

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)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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 Toniazzo 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

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE VIABILIDADE AGRONÔMICA E IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM SISTEMA DE AQUAPONIA NA FAZENDA SÃO JOÃO - SÃO CARLOS - SP

Data de aceite: 17/06/2020

Data de submissão: 17/03/2020

Gustavo Ribeiro

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos
São Carlos - SP
<http://lattes.cnpq.br/3561181401255439>

Artur Almeida Malheiros

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos
São Carlos - SP
<http://lattes.cnpq.br/2575137289903326>

Maria Olímpia de Oliveira Rezende

Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos
São Carlos - SP
<http://lattes.cnpq.br/6164624893473124>

Luiz Antonio Daniel

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos
São Carlos - SP
<http://lattes.cnpq.br/1620570536303906>

Tadeu Fabrício Malheiros

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos
São Carlos - SP
<http://lattes.cnpq.br/4422237568128846>

Jose F. Alfaro

University of Michigan, School for Environment and Sustainability

Ann Arbor - MI

<https://orcid.org/0000-0002-7127-8240>

Maria Diva Landgraf

Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/0630468129527894>

RESUMO: Aquaponia se dá pela combinação da aquicultura com a hidroponia, em um ambiente simbiótico que permite a diminuição de impactos associados à produção de peixes e apresenta-se como uma alternativa socioambiental agradável em relação à agricultura convencional. Este estudo visou a produção de vegetais (tomates) de maneira integrada à criação de peixes em um sistema aquapônico no sítio São João, em São Carlos - SP, verificando a sua viabilidade. Além disso, busca-se encontrar eficiência no tratamento da água em termos de remoção de nutrientes - principalmente nitrogenados - e do controle da qualidade da água no tanque de tilápias. Análises realizadas mostraram uma diminuição significativa na concentração de nutrientes (cerca de 30% de remoção de amônia, por exemplo), melhorando a qualidade da água para criação dos peixes, à medida que permitiu o crescimento dos vegetais de

forma saudável. A abordagem circular apresenta-se como uma boa alternativa na produção em relação a sistemas convencionais de agricultura, com menores emissões ao ambiente do que na aquicultura convencional.

PALAVRAS CHAVE: aquaponia, aplicações ao desenvolvimento sustentável, sistema agrícola integrado, economia circular.

EVALUATION OF THE AGRONOMIC VIABILITY AND ENVIRONMENTAL IMPACTS ON AN AQUAPONIC SYSTEM IN THE FARM SÃO JOÃO - SÃO CARLOS - SP

ABSTRACT: Aquaponics is the combination of aquaculture with hydroponics, in a symbiotic environment that allows the mitigation of impacts associated with fish breeding and presents better social-environmental alternatives to conventional agriculture. This study seeks to produce vegetables (tomatoes) in association to fish farming in an aquaponic system in the São João farm, in São Carlos - SP, evaluating its viability. Besides, it seeks to find the system efficiency about nutrients removal - mainly nitrogenous - and about the control of water quality in the fish tank. Analyses showed a significant decrease in the nutrient concentration (about 30% of ammonia removal, for example), improving the water quality for the fish while growing healthy plants. The circular approach shows great alternatives for production with much lower emissions to the environment than traditional aquaculture.

KEYWORDS: aquaponics, applications for sustainable development, integrated farm system, circular economy.

1 | INTRODUÇÃO

Aquicultura é a produção de organismos aquáticos em cativeiro, e utiliza vários recursos, tanto humanos e manufaturados, quanto naturais: solo, água, energia, ração, fertilizantes, equipamentos, mão de obra (VALENTI, 2002). De acordo com o IBGE, a aquicultura vem ganhando espaço nos últimos anos, tendo um crescimento de 20% de 2013 para 2014, e sendo a piscicultura responsável por 70% da produção nacional. Segundo alguns autores (Valenti, 2002; Bezerra e Silva, 1998; Espíndola, 2006), entretanto, ela traz alguns impactos ambientais, tais como:

- remoção da cobertura vegetal no local de construção dos viveiros;
- remoção de mata ciliar para captação de água;
- erosão com o carregamento de sedimento para cursos d'água naturais;
- liberação de efluentes ricos em nutrientes (principalmente N e P), causando eutrofização em corpos d'água naturais;
- liberação de efluentes ricos em matéria orgânica e sólidos em suspensão, aumentando a turbidez em corpos d'água naturais;
- introdução de espécies exóticas e de possíveis doenças no ambiente;
- introdução de substâncias tóxicas e drogas bioacumulativas no ambiente.

Como alternativa a minimizar esses impactos, surge a aquaponia, ou seja, a produção

de alimentos que utiliza peixes e plantas em um ambiente simbiótico, com menor consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico. O termo vem da junção das palavras “aquicultura” e “hidroponia”, que se refere à produção de plantas sem solo. As pesquisas em aquaponia passaram a demonstrar resultados expressivos nos últimos anos, com referência em estudos estrangeiros. A literatura brasileira ainda é escassa no tema, com algumas poucas publicações recentes, incluindo universidades e a Embrapa, começando seus ensaios experimentais (CARNEIRO et al., 2015).

