas para geração de energia elétrica, três para contenção de rejeitos, três para irrigação, uma para aquicultura e uma para dessedentação de animais (Figura 2). Com relação às outras sete barragens, não há informações sobre seus principais usos, de acordo com o relatório do SNISB (2017).

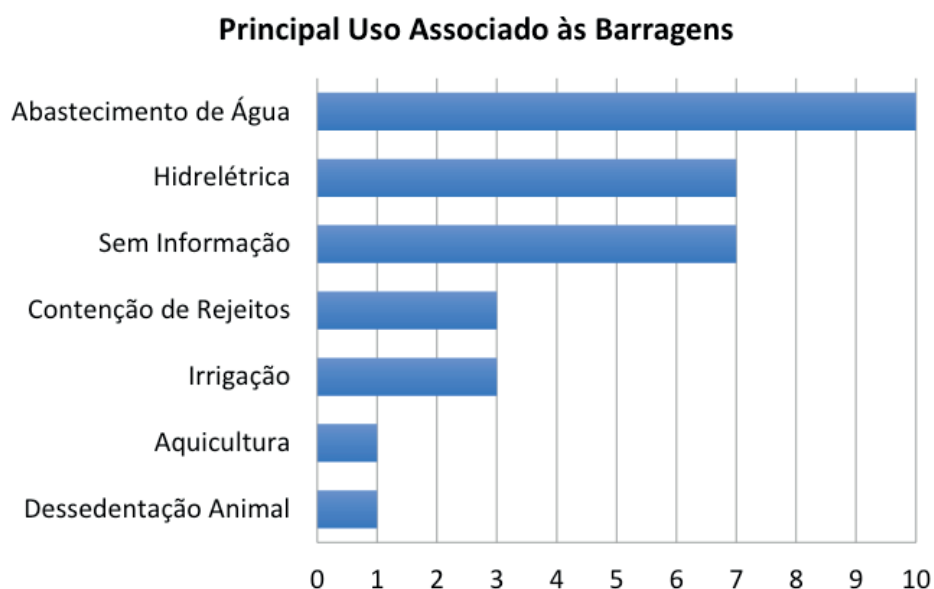


Figura 2. Classificação das barragens de Sergipe, Nordeste do Brasil, de acordo com seu principal uso.

Além desses usos, algumas barragens possuem funções complementares, consideradas secundárias. São exemplos desse caso as barragens Governador João Alves Filho e Jacarerica I, localizadas em Itabaiana, que possuem como função complementar o lazer e a regulação de vazão, respectivamente. As barragens Jabiberi em Tobias Barreto e a Jacarecica II, em Malhador, possuem como função secundária a piscicultura. Já a barragem Ernesto Benício de Oliveira, em Poço Verde, é utilizada, secundariamente, como local de lazer para comunidade.

Tratando-se dos tipos de material utilizados para construção das barragens do

estado de Sergipe, têm-se que 50% das barragens enquadradas são de terra, 25% de concreto, 16% de terra-enrocamento e 9% não possuem informação sobre seu material (Figura 3). De acordo com levantamentos estatísticos, o tipo de barragem que tem maior potencial de risco é a barragem de terra, porque ela possui maior vulnerabilidade à ocorrência de galgamentos (ANA, 2011). Os galgamentos ocorrem quando algum fator, natural ou não, propicia ondas que, ao chocarem-se com o talude, passam por cima da crista (BRITO, 2007).

Principal Tipo de Material das Barragens

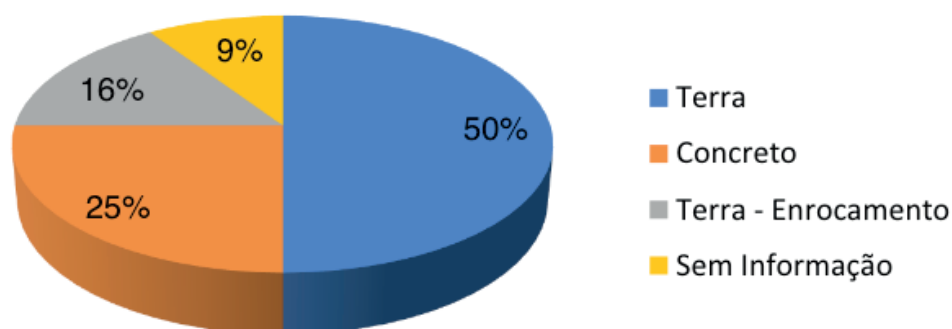


Figura 3. Classificação das barragens de Sergipe, Nordeste do Brasil, de acordo com o tipo de material utilizado para sua construção.

