

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE



PENSE VERDE

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5

AMIGO DO MEIO AMBIENTE



PENSE VERDE

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 5 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-157-2 DOI 10.22533/at.ed.572200107</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra *“Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 5”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 25 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da sustentabilidade aplicada às novas tecnologias na engenharia sanitária e ambiental.

No campo do saneamento básico pouco esforço tem sido feito para refletir sobre a produção do conhecimento e os paradigmas tecnológicos vigentes, embora a realidade tenha, por si, só exigido inflexões urgentes, principalmente, no que diz respeito ao uso intensivo de matéria e energia e ao caráter social de suas ações.

Um dos grandes problemas da atualidade refere-se à quantidade de resíduos sólidos descartado de forma inadequada no meio ambiente. E com o objetivo de promover a gestão dos resíduos sólidos foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal 12.305/2010, considerada um marco regulatório, que permite o avanço no enfrentamento dos problemas relacionados ao manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Desta forma a conservação da vida na Terra depende intimamente da relação do homem com o meio ambiente, especialmente, quanto à preservação dos recursos hídricos. A água, dentre seus usos múltiplos, serve ao homem como fonte energética. Atualmente, em um contexto de conscientização ambiental, a opção por essa matriz de energia vem se destacando tanto no Brasil como no mundo.

O uso desordenado dos recursos hídricos pela população vem afetando na disponibilidade da água, a qual é indispensável para a manutenção da vida. Diante disso, buscam-se alternativas de abastecimento visando à preservação da mesma.

A utilização de recursos hídricos representa um desafio para a sociedade mundial e as águas residuárias de origem doméstica ou com características similares, podem ser reutilizadas para fins que exigem qualidade de água não potável.

Com o aumento da população e avanços científicos e tecnológicos, a cada dia a produção de resíduos cresce mais e os impactos ao meio ambiente, na mesma proporção. Com isso, os problemas relacionados à gestão destes resíduos necessitam da adoção de técnicas e tecnologias desde sua segregação à disposição final, visando à destinação adequada e a implantação de programas voltados tanto para uma redução na produção de resíduos, como também na disposição final destes.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos à sustentabilidade e suas tecnologias que contribuem ao desenvolvimento da Engenharia Sanitária e Ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a 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
A CONSOLIDAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS COMO UMA FERRAMENTA DE CONTROLE E MITIGAÇÃO DOS EFEITOS CAUSADOS PELA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO BRASIL E NO MUNDO	
Jordana dos Anjos Xavier Valter Antonio Becegato Daniely Neckel Rosini Flávio José Simioni	
DOI 10.22533/at.ed.5722001071	
CAPÍTULO 2	15
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO NO RS	
Vitória de Lima Brombilla Bruno Segalla Pizzolatti Siara Silvestri Julia Cristina Diel Willian Fernando de Borba	
DOI 10.22533/at.ed.5722001072	
CAPÍTULO 3	24
AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE AGENTES QUÍMICOS OU DANOS AMBIENTAIS E SEUS EFEITOS A <i>LEPTODACTYLUS LATRANS</i> (LINNAEUS, 1758)	
Raquel Aparecida Mendes Lima Adriana Malvasio Melissa Barbosa Fonseca Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.5722001073	
CAPÍTULO 4	37
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE VIABILIDADE AGRONÔMICA E IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM SISTEMA DE AQUAPONIA NA FAZENDA SÃO JOÃO - SÃO CARLOS - SP	
Gustavo Ribeiro Artur Almeida Malheiros Maria Olímpia de Oliveira Rezende Luiz Antonio Daniel Tadeu Fabrício Malheiros Jose F. Alfaro Maria Diva Landgraf	
DOI 10.22533/at.ed.5722001074	
CAPÍTULO 5	53
CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PONTE GRANDE NO MUNICÍPIO DE LAGES/SC	
Lais Lavnitck Valter Antonio Becegato Pamela Bicalli Vilela Camila Angélica Baum Eduardo Costa Duminelli Fabiane Toniazco Alexandre Tadeu Paulino	
DOI 10.22533/at.ed.5722001075	

CAPÍTULO 6	71
CONFLITOS AMBIENTAIS E O TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA	
Laura Maria Bertoti Valter Antonio Becegato Vitor Rodolfo Becegato Alexandre Tadeu Paulino	
DOI 10.22533/at.ed.5722001076	
CAPÍTULO 7	81
ESTUDO OBSERVACIONAL DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS UNIDADES DE SAÚDE DA FAMÍLIA DE FEIRA DE SANTANA, BA	
Isabela Machado Sampaio Costa Soares	
DOI 10.22533/at.ed.5722001077	
CAPÍTULO 8	90
GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: CONCEITOS E PERSPECTIVAS NA LITERATURA CIENTÍFICA	
Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi	
DOI 10.22533/at.ed.5722001078	
CAPÍTULO 9	103
GESTÃO INTEGRADA E SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E SUA IMPORTÂNCIA NO CONTROLE DO <i>Aedes Aegypti</i> E DE ARBOVIROSES NO BRASIL	
Luiz Roberto Santos Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.5722001079	
CAPÍTULO 10	112
IMPACTO EM RUPTURA DE BARRAGENS DECORRENTES DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM HEDBERG	
Paola Bernardelli de Gaspar José Rodolfo Scarati Martins	
DOI 10.22533/at.ed.57220010710	
CAPÍTULO 11	132
INOVAÇÃO EM BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS SYSTEM - BIPV: ESTUDO DE CASO DA PATENTE DA TESLA PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS INTEGRADOS AO TELHADO	
Affonso Celso Caiazzo da Silva Maria Beatriz da Costa Mattos Maria Clarisse Perisse Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega	
DOI 10.22533/at.ed.57220010711	
CAPÍTULO 12	143
MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO LAGE, CARATINGA – MG	
José Geraldo da Silva Aline Gomes Ferreira Kleber Ramon Rodrigues Erick Wendelly Fialho Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.57220010712	