Na aquaponia, tem-se a criação de peixes e o cultivo de vegetais, como mostrado na figura 1. A criação de peixes é geralmente feita em um ou vários tanques, com características diversas, tomando o cuidado com materiais que liberam substâncias tóxicas na água, uma vez que é um ambiente para a produção de alimentos. Além disso, exige um sistema de aeração para os peixes e as bactérias nitrificantes, e para os animais maiores, um filtro de sólidos, um mineralizador e degaseificador, para ajustar algumas condições de resíduo dentro do ambiente. Quanto ao cultivo de vegetais, são 3 os ambientes mais comuns para o cultivo: um volume que contenha um substrato com alta relação superfície:volume, canaletas ou flutuantes, sendo que se diferem nos equipamentos utilizados e nas produtividades alcançadas.



Figura 1. Integração entre criação de peixes e hidroponia. Fonte: Carneiro et al., 2015.

Além dos peixes e dos vegetais, que no caso do estudo ora apresentado é o tomate, é necessário que haja no sistema condições adequadas para o desenvolvimento de bactérias nitrificantes, dos gêneros *nitrosomonas* e *nitrobacter* (Carneiro et al., 2015), que são responsáveis pela transformação de amônia em nitrito (NO^{2-}), processo denominado nitrosação (Reação 1), e de nitrito em nitrato (NO^{3-}), processo denominado nitratação (Reação 2). O nitrato assim formado será absorvido pelas raízes dos vegetais. Juntos, estes organismos desenvolvem um importante papel no sistema, agindo como filtro biológico e

assegurando boas condições de qualidade de água para o crescimento dos peixes. Esta técnica almeja o total reuso da água, diminuindo quase totalmente o despejo de efluente rico em nutrientes, gerado nos tanques de peixes.



Segundo Carneiro et al. (2015), algumas vantagens observadas na aquaponia são a baixa utilização de água, a possibilidade de produção de alimentos no meio urbano, o aproveitamento de dejetos produzidos por peixes, o controle da proliferação de algas e fungos, a diversificação da produção e geração contínua de renda e a minimização de riscos ambientais quanto à contaminação. Além disso, esse sistema sugere a reutilização total da água, o que evita o desperdício e diminui a liberação de efluente no meio ambiente, sendo mais eficiente na utilização da água e geração de efluente que a própria hidroponia.

Entretanto, a operacionalização de sistema de aquaponia não é simples, dada sua complexidade ambiental, social e econômica. Trata-se de um sistema não orgânico, já que utiliza nutrientes processados industrialmente. Em adição, a baixa oferta de fertilizantes naturais para a hidroponia causa dificuldades na produção. Do ponto de vista educacional, há necessidade de capacitar o pequeno produtor para o adequado e sustentável funcionamento do sistema. Assim como é preciso ampliar os canais de comunicação e sensibilização com os consumidores, governos locais, comitês de bacias hidrográficas e agências de regulação e licenciamento relacionadas à questão das águas.

O propósito deste estudo é integrar a produção de vegetais ao sistema de criação de peixes em tanque já existente no Sítio São João, em São Carlos - SP, a partir da técnica de aquaponia, possibilitando, simultaneamente, o crescimento de vegetais e a manutenção da qualidade da água dos tanques. Assim, o estudo visa à diminuição de impactos ambientais relacionados à água residuária do tanque de peixes e, ao mesmo tempo, ao aumento da diversidade de produção do sítio, com alternativas que não se limitam ao uso de pesticidas e de agrotóxicos.

Ressalta-se que o sítio é um importante centro de educação ambiental da região e o sistema aquapônico entrará em seu ciclo de exibição.

Este estudo teve como objetivo avaliar parâmetros de viabilidade agrônômica e impactos ambientais a partir de um sistema de aquaponia no sítio São João - Município de São Carlos – SP. Para isso, os resultados aqui obtidos serão comparados qualitativamente a outras formas de cultivo.

2 | METODOLOGIA

2.1 Sistema aquapônico

Foram instaladas no sítio São João nove caixas de cultivo de dimensões (2 x 2 x 0.3)

m³ no interior de uma estufa, uma caixa d'água e uma bomba. O esquema do sistema pode ser visto na figura 2. O funcionamento se dá a partir do bombeamento da água do tanque para a caixa d'água, que fica na cota mais alta de todo o sistema. Então, a água escoo por gravidade, passando pelas caixas de cultivo no interior da estufa e, em seguida, retorna ao tanque.

