

**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: Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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-AG ₂ MOO ₄ 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 <i>Farfantepenaeus subtilis</i> (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 (<i>Capsicum annuum</i> 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>	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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

DESSALINIZAÇÃO MARINHA E SUAS PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA

Camila Santiago Martins Bernardini

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza/Ceará

Carlos de Araújo Farrapeira Neto

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza/Ceará

Fernando José Araújo da Silva

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza/Ceará

Ingrid Fernandes de Oliveira Alencar

Universidade de Fortaleza
Fortaleza/Ceará

Raquel Jucá de Moraes Sales

Universidade de Fortaleza
Fortaleza/Ceará

Luciana de Souza Toniolli

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza/Ceará

Leonardo Schramm Feitosa

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza/Ceará

RESUMO: A tecnologia da dessalinização tem ajudado amplamente regiões áridas e semiáridas no suprimento do abastecimento humano e animal, inclusive em estados do Nordeste brasileiro, como no Ceará. Este artigo objetiva demonstrar os novos desafios e perspectivas do uso descentralizado da dessalinização da água do mar no semiárido cearense. Como

procedimentos metodológicos, a análise tem caráter quali-quantitativo e exploratório. Foi embasada em levantamentos bibliográficos e quantitativos acerca do cenário analisado nas últimas décadas. Resulta-se que a gestão hídrica cearense enfrenta desafios a serem superados, como o maior engajamento sociopolítico, os altos custos processuais, de manutenção e de mão de obra externa. Além da superação socioeconômica local e da destinação final inadequada das águas de rejeito geradas no processo. Espera-se que a superação desses desafios propicie a implementação efetiva da dessalinização marinha como forma de suprir a crise hídrica cearense. Concluiu-se que a dessalinização é uma tecnologia promissora em períodos de estiagem, como forma de garantir o abastecimento humano e animal. Ademais, proporciona novas possibilidades de impulsionamento dos setores agropecuário e industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Dessalinização. Semiárido. Tecnologia Ambiental.

MARINE DESSALINIZATION AND ITS PROSPECTS FOR APPLICATION IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID REGION

ABSTRACT: Desalination technology has been gaining space for discussion in scientific, technological and political circles as an alternative to containing the intense shortage of fresh and potable water available

for consumption. Such technology has largely aided arid and semi-arid regions in supplying human and animal supplies, including in Northeastern Brazil, such as the state of *Ceará*. This paper aims to demonstrate the new challenges and perspectives of the decentralized use of seawater desalination in the semi-arid region of this state. As methodological procedures, the analysis is qualitative and exploratory. It was based on bibliographical and quantitative surveys about the scenario analyzed in the last decades. It was concluded that desalination is a promising alternative technique in the search for water resources in long periods of drought, to guarantee human and other living supplies. In addition, it provides new possibilities for boosting the agricultural, livestock and industrial sectors.

KEYWORDS: Desalination. Semi-arid. Environmental Technology.

1 | INTRODUÇÃO

Hodiernamente, a crise no abastecimento de água é um dos temas de maior urgência na temática socioambiental, tanto por ser um bem indispensável à sobrevivência dos seres vivos, como por atingir várias regiões áridas e semiáridas por todo o mundo (FERNANDES *et al.* 2015). Nesse cenário, a tecnologia da dessalinização vem ganhando espaço de discussão nos meios científico, tecnológico e político como alternativa à contenção da intensa escassez de água doce e potável disponível para consumo (OLIVEIRA, 2017).

Por definição, de acordo com Diogo (2013), a dessalinização se trata de um processo físico-químico de remoção de sais e minerais de águas marinhas e/ou aquíferos subterrâneos, transformando a água salgada ou salobra em água doce e potável. Tal tecnologia tem ajudado amplamente as regiões áridas e semiáridas na manutenção das produções agropecuárias e na dessedentação dos seres vivos. Sua execução se dá por meio de algumas técnicas, sendo as principais: a evaporação ou vaporização, a destilação solar, o congelamento, a eletrodialise e a osmose reversa, sendo esta última a mais utilizada atualmente.