CAPÍTULO 13 154

O DESAFIO DA COMUNIDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC SOBRE O USO DOS AGROTÓXICOS

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

DOI 10.22533/at.ed.57220010713

CAPÍTULO 14 172

PANORAMA HIDROELÉTRICO E O LICENCIAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE AMBIENTAL

Laura Maria Bertoti
Valter Antonio Becegato
Vitor Rodolfo Becegato
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.57220010714

CAPÍTULO 15 188

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Patrícia Campos Borja
Luiz Roberto Santos Moraes

DOI 10.22533/at.ed.57220010715

CAPÍTULO 16 201

POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO DE USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO RIO GRANDE DO NORTE

Alana Rayza Vidal Jerônimo do Nascimento
Lucymara Domingos Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.57220010716

CAPÍTULO 17 211

ELECTROCOAGULATION PROCESS TO THE INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT

Evellin Balbinot-Alfaro
Alexandre da Trindade Alfaro
Isabela Silveira
Débora Craveiros Vieira

DOI 10.22533/at.ed.57220010717

CAPÍTULO 18 224

PROPOSTA DE AÇÕES PARA A GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO PASSÉ – BAHIA

João dos Santos Santana Júnior
Lorena Gomes dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.57220010718

CAPÍTULO 19 233

QUALIDADE AMBIENTAL DOS SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC

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

DOI 10.22533/at.ed.57220010719

CAPÍTULO 20 252

QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO DURANTE SECA PROLONGADA: UMA DISCUSSÃO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Daniele Jovem da Silva Azevêdo
José Fernandes Bezerra Neto
Magnólia de Araújo Campos Pfenning
Evaldo de Lira Azevêdo
Wilma Izabelly Ananias Gomes
Joseline Molozzi

DOI 10.22533/at.ed.57220010720

CAPÍTULO 21 264

QUALIDADE DA ÁGUA ESCOADA POR MÓDULOS DE TELHADOS VERDES COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE VEGETAÇÃO

Thaís Camila Vacari
Zoraidy Marques de Lima
Eduardo Beraldo de Moraes

DOI 10.22533/at.ed.57220010721

CAPÍTULO 22 277

REUSO DE EFLUENTE SANITÁRIO TRATADO NA MANUTENÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO

Analine Silva de Souza Gomes
Breno Barbosa Polez
Renata Araújo Guimarães
Lucas do Socorro Ribeiro Paixão
Mariana Marquesini

DOI 10.22533/at.ed.57220010722

CAPÍTULO 23 286

SOCIAL-ENVIRONMENTAL UNDERSTANDING OF THE INHABITANTS OF REVITALIZED GARBAGE DUMPS, FORTALEZA-CE, BRAZIL

Pedro Victor Moreira Cunha
Márcia Thelma Rios Donato Marino
Matheus Cordeiro Façanha
Vanessa Oliveira Liberato
Clara D'ávila Di Ciero
Ana Beatriz Sales Teixeira
Ana Patrícia de Oliveira Lima
Glenda Mirella Ferreira da Costa

DOI 10.22533/at.ed.57220010723

CAPÍTULO 24 298

TECNOLOGIA ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA: O MÉTODO POR DESINFECÇÃO SOLAR (SODIS)

Eduardo Amim Mota Lopes
Fátima Maria Monteiro Fernandes
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

DOI 10.22533/at.ed.57220010724

CAPÍTULO 25 305

TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA RECUPERAÇÃO DE ENERGIA

Anna Carolina Perez Suzano e Silva
Bruno de Albuquerque Amâncio
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

DOI 10.22533/at.ed.57220010725

SOBRE O ORGANIZADOR..... 311

ÍNDICE REMISSIVO 312

POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO DE USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO RIO GRANDE DO NORTE