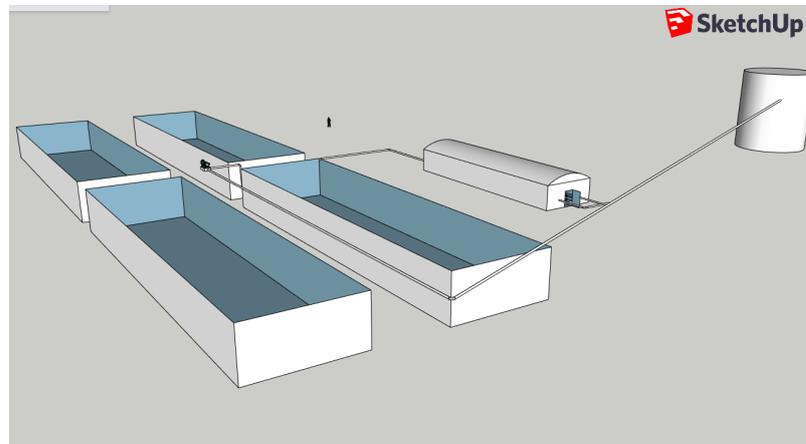


Figura 2. Esquema de idealização do sistema de aquaponia. Google SketchUP. Fonte: Arquivo pessoal

Toda a infraestrutura necessária ao desenvolvimento do projeto foi instalada no local e é mostrada nas figuras 3 a 6. O substrato escolhido para as caixas de cultivo foi a argila expandida, sendo um material com alta relação superfície:volume. As caixas se enchem e esvaziam com o auxílio de um sifão do tipo sino (figura 7), em dois ciclos por hora, sendo que o enchimento leva cerca de 22 minutos e o esvaziamento cerca de 8 minutos, ajustados em função da vazão do sistema.



Figura 3. Caixa d'água.



Figura 4. Tanque e estufa do sistema



Um sifão do tipo sino consiste em um tubo vertical, com boca para cima, que se projeta a partir de um tubo de drenagem no fundo da caixa, que drena a água até o tanque de peixes. Como o nível da água na caixa excede a altura do tubo vertical, a água transborda através do interior do tubo vertical e o dreno direciona o fluxo de água para o tanque de peixes. Um tubo adicional (o “sino”), que tem um diâmetro duas vezes maior que o tubo vertical e é ligeiramente mais longo que ele, é equipado com uma tampa em uma extremidade. Entalhes são feitos na extremidade inferior do sino e ele é colocado sobre o tubo vertical, o que cria a dinâmica do sistema (Fox et al., 2010). Essa dinâmica garante que o sistema caixa-argila-microrganismos-plantas permaneça uniformemente oxigenado (Carneiro et al., 2015), justamente porque esse ciclo ocorre duas vezes por hora.



Figura 7. Detalhe do sifão do tipo “sino”. Fonte: Arquivo pessoal

2.2 Coleta de dados

A coleta de água para as determinações químicas foi realizada em dois pontos: na saída do cano de distribuição que chega à quinta caixa (“output”, figura 8), e na saída do cano de retorno ao tanque de peixes, após passar pelas caixas de cultivo (“input”, figura 9).



Figuras 8 e 9. Coleta de água no sistema. Fonte: arquivo pessoal.

Além disso, as análises de parâmetros físico-químicos feitas diretamente no tanque se distribuem espacialmente de acordo com a figura 10, sendo uma das extremidades mais próxima da bomba e a outra mais próxima do local por onde a água retorna ao tanque, mesmo ponto onde são feitas as coletas para determinações analíticas (“input”).



Figura 10: Pontos de determinação dos parâmetros físico-químicos ao longo do tanque.

Fonte: Arquivo pessoal.

2.3 Determinações analíticas

Foram feitas as caracterizações da água utilizada ao longo do processo, gerando um banco de dados para avaliação ao final do processo. A Tabela 1 resume as metodologias empregadas nessas caracterizações.

Matriz	Parâmetro	Metodologia
Água do tanque	Nitrogênio amoniacal	Standard Methods 4500-NH ₃ (2012)
	Fósforo inorgânico	Standard Methods 4500-P (2012)
	Nitrato	Ácido cromotrópico
	Nitrito	Diazotação
	pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, potencial de oxirredução, sólidos dissolvidos totais	Multiparameter Waterproof Meter HI98194

Tabela 1. Resumo das metodologias utilizadas e a periodicidade de determinação

A maioria das determinações, testes e ensaios realizados em bancadas foram feitos em triplicata.

Durante o período do projeto, foram feitos dois tipos diferentes de análise, sendo um *in situ*, usando Multiparâmetro (HI98194) da Hanna Instruments, que, submerso no tanque, mede pH, ORP (potencial de oxidação-redução), CE (condutividade elétrica), TDS (total sólidos dissolvidos), OD (oxigênio dissolvido) e temperatura da água. Além disso, algumas amostras foram levadas ao LATAR (Laboratório de Tratamento Avançado e Reuso de Águas) para determinação de amônia, nitrito, nitrato e fósforo inorgânico, utilizando metodologia descrita previamente na tabela 1.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise qualitativa do crescimento dos vegetais

O crescimento dos vegetais foi classificado como satisfatório pelos operadores do sistema, uma vez que as condições às quais os tomates estavam submetidos foram favoráveis ao seu cultivo de forma saudável. Muitas vezes é considerada desvantagem o fato de não se poder usar agrotóxicos no sistema aquapônico. No entanto, se pensarmos em termos de sustentabilidade ambiental, essa é uma grande vantagem. Propositalmente o vegetal escolhido foi o tomate, que geralmente recebe grande carga de agrotóxicos.

Quando comparadas as caixas, em termos de vegetação, notou-se pouca variação, atribuída à variação da disponibilidade de luz natural. A figura 11 mostra os resultados obtidos em relação ao crescimento dos vegetais associados à criação de peixes.



