

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)

# Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade** **2**



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)

Interfaces entre  
**Desenvolvimento,  
Meio Ambiente e  
Sustentabilidade**  
**2**



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>a</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>a</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>a</sup> Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** David Emanuel Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Maria Elanny Damasceno Silva

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

I61 Interfaces entre desenvolvimento, meio ambiente e sustentabilidade 2 / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-857-1

DOI 10.22533/at.ed.571211503

1. Meio Ambiente. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 577

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

Prezados (as) leitores (as), é com satisfação que apresento-lhes o livro “*Interfaces entre Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade*” dividido em dois volumes contendo 21 capítulos, separadamente. Uma gama de abordagens metodológicas científicas permite a investigação e compreensão da dimensão do desenvolvimento urbano, rural, econômico, cultural, social dentre outras com relação ao meio ambiente natural e modificado.

O volume 1 inicia-se com capítulos voltados para temas educacionais e consciência ambiental no trato dos recursos naturais. Destaque para projetos universitários envolvendo a participação de comunidades e a observação panorâmica das percepções ambientais entre regiões do país. Estudantes de cursos técnicos e graduações promovem e atuam em atividades extensionistas de horticultura, paisagismo e artesanato com foco na promoção do empreendedorismo, saúde alimentar e mental em comunidades.

O saneamento básico é pauta de debate para redução de doenças em zonas de periferias. O reaproveitamento de alimentos e resíduos de produção alimentícia são as tônicas de pesquisas relativas à gestão de resíduos no meio ambiente, bem como do tratamento de efluentes industriais e domésticos para geração de biofertilizantes e compostagem.

Produzir alimentos com menor toxicidade química e contaminantes de solos e águas continua sendo um desafio, para tanto são divulgadas informações relevantes de índices de estresse hídrico, assim como estudos fenológicos de vegetação em floresta.

No volume 2 encontrarão pesquisas direcionadas à bacias hidrográficas por meio de técnicas de geoprocessamento para verificação de declividades, fragilidades ambientais e análises morfométricas. Questionamentos acerca da gestão social e políticas públicas são temas debatidos no tocante à reforma agrária, gestão ambiental em Universidades Federais e descarte de resíduos hospitalares. A qualidade da água é verificada em rios, canais e Estações de Tratamento de Águas. A modelagem matemática é aplicada em irrigação e determinação de coeficiente de carga cinética “K”.

Os telhados verdes e um protótipo de sistema de potabilização de águas de cisternas são projetos de manejo de águas pluviais para retenção de alagamentos e para ingestão humana, respectivamente. Índices de custeio e distribuição de águas são verificados na intenção de reduzir custos no abastecimento público, que consequentemente reflete no preço final do consumidor. Embora haja controvérsias entre o sistema capitalista e a sustentabilidade dos recursos, são exemplificados a implementação de economias em rede e economia circular em comunidades locais para geração de renda e preservação ambiental. A zona Amazônica e litorais pesqueiros de São Paulo e Ceará são *locus* de análises socioambientais e produtivas de atividades urbanas e rurais.

Por fim, enfatizo o esforço e dedicação empregados em cada projeto científico divulgado neste livro em prol do bem social e ambiental. Em nome da Atena Editora parabenizo a todos os envolvidos e desejo uma excelente leitura dos trabalhos.

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

DECLIVIDADE E POTENCIAL PARA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS - PEDERNEIRAS/SP

Yara Manfrin Garcia

Sérgio Campos

Marcelo Campos

**DOI 10.22533/at.ed.5712115031**

### **CAPÍTULO 2..... 8**

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA OBTENÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE  
UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos

Felipe Souza Nogueira Tagliarini

Marcelo Campos

Letícia Duron Cury

Thyellenn Lopes de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.5712115032**

### **CAPÍTULO 3..... 15**

GIS APLICADO NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA MICROBACIA, VISANDO A  
CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Sérgio Campos

Ana Paola Salas Gomes Di Toro

Marcelo Campos

Bruno Timóteo Rodrigues

Gabriel Rondina Pupo da Silveira

Daniela Polizeli Traficante

Fábio Villar da Silva

Mikael Timóteo Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.5712115033**

### **CAPÍTULO 4..... 25**

PERSPECTIVA DE ANÁLISE PARA A (RE)PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO  
SUSTENTÁVEL

Cristiana Paula Vinhal

Letícia Cristina Alves de Sousa

Fernando Antonio de Souza Ferreira

Lorena da Fonseca Ferreira

Mariana Luize Ferreira Mamede

Bruno Rogério Ferreira

Pedro Rogerio Giongo

**DOI 10.22533/at.ed.5712115034**

### **CAPÍTULO 5..... 34**

IMPORTÂNCIA DOS ASSENTAMENTOS PARA O PROCESSO DE REFORMA AGRÁRIA

## DO MUNICÍPIO DE MARABÁ: UM ESTUDO DE CASO

Arianny Suzan Ripardo e Silva  
Lucinéia dos Santos Prazeres  
Rafaela Alves Veras  
Gleudson Marques Pereira  
Gleicy Karen Abdon Alves Paes

**DOI 10.22533/at.ed.5712115035**

## **CAPÍTULO 6..... 45**

RESPONSABILIDADE SOCIAL UNIVERSITÁRIA (RSU): *DISCLOSURE* DAS ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL ADOTADAS POR UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Roseane Patrícia de Araújo Silva  
Aline Evelyn Lima Bezerra  
Hugo Barbosa Sales