Data de aceite: 17/06/2020

Alana Rayza Vidal Jerônimo do Nascimento

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH
alanarayza15@hotmail.com

Lucymara Domingos Alves da Silva

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH
englucyalves@gmail.com

RESUMO: A dessalinização de água mar é uma das alternativas adotadas por diversos países de regiões áridas e semiáridas ao redor do mundo para garantir o abastecimento face à escassez hídrica. Apesar de proporcionar o atendimento da demanda de água em quantidade e qualidade, preocupações acerca dos impactos negativos sobre o meio ambiente não podem ser ignoradas ao desenvolver projetos de usinas de dessalinização de água do mar. Neste sentido, este artigo teve por objetivos identificar os possíveis impactos ambientais gerados pela implantação de uma usina de dessalinização de água do mar no Estado do Rio Grande do Norte e propor medidas de mitigação a esses

impactos. Alteração da paisagem, redução de habitats, interferência nas desovas de tartarugas marinhas, danos à biota terrestre e marinha, poluição sonora, das águas e fotopoluição são alguns dos possíveis impactos ambientais. É imprescindível que a escolha da área considere a densidade de ninhos de tartarugas marinhas no local a fim de não prejudicar a desova. Outras medidas mitigadoras correspondem às telas e baixas velocidades do fluxo de captação que evitam a sucção da biota marinha e à utilização de difusores nos emissários de descarga dos resíduos da dessalinização, que têm sido adotados ao redor do mundo para mitigar a poluição ambiental. Cumpre destacar a necessidade da condução de diagnósticos de diversidade biológica, de habitats sensíveis e de espécies raras e ameaçadas de extinção para fundamentar a escolha da localização da usina de dessalinização de água do mar, bem como a adoção das medidas de mitigação.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez Hídrica. Sustentabilidade. Contaminação Ambiental.

ABSTRACT: Seawater desalination has been one alternative adopted by many countries of arid and semi-arid regions around the world to ensure the supply in the face of water scarcity. Despite providing water supply in

quantity and quality, concerns about potential negative impacts on the environment can not be ignored in a project of seawater desalination plants. In this context, this paper aimed identifying possible environment impacts generated by seawater desalination in the Estate of Rio Grande do Norte and proposing mitigation measures to these impacts. Landscape alteration, habitats reduction, interference in sea turtle spawning, damages to terrestrial and marine biota, noise, water and light pollution are some of the possible environmental impacts. It is imperative that the choice of area should consider the nest density of sea turtles at the site in order not to impair spawning. Other mitigation measures correspond to screens and low flow velocities that avoid the suction of the marine biota and the use of diffusers in the discharge emitters of desalination residues, which have been adopted around the world to mitigate environmental pollution. It is important to emphasize the need to conduct diagnoses of biological diversity, sensitive habitats and rare and endangered species to support the choice of location of the seawater desalination plant, as well as the adoption of mitigation measures.

KEYWORDS: Water Scarcity. Sustainability. Environmental Contamination.

1 | INTRODUÇÃO

Os oceanos e mares representam cerca de 97% da água que cobre a superfície terrestre. Visando tornar esses reservatórios propícios ao consumo humano, principalmente em regiões marcadas pela escassez hídrica, vários países têm instalado usinas de dessalinização de água do mar de forma a garantir o atendimento da demanda em quantidade e qualidade satisfatórias (ROBERTS *et al.*, 2010). Contudo, cabe destacar que a geração de impactos ambientais é inerente ao desenvolvimento de quaisquer atividades antrópicas e/ou à instalação e operação de empreendimentos, independente do porte (SÁNCHEZ, 2013).

De fato, usinas de dessalinização de água do mar podem causar impacto significativo (direto ou indireto) no meio ambiente (GUDE, 2016). De maneira geral, os impactos ambientais causados por usinas de dessalinização de água do mar correspondem à alteração da paisagem (HECK *et al.*, 2016), à redução de habitat (FUENTES-BARGUES, 2014), à sucção de animais durante a captação da água (LATTERMANN; HÖPNER, 2008), à poluição sonora devido às bombas (FUENTES-BARGUES, 2014; GUDE, 2016), à poluição e contaminação da água do mar devido à descarga do concentrado salino e dos resíduos do pré-tratamento (GUDE, 2016), dentre outros.

Diante desse potencial de degradação do meio ambiente, é imprescindível a condução de estudos que avaliem os possíveis impactos ambientais e norteiem a adoção das medidas de redução dos impactos. Reconhecendo a importância dos estudos ambientais, a Lei n.º 10.080, de 14 de julho de 2016, preconiza que a outorga da dessalinização da água do mar no Estado do Rio Grande do Norte deverá ser precedida por projeto que indique as possíveis degradações do meio ambiente, em estudo prévio de impacto ambiental (RIO GRANDE DO NORTE, 2016). Logo, a avaliação de impactos ambientais é requisito apesar da instalação de usinas de dessalinização não figurarem no rol das atividades modificadoras do meio

ambiente cujo licenciamento depende da elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental, segundo a Resolução CONAMA n.º 1, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986).

Além disso, o componente ambiental é um importante critério no estudo da viabilidade das usinas de dessalinização de água do mar, isto é, deve-se reconhecer se os impactos positivos superam os negativos, caso contrário, os impactos ambientais negativos inviabilizariam sua instalação.

É válido ressaltar que a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981). Este instrumento legal é um processo sistemático voltado para a identificação, avaliação e proposição de meios para mitigar os potenciais impactos sobre o meio ambiente de um projeto proposto (LIOR, 2017). A AIA aumenta a sustentabilidade do projeto tendo em vista que conduz à escolha da localização mais adequada, ao uso de sistemas e tecnologias mais apropriados, à adoção de medidas preventivas, compensatórias e corretivas eficazes, e à garantia de aceitação social e ambiental (FUENTES-BARGUES, 2014).

