

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA  
(ORGANIZADOR)**

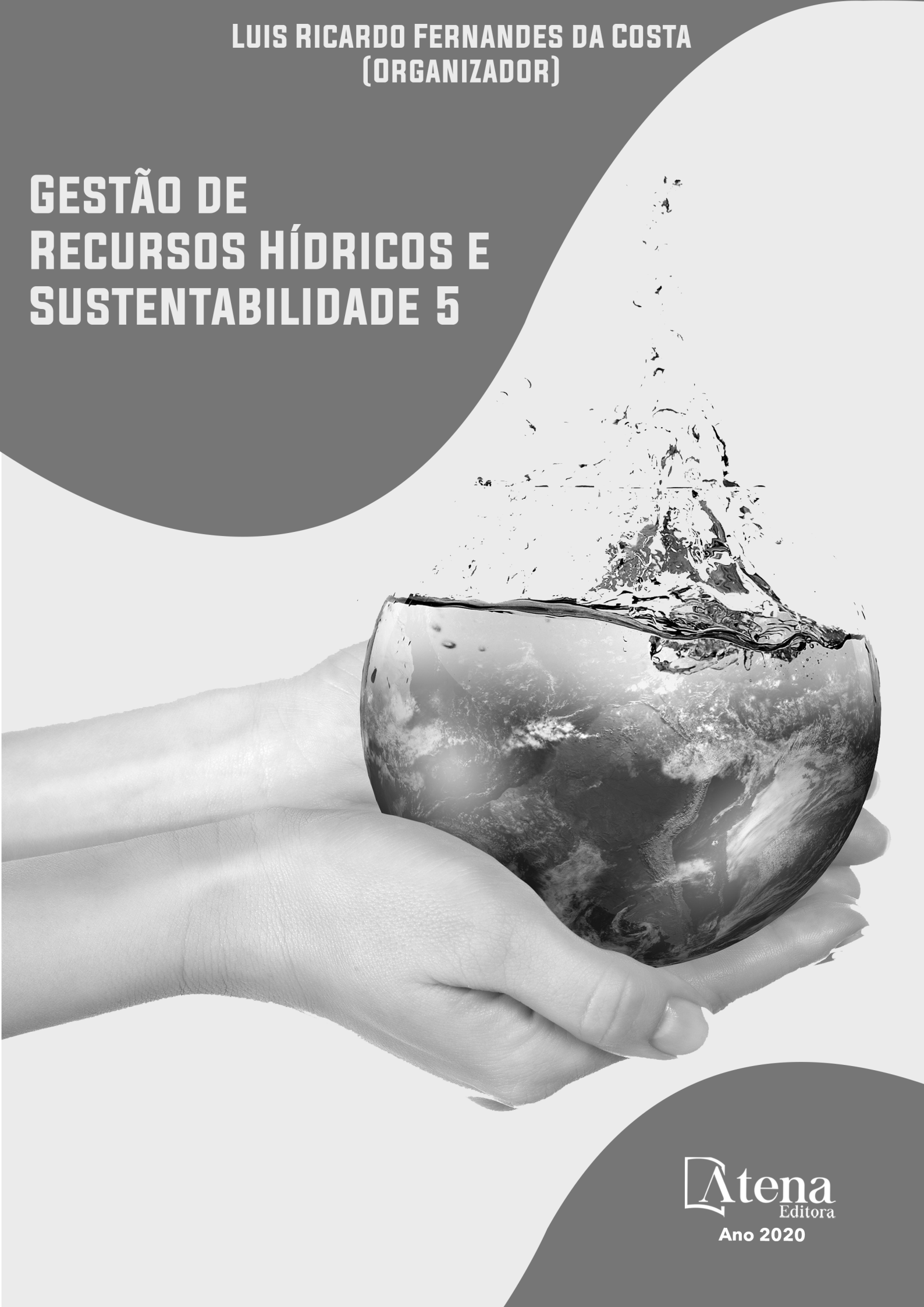
# **GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE 5**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA  
(ORGANIZADOR)**

# **GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE 5**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

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

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<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<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. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<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 – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
G393	<p>Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 5 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-107-7            DOI 10.22533/at.ed.077201206</p> <p>1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 343.81</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que apresentamos a obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 5”, que apresenta uma série de sete contribuições acerca de problemas relacionados a dinâmica e o gerenciamento dos recursos hídricos.