**DOI 10.22533/at.ed.5712115036**

## **CAPÍTULO 7..... 64**

GESTÃO AMBIENTAL EM HOSPITAIS: DESCARTE DOS RESÍDUOS DE EXPLANTES METÁLICOS ORTOPÉDICO

Micheli Patrícia de Fátima Magri  
Rogério Benedito de Brito  
Tales Alexandre Aversi-Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.5712115037**

## **CAPÍTULO 8..... 72**

APLICAÇÃO DO AÇO PATINÁVEL EM UMA ADUTORA: UM ESTUDO COMPARATIVO COM O POLICLORETO DE VINILA

Juliana Alencar Firmo de Araújo  
Alberto Antunes e Silva Oliveira  
Maria Patrícia Sales Castro  
Sílvia Helena Lima dos Santos  
Rejane Felix Pereira  
Paula Nobre de Andrade  
Wescley de Sousa Fernandes  
Flávia Telis de Vilela Araújo  
César Bündchen Zaccaro de Oliveira  
Fernando José Araújo da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5712115038**

## **CAPÍTULO 9..... 85**

QUALIDADE DA ÁGUA E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA NO CANAL SÃO GONÇALO, PELOTAS/RS

Josiane Pinheiro Farias  
Thays França Afonso  
Carolina Faccio Demarco  
Robson Andreazza  
Maurizio Silveira Quadro

**CAPÍTULO 10..... 93**

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO JACU NO MUNICÍPIO DE PASSAGEM-RN POR MEIO DE PARÂMETROS QUÍMICOS: PARTE INTEGRANTE PARA A ELABORAÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL**

Paulo Erick de Lima Santos

Telma Lúcia de Araújo Silva

Moacyr Cunha Filho

**DOI 10.22533/at.ed.57121150310**

**CAPÍTULO 11 ..... 98**

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM DOS FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA GAVIÃO/CE**

Juliana Alencar Firmo de Araújo

Ivan Randal Pompeu Moreira da Justa

Maria Patrícia Sales Castro

Sílvia Helena Lima dos Santos

Rejane Felix Pereira

Paula Nobre de Andrade

Wescley de Sousa Fernandes

Flávia Telis de Vilela Araújo

César Bündchen Zaccaro de Oliveira

Fernando José Araújo da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.57121150311**

**CAPÍTULO 12..... 110**

**DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CARGA CINÉTICA “K” EM INSTALAÇÕES DE TRANSPORTE DE ÁGUA: OTIMIZAÇÃO VISANDO A MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS**

Fernanda Marques dos Santos

Stephanie Oliveira Neves

Carlos Kenzo Yoshitake Pinto

Henrique Shiguemitsu Danno

Yuri Eduardo Pereira Bauer

Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho

**DOI 10.22533/at.ed.57121150312**

**CAPÍTULO 13..... 116**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO NOS NÍVEIS DO BANHADO DO TAIM POR MEIO DE MODELAGEM HIDROLÓGICA**

Bibiana Peruzzo Bulé

Rutineia Tassi

Stefany Correia de Paula

Cristiano Gabriel Persch

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

Carla Fernanda Perius

**DOI 10.22533/at.ed.57121150313**

<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>127</b>
<b>INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO NA RETENÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS</b>	
Cristiano Gabriel Persch	
Bibiana Peruzzo Bulé	
Bruna Minetto	
Rutineia Tassi	
Daniel Gustavo Allasia Piccilli	
Fabiana Campos Pimentel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150314</b>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>138</b>
<b>SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA CAPTAÇÃO E POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA INSTALAÇÃO EM CISTERNAS</b>	
Aline Branco de Miranda Lázari	
Fábio Augusto Pires Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150315</b>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>151</b>
<b>ÍNDICES DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO E FATURAMENTO DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE LAVRAS, MINAS GERAIS</b>	
Ivani Pose Martins	
Roberta Hilsdorf Piccoli	
Michael Silveira Thebaldi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150316</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>160</b>
<b>A IMPLEMENTAÇÃO DE ECONOMIAS EM REDE COMO FORMA DE GERAR SUSTENTABILIDADE E IMPACTO SOCIAL</b>	
Elaine Garrido Vazquez	
Gislayne Oliveira dos Santos	
Leonardo Luiz Lima Navarro	
Luiz Antonio Mendes Coelho Barboza de Lima	
Renato Flórido Cameira	
Sofia Sthel Silva	
Thamy Dias Lucas	
Vinícius Carvalho Cardoso	
Yan Leite dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150317</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>167</b>
<b>ECONOMIA CIRCULAR PARA REPENSAR AS EMBALAGENS: UMA BREVE REVISÃO</b>	
Yuki Tako	
Julia Rabelo Vaz Matheus	
Ana Elizabeth Cavalcante Fai	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150318</b>	



<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>186</b>
<b>AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA DAS CAPITAIS AMAZÔNICAS</b>	
Caio Cezar Ferreira de Souza	
Joyce dos Santos Saraiva	
Maria Lúcia Bahia Lopes	
Marcos Antônio Souza dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150319</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>200</b>
<b>ANÁLISE DA PRODUÇÃO PESQUEIRA DO CAMARÃO SETE BARBAS NOS MUNICÍPIOS DE SANTOS/GUARUJÁ</b>	
Daty Costa de Souza	
Álvaro Luiz Diogo Reigada	
Herculano Bezerra de Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150320</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>212</b>
<b>SUSTAINABILITY AND FUTURE PERSPECTIVE OF THE LOBSTER FISHERY: THE PERCEPTION OF FISHERMEN OF PONTA GROSSA, ICAPUÍ, CEARÁ, BRAZIL</b>	
André Prata Santiago	
Janaína de Araújo Sousa Santiago	
Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho	
George Satander Sá Freire	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57121150321</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>225</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>226</b>

## SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA CAPTAÇÃO E POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA INSTALAÇÃO EM CISTERNAS

*Data de aceite: 01/03/2021*

*Data de submissão: 04/12/2020*

### **Aline Branco de Miranda Lázari**

UNAERP-Universidade de Ribeirão Preto,  
Departamento de Engenharia Civil  
Ribeirão Preto – SP  
<http://lattes.cnpq.br/9195791698988847>

### **Fábio Augusto Pires Pereira**

UNAERP-Universidade de Ribeirão Preto,  
Departamento de Engenharia Civil  
Ribeirão Preto – SP  
<http://lattes.cnpq.br/6346551442641753>

**RESUMO:** Atualmente uma parcela considerável da população brasileira não tem acesso a saneamento básico. Uma parte destes já utilizam a água pluvial como única fonte de abastecimento, por meio do uso de cisternas. Nestes casos, a água é consumida sem qualquer tratamento ou critério de consumo, trazendo à tona problemas de saúde pública. Esta é uma situação grave, mas que pode ser minimizado se ações relativas ao tratamento desta água forem aplicadas. Diante disso, procurou-se desenvolver uma forma de tratamento das águas pluviais em unidades residenciais e criar um sistema capaz de tornar potável a água acumulada em cisternas, com baixo custo, facilidade de construção, implantação e operação. O protótipo foi construído com o uso de materiais simples, encontrados comumente na construção civil, englobando um sistema de pré-filtro, descarte de

água da primeira chuva, filtração e desinfecção. O funcionamento deste foi satisfatório, sendo que a água resultante do processo atendeu os quesitos de potabilidade, com exceção do cloro residual. Os custos envolvidos para a produção do sistema também atenderam às expectativas, sendo possível a aplicação sem grandes investimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Pluvial, Tratamento, Potabilidade.

### **LOW COST SYSTEM FOR COLLECTING AND POTABILIZING RAINWATER FOR INSTALLATION IN CISTERNS**

**ABSTRACT:** Currently, a considerable portion of the Brazilian population does not have access to basic sanitation. Some of them already use rainwater as the only source of supply, using cisterns. In these cases, water is consumed without any treatment or consumption criteria, bringing public health problems to the fore. This is a serious situation, but it can be minimized if actions related to the treatment of this water are applied. Therefore, we sought to develop a form of rainwater treatment in residential units and to create a system capable of making the water accumulated in cisterns potable, with low cost, ease of construction, implementation, and operation. The prototype was built using simple materials, commonly found in civil construction, encompassing a pre-filter system, disposal of water from the first rain, filtration, and disinfection. The functioning of this was satisfactory, and the water resulting from the process met the requirements of potability, except for residual

chlorine. The costs involved in producing the system also met expectations, making it possible to apply them without major investments.

**KEYWORDS:** Rainwater, Treatment, Potability.

## 1 | INTRODUÇÃO

O uso de água pluvial como alternativa racional de abastecimento não potável vem sendo amplamente difundido por ser de fácil aplicação e custo relativamente baixo.

De acordo com o conceito de sustentabilidade, a equidade no abastecimento público e a universalização destes serviços são fundamentais para o avanço em aspectos de saúde pública. Por isso, elaborar um sistema de baixo custo para a captação, tratamento e desinfecção da água pluvial com a finalidade de torná-la apta à atender ao padrão de potabilidade, à famílias que estão à margem do saneamento básico, sem qualquer assistência ou recursos que possibilitem obter água de qualidade no meio em que vivem, é de extrema importância.

O uso das águas pluviais como fonte de abastecimento potável já é utilizado em áreas rurais e em locais em que as demais fontes de água sofrem com a sazonalidade dos regimes climáticos e hidrológicos. No Brasil, essa solução é adotada há muitos anos no semiárido (DIAS, 2004). Tal sistema de abastecimento tem importância ímpar em regiões desassistidas de condições básicas de moradia. Em sua pesquisa, sobre a implantação do programa P1MC (Plano 1 Milhão de Cisternas) em comunidades do Ceará, Dias (2004) retrata:

“Se, para os que vivem no meio urbano, com infraestrutura básica de água, esgoto, energia elétrica, a cisterna pode ser avaliada como um paliativo, já que ainda está longe de ser comparada a um sistema de saneamento básico, para aquelas famílias, a cisterna é um artigo de grande valor. Imagine o que é deixar de caminhar quilômetros e quilômetros, horas e horas, sob um sol escaldante, à busca de água e, quando encontra, é um líquido barrento, de qualidade duvidosa para o consumo humano.

Um segundo ponto relevante está no fato de que o uso despreparado deste meio de abastecimento pode trazer malefícios à saúde. Um estudo realizado por Silva et al. (2012), analisou a prevalência de diarreia em crianças menores de 60 meses, segundo o tipo de abastecimento de água utilizado. Neste estudo não foi possível ligar o uso de água pluvial por meio de cisternas à causa da doença, mas verificou-se que as barreiras sanitárias que auxiliam na manutenção da qualidade da água não estavam sendo adotadas por completo.

Heller (2010) menciona que os dois mecanismos principais de transmissão de doenças pela água, por agentes biológicos, são a transmissão por ingestão de água contaminada e a transmissão pela falta de água, prejudicando as condições de higiene.

O objetivo do estudo caracteriza-se em propor um protótipo de um sistema de baixo custo para a captação, tratamento e desinfecção de águas pluviais, com a aplicação

em cisternas existentes, para posterior teste da qualidade da água e verificação de sua eficiência e aplicação.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo construído foi implantado após a captação da água coletada por uma cobertura existente, com o emprego de calhas para a coleta e envio ao sistema de tratamento. O sistema criado pode ser retratado de acordo com o esquema da figura 1.