Tendo em vista a importância da AIA para a tomada de decisão e promoção do desenvolvimento sustentável, o presente artigo tem por objetivos identificar os possíveis impactos ambientais gerados pela implantação de uma usina de dessalinização de água do mar no Estado do Rio Grande do Norte e propor medidas de mitigação a esses impactos.

A metodologia utilizada para confecção deste artigo correspondeu à exploratória através da consulta aos periódicos e aos relatórios técnicos de órgãos ambientais a fim de realizar um levantamento bibliográfico de trabalhos desenvolvidos acerca dos impactos ambientais resultantes da instalação e operação de usinas de dessalinização de água do mar. A busca teve como filtros os impactos ambientais e os métodos de disposição dos rejeitos.

A revisão teórica foi realizada com o intuito de apresentar os impactos ambientais gerados tanto na fase de instalação quanto na fase de operação de usinas de dessalinização de água do mar segundo diversas pesquisas desenvolvidas na área. No desenvolvimento, são apresentados os possíveis impactos ambientais da instalação e operação de uma usina de dessalinização de água do mar no Estado do Rio Grande do Norte, bem como são elencadas medidas mitigadoras. Nas considerações finais, são apontadas as conclusões e pontuados os estudos e diagnósticos ambientais necessários para orientar a tomada de decisão e aprofundar o conhecimento sobre o tema.

2 | REVISÃO TEÓRICA

Os impactos ambientais gerados por empreendimentos costumam-se ser identificados de acordo com suas fases de instalação e operação.

2.1 Impactos ambientais da fase de instalação

De maneira geral, durante a fase de instalação das usinas de dessalinização de água

do mar, as fontes potenciais de impacto ambiental no ambiente costeiro e marinho estão associadas à implantação da infraestrutura e das tubulações, e à utilização de maquinário e de embarcações de instalação (FUENTES-BARGUES, 2014; LIOR, 2017).

O uso da terra decorrente da implantação da infraestrutura das usinas de dessalinização, como prédios, tanques de água, equipamentos de bombeamento e instalações de energia, é um impacto permanente (FUENTES-BARGUES, 2014). As instalações construídas alteram a estética da paisagem local e obstruem a passagem ao longo da costa, o que reduz o acesso público às praias e interrompe as atividades de recreação (HECK *et al.*, 2016). Dependendo do local onde a usina de dessalinização é instalada, a remoção da cobertura vegetal costeira torna-se necessária, implicando redução de habitat (LIOR, 2017).

O maquinário e as embarcações utilizados na fase de obras podem causar a poluição do solo e das águas, inclusive subterrâneas, em consequência ao vazamento e derramamento acidentais de substâncias perigosas, como óleos e combustíveis (FUENTES-BARGUES, 2014). A emissão de poeiras, principalmente durante as obras de terraplenagem, e de gases provenientes da queima dos combustíveis dos maquinários e embarcações resulta na poluição do ar (FUENTES-BARGUES, 2014; LIOR, 2017). As poeiras emitidas também ocasionam o aumento da turbidez da água, impactando sua qualidade (FUENTES-BARGUES, 2014). Outro impacto relevante corresponde à emissão de barulhos gerados pelos maquinários (LIOR, 2017). Assim como a poluição sonora, o tráfego de maquinários e de embarcações pode acarretar o afugentamento da fauna terrestre e marinha, respectivamente, além do seu atropelamento.

A instalação de tubulações submersas pode alterar o leito do mar e promover a ressuspensão de sedimentos, nutrientes ou poluentes, gerando impactos na qualidade da água e na ecologia marinha (LATTERMANN; HÖPNER, 2008; LIOR, 2017). Ainda durante a fase de instalação, a intensa luminosidade no canteiro de obras, também denominada de fotopoluição, interfere na desova de tartaruga marinha (EDITORIAL, 2010).

2.2 Impactos ambientais da fase de operação

Uma vez implantada a usina de dessalinização, a infraestrutura construída pode promover mudanças no nível do mar e no transporte de sedimentos (LIOR, 2017). Alterações no transporte de sedimentos influenciam a ocorrência de processos erosivos. Ademais, os prédios, tanques e cercas atuam como barreiras físicas que podem acarretar o aprisionamento da fauna silvestre. As tubulações, por sua vez, podem afetar a troca de água, atuar como recifes artificiais para os organismos aquáticos e interferir nas rotas marítimas (LATTERMANN; HÖPNER, 2008). Vale salientar que aves podem sofrer colisão e eletrocussão nas linhas de energia (FUENTES-BARGUES, 2014).

Em relação à captação de água em usinas de dessalinização, dois impactos ambientais merecem destaque: o aprisionamento e a sucção da biota marinha. O aprisionamento geralmente ocorre com organismos aquáticos adultos (peixes, tartarugas, caranguejos etc.)

que, devido à força da correnteza gerada pelo bombeamento, ficam retidos nas grelhas ou telas presentes na entrada das tubulações de captação de água, mas são grandes o suficiente para serem sugados; por outro lado, algas, plânctons e bactérias, por exemplo, passam através das grelhas e são arrastados para dentro das tubulações da usina de dessalinização (LATTERMANN; HÖPNER, 2008). Além de causar ferimentos ou morte dos organismos pelo aprisionamento e sucção (CHANG, 2015), a captação de água também promove a alteração local dos recursos alimentares devido à sucção dos microrganismos e dos nutrientes, o que pode afetar a cadeia trófica.