A abertura do livro, com o capítulo “Tecnología e innovación para la mejora de la gestión integrada de recursos hídricos: el caso de la demarcación hidrográfica del río Segura (Sureste de España)”, procura analisar as medias e situações para um melhor aproveitamento e melhoria da gestão dos recursos hídricos em área de bacia hidrográfica.

No capítulo 2 “Degradação das águas subterrâneas na cidade de Fortaleza-CE” avalia a degradação dos recursos hídricos subsuperficiais, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos na cidade de Fortaleza.

No capítulo 3 “Diagnóstico ambiental em balneários públicos na região oeste do estado de São Paulo, Brasil” apresenta uma análise acerca das condições ambientais de balneários públicos em dois municípios na região Oeste do estado de São Paulo, os balneários de Teodoro Sampaio e Rosana, por meio de protocolos de avaliação rápida – PARs.

No capítulo 4 “Variação espacial da qualidade de água da microbacia hidrográfica do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba - SP” analisa os parâmetros de qualidade de água em amostras bimensais entre outubro de 2016 a julho de 2017, onde foram selecionados 12 pontos ao longo da microbacia visando compreender os diferentes usos do solo.

No capítulo 5 “A gestão dos recursos e o meio ambiente: estudo realizado nas lavanderias industriais” analisa a problemática quanto ao uso da água por parte de gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso.

No capítulo 6 “Curvas envoltórias para a estimativa de vazões máximas na bacia do rio Pindaré” apresenta uma contribuição para o entendimento hidrológico regional na bacia hidrográfica do rio homônimo, no estado do Maranhão.

Para o encerramento da presente obra, é apresentado o trabalho intitulado “Vida nova ao velho rio: o financiamento do projeto estratégico meta 2014 dentro da política ambiental do governo de Minas Gerais” onde o objetivo é mostrar a descontinuidade do Projeto Estratégico Meta 2014, bem como evidenciar as consequências desta ação. A Meta 2014 foi um programa do Governo de Minas Gerais direcionado à revitalização do Rio das Velhas.

Assim, a coleção de artigos dessa obra evidencia a diversidade na análise e gestão dos recursos hídricos, consolidando ainda mais essa importante área interdisciplinar do campo científico.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA (SURESTE D ESPAÑA)	
Ramón García Marín Víctor Ruiz Álvarez Francisco Javier Lozano Parra Daniel Moreno Muñoz Rubén Giménez García	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE	
Ediu Carlos Lopes Lemos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM BALNEÁRIOS PÚBLICOS NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL	
Danielli Cristina Granado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
VARIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DE ÁGUA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP	
Elen Blanco Perez Thiago Paes de Almeida Mendes Pablo Eric Toledo Majer Plínio Barbosa de Camargo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
A GESTÃO DOS RECURSOS E O MEIO AMBIENTE: ESTUDO REALIZADO NAS LAVANDERIAS INDUSTRIAIS	
Francinildo Carneiro Benicio Antônio Vinícius Oliveira Ferreira Ana Luiza Carvalho Medeiros Ferreira Lennilton Viana Leal Anderson Lopes Nascimento Augusta da Rocha Loures Ferraz Rosilene Gadelha Moraes Joyce Silva Soares de Lima Ednael Macedo Felix Andreza Cristina de Sousa Fernandes Thiago Alberto Viana de Sousa Márcio Henrique Marques da Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
CURVAS ENVOLTÓRIAS PARA A ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS NA BACIA DO RIO PINDARÉ	
José Alexandre Pinto Coelho Filho Matheus Fonseca Durães	



Maísa de Lourdes Martins Araújo

DOI 10.22533/at.ed.0772012066

**CAPÍTULO 7 ..... 86**

VIDA NOVA AO VELHO RIO: O FINANCIAMENTO DO PROJETO ESTRATÉGICO META 2014  
DENTRO DA POLÍTICA AMBIENTAL DO GOVERNO DE MINAS GERAIS

Cristina de Souza Domingues Raposo

DOI 10.22533/at.ed.0772012067

**SOBRE O ORGANIZADOR:..... 112**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 113**

## DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE

*Data de aceite: 12/05/2020*

**Edu Carlos Lopes Lemos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Espírito Santo  
Nova Venécia – Espírito Santo  
<http://lattes.cnpq.br/9467188496500540>