Figura 11: Pés de tomates vegetados, produzidos em associação à criação de peixes. Fonte: Arquivo pessoal.

3.2 Dados das análises de água

3.2.1 Sonda

Os dados coletados nos 3 pontos do tanque de peixe, como descritos na metodologia, foram transpostos em gráficos. Foram feitas 8 coletas, as quais estão apresentadas em gráficos, para melhor avaliação temporal. Dentre os 6 parâmetros analisados, foi possível traçar diferentes análises quanto à composição de dados.

O gráfico da figura 12 ratifica a queda considerável da temperatura durante os meses do plantio, devido à mudança de estações do ano, e que os 3 pontos amostrados no tanque não apresentam diferenças entre eles, ou seja, a temperatura é constante ao longo de toda extensão do tanque. As mudanças de temperatura no tanque são um fator importante para o desenvolvimento e a reprodução dos peixes (BEZERRA E SILVA, 1998), uma vez que implicam em mudanças nas quantidades de oxigênio dissolvido, assim como no metabolismo dos peixes em geral.

Variação temporal de temperatura para 3 pontos diferentes no tanque de peixes

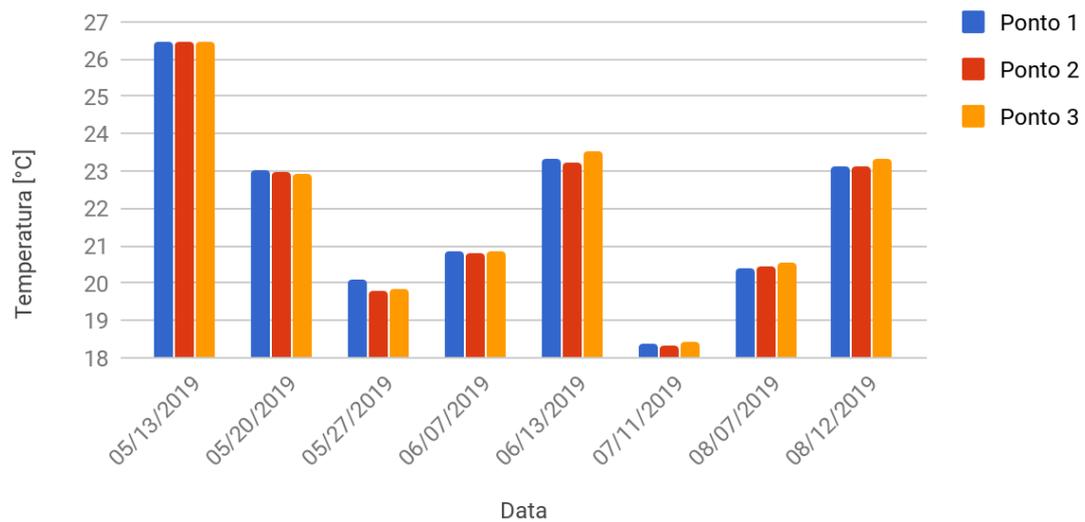
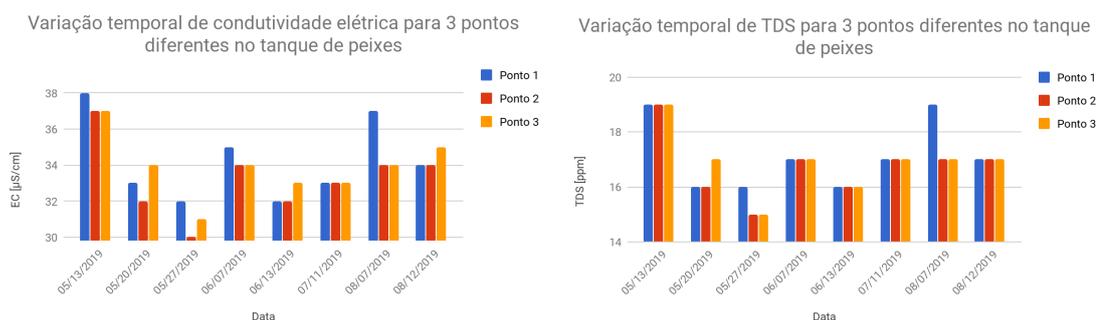


Figura 12. Variação temporal da Temperatura para 3 pontos distintos do tanque de peixe. Elaboração: Autores.

Os gráficos das figuras 13 e 14, que indicam respectivamente condutividade elétrica e total de sólidos dissolvidos, apresentam a mesma tendência. Pequenas variações indicam que o tanque não é completamente homogêneo com relação à presença de sedimentos. Além disso, em uma análise temporal, apesar de algumas variações, a tendência que os gráficos mostram é de uma diminuição desses valores, e uma vez que o TSD indicam uma quantidade de sedimentos na água e, conseqüentemente, refletem nos valores de CE, podendo ser inferido que o sistema de aquaponia está diminuindo os sedimentos do tanque.



Figuras 13 e 14. Variação temporal da CE e TDS para 3 pontos distintos do tanque de peixe. Elaboração: Autores.