A fotopoluição e a poluição sonora gerada pelo bombeamento também são impactos ambientais a serem considerados durante a fase de operação (FUENTES-BARGUES, 2014; GUDE, 2016). O barulho das bombas tem efeito tanto nos animais marinhos, quanto nas pessoas (LIOR, 2017).

A poluição do ar é relevante nas usinas que utilizam combustíveis fósseis como fonte de energia, pois emitem na atmosfera gases de efeito estufa que potencializam o aquecimento global e as chuvas ácidas (GUDE, 2016). Usinas de dessalinização requerem quantidades significativas de energia térmica e/ou elétrica e as preocupações ambientais associadas a essa alta demanda de energia correspondem à emissão de poluentes atmosféricos e águas de resfriamento utilizadas na geração de energia elétrica, à fonte de combustível e ao transporte de combustível (LATTERMANN; HÖPNER, 2008).

A descarga no mar dos resíduos da dessalinização é uma importante fonte de impacto ambiental durante a fase de operação. As descargas da dessalinização promovem a poluição e contaminação marinha, afetam a produtividade dos peixes e induzem a várias mudanças, incluindo alterações na quantidade de nutrientes e redução dos recursos alimentares (CHANG, 2015). Os resíduos correspondem ao concentrado salino e aos subprodutos químicos e biológicos provenientes do pré-tratamento da água exigido pelas membranas de osmose reversa (GUDE, 2016). A descarga do concentrado salino promove mudanças na concentração dos sais que podem ser nocivas e até mesmo letais para a biota marinha, e podem causar danos ao habitat (CHANG, 2015). Ressalta-se que os produtos químicos residuais (p.ex. cloro, modificadores de pH, hidróxido de ferro, metais, polímeros, antiescalantes, biocidas, anti-espumas, ácidos, coagulantes, produtos químicos de limpeza) e seus subprodutos têm efeitos biológicos (LIOR, 2017).

Apesar dos danos provocados pela alta concentração de sais, a descarga do concentrado salino no mar é muito comum por se tratar do método de descarte mais econômico; outros métodos de descarte incluem a descarga em poço profundo, o lançamento em lagoas de evaporação, a mistura com água de resfriamento e com efluente de estação de tratamento de esgoto (CHANG, 2015).

3 | DESENVOLVIMENTO

3.1 Identificação dos possíveis impactos ambientais

Os possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação de uma usina de dessalinização de água no mar no Estado potiguar são apresentados na Tabela 1.

<i>Impactos Ambientais</i>	
<i>Fase de Instalação</i>	<i>Fase de Operação</i>
Supressão da cobertura vegetal costeira	Aprisionamento e sucção da biota aquática durante a captação
Poluição do ar	Poluição e contaminação do ambiente marinho
Fotopoluição	Alteração e/ou redução de recursos alimentares do ambiente marinho
Alteração da paisagem litorânea	
Deflagração ou acentuação de processos erosivos	
Redução da pesca	
Redução de desovas de tartarugas marinhas	
Afugentamento da fauna terrestre e marinha devido à poluição sonora	
Aprisionamento da fauna terrestre nas infraestruturas	
Redução de habitat	

Tabela 1 – Possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação de usina de dessalinização de água do mar no Rio Grande do Norte

Dentre os possíveis impactos ambientais apresentados, merece destaque a interferência e/ou redução na desova de tartarugas marinhas. O litoral potiguar, depois da ilha de Trindade, no Espírito Santo, é o segundo maior sítio reprodutivo da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) do país (PROJETO TAMAR, 2011). O sítio encontra-se localizado na Reserva Biológica do Atol das Rocas, que corresponde à primeira unidade de conservação marinha do Brasil do Projeto Tamar/ICMBio. A reserva Rocas situa-se a 144 milhas náuticas da capital potiguar Natal. A área da reserva é de 360 quilômetros quadrados, incluindo o atol e toda a área marinha em volta, até a profundidade média de mil metros. Além das juvenis da espécie tartaruga-verde, também abriga a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), espécie rara e ameaçada de extinção, que utiliza essas águas para abrigo e alimentação. A temporada de reprodução ocorre de dezembro a julho, quando se registram em média 400 desovas, com geração de 40 mil filhotes.

No litoral sul do Estado, o Tamar monitora 39 km de praias e registra, em cada temporada reprodutiva, que nessa região ocorre entre os meses de outubro a maio, cerca de 650 ninhos de tartarugas marinhas, gerando mais de 57 mil filhotes por temporada. Embora a maioria dos ninhos seja da tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), há também a ocorrência de desovas das outras espécies que ocorrem no Brasil - oliva (*Lepidocelys olivacea*), cabeçuda (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*) e de couro (*Dermochelys coriacea*).