Seu advento, em meados do século XVIII na América Central, veio então como tentativa de ampliar a disponibilidade hídrica tanto para consumo humano, quanto para os demais seres vivos (FERNANDES *et al.* 2015; SOUZA, 2006). Vale salientar que a dessalinização já é vastamente utilizada em outros países possuidores de regime climático árido ou semiárido, como Arábia Saudita, Espanha, Austrália, Israel e Cingapura, atingindo até 80% do fornecimento e abastecendo de 300 a 400 milhões de pessoas. O Brasil iniciou suas investidas somente na década de 1970, por meio do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e da Petrobrás, órgão responsável pelo gerenciamento do petróleo nacional, para suas plataformas petrolíferas. A disseminação da tecnologia voltada ao abastecimento em municípios brasileiros se deu por meio de programas governamentais, os quais priorizaram a dessalinização de água salobra subterrânea, comumente encontrada nas áreas semiáridas da região

Nordeste, a qual inclui o estado do Ceará (OLIVEIRA, 2017).

Inserido no contexto semiárido, o Ceará, desde a década de 1990, vinha timidamente implementando distintas técnicas de dessalinização, geralmente captando água salobra de lençóis freáticos continentais salinos, conforme Pinheiro e Silva (2001).

Todavia, devido às poucas investidas brasileiras em tecnologias ambientais e à crença no elevado custeio da sua implementação, a dessalinização obteve poucos avanços como parte da matriz hídrica cearense. Em meados dos anos 2000 se instala um novo período de inovação tecnológica ambiental na região Nordeste. Nos últimos anos, firmou-se parcerias entre instituições público-privadas em prol da ampliação do uso da técnica, dada a redução dos custos e a facilidade de aquisição, uso e manutenção dos equipamentos pertinentes. Assim, novas iniciativas governamentais vêm sendo postas, haja vista o grave cenário hídrico vivido pelo Ceará atualmente (OLIVEIRA, 2017; FERNANDES *et al.* 2015; PINHEIRO e SILVA, 2001).

Para além dos avanços científicos e tecnológicos dados ao tema, a conjuntura semiárida do Nordeste brasileiro e mais especificamente do estado do Ceará ainda enfrenta problemáticas sociais, políticas, econômicas e ambientais. Tais, dificultam a ampliação, a viabilidade e a efetividade do serviço como parte da matriz hídrica do estado supracitado.

Desse modo, a escolha do tema em causa se deu para melhor entender e discutir a importância da dessalinização para o semiárido cearense e como ela tem sido disseminada e vivenciada, desde suas primeiras instalações até o atual ensejo. Portanto, se faz relevante entender as dificuldades ainda presentes, bem como as perspectivas futuras para a implementação descentralizada da dessalinização como forma de contribuir para a dessedentação no Ceará.

Diante do exposto, esta pesquisa se justifica pela grande relevância do tema frente a urgência na melhoria das condições de vida das populações dessa região. Também se justifica por esclarecer questões, elucidar ideias e abrir caminhos para novos investimentos privados e governamentais a partir dessa tecnologia, a fim de suprir a demanda social, energética, agropecuária e industrial por água. Ademais, a disseminação do conhecimento acerca dessa tecnologia colabora para a ampliação de suas viabilidades e consequente efetividade.

O pretense artigo tem como objetivo demonstrar os novos desafios e perspectivas do uso descentralizado da dessalinização da água do mar no semiárido cearense.

2 | METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido a partir de levantamentos bibliográficos sob o ponto de vista analítico qualitativo e exploratório. Destarte, a pesquisa esteve dividida em duas etapas, sendo a primeira para a aquisição de material literário nas bibliotecas da Universidade Federal do Ceará - UFC, *Pergamum* - UFC, Universidade

Estadual do Ceará - UECE, Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE e do periódico CAPES, bem como materiais jornalísticos disponíveis em *sites* que reportassem ao objeto de estudo.

Ademais, foram considerados também dados quantitativos acerca das condições socioambientais e índices de qualidade de vida no estado do Ceará, como meio de melhor compreender a problemática da demanda por água local.

Posteriormente, se deu a análise, interpretação e discussão dos conteúdos coletados em gabinete.

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O Ceará é um estado localizado na porção setentrional do Nordeste brasileiro e possui uma população estimada em 9.020.460 habitantes, concentrada especialmente no litoral. Ademais, está dividida em três regiões metropolitanas: Fortaleza, Juazeiro do Norte e Sobral, sendo a primeira mais populosa. Predominam em sua configuração econômica as atividades baseadas na agropecuária, indústria, comércio, serviços e turismo (IBGE, 2017; IPECE, 2016).