Os dados referentes a pH estão descritos no gráfico da figura 15. Em uma leitura dos 3 pontos analisados, fica claro uma diferença do ponto 1 para os demais pontos. Apesar de em uma das análises o valor ter sido maior, ou seja, mais básico, nas outras ele se mostra levemente menor, ou seja, mais ácido. Isso pode ser explicado pelo ponto 1 ser o local mais afastado da entrada de água do input, ou seja, a volta da água para o tanque, resultando assim, em um local com menor diluição da água, e conseqüentemente maior quantidade de

sedimentos. Em uma análise temporal dos valores, percebem-se variações, tanto positivas quanto negativas, que podem ser ocasionadas por fatores externos (uma vez que o tanque é descoberto), porém retornando a valores próximos do início das coletas ao final, resultando assim, em dados inconclusivos. É interessante observar que os valores do potencial de óxido-redução (ORP), representados no gráfico da figura 16, acompanham de forma inversa os de pH no começo, tendo uma leve alteração nos valores seguintes, porém os valores tendem a ser diferentes entre os pontos, e mais acentuados em relação ao ponto 1. De forma geral, houve uma variação maior na coleta do dia 7 de junho de 2019, quando se registraram valores maiores na maioria dos casos. Esse fato pode ser derivado de um fator externo, como uma alteração no clima, diferente manejo do solo em culturas próximas etc.

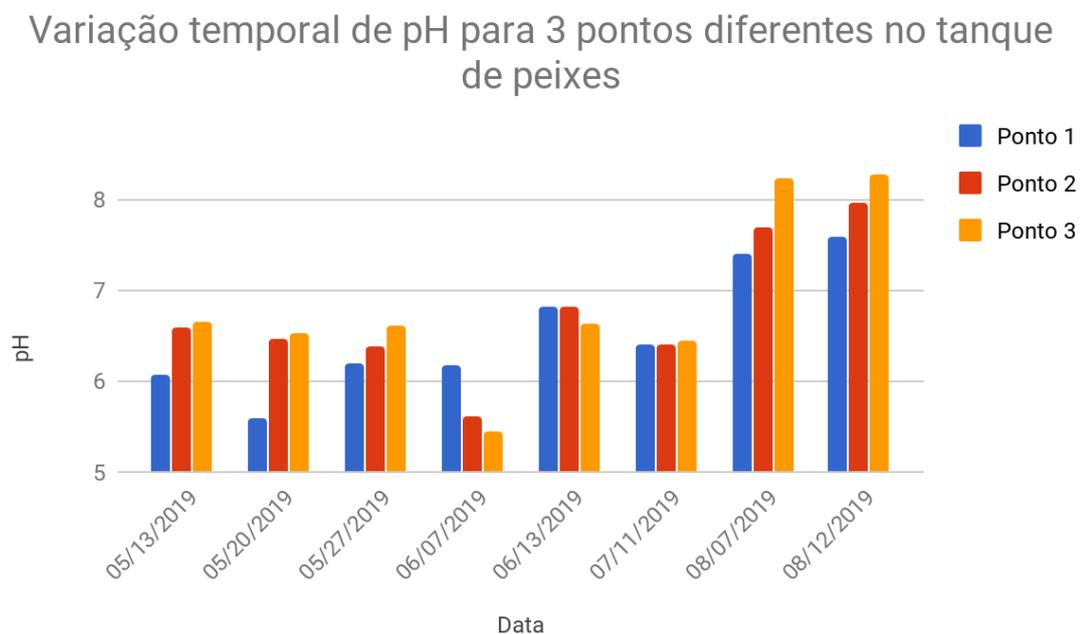


Figura 15. Variação temporal do pH para 3 pontos distintos do tanque de peixe. Elaboração: Autores.

Variação temporal de ORP para 3 pontos diferentes no tanque de peixes

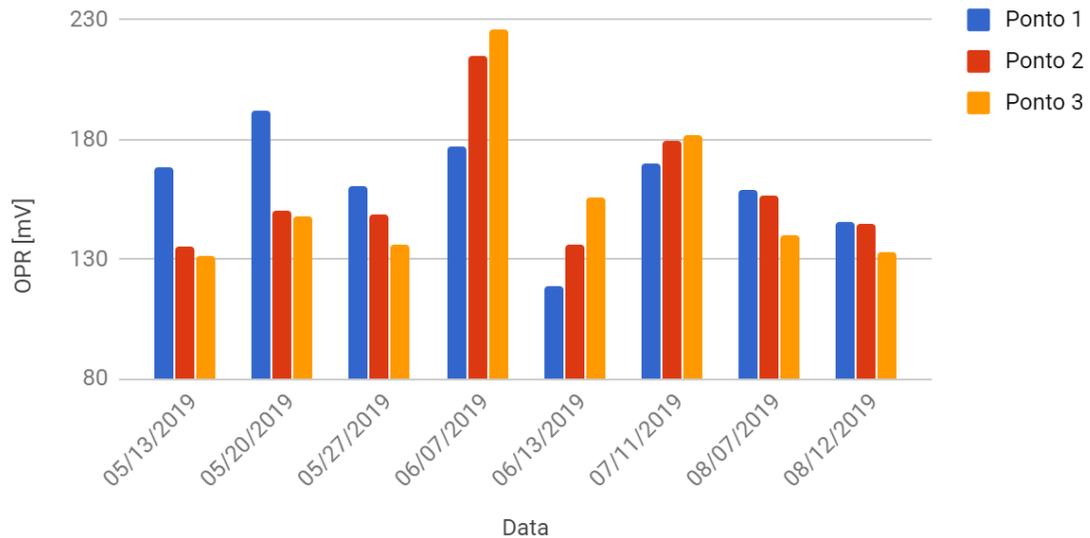


Figura 16. Variação temporal do ORP para 3 pontos distintos do tanque de peixe. Elaboração: Autores.