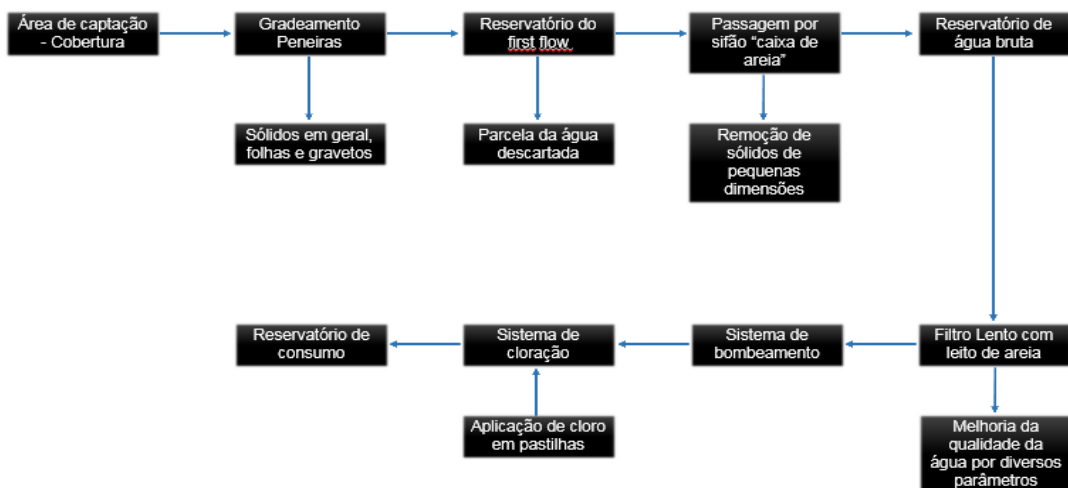


Figura 1: Fluxograma do protótipo

Fonte: Autor (2019)

A coleta inicia-se com um gradeamento onde o protótipo contou com uma peneira simples para a separação de sólidos maiores. A peneira utilizada tem trama inferior à 3mm e foi montada utilizando tubulação em PVC e tela de poliéster.

Para o sistema de descarte da primeira água, ou "first flush", considerou-se neste projeto algumas premissas de acordo com o foco a que se quer alcançar, desta forma, como o objetivo deste estudo é atender à populações que apresentam condições extremas de falta de água, foi considerado neste projeto o descarte de 1,0mm de precipitação, entendendo que qualquer volume acima disto já se torna uma perda importante. Outro ponto é o tempo de descarte da água armazenada no reservatório do "first flush". Como não é possível desperdiçar qualquer volume, adotou-se para este projeto o máximo tempo possível, dentro do limite de 3 dias para esvaziamento completo do reservatório, conforme aborda Tomaz (2003).

O sistema de descarte que foi executado conta com um fechamento por bola flutuante, confinada no primeiro tramo da tubulação do reservatório, entre uma grelha na parte inferior e um funil plástico na parte superior. Este sistema está representado na figura 2.

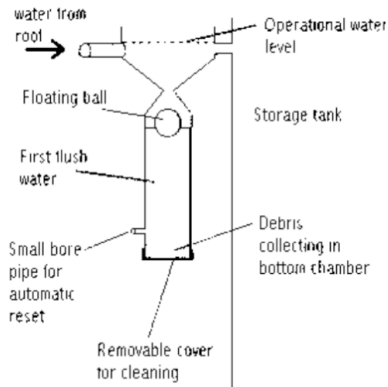


Figura 2: Sistema First Flush utilizado

Fonte: Tomaz, 2003

Para o esvaziamento do sistema de “*first flush*”, na parte inferior, existe uma perfuração com o diâmetro calculado para que o esvaziamento seja de forma lenta o suficiente para que repetidas chuvas possam ser aproveitadas, uma vez que a área de superfície já está limpa após a primeira chuva e não seria necessário fazer nova limpeza, descartando novamente a primeira água. Este esvaziamento deve ser automático, evitando a falta de descarte da primeira chuva e, conseqüentemente, o arraste de partículas para o sistema.

Em continuidade, o reservatório de água bruta deve ser considerando que exista um volume ideal, que está alinhado com a hidrologia real do local, com as variações ligadas à sazonalidade das estações e com as variações de consumo. Nesta pesquisa, o volume do reservatório não foi dimensionado por conta da proposta original em se aplicar o sistema proposto em cisternas já existentes.

O filtro lento de areia é também chamado de bio filtro por conta da atividade biológica que possui. Esta atividade biológica ocorre por conta de uma camada de bactérias que se forma na parte superior do filtro. Segundo Di Bernardo et al. (2005), no início da operação os filtros lentos têm eficiência baixa, por conta de o meio filtrante estar limpo. Esta camada pode demorar desde alguns dias a até semanas para se formar dependendo da qualidade da água do afluente, do meio filtrante e dos parâmetros de operação.

Para que a camada biológica sobreviva e continue em atuação, é importante que se mantenha um nível mínimo de água no interior do filtro constantemente, esta condição foi garantida com a execução de um sifão na saída dos filtros.

No perímetro interno dos tubos que compõe o corpo do filtro, foram inseridos três anéis de espuma, colados à parede dos filtros com o intuito de não permitir ou dificultar a passagem da água entre os aglomerantes e a parede interna dos tubos, formando uma barreira que direciona a água novamente para o meio filtrante.