Respaldado em Oliveira (2006), o Ceará possui cerca de 92% de seu território influenciado por climas semiáridos, com temperaturas médias superiores a 26°C, taxas de 2.000mm de evaporação para 2.800 horas de insolação ao ano. Além das características acima expressas, a variação pluviométrica é irregular e concentrada, atingindo entre 3 a 5 meses índices entre 500 a 750mm; e a metade desses valores para os meses de estio, equivalentes entre 7 a 9 meses do ano. Isto faz aumentar a concentração de sais minerais em solos e recursos hídricos. Dada esta realidade, Souza e Oliveira (2006) ainda destacam a existência de enclaves úmidos dentro dessa porção espacial - sendo ambientes de exceção térmica e hídrica, por apresentarem índices pluviométricos acima de 1.000mm, estando recobertos de mata plúvio nebulares em cotas altimétricas acima dos 750m e/ou por estarem próximos com o litoral.

Em termos geológico-geomofológicos, o Ceará está situado predominantemente no Domínio Morfoestrutural da Depressão Sertaneja, sendo constituído pelo embasamento cristalino Pré-Cambriano, com baixo potencial hidrogeológico, exceto em áreas fraturadas ou próximo aos rios. Apresenta feições que não excedem cotas de 100 a 400m de altitude, apresentando ondulações moderadas, alternadas por bacias intracratônicas, maciços residuais e planaltos sedimentares. Já no litoral, a configuração remonta do Pré-Cambriano ao Holoceno e agrupa desde promontórios, Formação Barreiras e aquíferos dunares a depósitos eólico-marinhos e aluviões fluviais, sendo marcado pela alta absorção d'água dada a porosidade de seus terrenos. Por fim, as características geomorfológicas marcam uma planície litorânea com média de 2,5km de extensão sendo preenchida por planícies flúvio-marinhas, lagoas costeiras, cordões arenosos, tabuleiros pré-litorâneos, dentre outros. Diante dessa

contextualização e como produto climático das regiões semiáridas tropicais, justifica-se a hiper salinização de boa parte dos sistemas hídricos continentais e costeiros que, principalmente nos períodos de estio, elevam os teores de sais disponíveis nos corpos aquáticos confinados ou não, limitando no ato de sua captação o uso múltiplo das águas (Souza, 2007; Morais *et al.* 2006; Esteves, 1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Historicamente, o estado do Ceará consegue suprir sua demanda humana e animal por água potável por meio da armazenagem de água pluvial e fluvial fazendo uso de reservatórios artificiais. Por possuir curta quadra chuvosa, o referido estado enfrenta a estiagem na maior parte do ano. Portanto, estocar água pluvial para garantir o abastecimento anual se tornou parte da cultura local.

Outros métodos de abastecimento hídrico adotados pelo Ceará são as adutoras e transposições (a exemplo do Rio São Francisco, as quais transportam água de localidades distantes para os municípios mais adensados); os poços artesanais, armazenadores de água subterrânea (salobra, por contato com a rocha cristalina); e o cinturão das águas (transferidor de água excedente do Rio São Francisco para os açudes cearenses).

Todavia, o agravamento da estiagem na região e o constante baixo nível hídrico dos reservatórios e bacias hidrográficas ainda tornam os métodos adotados insuficientes na garantia de uma segurança hídrica efetiva. A ampliação do uso de dessalinizadores passa então a ser pensada para regiões semiáridas brasileiras, vítimas da escassez de abastecimento - seja pelas condições climáticas desfavoráveis (baixos níveis pluviométricos e predominância de água salobra no subterrâneo), seja pela má distribuição social do acesso à água. As principais iniciativas governamentais partiram dos programas Água Boa (1998-2003) e Água Doce (2003-2010), que distribuíram dessalinizadores pela região nordeste. Atualmente, esta região possui 3 mil equipamentos fornecendo água subterrânea dessalinizada para cerca de 200 mil pessoas.

Diante das perspectivas ambientais históricas do Ceará, novos esforços científicos e políticos levaram a tecnologias que se beneficiam do potencial geográfico e ambiental do estado (banhado por extenso litoral) e alcançam melhor eficiência e efetividade no suprimento da demanda por água tratada. Assim, a dessalinização pode ser uma solução para a crise hídrica cearense.

Além dos exemplos internacionais, uma experiência bem sucedida é o *case* de Fernando de Noronha/PE. Segundo a Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA, o sistema de dessalinização lá adotado já é responsável por abastecer 80% da população fixa do arquipélago (cerca de 4 mil pessoas). O município de Macau, no estado do Rio Grande do Norte, também iniciou vasto projeto de instalação de sistema de dessalinização no seu litoral (MMA, 2018).