Com relação à concentração de OD, alcançou-se cerca de 6 mg L⁻¹. A concentração de OD aumentou, em parte, graças à diminuição da temperatura da água, mas é um ponto positivo apontando para um manejo positivo do sistema.

Variação temporal de OD para 3 pontos diferentes no tanque de peixes

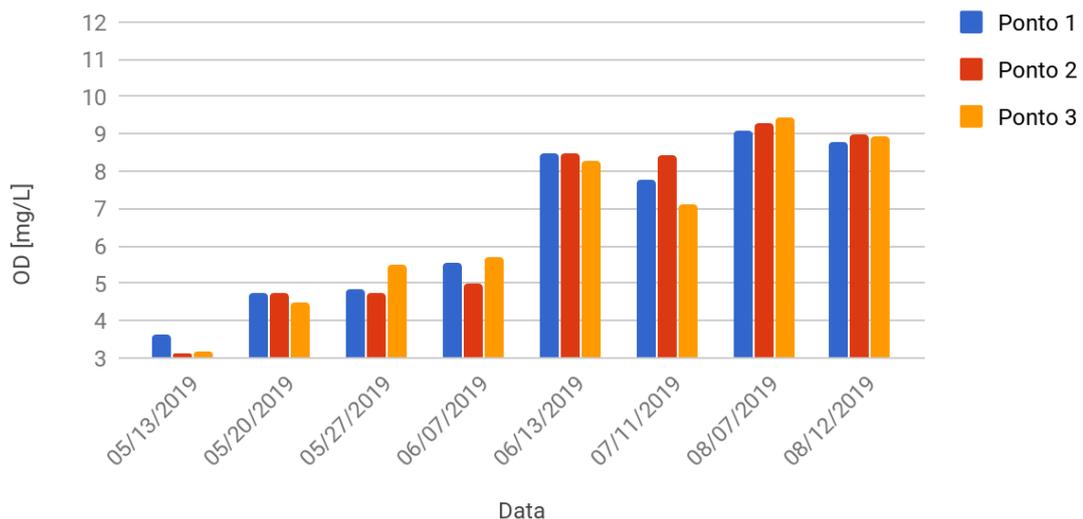


Figura 17. Variação temporal do O.D. para 3 pontos distintos do tanque de peixe. Elaboração: Autores.

3.2.2 Amônia, Nitrito, Nitrato e Fósforo inorgânico

Com a finalidade de se verificar a eficiência do sistema de aquaponia no que diz respeito à remoção de nutrientes da água pelas raízes dos vegetais e processos biológicos nas caixas de cultivo, foram coletadas amostras imediatamente antes e depois da passagem

da água pelas caixas. Dessa forma, puderam ser traçados gráficos que mostram a variação de concentração dos nutrientes ao longo do tempo e espaço - output (antes de passar pelas caixas) e input (depois de passar pelas caixas - retorno ao tanque).

Os dados referentes à concentração de amônia estão expressos na figura 18 e mostram a diminuição da sua concentração ao longo da passagem pelas caixas, o que pode ser explicado pela diminuição da nitrificação nas caixas, causada pelo aumento da concentração de nitrato (figura 19). Quando a concentração de nitrato volta a diminuir - ou seja, quando as raízes passam a absorver em grande quantidade o nitrato presente no meio, provavelmente em época de crescimento e floração dos vegetais - a diferença entre output e input de amônia volta a aumentar, pois a nitrificação acontece com mais intensidade.

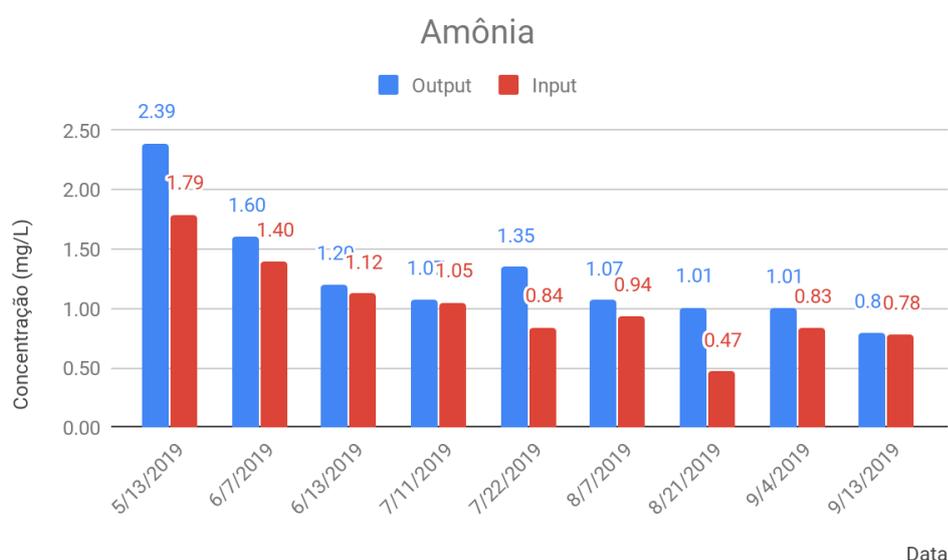


Figura 18. Variação temporal e espacial de amônia no sistema de aquaponia. Elaboração: Autores.