Os tubos do corpo dos filtros possuem uma altura de 98,5cm, sendo que 20cm foram preenchidos com brita de basalto com tamanho entre 4,8 a 9,5mm. Acima desta camada tem uma segunda camada de 20 cm de areia média de construção civil, com granulometria de 0,3 a 1,2mm. Por fim, uma camada de 50cm areia fina de construção civil, com granulometria entre 0,05 a 0,3mm. Todos os materiais foram lavados antes de serem adicionados aos filtros com água limpa e clorada até que a água da lavagem tivesse o aspecto límpido.

Na sequência dos filtros, o protótipo conta com um reservatório que acumula a água filtrada. Este reservatório é construído com o mesmo material e ele conta com dois acessos por baixo, um de entrada de água que vem dos filtros e uma saída. Esta entrada tem uma tubulação interna a este reservatório até o nível do topo dos filtros que serve para mantê-los sempre com água, garantindo o biofilme.

O protótipo construído não conta com uma bomba porque a captação de água para os ensaios foi efetuada após filtração, de toda forma, a proposta para a aplicação é a de implantar uma bomba após o sistema de filtração, efetuando o recalque para o reservatório da residência atendida pelo sistema.

A etapa de sanitização é o último processo do sistema, completando o tratamento da água, possibilitando a sua potabilização, antes de seu armazenamento final para consumo.

O clorador é um recipiente capaz de armazenar pastilhas de hipoclorito de cálcio que entram em contato com a água assim que a bomba é acionada. O clorador deve estar instalado na tubulação de recalque da bomba, sem sifões ou válvulas de retenção em todo o percurso. Esta condição deve ser atendida para que o clorador possa esvaziar após o bombeamento de água por conta da equalização da pressão interna na tubulação, não permitindo a dissolução contínua das pastilhas gerando superdosagem em todo o sistema.

Na figura 3 é possível ver o sistema pronto para ser instalado, com seus diversos componentes.



Figura 3: Sistema montado com seus diversos componentes

Fonte: Autor (2018)

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliando criticamente o sistema construído, pode-se afirmar que o protótipo atendeu às expectativas. A água coletada não apresentou qualquer material sólido grosseiro, indicando que o gradeamento atendeu às necessidades do projeto. O sistema de “*first flush*” descartou a água conforme projetado e o sistema de separação usando a bola flutuante também operou corretamente. O sistema “*first flush*” esvaziou num tempo próximo ao calculado.

Os filtros operaram normalmente, no que se refere às questões mecânicas. O sistema de sifonamento manteve os filtros com água acima da superfície da areia. O reservatório de água filtrada, com a instalação do respiro, operou corretamente, sem vazamentos e sem a geração de vácuo ou sobre pressão que influenciavam na operação dos filtros quando o respiro não existia.

Mesmo com o sistema funcionando corretamente, em uma avaliação simplificada que considera os aspectos mecânicos, hidráulicos e estruturais, após a construção do protótipo pôde-se verificar alguns pontos de melhoria. Seguindo o processo de funcionamento do protótipo, como primeiro ponto de melhoria, o sistema de peneiramento pode contar com mais de uma trama. Com duas ou três malhas diferentes, para telhados onde se possui

grande quantidade de vegetação no entorno, por exemplo, o desempenho do sistema pode ser melhor por conta da passagem mais rápida da água pelo gradeamento e uma quantidade menor de água perdida no processo de limpeza das peneiras durante seu funcionamento. Uma única malha não permite que os materiais entrem no sistema, mas se receber uma quantidade maior de material sólido, muita água se perde por conta do seu desvio ao bater nos próprios materiais que se acumulam no início do primeiro fluxo.

No reservatório do “*first flush*”, como melhoria para a manutenção do sistema, é importante a instalação de uma abertura de visita na parte inferior que possibilite o acesso a este ponto para efetuar a remoção do material sólido que se acumulará ao longo do tempo de operação.

Para as cisternas, pensando na situação real de aplicação, é importante prever uma inclinação no fundo e um rebaixo como um pequeno poço, para facilitar a limpeza e a remoção dos sólidos que irão sedimentar no fundo.

Para o filtro, verifica-se que o controle granulométrico é fundamental para o bom desempenho, bem como a qualidade da areia utilizada. A areia utilizada no protótipo era convencional, adquirida em um depósito de materiais de construção de maneira proposital, uma vez que o objetivo do projeto é gerar uma alternativa de baixo custo e que facilitasse a montagem. O controle tecnológico deste material faria diferença na qualidade final da água. Durante a lavagem da areia, antes do preenchimento do filtro, encontrou-se partículas de material orgânico e materiais estranhos, outro ponto que desfavorece a qualidade do funcionamento do filtro. Os filtros poderiam ainda contar com uma camada de carvão ativado, favorecendo a remoção de produtos orgânicos, reduzindo os parâmetros de odor e sabor.

O sistema de controle da cloração deve ser aprimorado para evitar a superdosagem. A possibilidade de se regular ou separar uma parcela de água que passa por ele e se mistura na sequência pode favorecer o controle de cloração.

Com o volume do reservatório, que foi utilizado para armazenar a água retida após a filtração, e a área superficial do elemento filtrante, combinados com o tempo gasto para que a água filtrada ocupasse todo o volume do reservatório pós filtração, é possível determinar a taxa de filtração. A tabela 1 demonstra os tempos obtidos em 7 ciclos consecutivos de abastecimento do reservatório de pós filtração, com  $T_m$  sendo a taxa média.