Em 1997, havia apenas 10 dessalinizadores distribuídos pelo Ceará (PINHEIRO e SILVA, 2001). A presença desses equipamentos se intensificou pelo estado com a iniciativa estatal do Projeto Água Doce, supracitado. Assim, em 2010, o estado já contava com 171 equipamentos distribuídos. Em 2017, passou a 222 e em 2018 se tem expectativa de alcançar 248 aparelhos de osmose reversa (DIÁRIO DO NORDESTE, 09/03/2010; 08/04/2017; 24/01/2018). Desse montante, 468 comunidades estão sendo cobertas e acompanhadas pela Secretaria de Recursos Hídricos - SRH e pela Secretaria de Obras Hidráulicas - SOHIDRA, para manutenção dos aparelhos e garantia dos serviços prestados às comunidades conforme a distribuição espacial da (Figura 01).

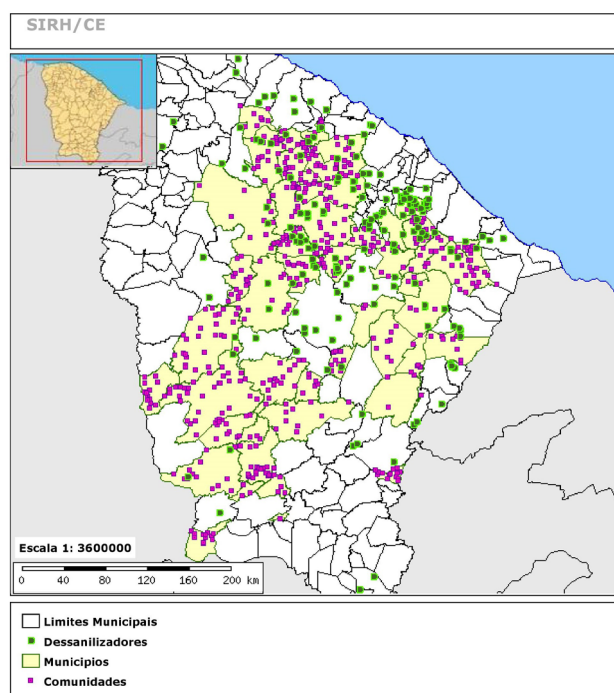


Figura 01: Distribuição de dessalinizadores e comunidades cearenses.

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos (2018).

Hoje, o estado do Ceará recebe investimentos para instalação de usinas de dessalinização de água marinha, promovida pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE. O projeto visa, em até 2020, garantir a segurança hídrica de cerca de 720 mil pessoas em Fortaleza e região metropolitana, equivalente a 12% do consumo local (CAGECE, 23/03/2018), por meio do tratamento da água do mar. Essa foi uma alternativa vislumbrada para diminuir a dependência do fornecimento precário dos reservatórios do estado. As empresas consorciadas foram eleitas no final de 2017 e se preparam para apresentar as propostas do projeto, com valor orçado em R\$ 500 milhões. O objetivo é conseguir fornecer até 2 m³/s de água tratada disponível para consumo.

A fim de atualizar a discussão no que diz respeito à segurança hídrica no estado do Ceará por meio de novas tecnologias ambientais, se percebe que nas

últimas décadas houve um significativo avanço na busca por soluções à escassez de água historicamente vivida. O sistema de dessalinização vem ganhando espaço de discussão e implementação como solução possivelmente promissora para a dessedentação humana e animal, bem como de setores agropecuários e industriais demandantes de água tratada para suas operacionalizações.

Tal avanço se deu pelo empenho e colaboração de diversos atores sociais, sejam pesquisadores, gestores ambientais, governantes, empresários e sociedade local. É atribuído também a maior disseminação das informações científicas quanto ao uso do método em questão, à redução dos custos de operação e manutenção dos equipamentos e à abertura político-ambiental para novas tecnologias ambientais hídricas.

É fundamental salientar a necessidade de esforços ainda maiores a fim de superar problemas socioambientais que permanecem presentes no contexto hídrico cearense. Tais desafios são de ordem social, econômica, ambiental, política e estrutural.

