

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)



# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

Atena  
Editora  
Ano 2020

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)



# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

**Edição de Arte** Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Revisão** Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos 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, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

### **Conselho Editorial**

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

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. 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

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

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 Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
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. 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. 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> 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 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  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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  
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 Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
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  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª 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  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais

Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco

Profª 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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

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. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí

Profª 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

Profª Drª 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

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

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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

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

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª 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

## Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 3

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário:** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Maria Elanny Damasceno Silva

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M514 Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-222-7

DOI 10.22533/at.ed.227202207

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

  
Ano 2020

## APRESENTAÇÃO

Prezado leitor (a), a obra Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Básico da série 2 e 3, englobam a temática das ciências ambientais no contexto teórico e prático de pesquisas voltadas para a discussão da preservação e recuperação dos recursos naturais, bem como a criação de métodos e tecnologias que contribuem para a redução dos impactos ambientais oriundos dos desequilíbrios das ações humanas.

O volume 2 contém capítulos que tratam da educação ambiental por meio de projetos interdisciplinares em ambientes educacionais e comunitário. Além disso, as pesquisas apresentadas apontam tecnologias diversas que auxiliam no monitoramento de áreas protegidas, risco de queimadas em florestas e simuladores de erosão em solo para formulação de dados sedimentológicos.

Em relação as tecnologias sustentáveis são divulgados estudos sobre os benefícios dos telhados verdes para captação de águas pluviais e o uso de biodigestores em propriedades rurais e zonas urbanas para o tratamento de matérias orgânicas utilizadas na geração de energia, gás e biofertilizantes. Sobre efluentes industriais e domésticos é indicado método de depuração aplicado em Estações de Tratamentos de Esgotos, assim como *Wetlands* construídas para eliminar a deterioração das bacias hídricas.

Diante do crescimento populacional em zonas urbanas é mostrado a necessidade de redimensionamento de área urbana próxima às áreas de inundações, complementando com o estudo sobre a atualização de Plano de Saneamento Básico municipal para controle de enchentes. E por fim, acerca de inundações em locais impermeáveis é evidenciado um sistema de infiltração de águas de chuvas que facilita o escoamento no solo.

No volume 3 é tratado da parceria entre gestores nacionais e internacionais de recursos hídricos a fim de fomentar a Rede Hidrometeorológica do país. As questões jurídicas ganham destaque na gestão ambiental quando se refere ao acesso à água potável na sociedade. E como acréscimo é exposto um modelo hidro econômico de alocação e otimização de água. As águas fluviais compõem uma gama de estudos contidos neste exemplar. Os assuntos que discutem sobre rios e praias vão desde abordagens metodológicas para restaurar rios, análises das características das praias de águas doces sobre o desenvolvimento do zooplâncton e composição granulométrica dos sedimentos dos corpos hídricos.

É destaque para a importância e conservação das Bacias de Detenção de águas de chuvas em zona urbana, como também os sistemas de controle da vazão das águas pluviais na prevenção de enchentes, assoreamento e erosões nas margens de rios. Os modelos matemáticos, hidrogramas e suas correlações são fatores que estimam volume das vazões nas áreas atingidas e servem como instrumentos eficazes preventivos contra inundações inesperadas. Similarmente, a modelagem pode ser bem inserida em um estudo que trata dos componentes aquáticos na qualidade das águas de rios.

A respeito da qualidade da água são mencionados ensaios físico-químicos e microbiológicos coletados em um rio e averiguados com base nos parâmetros das portarias e resoluções nacionais. No quesito potabilidade da água é exibido uma pesquisa com foco nas águas pluviais captadas e armazenadas em cisternas de placas.

Por último, salienta-se os estudos que substituem aparelhos hidrosanitários por modelos que reduzem a quantidade de água descartada, da mesma forma tem-se a substituição de válvulas redutoras de pressão por turbo geradores a fim de verificar a viabilidade financeira e energética em uma Companhia de Abastecimento metropolitano.

Portanto, os conhecimentos abordados e discutidos sem dúvidas servirão como inspiração para trabalhos futuros, replicação em outras regiões como também favorecerá para a minimização dos impactos ambientais provocados a longo prazo, além de ser modelos norteadores de consciência ecológica na sociedade.