Zhang, Xu e Jia (2009), realizaram uma pesquisa com objetivo de analisar quais foram as maiores ocorrências de falhas em barragens em diversos países. Foram catalogados 593 casos de falhas de vários tipos de barragens (concreto, terra, terra-enrocamento, alvenaria e dentre outros) em diversos países do mundo. Entre as causas detectadas estão: galgamento, erosão e deslizamento, má gestão, desastres. Com base nos dados, pôde-se constatar que a maior porcentagem de ocorrências de rompimento de barragens acontecia devido ao galgamento e a erosão e deslizamento.

O rompimento de barragens acarreta consequências que vão desde impactos ambientais de pequenas proporções, até a perda de diversas vidas humanas. Mesmo que o impacto do rompimento seja aparentemente pequeno, a perda da barragem e de sua função afetará, direta ou indiretamente o ambiente e a vida das pessoas. Logo, é imprescindível a realização de monitoramento constante nessas construções.

Considerando os danos e riscos associados às instalações de barragens, faz-se necessária a classificação das mesmas em Categorias de Risco (Alto, Médio e Baixo) e de Dano Potencial Associado (Alto, Médio e Baixo). Essa classificação deve ser realizada de acordo com os critérios estabelecidos na Resolução nº 143, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (2012). Em Sergipe, onze barragens estão classificadas como de alto risco, e dezesseis possuem alto dano potencial associado (Figura 4).

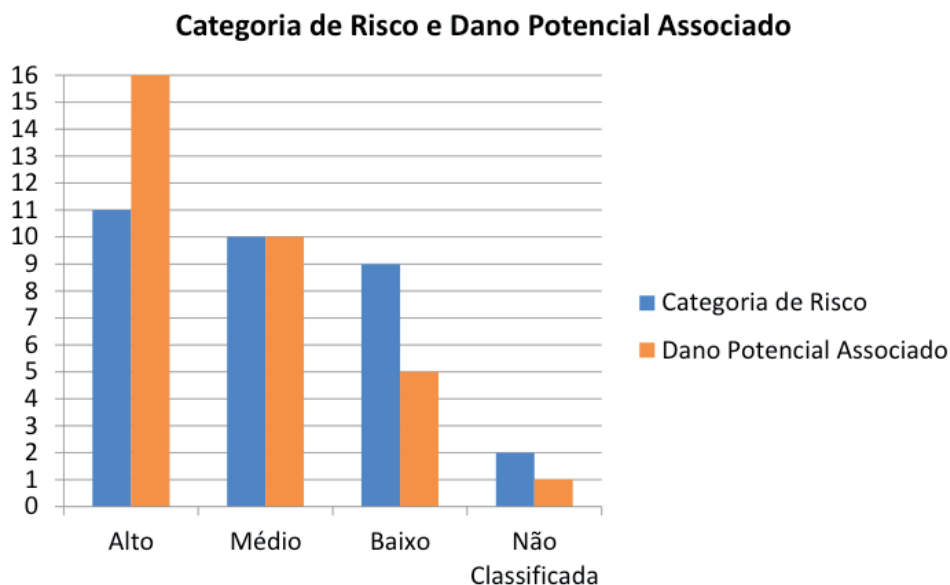


Figura 4. Classificação das barragens de Sergipe Nordeste do Brasil, de acordo com sua categoria de risco e dano potencial associado.

As onze barragens classificadas com alto risco, são barragens de terra e não possuem informações sobre seu uso principal. As dez barragens classificadas com risco médio foram construídas de terra ou concreto, e apresentam como uso principal o abastecimento de água. Já as nove barragens com baixo risco, foram construídas de concreto ou terra-enrocamento, e possuem como uso principal a geração de energia elétrica ou contenção de rejeitos. Dentre as barragens catalogadas, apenas duas não possuem classificação, são elas as barragens Ernesto Benício, em Poço Verde, e a barragem Dique da Petrobrás, em Rosário do Catete.