**RESUMO:** O uso e a ocupação do solo de forma irregular, ocasionado pelo crescimento populacional, tem sido uma das principais causas de degradação ocorridas sob os recursos hídricos. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a degradação das águas subterrâneas, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos na cidade de Fortaleza. Os resultados demonstram que, devido à falta de um planejamento na expansão urbana ocorrida na cidade, diversas fontes de contaminação lançaram grandes quantidades de poluentes nos corpos hídricos da cidade de Fortaleza, fazendo com que as águas subterrâneas apresentem diversas restrições quanto ao seu uso pois, colocam em risco a saúde da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação; Água subterrânea; Fortaleza

**ABSTRACT:** The irregular use and occupation of land, caused by population growth, has been one of the main causes of degradation occurring under water resources. The main objective of this study was to evaluate the degradation of groundwater, which occurred as a result of urban expansion over the last 40 years in the city of Fortaleza. The results demonstrate that, due to the lack of planning in the urban expansion that occurred in the city, several sources of contamination released large amounts of pollutants in the water bodies of the city of Fortaleza, causing the groundwater to present several restrictions regarding its use because, endanger the health of the population.

**KEYWORDS:** Degradation; groundwater; Fortaleza

### 1 | INTRODUÇÃO

A situação atual dos recursos hídricos aponta para um quadro de crise (MMA, 2009). No continente americano, há água abundante em algumas regiões, enquanto em outras, esse recurso pode ser escasso, e a urbanização é um dos processos que têm causado impacto tanto nas águas superficiais quanto nas subterrâneas (CISNEROS; TUNDISI, 2012; FUZINATTO, 2009; GARRIDO, 2000;

HADDAD; MAGALHÃES JUNIOR, 2007).

Nesse contexto, se estabeleceu que a ocupação humana tem ocorrido de forma crescente e tem explorado esse recurso hídrico sem qualquer critério. O reflexo do uso crescente do recurso hídrico é a estimativa de que existam no país pelo menos 400.000 poços (Zoby & Matos, 2002). Em função do crescimento descontrolado da perfuração de poços tubulares e das atividades antrópicas, que acabam contaminando os aquíferos, a questão da qualidade da água subterrânea vem se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento do recurso hídrico no país.

Diante do exposto, conhecer os fatores que ameaçam a qualidade das águas superficiais e subterrâneas em contextos específicos pode contribuir para a preservação desses reservatórios. Diante disto, o objetivo deste estudo foi avaliar a degradação das águas subterrâneas na cidade de Fortaleza, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O presente trabalho, foi desenvolvido no município de Fortaleza situada na zona litorânea da porção nordeste do estado do Ceará, Região Nordeste do Brasil, sendo delimitado pelas coordenadas UTM 9565000 a 9595000 Norte e 540000 a 567000 Leste, incluso na Folha AS-24-Z-C-IV (SUDENE), possuindo 313,8 km<sup>2</sup> (Figura 1).

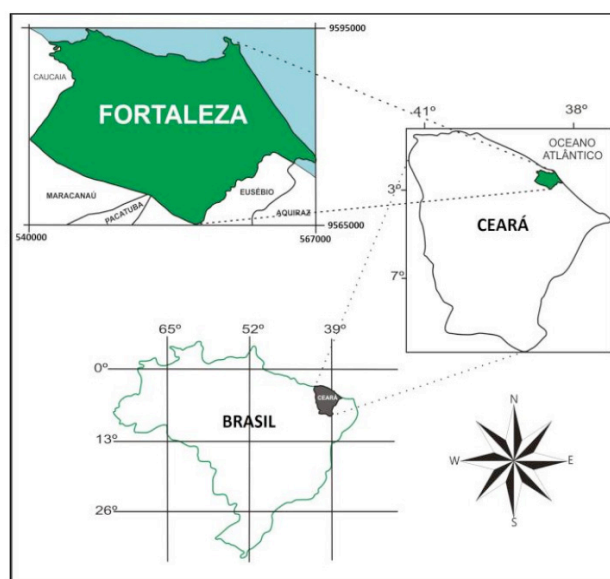


Figura 1. Localização da cidade de Fortaleza

Fonte: O Autor

O município de Fortaleza apresenta clima classificado como “Macroclima da faixa costeira” do tipo AW’, segundo a classificação climática de Köppen (1948) *in* Tajra (2001) e por estar situado na faixa costeira é influenciado pelas águas oceânicas. O clima é definido como quente e apresenta regime de chuvas tropicais com alternância de episódios secos ao longo do ano. As chuvas no município de Fortaleza possuem média anual de 1625 mm (intervalo observado de 1970 a 2011). Ocorrem em menor quantidade no mês de novembro, com média de 12 mm, e em maior quantidade no mês de abril com média de 359 mm mensal.