Excelente leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CONTRIBUIÇÃO DOS USUÁRIOS DE DADOS ( <i>STAKEHOLDERS</i> ) PARA O PROJETO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL DE REFERÊNCIA – RHNR	
Ana Carolina Zoppas Costi Fabrício Vieira Alves Diana Wahrendorff Engel Marcio de Oliveira Candido	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS: MODELO HIDRO ECONÔMICO DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA	
William Dantas Vichete Arisvaldo Vieira Mélo Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ASPECTOS JURÍDICOS E ORGANIZACIONAIS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DA PARAÍBA	
Maria Helena Carvalho Costa Josevi de Sousa Carvalho Maria da Penha Medeiros Noemia Climantino Leite Carla Rocha Pordeus	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
ABORDAGENS METODOLÓGICAS PARA A RESTAURAÇÃO DE RIOS	
Jucimara Andreza Rigotti Lucia Helena Ribeiro Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
A INFLUÊNCIA DA DINÂMICA DAS MARÉS SOBRE O ZOOPLÂNCTON EM TRÊS PRAIAS DE CAMETÁ, PARÁ	
Elidineia Lima de Oliveira Mata Vitor Barbosa da Costa Kelli Garboza da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS DO RIO PARAGUAI NA ÁREA COMPREENDIDA ENTRE A MONTANTE DA PRAIA DO JULIÃO E A JUSANTE DO BARRANCO DO TOURO - MUNICÍPIO DE CÁCERES	
Bruno Ramos Brum Michelle do Espírito Santo Bertolino Fernando Guilert Pinheiro Borges Mauri Queiroz de Menezes Junior Carolina da Costa Tavares Célia Alves de Souza Ernandes Sobreira Oliveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022076</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>71</b>
DESAFIOS DA INSERÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO DO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA, SP	
Carolina Sulzbach Lima Peroni Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022077</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>81</b>
METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE VAZÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NUMA BACIA HIDROGRÁFICA, EM ESPECIAL OS COM RESERVAÇÃO E INFILTRAÇÃO	
Vinicios Hyczy do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022078</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>91</b>
MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS: YPANÉ Y JEJUÍ, UTILIZANDO HEC-HMS CON FINES DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS EN EL RÍO PARAGUAY	
Rosa del Rocío Aseretto Roger Monte Domecq Serrati Roberto Hiroshi Takahashi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2272022079</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>106</b>
CORRELAÇÃO ENTRE DOIS AVALIADORES DE DECLIVIDADE MÉDIA DO TALVEGUE PRINCIPAL DE 31 BACIAS NA REGIÃO DO MÉDIO TIETÊ	
André Luiz de Lima Reda Raul Victor Martins Julião de Oliveira Paulo Takashi Nakayama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22720220710</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>118</b>
MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA EM RIOS UTILIZANDO O HEC-RAS. ESTUDO DE CASO NO RIO IPANEMA	
Ariel Ali Bento Magalhães José Rodolfo Scarati Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22720220711</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>129</b>
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO SÃO MIGUEL, BARÃO DE COCAIS - MG	
Vivian Aparecida de Oliveira Alicy Madeira de Souza Jeane de Fátima Cunha Brandão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22720220712</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>142</b>
QUALIDADE DA ÁGUA E CIDADANIA DA COMUNIDADE DE TOCOS 2 –GOVERNADOR MANGABEIRA, BAHIA	
Viviane Brandão Silva Leite	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22720220713</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>154</b>
ESTUDO DE CASO DA RECUPERAÇÃO DA ENERGIA HIDRÁULICA INERENTE A OPERAÇÃO DA MACRO DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA	
André Schramm Brandão	

Paulo Henrique Holanda Pascoal  
Ênio Pontes de Deus  
Francisco Altanízio Batista de Castro Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.22720220714**

**CAPÍTULO 15 ..... 160**

ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL E FINANCEIRA DA IMPLEMENTAÇÃO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Antônio José Cruz de Araújo  
Êmele Rádna Rodrigues do Vale  
Lívia Maria Pinheiro da Cunha  
Maria Josicleide Felipe Guedes

**DOI 10.22533/at.ed.22720220715**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 180**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 181**

## ABORDAGENS METODOLÓGICAS PARA A RESTAURAÇÃO DE RIOS

*Data de aceite: 01/07/2020*

*Data de submissão: 02/04/2020*

### **Jucimara Andreza Rigotti**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Instituto de Pesquisas Hidráulicas  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/3141624735449803>

### **Lucia Helena Ribeiro Rodrigues**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Instituto de Pesquisas Hidráulicas  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7913354492085101>

**RESUMO:** O modelo de ocupação humana e utilização de recursos têm provocado mudanças profundas nos ecossistemas fluviais. A degradação do habitat é uma das maiores causas da diminuição da biodiversidade, que é alarmante nos ecossistemas aquáticos. Diante dessa situação, a Restauração Ecológica visa auxiliar o reestabelecimento de ecossistemas que foram degradados, danificados ou destruídos. O objetivo deste trabalho é analisar três abordagens metodológicas utilizadas para restauração de rios – técnicas de restauração passiva, intervenções na bacia hidrográfica e intervenções nas calhas dos rios. O trabalho

foi baseado na revisão de estudos de caso que empregaram essas abordagens e avaliaram a sua implementação em diferentes contextos. As técnicas de intervenção direta nas calhas dos rios são as mais recorrentes nos projetos de restauração, contudo, a reconstrução de características físicas não é suficiente para a recuperação do ecossistema. Já as técnicas aplicadas no âmbito da bacia hidrográfica mostraram resultados melhores em relação à recuperação dos processos físicos da bacia hidrográfica. A restauração passiva também é uma abordagem efetiva, entretanto o tempo envolvido pode ser um fator limitante para a sua aplicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Medidas de restauração, Restauração ecológica, Restauração passiva, Revitalização de rios.

### METHODOLOGICAL APPROACHES FOR RIVER RESTORATION

**ABSTRACT:** The current civilization paradigm has deeply changed fluvial ecosystems. Habitat degradation is the major factor of biodiversity loss, and it is especially alarming in aquatic ecosystems. In this regard, Ecological Restoration aims to assist the process of recovery of ecosystems that have been

degraded, damaged or destroyed. This work reviews three methodological approaches used on river restoration: passive restoration, watershed and instream interventions. The work is based on a review of case studies which employed and assessed those methods in different contexts. Although instream techniques are the most common procedure on revitalization projects, the reconstruction of physical parameters is not enough to the ecosystem recovery. On the other hand, the watershed techniques approach has shown the best results in regard to the recovery of catchment physical process. Passive restoration is also effective, but the time it requires can be a limiting factor in its application.

**KEYWORDS:** Ecological restoration, passive restoration, restoration measures, river revitalization.

## 1 | INTRODUÇÃO

As múltiplas atividades humanas têm produzido mudanças, provavelmente permanentes, complexas e frequentemente indesejáveis, tanto na estrutura física como nos processos hidrológicos dos sistemas fluviais (ALLAN, 2004). Além disso, a diversidade biológica dos ecossistemas aquáticos está decrescendo de modo muito mais intenso do que a maioria dos ecossistemas terrestres, sendo que a degradação do habitat é uma das maiores causas da extinção de espécies (ALLAN; CASTILLO, 2007).