A figura 19 apresenta a variação espacial e temporal da concentração de nitrato. A partir dos resultados é possível concluir que existe o processo de nitrificação nas caixas, uma vez que na saída (input) as concentrações estão, quase o tempo todo, maiores que na entrada (output). Além disso, a figura 20 mostra que, em relação ao nitrito, as concentrações na entrada e na saída são praticamente iguais, considerando o desvio padrão. Isso implica que todo o nitrogênio amoniacal foi consumido e transformado em nitrato, que posteriormente foi absorvido pelas raízes das plantas ou ficou disponível na água.

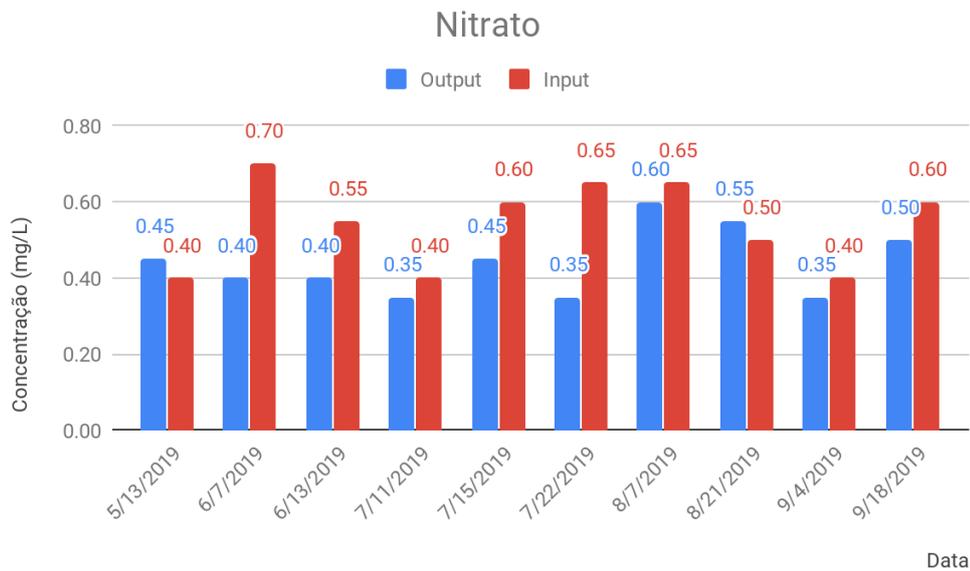


Figura 19. Variação temporal e espacial de nitrato no sistema de aquaponia. Elaboração: Autores.

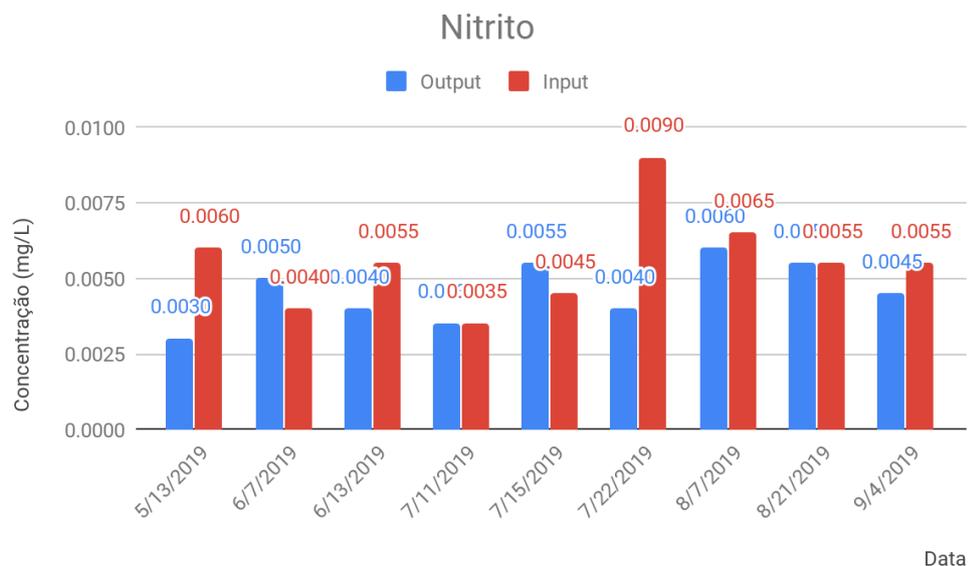


Figura 20. Variação temporal e espacial de nitrito no sistema de aquaponia. Elaboração: Autores.