### 3 | DESENVOLVIMENTO

Nas avaliações das condições das águas subterrâneas em ambientes urbanos se faz necessário basicamente dois estágios (Vázquez-Suñé *in* Vasconcelos 2009), sendo eles:

- A identificação dos fatores significantes no ciclo hidrológico urbano;
- O desenvolvimento e aplicação de metodologias para quantificar e controlar esses fatores.

A metodologia empregada neste trabalho constou das seguintes etapas: levantamento de dados e análise de trabalhos anteriores; compilação dos dados de poços e análises físico-químicas; elaboração das bases temáticas; etapas de campo e interpretação de dados.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Zoneamento Ambiental e Evolução do Uso e Ocupação do Solo

O Zoneamento Ambiental (ZA) é uma forma de compartimentar determinada área de acordo com suas características ambientais particulares como vegetação, geologia e ocupação urbana, entre outros fatores. O termo “Zoneamento Ambiental (ZA)” foi considerado no Brasil apenas como o resultado da setorização realizada em Unidades de Conservação, Parques Nacionais e Estações Ecológicas, entre outros, com o objetivo de apoiar seus planos de manejo (Vasconcelos 2009).

Os impactos negativos do desenvolvimento urbano sobre a população e o meio ambiente têm sido gerados principalmente em decorrência da falta de uma gestão integrada do uso do solo e da infraestrutura (Tucci, 2005).

Devido à grande densidade demográfica do município de Fortaleza, vários conflitos e problemas têm sido gerados, tais como: a) Degradação ambiental dos mananciais; b) aumento do risco de áreas de abastecimento com a poluição

orgânica e química; c) contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial; d) enchente urbana gerada pela inadequada ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado da drenagem urbana; e) falta de coleta e disposição do lixo urbano.

#### 4.2 Unidades de Uso e Ocupação do Solo (1970 e 2010)

O município de Fortaleza dispõe da Lei 7.987 de dezembro de 1996 (FORTALEZA, 2010), conhecida como a Lei do Uso e Ocupação do Solo Urbano, que foi atualizada em agosto de 2010. Essa Lei divide o município em três Macrozonas de planejamento: a Macrozona Urbanizada, atendida integralmente pela rede de abastecimento d'água e parcialmente pela rede de esgotos, onde se concentra a maior parte da população e possui boa infraestrutura urbana; a Macrozona Adensável, onde existem tendências a expansão das atividades urbanas e possui em parte serviço de esgoto e abastecimento de água, e a Macrozona de Transição, que não possui serviços urbanos de esgoto e abastecimento de água e constitui-se como espaço de reserva para expansão urbana.

Na figura 2, se apresentam as unidades de uso e ocupação do solo no município de Fortaleza nos anos de 1970 e 2010 com o seu percentual.