Nesta problemática, a *Restauração Ecológica* se apresenta como uma tentativa de reverter o estado de ecossistemas alterados, sendo definida como o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004). A restauração pode ser entendida como a trajetória a ser percorrida no sentido inverso da degradação do ecossistema (FINDLAY; TAYLOR, 2006). Contudo, as intervenções realizadas pelos projetos de restauração de rios podem abordar outras dimensões dos cursos d'água, como o aspecto sociocultural. Assim, outros termos também podem ser empregados para caracterizar essas intervenções. Nesse sentido, o termo revitalização pode ser mais adequado para caracterizar o processo de recuperação da saúde dos cursos d'água e a reinserção dos rios à paisagem urbana.

A restauração de rios está se estabelecendo como uma componente importante da gestão ambiental, apesar das incertezas em relação a efetividade das técnicas e quantificação de resultados (WHEATON *et al.*, 2008). O tema é bastante complexo, pois além do reconhecimento das dimensões morfológicas, hidráulicas e ecológicas dos cursos d'água, há a dimensão sociocultural, que acrescenta valores estéticos e paisagísticos nos projetos de restauração de rios (McCORMICK *et al.*, 2015; JOHNSON *et al.*, 2018). A identificação dos significados e valores estéticos e ecológicos das paisagens fluviais é um fator de compreensão da percepção e da utilização do rio pela população e do potencial de recuperação desses sistemas (GORSKI, 2008).

As práticas de restauração se tornam cada vez mais difundidas, e essa popularização

da restauração mostra uma mudança nas iniciativas públicas em relação aos cursos d'água (KONDOLF; YANG, 2008). Segundo Cairns e Heckman (1996), a restauração ecológica não precisa ser excluída dos centros urbanos mais densamente povoados, uma vez que o reestabelecimento das interações da sociedade com os sistemas naturais, através da restauração, talvez seja um dos melhores argumentos para essas atividades.

O objetivo deste trabalho é analisar brevemente três abordagens metodológicas utilizadas para restaurar rios, a saber, técnicas de restauração passiva, intervenções na bacia hidrográfica e intervenções nas calhas dos rios. A descrição das técnicas foi baseada em estudos de caso que empregaram essas abordagens e avaliaram sua implementação em diferentes contextos.

## 2 | RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E REVITALIZAÇÃO

Na literatura sobre restauração de rios são encontrados vários termos, como *restauração*, *reabilitação*, *remediação*, *revitalização* e *naturalização*. Apesar de ser possível a compreensão dos termos, em um sentido amplo, como sinônimos, pois todos buscam a redução da degradação dos cursos d'água; também se pode diferenciá-los através de descrições, justificativas e interpretações. Descrições estas que não são estanques, pois os mesmos termos são aplicados com objetivos, ações e implicações bastante diversas para os rios. Além disso, a própria tradução dos termos e interpretação em diferentes contextos gera diferenças de significados. Contreras (2018) realizou um levantamento dos termos mais comuns e reuniu as definições encontradas na literatura. Já a contribuição apresentada nesta seção se refere ao esclarecimento do uso do termo *restauração ecológica*, a aplicação de outros conceitos correlacionados a ela que emergiram da definição inicial.

A definição de restauração dada pelo *National Research Council*, como “o retorno de um ecossistema a uma condição próxima ao estado anterior à degradação” (p.18, NRC, 1992), pressupõe um estado de referência anterior ao estado de degradação. Porém, esta definição, apesar de ser amplamente conhecida e ter inspirado um grande número de iniciativas de restauração a partir da década de 1990, levantou vários questionamentos teóricos e práticos sobre o ecossistema de referência (CAIRNS; HECKMAN, 1996). Além disso, houve uma proliferação de outros termos, pela dificuldade ou impossibilidade de restaurar a condição original do ecossistema (CAIRNS; HECKMAN, 1996).

Baseado na definição do NRC, Bradshaw (1996) propôs um esquema que mostra duas componentes do ecossistema, estrutura e função, que seriam recuperadas no processo de restauração de rios. Contudo, a restauração passa a ser representada como o retorno ao ecossistema original (BRADSHAW, 1996). Dentro desse entendimento, essa figura foi bastante utilizada e adaptada para auxiliar na compreensão da terminologia da restauração. Rutherford *et al.* (2000) e posteriormente Findlay e Taylor (2006) adaptaram

a figura para mostrar a diferença adotada entre restauração, reabilitação ou naturalização e remediação (Figura 1).