Outro impacto a ser destacado corresponde ao afugentamento da fauna terrestre e marinha em virtude da fotopoluição, durante as obras, da poluição sonora, devido às bombas, e da poluição e/ou contaminação da água, devido à descarga do concentrado salino e do

lançamento dos produtos químicos utilizados no tratamento da água. Tal afastamento impacta diretamente a cadeia trófica da região, afetando negativamente o ecossistema local.

Vale salientar que o litoral do Estado do Rio Grande do Norte, que se estende por 410 km entre os Estados da Paraíba e do Ceará, movimenta o turismo, responsável por uma grande parcela da economia estadual (CHAVES *et al.*, 2012). Neste cenário, a alteração da paisagem litorânea, decorrente da supressão da cobertura vegetal costeira e construção das infraestruturas, é um impacto ambiental que tem efeito socioeconômico. Isto é, a redução do acesso público às áreas costeiras e a interrupção das atividades recreativas causadas pela implantação de usinas de dessalinização podem comprometer o turismo.

3.2 Proposição de medidas mitigadoras para a fase de instalação

De forma a minimizar a redução de habitats, sempre que possível, deve-se definir uma área para instalação da usina onde a supressão vegetal seja a menor possível. A fim de compensar essa supressão, pode-se estabelecer o replantio de espécies nativas em unidades de conservação, por exemplo.

As barreiras físicas impostas pela infraestrutura construída podem ser mitigadas mediante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico integrado. A integração da usina de dessalinização com a paisagem pode ser promovida limitando-se a altura dos edifícios, utilização de cores e texturas de acordo com o espaço circundante, e plantio de espécies nativas na área com o objetivo de evitar o impacto visual dos prédios e tanques de água (FUENTES-BARGUES, 2014).

As áreas de armazenamento dos materiais de construção, óleos e combustíveis devem ser devidamente impermeabilizados para evitar a poluição do solo e das águas (FUENTES-BARGUES, 2014).

A emissão de poeiras durante as obras de terraplenagem pode ser reduzida com a utilização de maquinários em boas condições, com a irrigação do terreno e colocação de lonas nos caminhões (FUENTES-BARGUES, 2014).

A fim de reduzir e/ou evitar o atropelamento da fauna marinha, é necessário realizar o monitoramento embarcado, caracterizado pela presença de biólogos a bordo para controlar as paradas necessárias, bem como a redução de velocidade. Ademais, tanto a tripulação quanto a equipe específica devem ser treinados para realizar o monitoramento embarcado durante a fase de operação, se existirem embarcações atuando na região. É importante também a formação de uma equipe habilitada para proceder com o resgate, reabilitação e reintrodução da fauna marinha impactada.

A ressuspensão dos sedimentos provocada ao escavar o fundo do mar para instalação das tubulações submersas pode ser mitigada através do uso de telas de silte (FUENTES-BARGUES, 2014).

A escolha da área para implantação da usina de dessalinização deve considerar se na região ocorre desova de tartaruga marinha a fim de que seja desenvolvido um cronograma de obra que exclua os períodos pico de atividade reprodutiva das tartarugas, além de proceder com o manejo dos ninhos. Com o propósito de evitar a interferência da fotopoluição

na desova de tartarugas, os horários de trabalho poderão ser limitados ao turno do dia (FUENTES-BARGUES, 2014). Ou deve-se utilizar uma iluminação cujo foco de luz seja direcionado no sentido da praia para o interior para minimizar tal impacto.

3.3 Proposição de medidas mitigadoras para a fase de operação

O atropelamento e o aprisionamento da fauna silvestre resultantes, respectivamente, do tráfego de maquinários e das barreiras físicas impostas pela infraestrutura construída requerem a condução de diagnóstico e de monitoramento da fauna terrestre, o que inclui a formação de uma equipe habilitada para realizar o resgate, a reabilitação e a reintrodução dos animais afetados em seus habitats naturais. Com relação às aves, aparelhos antieletrocussão e anticolisão podem ser instalados próximos às linhas de alta tensão (FUENTES-BARGUES, 2014).

Dentre as medidas mitigadoras para o aprisionamento de peixes, tartarugas e outros organismos aquáticos de maior porte, destacam-se a utilização de uma combinação de telas de diferentes tamanhos de abertura de malha e a redução das taxas de fluxo na captação (LATTERMANN; HÖPNER, 2008). A sucção de microrganismos, ovos e larvas pode ser minimizada mediante a escolha da localização da captação afastada de áreas de produtivas e/ou em águas profundas, através de poços, por exemplo (CHANG, 2015).

É importante realizar um estudo de decaimento sonoro a fim de saber se os ruídos produzidos pelas bombas serão compensados pelos ruídos ambientais ou se poderão interferir na comunicação de animais aquáticos, como os golfinhos.

As emissões de gases poluentes são significativamente reduzidas através da utilização de energias renováveis nos processos de dessalinização, as quais incluem a energia solar, eólica e geotérmica (ELTAWIL *et al.*, 2009). A energia renovável, embora não possa fornecer toda a energia necessária para o processo, pode compensar parcialmente (FUENTES-BARGUES, 2014).