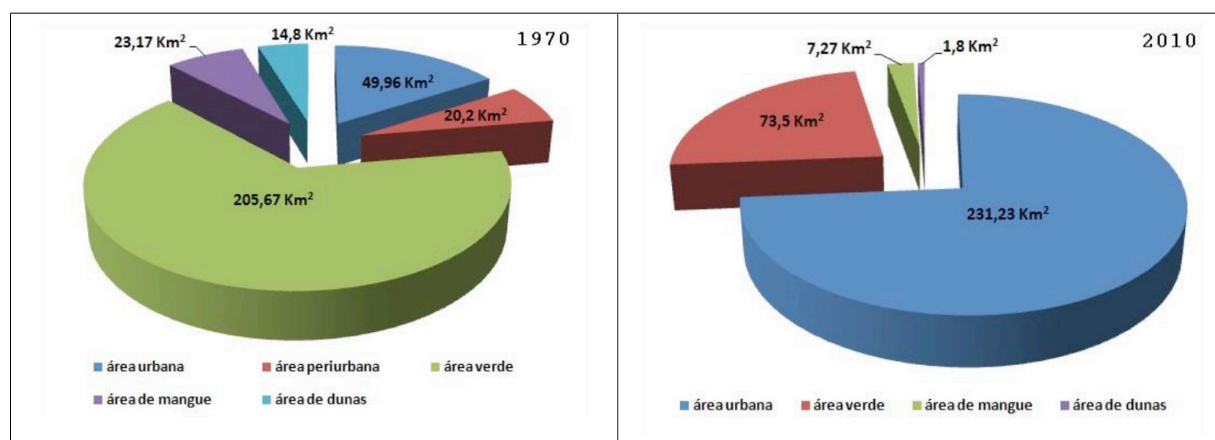


Figura 2. Dados sobre área das unidades de uso e ocupação do solo no município de Fortaleza nos anos de 1970 e 2010.

Observa-se que a expansão urbana ocorrida nos últimos 40 anos no município de Fortaleza, se deu pela ocupação das áreas de dunas, bem como, de áreas verdes e, diversas lagoas que foram soterradas para serem ocupadas por diversos condomínios e conjuntos habitacionais que compõem a atual estrutura urbana da cidade.

A Figura 3 apresenta uma área situada na porção sudeste do município de Fortaleza, na proximidade do bairro do Barroso onde se verifica que no ano de 2003 existia na área duas lagoas e que de acordo com a imagem do ano de 2010, as lagoas foram soterradas com entulho para dar lugar a uma ocupação por pessoas

de baixa renda.



Figura 3. Ocupação inadequada de lagoa ao longo da BR 116 em Fortaleza

Fonte: O Autor

### 4.3 Fontes de Contaminação das Águas Subterrâneas

Por estarem mais protegidas em profundidades, as águas subterrâneas são menos vulneráveis à poluição do que as superficiais; entretanto, quando um aquífero é contaminado, a sua recuperação pode levar muitos anos dependendo do tipo de contaminante, e até mesmo, tornar-se economicamente inviável.

Na maioria dos casos, o fluido contaminante das águas subterrâneas, migra para o aquífero como um fluxo contínuo ou aproximadamente contínuo. Assim, a água subterrânea contaminada possuirá a forma de uma pluma, e seus limites serão estabelecidos pela velocidade de emissão do contaminante, pelas características hidrodinâmicas do aquífero, pelo padrão de fluxo da água subterrânea e pelas mudanças no padrão de fluxo causado por bombeamento de poços (FARIAS, 2005).

#### 4.3.1 Fontes Pontuais de Contaminação

Diante dos agravos ambientais que uma área urbana pode sofrer pelos mais diversos fatores foram realizados o cadastramento das fontes potenciais de contaminação inseridas no município de Fortaleza.

Segundo Vazquez-Suñe (2005), os ambientes urbanos diferem dos ambientes rurais em decorrência, principalmente, de fatores como:

- Ciclo das águas subterrâneas está ligado diretamente a história da urbanização.
- Flutuações do nível das águas subterrâneas estão relacionadas as atividades antrópicas.

- Poluição das águas subterrâneas causadas pelas atividades humanas.
- Presença de estruturas subterrâneas.

O risco potencial de contaminação das águas, em sua conceituação básica, é atribuído à interação entre dois fatores fundamentais.

- Carga contaminante
- Vulnerabilidade natural do aquífero de ser afetado pela carga contaminante (Foster *et al.*, 1987; Foster *et al.*, 1988).

No que se referem às águas subterrâneas, estas são susceptíveis a diversas alterações em sua quantidade e qualidade, principalmente em função dos fatores antrópicos.

Para se investigar uma área contaminada, além de ter que conhecer as características da carga contaminante, se faz necessária a compreensão e a magnitude da contaminação existente e a configuração do meio físico, como geologia e hidrogeologia (Hassuda, 2003).

É considerada Fonte Potencial de Contaminação (FPC) qualquer obra ou estrutura não móvel, que possa acarretar mudanças na qualidade natural dos recursos hídricos de uma determinada área.

Estão inseridas na área de estudo as seguintes FPC: cemitérios, estações de tratamento de esgotos, postos de combustíveis, local de disposição dos resíduos sólidos (lixões), pontos de lavagem de veículos e poços abandonados (Figura 4).