Tempo de enchimento reserv. pós filtração	Altura da água no reservatório de água bruta	Taxa de filtração calculada
	h0 = 720,00 mm	
t1 = 3676 s	h1 = 659,50 mm	T1 = 11,11 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
t2 = 4086 s	h2 = 600,00 mm	T2 = 9,99 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
t3 = 4595 s	h3 = 541,50 mm	T3 = 8,88 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
t4 = 5444 s	h4 = 485,20 mm	T4 = 7,50 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
t5 = 6372 s	h5 = 429,10 mm	T5 = 6,41 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
t6 = 7348 s	h6 = 372,90 mm	T6 = 5,56 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
t7 = 9020 s	h7 = 316,00 mm	T7 = 4,53 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
tm = 5791,57 s		Tm = 7,05 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>

Tabela 1 – Tempos gastos e cálculo das taxas de filtração

Fonte: Autor (2018)

Fica explícito que a altura manométrica da água no reservatório gera uma pressão sobre os filtros, fazendo com que a vazão seja superior, alterando a taxa de filtração e, conseqüentemente, qualidade da água filtrada.

Destacando as premissas deste experimento, é importante para a manutenção da qualidade e boa operação do filtro que a taxa de filtração não seja superior à 6,0m<sup>3</sup>m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>, uma vez que, de acordo com Pádua (2010), a taxa de filtração para este tipo de filtro deve estar entre 3,0 a 6,0 m<sup>3</sup>m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>. Não é possível alterar a composição das camadas de areia do filtro, aumentando assim a perda de carga e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de filtração porque foi possível perceber que a relação entre altura manométrica e taxa de filtração é diretamente proporcional. Desta forma, se a perda de carga for elevada, teremos no início da operação uma taxa de filtração dentro do esperado, entretanto, chegará o momento em que haverá água no reservatório mas ela não terá pressão suficiente para passar pelo processo de filtração. Esta ocorrência reduzirá a capacidade útil do reservatório de água bruta, acumulando água que não será utilizada ou que terá uma filtração extremamente lenta, não fornecendo o volume diário esperado.

De acordo com o gráfico da figura 4 é possível verificar a relação entre a altura manométrica e a taxa de filtração e, demarcado entre as linhas azuis, a faixa ideal de operação dos filtros. Como maneira de resolver esta questão, é necessário desenvolver mecanismos que mantenham a pressão, ou altura manométrica, de maneira constante ou com uma variação prevista, dentro de uma faixa de utilização ideal, na entrada do filtro, mantendo desta forma o mesmo valor de taxa de filtração ou uma taxa com uma variação definida para a operação ideal.

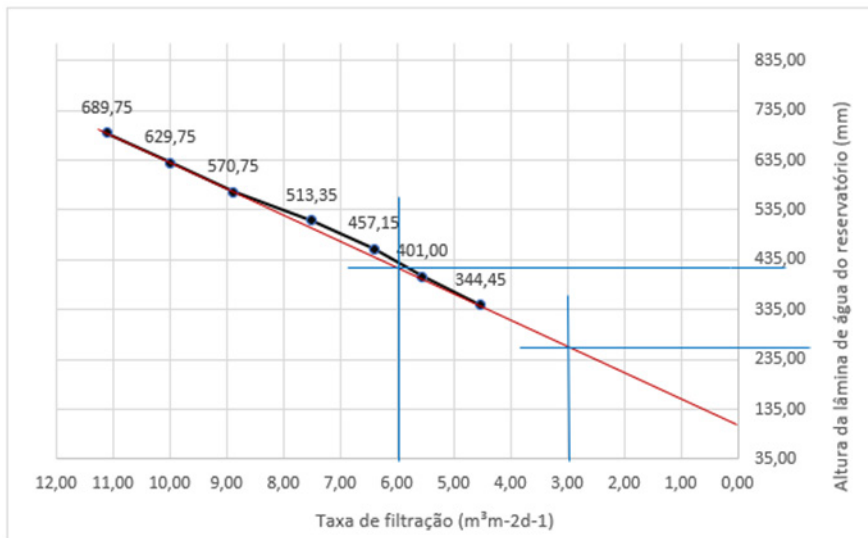


Figura 4: Gráfico Taxa de Infiltração x Altura Manométrica

Fonte: Autor (2018)

Avaliando a figura 4, para se manter uma taxa de filtração entre 3 e 6 m³m⁻²d⁻¹, a altura manométrica deve permanecer entre 260mm a 420mm para o caso do protótipo, sendo assim, um segundo reservatório, menor, equipado com uma boia mecânica, seria capaz de fornecer água aos filtros de maneira constante e sempre dentro de um mesmo nível de pressão. Esta seria uma alternativa de baixo custo e execução simples para controlar a taxa de filtração, utilizando os cálculos indicados para a altura manométrica ideal.

Quanto aos custos de implantação do sistema, o valor total de materiais aplicados no projeto foi de R\$988,58 (novecentos e oitenta e oito reais e cinquenta e oito centavos), sem considerar a aplicação de mão de obra.

Quanto a potabilidade da água tratada por este sistema, foi seguida a portaria de potabilidade no Brasil, a Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, que indica todos os parâmetros necessários para a verificação de qualidade da água para fins potáveis.

Para o desenvolvimento deste projeto foram coletadas duas amostras de água, sendo uma da água bruta (amostra 1), antes do sistema de filtração e desinfecção e uma segunda após o tratamento (amostra 2). Estas amostras foram submetidas aos ensaios previstos na Portaria citada, por equipe de laboratório de análises de água particular. As análises têm como objetivo verificar se o sistema de tratamento foi eficiente e de que maneira ele atuou sobre as características físicas, químicas e biológicas da água em estudo.

Para os aspectos físicos os resultados das análises demonstraram que o tratamento reduziu a cor aparente e Turbidez da amostra, entretanto, o nível de sólidos totais,

suspensos e dissolvidos foi mais elevado ao final do tratamento, o mesmo ocorreu com a condutividade elétrica. Os resultados estão retratados na tabela 2.