Há uma sensível precariedade socioeconômica local - as comunidades estão enquadradas em insatisfatório Índice de Desenvolvimento Humano - IDH - de 0.682 (IBGE, 2010). Isso se traduz em baixos níveis educacionais e pouca mão-de-obra local qualificada para atuar na operacionalização de processos tecnológicos inovadores. Além disso, os consumidores locais possuem precário aporte econômico para custear o consumo de uma água mais onerosa que a do sistema convencional. Os acessos estruturais também dificultam a instalação e operacionalização dos processos. Agrega-se também a resistência da gestão pública, que ainda prioriza o modelo convencional de abastecimento, por ser mais lucrativo e mais prático.

Os custos dos equipamentos, do processo e da manutenção, apesar de hoje serem mais acessíveis do que em décadas anteriores, ainda são mais elevados do que no sistema convencional. O maquinário para manutenção ainda não é inteiramente acessível, como a limpeza química e a baixa resistência das membranas na técnica de osmose reversa (PINHEIRO e CALLADO, 2005). A água de rejeito ainda não possui destinação adequada, sendo causadora de impactos ambientais negativos por alterar a composição bioquímica do meio em que é disposta (VALE e AZEVEDO, 2013). E, por fim, é desafiador superar a centralização do serviço em grandes aglomerados urbanos e capitais, desprivilegiando as comunidades rurais.

Com base no que foi apresentado, se vislumbram algumas perspectivas futuras para o século XXI quanto à aplicação de dessalinizadores no território cearense em prol da reversão do quadro de crise hídrica local e regional.

Almeja-se uma abertura para a diversificação da matriz hídrica à medida que não se dependerá exclusivamente do regime pluvial para abastecimento dos reservatórios. Agregado a isso, torna-se possível a geração de energia elétrica com essa nova fonte hídrica, reduzindo a sobrecarga sobre as hidrelétricas convencionalmente adotadas no Brasil.

Espera-se que a dessalinização traga uma melhoria na logística de distribuição hídrica. Ao passo que otimizaria sua gestão e eficiência, sendo dispensado o percurso de água por longas distâncias para sua captação e distribuição, tal como por meio dos reservatórios.

Como forma de otimizar o aproveitamento do processo de dessalinização, torna-se relevante pensar na sua descentralização para cidades de menor porte e zonas rurais, alcançando a maior cobertura possível do território cearense e de seus usuários. Essa descentralização seria favorável inclusive para o aumento da demanda por água tratada oriunda da dessalinização, tanto por parte dos consumidores residenciais, como pelos setores agropecuários e industriais.

Esse processo, uma vez disseminado, busca engajar um maior número de indivíduos para capacitar-se e especializar-se no tema, havendo aproveitamento de mão-de-obra local para desempenhar atividades relacionadas a dessalinização. Isto trará benefícios inclusive para os índices socioeconômicos locais, além de reduzir os custos do empreendimento com a captação de profissionais externos.

Por fim, se sugere a inserção da contribuição da comunidade científica no domínio das técnicas de dessalinização, bem como na engenharia dos processos envolvidos, assim como se tem como perspectiva futura que tanto os gestores públicos quanto a sociedade civil esteja mais engajada na busca por informações e no interesse por soluções para a crise hídrica.

Tais avanços são decisivos para a abertura de horizontes visando novas tecnologias ambientais, como a dessalinização marinha. Dessa forma, o envolvimento dos diversos atores sociais é fundamental para a aplicação de novos instrumentos tecnológicos de gestão dos recursos hídricos, tanto no semiárido cearense como em outros contextos socioambientais.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se notar que historicamente o Ceará tem suprido a demanda d'água para dessedentação humana e animal por meio de águas pluviais, fluviais, poços artesanais e transposições. Contudo, as frentes de crescimento socioeconômico não têm estabelecido um equilíbrio entre as distintas necessidades de consumo e a perenidade pluviométrica.

Diante desse contexto, se torna evidente que os métodos supracitados vêm se tornando ineficientes para a segurança hídrica do estado do Ceará, sendo o uso de distintos dessalinizadores, tanto no litoral como no sertão, o emprego tecnológico mais adequado para potencializar o abastecimento e dar outros direcionamentos ao uso d'água.

Desse modo, os anos 1990 vêm como uma nova fase para o Ceará, tomando como base outras experiências bem sucedidas no nordeste, as quais ajudaram deixar para trás ideias de vultosos custos em manutenção e falta de cobertura técnica para

manutenção. Agora a sociedade, a academia e os gestores públicos passaram a enxergar os benefícios em dissipar os dessalinizadores ao redor dos municípios cearenses. Com isso é válido ressaltar o papel do estado e seus setores envolvidos, assim como também o das parcerias público-privadas que vêm ajudando a vislumbrar um futuro próximo pautado no provimento acessível de equipamentos e tecnologias, os quais ajudarão a ramificar a matriz hídrica e elétrica local.