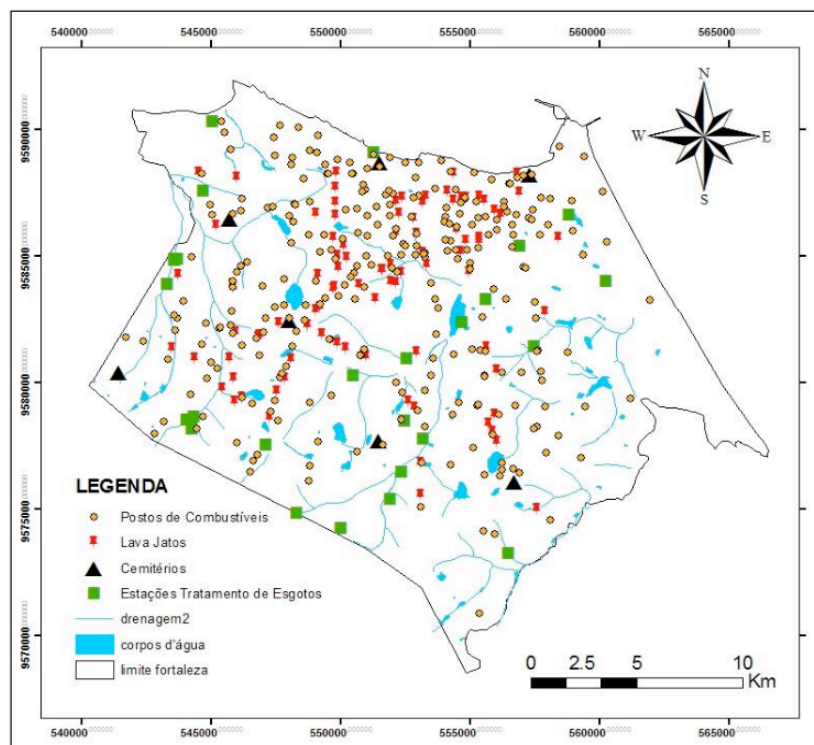


Figura 4. Distribuição das fontes de poluição das águas subterrâneas de Fortaleza.

Fonte: O Autor

### 4.3.2 Cemitérios

Os cemitérios constituem um risco potencial para as águas subterrâneas em decorrência de sua localização, que nem sempre obedece a projetos fundamentados nos estudos geológicos e hidrogeológicos (Pacheco et.al., 1998). As áreas destinadas a novos cemitérios são cada vez mais difíceis de serem encontradas nas grandes cidades (WHO, 1998).

No município de Fortaleza existem 07 cemitérios que se encontram sobre sedimentos cenozóicos, Terciário, Tércio-Quaternário e Quaternário, representados por Coberturas Colúvio-Eluviais, Formação Barreiras e Depósitos Flúvio-Aluvionares, onde o nível estático é sub-aflorante em níveis arenosos, com porosidade e condutividade hidráulica que facilitam a migração de elementos contaminantes.

Com a decomposição dos corpos há a geração dos chamados efluentes cadavéricos, gasosos e líquidos. Os primeiros que surgem são os gasosos, seguindo-se os líquidos.

De acordo com Silva (1998), 57% do corpo humano em decomposição é transformado em necro-chorume. O volume de necro-chorume produzido por um cemitério pode ser estimado com base no montante de sepultamentos, no peso estimado dos corpos sepultados, em função do sexo e idade, e na quantidade presumida de necro-chorume gerado por cada corpo durante os processos de putrefação dos tecidos e órgãos.

Segundo dados da administração dos cemitérios de Fortaleza, até dezembro de 2010 foram realizados exatos 491.728 sepultamentos, sendo 49% de homens adultos, 39% de mulheres adultas, 12% de crianças. Com base no Censo Demográfico de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o homem adulto pesa em média 70 kg, a mulher adulta 40 kg e criança 20 kg. De acordo com dados coletados junto aos cemitérios existentes no município de Fortaleza foi realizado um cálculo estimado do volume de necro-chorume produzido por cada cemitério (Quadro1).

VOLUME DE NECRO-CHORUME PRODUZIDO (L)				
CEMITÉRIOS	HOMENS	MULHERES	CRIANÇAS	SOMA
A	4.312.240	1.474.020	302.364	6.097.624
B	951.825	432.900	66.600	1.451.325
C	1.838.274	836.066	128.625	2.802.965
D	6.873.377	3.126.084	480.936	10.480.397
E	1.753.416	797.472	122.688	2.673.576
F	651.700	296.400	45.600	993.700
G	476.000	216.920	33.320	726.240
TOTAL	16.865.832	7.179.862	1.180.133	25.225.827

Quadro 1. Cálculo do necro-chorume produzido pelos cemitérios de Fortaleza



A toxicidade química do necro-chorume diluído na água freática relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e aminas.