Considerando o uso associado a cada barragem de acordo com o dano potencial de cada uma delas, cinco das dezesseis barragens classificadas com alto dano são utilizadas para geração de energia elétrica. Estas barragens fazem parte da Usina Hidrelétrica de Xingó, e apresentam dano potencial alto devido ao seu porte. As demais barragens apresentam diferentes usos, como abastecimento, irrigação e aquicultura. Já as classificadas com dano potencial médio, não possuem informações sobre seu uso. As barragens classificadas com baixo dano possuem como uso principal dessedentação de animais e contenção de rejeitos. Elas são classificadas como de baixo dano devido ao seu pequeno porte.

Com relação à elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE) e do Plano de Segurança, importantes ferramentas para a gestão de segurança das barragens, o relatório do SNISB (2017) mostra que nenhuma das barragens possui PAE, ou não possui informações sobre sua elaboração, e apenas sete (as barragens de Xingó e de Rosário do Catete) possuem Plano de Segurança. O PAE identifica e analisa as possíveis situações de risco associadas às barragens, classificando estes riscos, planejando e simulando possíveis soluções para lidar com as situações de emergência que podem surgir. É nesse plano que serão indicados os contatos, os

meios de comunicação disponíveis e as vias de acesso que devem ser utilizados no caso de acidentes. O Plano de Segurança é um instrumento obrigatório contido na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (BRASIL, 2010), que deve ser implementado com o objetivo de contribuir com a gestão de segurança da barragem. No entanto, apesar da obrigatoriedade legal de sua implementação, apenas sete, das 32 barragens de Sergipe mostram estar preparadas para o caso de haver algum tipo de acidente ligado às barragens. Juntos, e se bem elaborados, esses dois instrumentos podem evitar grandes desastres e suas consequências para as pessoas e para o ambiente.

4 | CONCLUSÃO

Os dados provenientes do levantamento pesquisa, disponibilizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) forneceram um panorama geral das condições atuais das barragens em Sergipe.

Conhecendo as condições e riscos da barragem pode-se evitar incidentes que podem ocasionar impactos negativos nos âmbitos sociocultural, econômico e ambiental. Sendo assim, tais informações servem como suporte para o desenvolvimento de medidas de controle, fiscalização e mitigação desses possíveis riscos associados às barragens no estado de Sergipe.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas, 2019. **Curso de Segurança das Barragens**. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/110/27/Unidade_1-modulo3.pdf>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **Resolução CNRH 143/2012**. Dispõe sobre os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco e dano potencial associado. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/1922-resolucao-n-143-de-10-de-julho-de-2012/file>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2019.

BRASIL, Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)**. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm>. Acesso em: 28 de fevereiro 2019.

BRITO, S. F. **Estudo do Galgamento em Estruturas Marítimas**. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137452665/Galgamento%20+Vers%C3%A3o%20final_.pdf>. Acesso em 28 fevereiro 2019.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1991.

ESPÓSITO, T. J.; DUARTE, A. P. **Classificação de barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais em relação a fatores de risco**. REM: Revista Escola de Minas, 2010, 63 (Abril-Junho) Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56416596025>>. Acesso em: 2 de março de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística por cidades e estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/se.html?>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

JACOMINE, P. K. T. et al. 1975. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe**. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas, ilus. Brasil. EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas. Boletim Técnico, 36.

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**. v. 5, n.1, p. 1-14, 2016.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1990.

MOTA, K. R. R. **Rompimento e delimitação da área de inundação da barragem Salto Moraes em Ituiutaba/MG**. 2017. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

PEREIRA, L. F.; CRUZ, G. B.; GUIMARÃES, R. M. F. Impacts from the tailings dam rupture of Brumadinho, Brazil: an analysis based on land cover changes. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 4, n. 2, p. 122-129, 2019.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (PERH-SE)**. 2011. Disponível em: <<https://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos/wp-content/uploads/2018/05/RFi-VOL-1.pdf>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

SNISB - Sistema Nacional De Informações Sobre Segurança De Barragens. **Relatório de segurança de barragens**. 2017. Disponível em: <<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017/rsb-2017-versao-enviada-ao-cnrh.pdf>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ARAÚJO, L. E. **Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE**. Revista Brasileira de Geografia, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232788/26788>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2019.