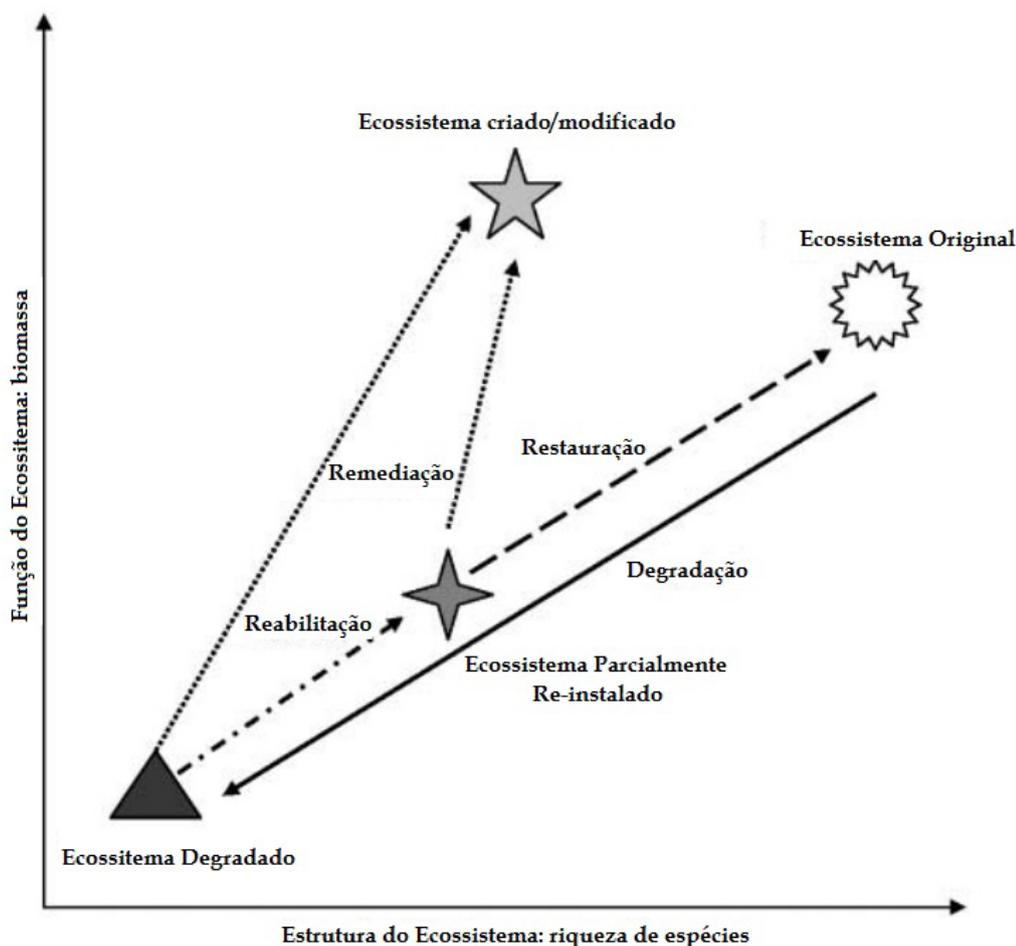


Figura 1. Desenho esquemático para explicação dos termos restauração (retorno ao ecossistema próximo à condição original), reabilitação ou naturalização (melhoria parcial do ecossistema, como o objetivo final de restauração) e remediação (desenvolver um ecossistema melhorado sem a busca pelas características originais). Fonte: traduzido de Findlay; Taylor (2006).

De acordo com essa interpretação a restauração pode ser entendida como a trajetória a ser percorrida no sentido inverso ao da degradação. Contudo, os autores notam a necessidade de outros termos, pelas dificuldades em se obter resultados ecológicos similares ao estado de referência ou pela impossibilidade da “restauração completa”. Sammonds e Vietz (2015) argumentam que as medidas de restauração são frequentemente consideradas impossíveis no contexto das alterações biofísicas na bacia hidrográfica e das limitações físicas impostas pela urbanização nos cursos d’água, assim são necessárias abordagens alternativas para melhorar a condição do ecossistema aquático. Silva (2017), de modo similar, substitui o termo remediação por revitalização na figura e argumenta que o processo de recuperação e revitalização seriam mais realistas para a condição dos cursos d’água urbanos. O termo *renaturalização* é sugerido por Sammonds e Vietz (2015) baseado na inclusão da dimensão social no processo. Roni e Beechie (2013) definem a *reabilitação* como a ação de restaurar ou melhorar alguns

aspectos do ecossistema, sem restaurar completamente todos os seus componentes. A reabilitação seria uma “restauração parcial” (RONI; BEECHIE, 2013).

A definição de restauração da Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica (SER) reduz as dificuldades teóricas e práticas que geraram a diferenciação entre os termos, pois a ênfase passa a ser orientada pelos processos ecológicos e não pelo objetivo de retorno ao ecossistema original (CAIRNS; HECKMAN, 1996). Assim, a *restauração* seria: “o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004). De fato, se deslocarmos a ênfase da restauração no ecossistema original ou ecossistema de referência, para a ênfase na restauração de processos ecológicos, poderia haver um consenso, convergindo para a aplicação do termo restauração. Porém, a restauração do aspecto ecológico seria a única motivação das intervenções que vêm sendo realizadas nos cursos d’água?

Em sistemas bastante degradados, como nas áreas densamente urbanizadas, os resultados alcançados pelas intervenções nos cursos d’água não são exclusivamente para obter melhoria de aspectos ecológicos, embora a motivação geralmente o é (PALMER *et al.*, 2007). Nesse sentido, pode-se justificar o uso de outros termos, como a revitalização que pode ser entendida como o processo de recuperação “da saúde” dos cursos d’água e a reinserção dos rios à paisagem urbana. O uso do termo revitalização é bastante significativo por remeter ao radical latino *vita*, que traz outra perspectiva aos rios urbanos, ou seja, uma alternativa ao simples canal de transporte de águas de chuva e esgotos (POMPÊO *et al.*, 2013). Desta forma, a revitalização também contempla intervenções relativas aos aspectos estéticos, sociais e econômicos.

Assim, a diferença terminológica pode ser justificada e mantida considerando-se que as ações que caracterizam as intervenções realizadas nos projetos de restauração de rios podem enfatizar dimensões diversas dos rios. Neste trabalho, empregamos o termo restauração para descrever as metodologias apresentadas na sequência, que podem ser aplicadas de acordo com os aspectos enfatizados em cada projeto. Além disso, optamos por manter a tradução direta de cada termo, conforme a referência utilizada. Restauração é o termo mais recorrente na literatura científica, sendo aplicado de modo geral para descrever uma variedade de medidas e práticas (ECRR, 2020), tanto para intervenções pontuais (em área urbana ou rural), como para grandes projetos em bacias hidrográficas complexas.