Em relação ao fósforo inorgânico, pode-se ver que os valores de entrada e saída do sistema de caixas - output e input do tanque de peixes - são praticamente iguais. Dessa forma, pode-se concluir que os vegetais têm preferência pela absorção de fósforo em outra forma, seja ele agregado à matéria orgânica ou disponível na forma de fosfato solubilizado na água. Além disso, o gráfico da figura 21 mostra que houve acúmulo de fósforo inorgânico ao longo do tempo, pois este nutriente foi adicionado ao sistema na ração dos peixes e não foi absorvido pelas raízes das plantas.

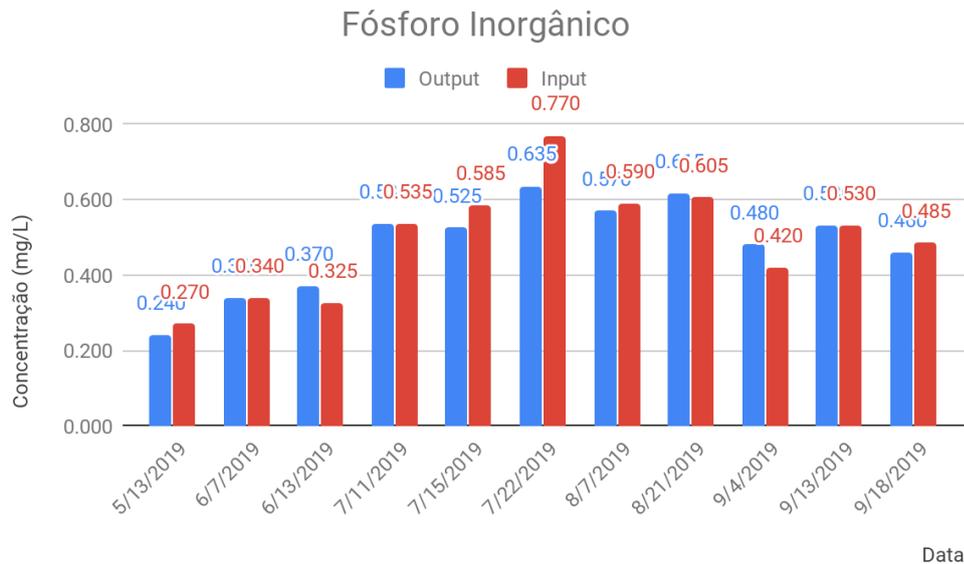


Figura 21. Variação temporal e espacial de fósforo inorgânico no sistema de aquaponia. Elaboração: Autores.

4 | CONCLUSÃO

Pode-se dizer que a produção de vegetais integrada à criação de peixes é viável a partir de um sistema de aquaponia, considerando todas as suas especificações e necessidades operacionais, tais como a manutenção de um ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos nitrificantes e, ao mesmo tempo, ao crescimento saudável dos peixes no tanque. Além disso, pôde-se observar um bom crescimento dos tomates, sem adição de agrotóxicos, e dos peixes, sem prejuízos causados uns aos outros.

Quando comparados qualitativamente a outros vegetais produzidos de forma convencional, não se observaram diferenças em relação à produtividade dos tomates aquapônicos, tampouco quanto à qualidade dos frutos. Vale ressaltar que toda a produção foi comercializada pelos produtores no mercado local.

Em relação à eficiência do sistema, pode-se dizer que houve boa taxa de remoção de nutrientes, principalmente da amônia, considerando que a nitrificação aconteceu.

A partir dos dados coletados e analisados, pode-se pontuar inúmeras vantagens da aquaponia, como a diminuição de sedimentos e o aumento do oxigênio dissolvido no tanque, ambos benéficos para a população de peixes e ótima nitrificação. Os estudos devem prosseguir para avaliar como proceder frente ao acúmulo de fósforo inorgânico, para melhorar outros parâmetros, diversidade de vegetais etc.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado graças aos apoios financeiros da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo número 2018/26654-0 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq),

aos quais muito agradecemos.

REFERÊNCIAS

BEZERRA E SILVA, J. **Manual sobre manejo de reservatórios para a produção de peixes. Parte 8: Outros sistemas de cultivo em piscicultura.** Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P/AB486P08.htm>>. Acesso em 04/05/2017, 11h56.

CARNEIRO, P; MORAIS, C; NUNES, M; NIZIO MARIA, A; FUJIMOTO, R. **Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia.** Documento 189. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju, Brasil, 2015.

CARNEIRO et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais.** In: TAVARES - DIAS, M. & MARIANO, W.S. (Org.). Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. São Carlos: Pedro & João, 2015.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; ELER, M. N. **Avaliação dos Impactos de Pesque-pague: Uma Análise da Atividade na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu.** São Carlos: Rima, 2006.

FOX, B. K. 2010. **Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems.** In: College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii. Mānoa. 2010. p. 2-3.

[IBGE] Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal: Volume 42 - 2014.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em:

http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf>. Acesso em: 18 maio 2017.

VALENTI, W. C. 2002. **Aquicultura sustentável.** In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

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