UEMURA, S.; MARTINS, J. R. S. **Instrumentos de Avaliação e Gestão de impactos Gerados por Ruptura de Barragens**. 2009. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica/Hidrológica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZHANG, L. M.; XU, Y.; JIA, J. S. **Analysis of earth dam failures: A database approach**. 2009. Disponível em: <<http://iranarze.ir/wp-content/uploads/2018/05/9092-English-IranArze.pdf>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2019.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento-Público 1
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético 191, 193, 199
Água superficial 10, 135
Atenuação de energia 31
Atividade enzimática 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Atributos Físicos 48, 146

B

Bacia hidrográfica 25, 26, 53, 59, 60, 61, 67, 85, 90, 116, 117, 118, 119, 124, 130, 148, 241, 242
Band GAP 157, 158, 163, 164
Barragem subterrânea 40, 41, 42, 43, 47, 48

C

Camarão Peneídeo Estuarino 179
Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17
Catalase 209, 210, 212, 215, 227, 228, 229
Categoria de risco 49, 52, 55, 56
Concentração de Fe 230
Condutividade elétrica 1, 2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 26, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 204, 205, 234, 236, 240
Condutividade hidráulica 18, 21, 44, 48, 146, 147, 149, 152, 154
Crescimento de Camarão-Rosa 179

D

Dano potencial associado 49, 52, 54, 55, 56
Dejetos de animais 230
Dessalinização 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253
Diagrama de gibbs 24, 27
Dimensionamento 77, 78, 79, 81, 83, 178

E

Erodibilidade 18, 22
Estação elevatória 62, 77, 78, 79, 80, 83
Estanho 191, 192, 193, 195, 199
Estatística multivariada 133
Eutrofização 133
Evaporação 24, 25, 27, 28, 29, 41, 42, 245, 247

F

Forma de batata 158
Fotocatálise 164, 191, 192, 199
Fotodegradação 158, 160, 164, 191, 194

G

Geoestatística 94
Geografia histórica 104
Gestão ambiental 31, 203, 208
Glutathione S-transferase 209, 210, 215

H

Hidrogeoquímica 24, 29

I

Índice de sustentabilidade 116, 117, 119, 121, 122, 125, 126, 129, 131
Índices de secas 68, 70
Infiltração de água no solo 18, 19, 146, 147, 149, 152, 156

M

Metais tóxicos 209, 210, 231
Modelos bio-ópticos 133

N

Nordeste do Brasil 25, 29, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 68, 69, 70, 117, 135, 188

P

Paisagens hídricas 104, 105, 106, 109
Pescados 116, 119, 121, 123, 126, 127, 128, 129
Plano de ação de emergência 49, 55
Polígono antropogênico 116, 117, 123
Potabilidade 1, 4, 8
Potencial matricial 19, 146, 148
Python 77, 78

Q

Qualidade da água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 43, 45, 90, 134, 230, 234, 235, 241, 242, 243

R

Rede de arrasto não motorizado 179
Rompimento 49, 50, 54, 57, 63, 195

S

Secas 41, 59, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 142

Semiárido 29, 40, 41, 42, 48, 51, 69, 75, 91, 93, 94, 95, 96, 103, 169, 208, 244, 245, 246, 251, 253

Software 77, 78, 79, 81, 82, 83, 97, 102, 106, 149, 150, 154, 156, 216

Sustentabilidade municipal 116, 130

Swan 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39

T

Tecnologia ambiental 48, 244

Tecnologias apropriadas 40

U

Urbanização 85, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 170

V

Variabilidade 12, 13, 14, 15, 69, 75, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 133, 134, 137, 138, 140, 141, 142, 155, 211

Vegetação 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 51, 86, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 236

Velocidade de infiltração básica 18, 19, 20, 21, 22, 23, 146, 148, 152

VIB 18, 19, 20, 21, 146, 152

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-668-3