Com o propósito de reduzir os impactos da descarga do concentrado salino no ambiente marinho, a utilização de difusores nos emissários tem sido adotada nas usinas ao redor do mundo (FUENTES-BARGUES, 2014). Estes difusores são orifícios equidistantes ao longo do comprimento dos emissários que permitem melhor distribuição e diluição do concentrado salino no mar. Outra medida é a instalação de bombas reservas para aumentar a captação da água do mar com o intuito de diluir o concentrado salino. A diluição do concentrado salino também pode ser realizada através de sua mistura com efluentes de estações de tratamento de esgoto. Uma possibilidade de destino para o concentrado a ser estudada corresponde ao seu lançamento em lagoas de evaporação em salinas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Usinas de dessalinização de água do mar no Estado do Rio Grande do Norte têm potencial para comprometer a diversidade biológica da região litorânea. Principalmente tendo

em vista a considerável incidência de desova de tartarugas marinhas no litoral potiguar. Neste sentido, a escolha da localização da usina de dessalinização de água do mar deve considerar a densidade de ninhos de tartarugas marinhas na região.

A captação de água e a descarga do concentrado salino destacam-se dentre as principais fontes de impactos ambientais das usinas de dessalinização de água do mar. Isso decorre dos seus potenciais de causar danos significativos ao ecossistema e à biota marinhos, incluindo a morte de organismos e a destruição de habitats. Portanto, medidas mitigadoras devem ser adotadas ainda durante a elaboração dos projetos dos sistemas de captação e de descarga dos resíduos. A destinação ambientalmente adequada do concentrado salino deve sempre ser uma das principais preocupações dos gestores quando da instalação de usinas de dessalinização de água do mar.

Visando à redução dos impactos sobre a biota terrestre e marinha, recomenda-se a condução de diagnósticos da diversidade biológica (inventários florísticos e faunísticos), de espécies raras, de espécies ameaçadas de extinção e de habitats sensíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN) e à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH) pelo financiamento e apoio para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p. 16.509.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n.º 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 17 de fevereiro de 1986, p. 2548-2549. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 28 dez. 2016.

CHANG, J. Understanding the role of ecological indicator use in assessing the effects of desalination plants. **Desalination**, v. 365, p. 416–433, 2015.

CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C.; TAVARES, F. M. F.; LIMA, F. J. M. Análise preliminar da paisagem costeira do litoral do Estado do Rio Grande do Norte, NE do Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 1, n. 4, p. 432 – 440, 2012.

EDITORIAL. Light pollution in the sea. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 1383–1385, 2010.

ELTAWIL, M. A.; ZHENGMING, Z.; YUAN, L. A review of renewable energy technologies integrated with desalination systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, p. 2245–2262, 2009.

FUENTES-BARGUES, J. L. Analysis of the process of environmental impact assessment for seawater desalination plants in Spain. **Desalination**, v. 347, p. 166–174, 2014.

GUDE, V. G. Desalination and sustainability - An appraisal and current perspective. **Water Research**, v. 89, p. 87-106, 2016.

HECK, N.; PAYTAN, A.; POTTS, D. C.; HADDAD, B. Predictors of local support for a seawater desalination plant in a small coastal community. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 101–111, 2016.

LATTERMANN, S.; HÖPNER, T. Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. **Desalination**, v. 220, p. 1–15, 2008.

LIOR, N. Sustainability as the quantitative norm for water desalination impacts. **Desalination**, v. 401, p. 99–111, 2017.

PROJETO TAMAR. **Rio Grande do Norte é o segundo sítio de desova da tartaruga-de-pente**, 2011. Disponível em: <http://www.tamar.org.br/noticia1.php?cod=238>. Acesso em: 17 jan. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei n.º 10.080, de 14 de julho de 2016. Dispõe sobre a dessalinização das águas do mar e das águas sob o domínio do Estado do Rio Grande do Norte. **Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, 15 jul. 2016.

ROBERTS, D. A.; JOHNSTON E. L.; KNOTT, N. A. Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies. **Water Research**, v. 44, p. 5117-5128, 2010.

SÁNCHEZ, L. H. Conceitos e Definições. In: _____. **Avaliação de impactos ambiental: conceitos e métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 18-43.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agrotóxicos 26, 29, 34, 35, 40, 44, 51, 99, 100, 101, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 233, 235, 244, 246

Água 9, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 58, 60, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 92, 93, 96, 103, 104, 105, 106, 113, 115, 116, 117, 118, 137, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 156, 161, 163, 165, 166, 172, 173, 174, 179, 182, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 225, 234, 236, 238, 241, 242, 245, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

Aplicações 38, 304, 309, 310

Ar 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 58, 73, 80, 166, 204, 205, 206, 225, 237, 238, 265

Áreas Rurais 55, 64, 160, 168, 195, 233, 300

B

Bacia Hidrográfica 53, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 117, 118, 119, 143, 144, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 181

Barragens 112, 114, 115, 116, 117, 183

C

CONAMA 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 53, 54, 55, 59, 60, 62, 63, 65, 67, 68, 84, 89, 101, 180, 181, 182, 183, 185, 203, 209, 233, 234, 238, 242, 247, 248