## **3 | ABORDAGENS METODOLÓGICAS**

### **3.1 Restauração passiva**

Uma vez decidido onde implementar as ações de restauração, o primeiro passo é evitar as atividades que causam a degradação, ou seja, atuar pelo princípio da prevenção.

Essa abordagem é referida como restauração passiva ou natural (KAUFFMAN *et al.*, 1997). Deste modo, a restauração passiva permite ao sistema recuperar-se naturalmente pela eliminação das atividades que estão causando sua degradação (ABEL *et al.*, 2016).

Uma técnica bastante utilizada, no contexto da restauração passiva, é o isolamento da área contígua ao curso d'água, evitando a degradação da vegetação ripária pelo pisoteamento do gado (HANSEN; BUDY, 2011; MULLER *et al.*, 2016). Essa é uma ação bastante efetiva em áreas rurais e também em locais pouco perturbados, ou seja, locais com alto potencial de recuperação. Apesar da alta resiliência dos ecossistemas ripários, resiliência essa que se deve à frequência com a qual esses sistemas são expostos a perturbações naturais do fluxo (BENDIX, 1997), em algumas situações a degradação é tão grande que ultrapassa a capacidade do ecossistema de reestabelecer sua composição, estrutura ou função (KAUFFMAN *et al.*, 1997). Assim, quando o ecossistema ainda não foi completamente degradado, há a possibilidade de recuperação através da inibição da causa da degradação.

Outra técnica de restauração passiva é o abandono da manutenção do rio, promovendo o reestabelecimento da morfologia próxima à natural através de processos naturais (JÄHNIG *et al.*, 2010). Uma variante da restauração passiva foi adotada com sucesso no rio Lahn (Marburg, Alemanha) para o reestabelecimento da morfologia do rio e aumento da diversidade do habitat (GROLL, 2017). Esta abordagem combinou a remoção do material superficial do solo da planície de inundação com a criação de canais laterais. Essas ações iniciais deram suporte aos processos causados pela dinâmica natural de inundação do rio, além de ser uma técnica de baixo custo (GROLL, 2017).

Entre as vantagens da restauração passiva se encontra o custo reduzido em relação às ações de restauração ativa, contudo, há a limitação do tempo que seria necessário para a recuperação natural. Stout *et al.* (2018), ao estudarem o processo de restauração da quantidade de madeira (troncos e galhos) presente no leito dos rios, estimaram o tempo de  $255 \pm 23$  anos para reestabelecer o processo natural de recrutamento de material proveniente da vegetação ripária, no rio King (Victoria, Austrália).

### 3.2 Intervenções na bacia hidrográfica

Novas tecnologias empregadas em medidas de controle do escoamento superficial dispersas na bacia hidrográfica resultaram na restauração da estrutura e função ecológica de rios urbanos degradados (WALSH *et al.*, 2015). Viswanathan e Schirmer (2015), ao avaliarem quatro casos de restauração que adotaram a gestão integrada da bacia hidrográfica, mostraram que o sucesso dos projetos de restauração foi alcançado através da ênfase na redução da entrada de poluentes/nutrientes nos rios. O melhoramento da infraestrutura pública, como a instalação de medidas de controle do escoamento superficial e tratamento de esgotos, foi determinante para alcançar os resultados positivos dos projetos (VISWANATHAN; SCHIRMER, 2015). Dixon *et al.* (2016), por sua vez, ao

avaliarem a influência de medidas de restauração no controle de enchentes na escala da bacia hidrográfica, evidenciaram que o melhor cenário para a gestão do risco de enchentes é a restauração das florestas ripárias com a redução da magnitude do pico de inundação em até 19%, através da de-sincronização do *timing* das ondas de cheia.

Segundo Rios-Touma *et al.* (2015), a cidade de Portland (Oregon, Estados Unidos) desenvolveu uma abordagem para recuperar a saúde da bacia hidrográfica através da proteção de locais com elevado valor para a bacia (por exemplo, áreas conservadas), revegetação de áreas altas, aquisição de terra para implementação de medidas de controle do escoamento superficial (redução de áreas impermeáveis, aumento da infiltração e tratamento da poluição do escoamento superficial) para restaurar os processos do ciclo hidrológico e melhorar a qualidade da água. Os resultados para os indicadores biológicos desse estudo mostraram que as espécies sensíveis à poluição e a diversidade de grupos tróficos aumentaram após as medidas de restauração. Entretanto, a composição funcional e taxonômica foi similar entre os trechos restaurados e não-restaurados (RIOS-TOUMA *et al.*, 2015).

### 3.3 Intervenções nas calhas dos rios

As medidas de restauração mais frequentemente implementadas são as intervenções nas calhas dos rios, com o objetivo de reestabelecer sua morfologia (MORANDI *et al.*, 2017) ou melhorar/criar habitats (BYEON *et al.*, 2016). De acordo com Roni *et al.* (2013), as técnicas de restauração devem ser escolhidas conforme o objetivo do projeto. Entre as técnicas citadas por Roni *et al.* (2013), aquelas que envolvem intervenções na calha dos rios são: remoção de barragens, descanalização ou remoção de galerias, reconfiguração de meandros, enrocamento e adição de estruturas de troncos e rochas.