Ensaio	Unidade	LQ	Resultados		VMP	Conformidade	
			Amostra 1	Amostra 2		Aceitável	Inaceitável
Cor Aparente	uC	3,0	<b>7,0</b>	<b>&lt;LQ</b>	15		
Turbidez	NTU	0,50	<b>1,93</b>	<b>1,01</b>	5		
Condutividade Elétrica	µS/cm	1,0	<b>5,4</b>	<b>87,0</b>	NC		
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1,0	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>	1000		
Sólidos Totais	mg/L	1,0	<b>5,0</b>	<b>16,0</b>	NC		
Sólidos Totais Suspensos	mg/L	1,0	<b>4,0</b>	<b>13,0</b>	NC		

LQ: Limite de Quantificação

NC: Não consta

NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez

VMP: Valor Máximo Permitido

uC: Unidade de cor

NMP: Número Mais Provável

Tabela 2 – Análises dos parâmetros físicos das amostras.

Fonte: BioElementos Análises e Consultorias Ambientais LTDA (2018)

O sistema de tratamento resultou, para os aspectos químicos, um nível de cloro superior ao máximo permitido pela legislação. Também elevou o pH da amostra para 7,9, mantendo este dentro da faixa recomendada para potabilidade, que é de 6,0 a 9,5.

Outros aspectos químicos abordados pela legislação não foram objetivo de estudos por entender que a probabilidade de se encontrar certas substâncias em água de chuva, nas condições do experimento em questão e do modelo de captação eram remotas. Não foram realizadas as análises para elementos químicos orgânicos, agrotóxicos, ciano toxinas e radioatividade. Os resultados das análises para os parâmetros químicos das amostras estão indicados na tabela 3.

Ensaio	Unidade	LQ	Resultados		VMP	Conformidade	
			Amostra 1	Amostra 2		Aceitável	Inaceitável
Cloro Residual Livre	mg/L Cl <sub>2</sub>	0,10	<LQ	14,5	5		
pH	-	1 a 13	6,6 27,3°C	7,9 26,3°C	OBS.		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	3,00	2,00	15,3	NC		
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	2,50	1,50	21,6	500		
Demanda Quimica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	10	<LQ	<LQ	NC		
Fluoreto	mg/L F	0,20	<LQ	0,45	1,5		
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	5,00	<LQ	14	250		
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	10,00	<LQ	<LQ	250		
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L S <sup>2-</sup>	0,005	<LQ	<LQ	0,1		
Amônia (NH <sub>3</sub> )	mg/L NH <sub>3</sub>	0,05	<LQ	<LQ	1,5		
Nitrato (como N)	mg/L N-NO <sub>3</sub>	2,00	<LQ	<LQ	10		
Nitrito (como N)	mg/L N-NO <sub>2</sub>	0,01	<LQ	<LQ	1		
Fósforo	mg/L P-PO <sub>4</sub>	1,00	<LQ	<LQ	NC		
Antimônio	mg/L Sb	0,001	<LQ	<LQ	0,005		
Arsênio	mg/L As	0,001	<LQ	<LQ	0,01		
Bário	mg/L Ba	0,01	<LQ	0,074	0,7		
Cádmio	mg/L Cd	0,001	<LQ	<LQ	0,005		
Chumbo	mg/L Pb	0,01	<LQ	<LQ	0,01		
Cianeto	mg/L Cn	0,07	<LQ	<LQ	0,07		
Cobre	mg/L Cu	0,009	<LQ	<LQ	2		
Cromo	mg/L Cr	0,01	<LQ	<LQ	0,05		
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	<LQ	<LQ	0,001		
Níquel	mg/L Ni	0,01	<LQ	<LQ	0,07		
Selênio	mg/L Se	0,001	<LQ	<LQ	0,01		
Urânio	mg/L U	0,01	<LQ	<LQ	0,03		
Alumínio	mg/L Al	0,01	<LQ	0,084	0,2		
Ferro	mg/L Fe	0,01	<LQ	0,081	0,3		
Manganês	mg/L Mn	0,01	<LQ	<LQ	0,1		
Sódio	mg/L Na	0,50	<LQ	8,93	200		
Zinco	mg/L Zn	0,01	0,087	<LQ	5		
Surfactantes	mg/L	0,15	<LQ	<LQ	0,5		

LQ: Limite de Quantificação  
VMP: Valor Máximo Permitido

NC: Não consta  
uC: Unidade de cor

NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez  
NMP: Número Mais Provável

Tabela 3: Análise de parâmetros químicos das amostras.

Fonte: BioElementos Análises e Consultorias Ambientais LTDA (2018)

Para os aspectos biológicos as amostras indicaram resultados positivos. O sistema de desinfecção foi eficiente, uma vez que a amostra antes do tratamento apresentava níveis de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes e, após o tratamento, constatou-se a ausência dos microrganismos avaliados de acordo com os limites da legislação.