Contaminação Ambiental 157, 163, 235

Controle 12, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 37, 40, 68, 79, 82, 83, 91, 92, 93, 95, 96, 99, 103, 104, 107, 108, 110, 111, 114, 115, 130, 152, 154, 155, 156, 158, 161, 162, 165, 169, 171, 172, 180, 182, 184, 185, 188, 195, 199, 226, 231, 235, 238

D

Dano 5, 73, 74, 76, 77, 78, 115, 183

Desenvolvimento 9, 2, 3, 4, 28, 32, 38, 39, 41, 45, 51, 73, 74, 75, 78, 82, 91, 92, 93, 95, 99, 106, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 118, 133, 137, 147, 151, 155, 166, 173, 174, 180, 181, 186, 189, 191, 195, 196, 197, 202, 203, 207, 212, 224, 226, 234, 243, 244, 254, 267, 278, 299, 300, 302

Desinfecção 161, 277, 279, 280, 281, 282, 298, 300, 301

Dessalinização 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 305, 306, 307, 308, 309

E

Economia 2, 3, 16, 18, 20, 22, 25, 38, 75, 157, 173, 179, 190, 207, 226, 235, 277, 279, 282, 283, 284, 299

Educação Ambiental 33, 40, 80, 83, 88, 110, 168, 224, 231

Efluente Tratado 277, 279, 280, 284

Eletrocoagulação 212, 223

Energia 9, 38, 73, 114, 132, 133, 134, 135, 137, 139, 140, 141, 144, 172, 173, 174, 175, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 190, 191, 193, 195, 204, 205, 208, 223, 282, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309
Escassez hídrica 201, 202
Esgoto 96, 195, 205, 208, 277, 279, 280, 281, 284, 285
Espaço urbano 287
Estatística 52, 112, 122, 124, 246, 297, 300
Eutrofização 38, 253, 254, 257, 263

F

Filtração 277, 281, 282
Fontes 4, 5, 6, 11, 12, 16, 54, 64, 68, 73, 118, 152, 174, 179, 204, 209, 236, 246, 258, 266, 267, 303

G

Geomorfologia 143
Gramínea 265

H

Herbácea 264, 265, 267, 268, 270, 271, 272, 273
Hidroeletricidade 172, 173, 174, 175, 177, 178, 183
Hidrologia 117, 153, 112, 117, 153
Histopatologia 24, 27

I

Impactos 9, 13, 25, 29, 37, 38, 40, 53, 55, 67, 72, 81, 92, 93, 94, 95, 108, 113, 154, 156, 157, 161, 164, 166, 168, 170, 172, 173, 174, 178, 179, 180, 181, 183, 186, 193, 197, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 225, 227, 228, 230, 231, 233, 234, 235, 247, 264, 287
irrigação 24, 26, 29, 31, 152, 179, 207, 254, 258, 277, 280, 284

L

Lixo Urbano 65, 246, 287

M

Meio Ambiente 1, 9, 3, 4, 5, 6, 40, 65, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 100, 105, 109, 154, 157, 161, 167, 168, 172, 173, 178, 179, 183, 184, 185, 190, 199, 201, 202, 203, 224, 226, 228, 233, 7, 10, 11, 12, 14, 34, 36, 67, 70, 71, 79, 80, 98, 131, 132, 153, 161, 180, 182, 184, 185, 186, 201, 203, 209, 231, 248, 255, 297, 298, 305, 311
Metais 53, 55, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 166, 171, 205, 233, 234, 235, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 266, 274
Mitigação 3, 93, 172, 181, 201, 203
Modelagem 68, 112, 124, 129, 126, 129, 153
Morfometria 143, 150, 153
Mudanças Climáticas 23, 112, 114, 124, 131, 260

N

Nutrientes 37, 38, 40, 48, 49, 51, 55, 152, 195, 196, 204, 205, 234, 240, 241, 242, 254, 257, 258, 264, 266, 267, 270, 273, 274

P

Pluvial 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 65, 106, 195, 198, 266, 267

Poluição 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 25, 26, 72, 73, 80, 91, 93, 107, 109, 121, 166, 173, 180, 184, 185, 195, 196, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 225, 226, 227, 234, 235, 245, 264, 266, 274

Potabilidade 299, 300

Produção Agrícola 179, 233, 247

Produtores Rurais 154, 158, 159

R

Reservatório 17, 18, 20, 21, 73, 115, 119, 129, 130, 179, 183, 253, 257, 258, 259, 260, 267, 280, 282, 283

Residuais 205

Resíduos hospitalares 81, 83, 86

S

Solo 38, 39, 47, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 116, 117, 118, 120, 121, 124, 129, 130, 144, 146, 152, 153, 166, 204, 207, 225, 230, 233, 234, 235, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 265, 266, 267, 268, 273, 274, 55, 61, 62, 66, 68, 70, 113, 144, 196, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249

Sustentável 38, 40, 52, 78, 91, 92, 95, 99, 101, 106, 110, 111, 113, 173, 174, 180, 186, 198, 200, 203, 226, 278, 297, 300, 301

T

Tratamento 16, 19, 22, 37, 63, 83, 106, 107, 108, 109, 134, 145, 161, 193, 196, 197, 198, 202, 205, 207, 208, 212, 223, 227, 228, 229, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 298, 299, 300, 301, 303, 308

 **Atena**
Publisher

2 0 2 0