Miller e Kochel (2013) realizaram a avaliação de técnicas de restauração na calha do rio (Figura 2) de 26 locais após 1 a 6 anos de implementação. Entre as técnicas empregadas para conter a erosão das margens, o espigão transversal e longitudinal foram os mais problemáticos. A adição de estruturas em alta densidade pode estabilizar o canal, porém o resultado são rios não muito diferentes daqueles projetados pela engenharia dos anos 60 e 70 (MILLER; KOCHER, 2013). Ou seja, algumas técnicas para conter a erosão podem impedir a mobilidade dos rios, com resultados controversos em relação ao reestabelecimento da morfologia dos rios e, conseqüentemente, com resultados ecológicos negativos.



Figura 2 – Técnicas de restauração na calha – (a) espigão ou quebra-corrente de rocha (Rock vane); (b) espigão transversal (cross-vane); espigão longitudinal (double-wing); maço de raízes (rootwad).

Fonte: Miller e Kochel (2013) (Tradução nossa)

A adição de estruturas na calha do rio utilizando material natural (rochas e troncos) aumentou a heterogeneidade da composição do substrato (COLLINS *et al.*, 2015). Segundo Roni *et al.* (2015), a maioria dos estudos que utilizam madeira para construir estruturas no rio relatam melhorias no habitat físico, como aumento da frequência de poços e da diversidade do habitat. Todavia, quando se avaliam indicadores biológicos, a resposta nem sempre é positiva. Ecke *et al.* (2016) mostraram que as medidas de restauração aumentaram a riqueza das macrófitas submersas fixas, mas não a sua diversidade, e não houve aumento da riqueza e diversidade de macrófitas de outros morfotipos (emergentes e flutuantes). Em relação aos invertebrados aquáticos, a riqueza de táxon aumentou em resposta às medidas de restauração, porém a abundância, diversidade e outros indicadores utilizados no estudo de Leps *et al.* (2016) não apresentaram resposta clara.

Outra intervenção direta na calha, comum nos projetos de restauração, é a reconfiguração do traçado em planta dos cursos d'água, com o objetivo de devolver a sinuosidade do traçado (MORRIS; MOSES, 1999; KRONVANG *et al.*, 2008; SOUDER, 2013; RONI *et al.*, 2013). Contudo, a reconfiguração do canal como uma metodologia para melhorar a estrutura e função do ecossistema fluvial encontrou pouca evidência de melhoria ecologicamente mensurável (BERNHARDT; PALMER, 2011). Já a construção de canais compostos mostrou-se uma alternativa efetiva para reduzir a velocidade e a tensão de cisalhamento em rios que foram canalizados (MACWILLIAMS Jr. *et al.*, 2010). Os canais compostos permitem uma reconfiguração do traçado do rio, essa técnica se aproxima mais da restauração passiva, por ser menos invasiva que a construção artificial de meandros.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das técnicas de intervenção direta nas calhas dos rios serem as mais comumente empregadas nos projetos de restauração, sua efetividade é duvidosa, principalmente em relação ao reestabelecimento das comunidades biológicas. Isso ocorre, em parte, porque outros fatores, como a distância de locais com alta diversidade, são parâmetros relevantes que podem determinar o sucesso das medidas de restauração (DAHM; HERING, 2016). As técnicas de restauração na escala da bacia hidrográfica parecem ter resultados melhores em relação à recuperação dos processos do ciclo hidrológico e melhoria da qualidade da água. A abordagem de restauração passiva também revelou-se efetiva, sendo que o custo de implantação dessas medidas é reduzido, porém o tempo envolvido na recuperação, de forma natural, pode ser longo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## REFERÊNCIAS

- ABEL, S.; HOPKINSON, L. C.; HESSION, W. C. **Hydraulic and physical structure of runs and glides following stream restoration**. *River Research and Applications*, v. 32, p. 1890–1901, 2016.
- SILVA, J. C. A. **Potencial de corpos d'água em bacias hidrográficas urbanizadas para renaturalização, revitalização e recuperação. Um estudo da bacia do Jaguaré**. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 310p., 2017.
- ALLAN, J. D. **Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems**. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, v. 35, p. 257-284, 2004.
- ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream ecology: structure and function of running waters**. 2nd. ed. Dordrecht: Springer, c2007. xiv, 436 p.
- BENDIX, J. **Flood Disturbance and the Distribution of Riparian Species Diversity**. *Geographical Review*, v. 87, n. 4, p. 468-483, 1997.
- BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A. **River restoration: the fuzzy logic of repairing reaches to reverse catchment scale degradation**. *Ecological Applications*, v. 21, n. 6, p. 1926-1931, 2011.
- BYEON, S. J.; CHOI, H. J.; CHOI, G. W.; KIM, D. **Hydraulic Experiments of Urban River Meandering Method and Fish Habitat Revitalization**. *KSCE Journal of Civil Engineering*, v. 20, n. 7, p. 2991-2998, 2016.
- BRADSHAW, A. D. **Underlying principles of restoration**. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 53, (Suppl. 1), p. 3–9, 1996.
- CAIRNS, J. Jr.; HECKMAN, J. R. **Restoration Ecology: The State of an Emerging Field**. *Annu. Rev. Energy*

Environ. v. 21, p. 167–89, 1996.

COLLINS, S. E.; FLOTEMERSCH, J. E.; SWECKER, C. D.; JONES, T. G. **Effectiveness of a Stream-Restoration Effort Using Natural Material Instream Structures**. Southeastern Naturalist, v. 14, n. 4, p. 612-622, 2015.

CONTRERAS, B. F. S. **Avaliação quali-quantitativa de impactos da revitalização do leito desconectado do rio Tubarão**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 87p., 2018.

DAHM, V.; HERING, D. **A modeling approach for identifying recolonisation source sites in river restoration planning**. Landscape Ecol, v. 31, p. 2323–2342, 2016.