Não foi efetuada a análise de Bactérias Heterotróficas na amostra 1 por se saber antecipadamente dos resultados de coliformes, deste modo, era certo de que haveria a existência de Bactérias Heterotrófica em quantidade superior ao máximo permitido. Os resultados estão explicitados na tabela 4

Ensaio	Unidade	LQ	Resultados		VMP	Conformidade	
			Amostra 1	Amostra 2		Aceitável	Inaceitável
Demanda Biológica de Oxigênio	mg/L DBO <sub>5</sub>	2,0	<LQ	<LQ	NC		
Coliformes Totais	NMP/100mL	1,8	270	Ausência	Ausência		
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	1,8	<LQ	Ausência	Ausência		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1,8	170	Ausência	NC		
Bactérias Heterotróficas	UFC/ml	1,0		Ausência	500		

LQ: Limite de Quantificação

NC: Não consta

NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez

VMP: Valor Máximo Permitido

uC: Unidade de cor

NMP: Número Mais Provável

UFC: Unidades Formadoras de Colônias

Tabela 4: Análise dos parâmetros bacteriológicos das amostras

Fonte: BioElementos Análises e Consultorias Ambientais LTDA (2018)

## 4 | CONCLUSÃO

De acordo com a análise de dados efetuada, é possível concluir que o sistema é um bom caminho para resolver os problemas da qualidade da água de pessoas que dependem de cisternas para abastecimento, principalmente ao que tange à sustentabilidade ambiental, econômica e social. O sistema é viável sob o ponto de vista executivo, com materiais simples e montagens manuais foi possível obter resultados satisfatórios para a obtenção de água potável.

Verifica-se que os pontos de melhoria indicados são de simples execução e não alteram de maneira expressiva os custos e operação do sistema, mas trazem importantes benefícios para a qualidade da água e para a longevidade do funcionamento deste.

Por fim a qualidade da água após o tratamento atende aos padrões de potabilidade, com exceção dos valores de Cloro Residual, sendo necessário novos estudos que melhorem os sistemas de desinfecção, já que a utilização de pastilhas se mostrou muito concentrada, aumentando significativamente os valores e ultrapassando os valores máximos permitidos pela legislação vigente.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 13. 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626 – Instalações Hidráulicas de água Fria**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 41. 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 12. 2007.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reuso da água em edificações**. MMA/ANA/SINDUSCON/COMASP/FIESP/SESI/SENAI/IRS. São Paulo, p. 152. 2005.

BRAGA, B. E. A. (2002). **Introdução à Engenharia Ambiental**. Prentice Hall, São Paulo, 305 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2017) **Portaria de Consolidação Nº5 de 28 de setembro de 2017 – DOU Nº190 de 03 de outubro de 2017 - Anexo XX**., Presidência da República Federativa do Brasil, Brasília.

COSTA, R. H. P. G.; AL, E. (2010). **Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas**. Blucher, São Paulo, 408 p.

DI BERNARDO, LUIZ; DANTAS, ANGELA DI BERNARDO. (2005). **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2ªed. Editora RiMa, São Carlos, 792p.

DIAS, A. V. F. (2004). **Complexidade, desenvolvimento sustentável, comunicação - o Programa Um Milhão de Cisterna em comunidades do Ceará**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, p. 200.

HELLER, LÉO; PÁDUA, VALTER LÚCIO. (2010). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ª ed. Vol. 1. Editora UFMG, Belo Horizonte, 418 p.

PÁDUA, VALTER LÚCIO; HELLER, LÉO. (2010). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ª ed. Vol. 2. Editora UFMG, Belo Horizonte, 454 p.

SILVA, C. V. D.; HELLER, L.; CARNEIRO, M. (2012). **Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 393-400, dezembro 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522012000400006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000400006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 25 novembro 2017.

TOMAZ, P. (2003) **Aproveitamento de Água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ª. ed. Navegar, São Paulo, 180 p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço Inox 64, 68

Águas Pluviais 73, 127, 135, 137, 138, 139, 149

Ambiente Marinho 200

Assentamentos Sustentáveis 34, 41

### B

Bio Filtro 141

### C

Caracterização Química 94, 95

Cisternas 138, 139, 140, 141, 144, 149, 150

Coliformes Fecais 85, 87, 88, 89, 90

Comercialização da Água 151

### D

Diagnóstico Socioambiental 93, 95, 97

### E

Efluentes Domésticos 91, 93

Embalagens Biodegradáveis 167, 173, 176, 181

Empresas de Pesca 213

Esgotos Sanitários 85, 89

Estação de Tratamento de Água 98, 100, 152

Estratégias de Marketing 46

### H

História da Cidade 25, 28

### I

Impacto Ambiental 68, 111, 165, 178, 206

Independência Financeira 160

Indicadores Ambientais 43, 45, 50, 86

Índice de Qualidade da Água 85, 89

Indústria Têxtil 160, 161, 163

Instalação Hidráulica 110, 114

## J

Justiça Social 36, 38, 186

## L

Litoral do Sudeste 200

## M

Monitoramento do Escoamento 127

Mundo Capitalista 26, 30

## O

Orizicultura 116, 118, 124

## P

Paisagem Urbana 26, 30

Pesca Artesanal 207, 209, 210, 213

Políticas de Racionamento 151

Políticas Públicas 27, 36, 40, 43, 186, 187, 197, 225

Produção de Lagosta 213

Produtividade Pesqueira 200

## R

Reforma Agrária 34, 36, 38, 39, 41, 42, 43

Regiões de Seca 99

Resíduo Perfuro Cortante 64

Rotulagem Ambiental 167, 168, 177, 178, 179, 181, 182, 185

## S

Selos Verdes 167, 168, 177, 178

Setor Hospitalar 65

Simulações Matemáticas 116

Sistemas Adutores 73, 75

Sistemas Prediais de Água Fria 110

Subsídios Sociais 152

## T

Telhado Verde 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137

Tubulações de Aço Patinável 72, 82



## U

Unidade de Conservação 116

Universidades Públicas Federais 45, 47, 49, 55, 59, 60

## V

Vulnerabilidades Socioambientais 186

Interfaces entre  
**Desenvolvimento,  
Meio Ambiente e  
Sustentabilidade**  
**2**

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade** **2**

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 