#### *4.3.3 Postos de Armazenamento de Combustíveis*

Os postos de combustíveis, de modo geral, representam uma fonte potencial de contaminação em decorrência de vazamentos acidentais na manipulação e/ou em decorrência de vazamentos de tanques subterrâneos.

Dentre os principais componentes dos combustíveis fósseis, os compostos aromáticos se destacam, pois possui grande estabilidade em suas ligações químicas além de ser potencialmente cancerígeno. Os BTEX são mais solúveis e mais tóxicos entre os demais compostos aromáticos presentes, agindo como poderosos depressores do sistema nervoso central e apresentando toxidade crônica, mesmo em pequenas concentrações (da ordem de ppb – parte por bilhão). Os PAH's dos quais Pirenos, Fenantrenos e Antracenos são potencialmente precursores de câncer em seres humanos, segundo a U.S. Environmental Protection Agency – EPA (EPA,2008).

A construção de um posto de combustíveis deve estar de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Entre as várias NBR's relativas à atividade de abastecimento e revenda de combustíveis, a NBR 13.786/2005 classifica os empreendimentos tendo como critério o entorno do posto de serviço, condicionando os equipamentos de controle ambiental que serão instalados (ABNT, 2005).

No município de Fortaleza, foram cadastrados 303 postos de combustíveis que comercializam álcool, gasolina comum, gasolina aditivada, diesel e em alguns gases naturais. Encontram-se armazenados nos tanques destes postos de combustíveis um volume total de  $742 \times 10^3$ L de gasolina,  $275,5 \times 10^3$ L de álcool e  $1610,5 \times 10^3$ L de óleo diesel

#### *4.3.4 Disposição de Resíduos Sólidos*

Na cidade de Fortaleza, estado do Ceará, *Sabadia et.al* (2000) relata uma problemática quanto a destinação final dos resíduos sólidos. A disposição de resíduos sólidos representa um problema resultante do desenvolvimento populacional desordenado. No município de Fortaleza foram instalados um total de 05 aterros sanitários ao longo de cinco décadas sendo eles:

- **1956 a 1960** - Lixão do João Lopes, Monte Castelo, foi o primeiro da capital.

- **1961 a 1965** - Lixão da Barra onde surgem os primeiros catadores vindos do interior, devido ao êxodo.
- **1966 a 1967**- Lixão do Buraco da Gia, no bairro Antônio Bezerra.
- **1968 a 1977**- Lixão do Henrique Jorge com o primeiro coletor compactador do Estado.
- **1978 a 1998** - Lixão do Jangurussu nas proximidades do Rio Cocó.

#### *4.3.5 Estações de Tratamento de Esgotos e Lagoas de Efluentes*

O esgoto bruto ou despejo líquido é ocasionado pelos despejos domésticos e industriais, que quando lançados num manancial contribuem para sua degradação, afetando sua qualidade. Para preservação dos recursos hídricos e evitar a contaminação da fração de água disponível, é de fundamental importância a construção de estações de tratamento de esgoto (ETE).

Uma estação de tratamento de esgotos ou lagoa de efluentes pode ser considerada uma fonte potencial de contaminação, quando não recebe uma manutenção regular, podendo gerar despejos de esgotos nas imediações ou então percolação de sua carga diretamente para o aquífero. Segundo Miler & Scalf, 1974 *in* (Foster, 1993), a grande maioria das lagoas de estabilização, possui uma base constituída de materiais naturais, parcialmente impermeabilizados, resultado da compactação e sedimentação do solo. Com o passar do tempo, a impermeabilização vai ficando frágil, seja em decorrências das limpezas, ou mesmo por faltas estruturais naturais que surgem em qualquer construção.

São identificadas no município 26 Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), estas recebem carga líquida oriunda de uso doméstico e outras fontes diversas. As ETE encontram-se próximas das margens da bacia dos rios Maranguapinho e Cocó, onde se observa que a partir das lagoas de estabilização que os rios se tornam perenizados artificialmente pelas águas provenientes destas lagoas, prejudicando diretamente a qualidade das águas destes rios (Figura 5).