DIXON, S. J.; SEAR, D. A.; ODoni, N. A.; SYKES, T.; LANE, S. N. **The effects of river restoration on catchment scale flood risk and flood hydrology**. Earth Surface Processes and Landforms, v. 41, p. 997–1008, 2016.

ECKE F.; HELLSTEN, S.; KÖHLER, J.; LORENZ, A. W.; RÄÄPYSJÄRVI, J.; SCHEUNIG, S.; SEGERSTEN, J.; BAATTRUP-PEDERSEN, A. **The response of hydrophyte growth forms and plant strategies to river restoration**. Hydrobiologia, v. 769, p. 41–54, 2016.

European Centre for River Restoration - ECRR. 2020. **What is river restoration?** Disponível em: <http://www.ecrr.org/>. Acesso em 25/03/2020.

FINDLAY, S. J.; TAYLOR, M. P. **Why rehabilitate urban river systems?** Area, v. 38.3, p. 312-325, 2006.

GORSKY, M. C. B. (2008). **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. 243p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.

GROLL, M. **The passive river restoration approach as an efficient tool to improve the hydromorphological diversity of rivers – Case study from two river restoration projects in the German lower mountain range**. Geomorphology, v. 293, p. 69–83, 2017.

HANSEN, E. S.; BUDY, P. **The potential of passive stream restoration to improve stream habitat and minimize the impact of fish disease: a short-term assessment**. Journal of the North American Benthological Society, v. 30, n. 2, pp. 573-588, 2011.

JÄHNIG, S. C.; BRABEC, K.; BUFFAGNI, A.; ERBA, S.; LORENZ, A. W.; OFENBÖCK, T.; VERDONSCHOT, P. F. M.; HERING, D. **A comparative analysis of restoration measures and their effects on hydromorphology and benthic invertebrates in 26 central and southern European rivers**. Journal of Applied Ecology, v. 47, p. 671–680, 2010.

JOHNSON, E. S.; KATHLEEN P. BELL, K. P.; LEAHY, J. E. **Disamenity to amenity: Spatial and temporal patterns of social response to river restoration progress**. Landscape and Urban Planning, 169, p. 208-219, 2018.

KAUFFMAN, J. B.; BESCHTA, R. L.; OTTING, N.; LYTJEN, D. **An ecological perspective of riparian and stream restoration in the western United States**. Fisheries, v. 22, n. 5, p. 12–24, 1997.

KONDOLF, G.M.; YANG, C-N. **Planning River Restoration Projects: Social and Cultural Dimensions**. p. 43-60. In: River Restoration: Managing the Uncertainty. In: Restoring Physical Habitat. DARBY, S.; SEAR, D. (ed.), Inglaterra, John Wiley & Sons Ltd, 2008, 330p.

KRONVANG, B.; THODSEN, H.; KRISTENSEN, E. A.; SKRIVER, J.; WIBERG-LARSEN, P.; BAATTRUP-PEDERSEN, A.; PEDERSEN, M. L.; FRIBERG, N. (2008). **Ecological effects of re-meandering lowland streams and use of restoration in river basin management plans: experiences from Danish case studies** in Anais do 4th ECRR Conference on River Restoration Italy, 16-21 June 2008, p. 207-222.

LEPS, M.; SUNDERMANN, A.; TONKIN, J. D.; LORENZ, A. W.; HAASE, P. **Time is no healer: increasing restoration age does not lead to improved benthic invertebrate communities in restored river reaches.** *Science of the Total Environment*, v. 557–558, p. 722–732, 2016.

MACWILLIAMS JR., M. L.; TOMPKINS, M. R.; STREET, R. L.; KONDOLF, G. M.; KITANIDIS, P. K. **Assessment of the Effectiveness of a Constructed Compound Channel River Restoration Project on an Incised Stream.** *J. Hydraul. Eng.*, v. 136, n. 12, p. 1042-1052, 2010.

MCCORMICK, A.; FISHER, K.; BRIERLEY, G. **Quantitative assessment of the relationships among ecological, morphological and aesthetic values in a river rehabilitation initiative.** *Journal of Environmental Management*, v. 153, pp. 60-67, 2015.

MILLER, J. R.; KOHEL, R. C. **Use and performance of in-stream structures for river restoration: a case study from North Carolina.** *Environ. Earth Sci.*, v. 68, p. 1563–1574, 2013.

MORANDI, B.; KAIL, J.; TOEDTER, A.; WOLTER, C.; PIÉGAY, H. **Diverse Approaches to Implement and Monitor River Restoration: A Comparative Perspective in France and Germany.** *Environmental Management*, v. 60, p. 931–946, 2017.

MORRIS, S.; MOSES, T. **Urban Stream Rehabilitation: A Design and Construction Case Study.** *Environmental Management*, v. 23, n. 2, p. 165–177, 1999.

MULLER, I.; DELISLE, M.; OLLITRAULT, M.; BERNEZ, I. **Responses of riparian plant communities and water quality after 8 years of passive ecological restoration using a BACI design.** *Hydrobiologia*, v. 781, p. 67–79, 2016.

PALMER, M.; ALLAN, J. D.; MEYER, J.; BERNHARDT, E. S. **River Restoration in the Twenty-First Century: Data and Experiential Knowledge to Inform Future Efforts.** *Restoration Ecology*, v. 15, n. 3, p. 472–481, 2007.

POMPÊO, C. A.; FINOTTI, A. R.; BONUMÁ, N. B.; CHAFFE, P. L. B. **Hidrologia ambiental em cursos d'água urbanos - Bacia do Córrego Grande.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2013.

RIOS-TOUMA, B.; PRESCOTT, C.; AXTELL, S.; KONDOLF, G. M. **Habitat restoration in the context of watershed prioritization: the ecological performance of urban stream restoration projects in Portland, Oregon.** *River Research and Applications*, v. 31, p. 755–766, 2015.