Portanto, a ideia apresentada traz uma real possibilidade de melhoria de logística e descentralização de dessalinizadores em prol de uma maior cobertura ao consumo. Ademais de incentivar o avanço na gestão hídrica pública e nos projetos científicos, os quais darão um melhor conviver com os recursos aquáticos perenes e de qualidade.

REFERÊNCIAS

CEARÁ. *Companhia de Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE*. Disponível em: <www.cagece.com.br> Acesso em: 12 jul. 2018.

DIÁRIO DO NORDESTE. Disponível em:

<<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/falta-de-manutencao-para-20-de-dessalinizadores-1.753773>> Acesso em: 15 jul. 2018.

DIÁRIO DO NORDESTE. Disponível em:

<<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/ce-tem-49-dos-dessalinizadores-do-semiarido-1.1734761>> Acesso em: 15 jul. 2018.

DIÁRIO DO NORDESTE. Disponível em:

<<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/o-agua-doce-implantou-248-dessalinizadores-1.1884003>> Acesso em: 15 jul. 2018.

DIOGO, M. A. A. P. (2013). **Dessalinização da água do mar**. 96 p. Tese de Doutorado - Universidade da Beira Interior, Covilhã.

ESTEVES, F. A. (2011). **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Edição - Rio de Janeiro: Interciência/FINEP.

FERNANDES, A.; SILVEIRA, F.; CASTRO, A.; LIMA, E.; NERY, V. (2015). *O processo de dessalinização da água para consumo*. Atas de Saúde Ambiental - ASA (São Paulo, Online), v. 3, n. 2, p. 38 - 43, ISSN: 2357-7614.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em síntese – *Panorama: Ceará*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>> Acesso em: 14 jul. 2018.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Ceará em Mapas*. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo4/index.htm>> Acessado em: 14 jul. 2018.

MORAIS, J. O.; FREIRE, G. S. S.; PINHEIRO, L.; SOUZA, M. J. N.; CARVALHO, A. M.; PESSOA, P. R.; OLIVEIRA, S. H. M. (2006). **Erosão e progradação no litoral brasileiro - Ceará**. In: Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 476 p.

OLIVEIRA, M. (2017). Água sem sal. Revista Pesquisa FAPESP, Edição 262. Disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2017/12/048-051_dessalinizacao_262.pdf> Acesso em: 08 de jul. de 2018.

OLIVEIRA, V. P. V. (2006) **A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará - Brasil**. 446 p. In: Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro. (Org) José Borzacchiello da Silva et al. Fortaleza: Expressão Gráfica.

PINHEIRO, J. C. V.; CALLADO, S. M. G. (2005). **Avaliação de desempenho dos dessalinizadores no Ceará**. Revista Econômica do Nordeste. v. 36, n. 1, p. 44-59.

PINHEIRO, J. C. V.; SILVA, L. A. C. (2001). **Estratégias para formulação e implantação de um programa de Dessalinização da água salobra no Ceará**. In: III Encuentro de las Aguas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Agua, Vida y Desarrollo. Santiago de Chile, p.1-13.

SOHIDRA – Superintendência de Obras Hidráulicas. (2018). *Projeto de Dessalinizadores*. Disponível em: <<http://www.sohidra.ce.gov.br/index.php/projeto-de-dessalinizadores>> Acesso em: 15 jul. 2018

SOUZA, L. F. (2006). **Dessalinização como fonte de alternativa de água potável**. Norte Científico. v. 1, n. 1, p. 85-97.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. (2006). **Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semiárido do nordeste brasileiro**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 09.

SOUZA, M. J. N. (2007). **Compartimentação Geoambiental do Ceará**. 480 p. In: Ceará: um novo olhar geográfico / organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas; Maria Salete de Souza... [et al] – 2. Ed. Atual – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha.

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos (2018). Atlas – Consulta tabular. Disponível em: <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em: 15 jul. 2018.

VALE, M. B.; AZEVEDO, P. V. (2013). **Avaliação da produtividade e qualidade do capim e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador**. Holos, v. 3, n. 29, p. 181-195.

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