RONI, P.; BEECHIE, T. J. **Introduction to Restoration: Key Steps for Designing Effective Programs and Projects.** p. 1-10. In.: RONI, P.; BEECHIE, T. J. (editors). *Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats.* Oxford, John Wiley & Sons, Ltd. 2013, 300p.

RONI, P.; PESS, G.; HANSON, K.; PEARSONS, M. **Selecting Appropriate Stream and Watershed Restoration Techniques.** pp. 144 – 188 *In Stream and Watershed Restoration A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats.* Org. por Roni, P e Beechie, T., ed. John Wiley & Sons, Ltd., Oxford, 2013, 300p.

RONI, P.; BEECHIE, T.; PESS, G.; HANSON, K. **Wood placement in river restoration: fact, fiction, and future direction.** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* v. 72, p. 466–478, 2015.

RUTHERFURD, I. D.; JERIE, K.; MARSH, N. A. **Rehabilitation Manual for Australian Streams.** Volume 2. Land and Water Resources Research and Development Corporation (LWRRDC) Canberra - ACT, 2000, 192 p.

SAMMONDS, M. J.; VIETZ, G. J. **Setting stream naturalisation goals to achieve ecosystem improvement in urbanising greenfield catchments.** *Area*, v. 47, n. 4, p. 386–395, 2015.

Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. *The SER International*

Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

STOUT, J. C.; RUTHERFURD, I. D.; GROVE, J.; WEBB, A. J.; KITCHINGMAN, A.; TONKIN, Z.; LYON, J. **Passive Recovery of Wood Loads in Rivers**. *Water Resources Research*, v. 54, p. 8828–8846, 2018.

SOUDER, J. **The Human Dimensions of Stream Restoration: Working with Diverse Partners to Develop and Implement Restoration**. p. 114-143 *in* *Stream and Watershed Restoration A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats*. Org. por Roni, P e Beechie, T., ed. John Wiley & Sons, Ltd., Oxford, 2013, 300p.

VISWANATHAN, V. C.; SCHIRMER, M. **Water quality deterioration as a driver for river restoration: a review of case studies from Asia, Europe and North America**. *Environ Earth Sci.*, v. 74, p. 3145–3158, 2015.

WALSH, C. J.; FLETCHER, T. D.; BOS, D. G.; IMBERGER, S. J. **Restoring a stream through retention of urban stormwater runoff: a catchment-scale experiment in a social–ecological system**. *Freshwater Science*, v. 34, n. 3, p. 1161-1168, 2015.

WHEATON J.M.; DARBY, S. E.; SEAR, D. A. **The Scope of Uncertainties in River Restoration**. pp. 22-39 *In: River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat*. DARBY, S.; SEAR, D. (ed.), Inglaterra, John Wiley & Sons Ltd, 2008, 330p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agência Nacional de Águas 1, 2, 33, 133, 134, 139, 178  
Água Potável 26, 32, 143, 148  
Águas Continentais e Estuarinas 47  
Águas Subterrâneas 81, 144, 145, 146, 149, 151  
Amortecimento da Vazão 89  
Aparelhos Hidrossanitários 159, 160, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 170, 172, 174, 175, 176, 177  
Aquíferos 144, 145, 151  
Áreas de Planalto 62, 68

### B

Bacia do Ribeirão das Cruzes 74  
Bacia Hidrográfica 10, 13, 31, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 61, 62, 66, 67, 68, 70, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 105, 106, 116, 124, 127, 135  
Bacias Urbanas 82, 116

### C

Calhas dos Rios 35, 37, 41, 43  
Clorofila-a 122  
Coliformes Totais 141, 147, 148, 151  
Composição Granulométrica 61, 63, 64, 66, 67, 69  
Contaminação da Água 141, 145, 150, 151  
Curva de Demanda 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23

### D

Disco de Secchi 47, 52  
Draga de “Van Veen” 65

### E

Ecossistemas Lênticos 48  
Eficiência Energética 155, 158  
Escassez de Água 117, 143  
Escherichia Coli 141, 142, 148  
Espaços Públicos 72  
Estaciones Meteorológicas 94, 103

Estiagem 20, 27, 28, 30, 67, 81, 84, 88, 154

Estudo de Potencial Hidro Energético 155

## F

Fatores Planimétricos 105, 111

## G

Gestão da Demanda de Água 159, 164, 167, 168

## H

Hidrograma 83, 97, 98, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 116

Hidrometeorológico 11

Humedad Del Suelo 91

## I

Incertezas Hidrológicas 14

## L

Levantamento On-line 159

## M

Medidas Interventivas 128

Método de Pipetagem 61, 65

Modelos Matemáticos 105, 118

Monitoramento 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 118, 121, 135, 136, 138

## P

Planejamento 1, 3, 4, 11, 12, 13, 15, 23, 26, 29, 31, 32, 34, 58, 63, 68, 72, 126, 154

Poços 42, 141, 143, 145, 146, 150

Potabilidade 130, 136, 141, 143, 148

Praias de Água Doce 47

## R

Recursos Hídricos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 70, 92, 111, 116, 118, 124, 126, 129, 131, 140, 144, 160, 178

Renaturalização 38, 43

Resíduos Sólidos 71, 76, 78, 79, 145

## S

Série Histórica 11, 107  
Software 24, 25, 96, 119  
Soil Water Characteristics 96  
SSD AcquaNet 16

## T

Torneiras e Mictórios 162, 168  
Turbo-Geradores 153, 155, 157

## U

Usinas Hidroelétrica 14

## V

Visitas Técnicas 71, 73

# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

[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) 

# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

[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) 