Figura 5. Lançamento de efluentes da ETE do Rio Maranguapinho

Fonte: Santos (2005)

Análises realizadas para o rio Maranguapinho por Santos (2005), a jusante da ETE, mostram os seguintes valores médios: nitrato (0,528mg/l); nitrito (0,648mg/l); coliformes fecais (entre 150 e 24.000 NMP/100ml com média de 4.660 NMP/100ml) e totais (entre 430 e 24.000 NMP/100ml com média de 13.806,25 NMP/100ml), valores bem acima do permitido pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

#### *4.3.6 Poços Mal Construídos ou Abandonados*

A construção de poços sem uma proteção sanitária capaz de impedir a percolação de contaminantes para o aquífero explotado é um dos fatores que contribuem para redução da qualidade dos aquíferos.

No município de Fortaleza foram identificados 641 poços abandonados (que podem ou não estarem obstruídos), o risco atribuído a estes poços está na possibilidade destes, injetarem efluentes diretamente no aquífero, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas.

#### *4.3.7 Pontos de Lavagem de Veículos Automotores*

As áreas de lavagem de veículos automotores produzem quantidades consideráveis de produtos como óleos, graxas e produtos químicos utilizados para remoção de sujeiras na pintura ou motor dos veículos. No município de Fortaleza foram cadastrados 92 pontos de lavagem de veículos.

#### 4.3.8 Esgotamento Sanitário Doméstico

Dados do Programa Sanear, em Fortaleza, da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (2011), mostram que 35% das residências apresentam saneamento básico.

A instalação do saneamento básico do município de Fortaleza está sob a responsabilidade da CAGECE, cujos dados mostram que das 899.328 residências cadastradas em Fortaleza, apenas 310.454 (34,52 %) delas estão ligadas a rede de esgoto (Figura 6).

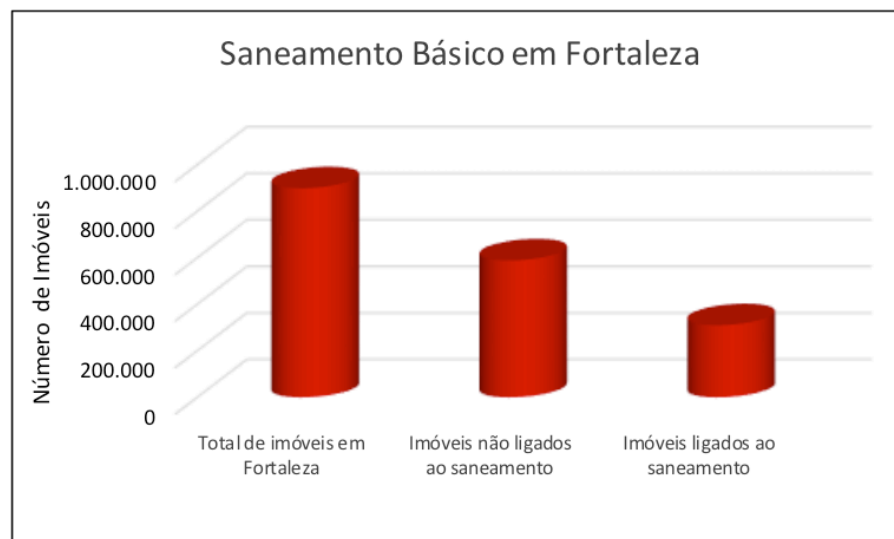


Figura 6. Saneamento no município de Fortaleza

Fonte: CAGECE 2011

A ausência de saneamento básico leva a população a utilizar-se de fossas sépticas, que em função da oscilação sazonal do nível freático podem transformar-se em fossas negras. Neste caso, a função depuradora do sistema aquífero passa a ser mínima, ou sequer existir. As águas subterrâneas podem sofrer os impactos desta carga poluente, principalmente no contexto das Dunas que apresentam uma alta vulnerabilidade, com um nível estático sub-aflorante (CAVALCANTE, 1998, p.89).

O nitrato é considerado como o poluente mais frequente oriundo dos sistemas sépticos. Em relação ao nitrato, Foster & Hirata (1988) estimam que cada habitante produza anualmente 4kg, o que para o município totaliza anualmente 10.022.228kg lançados no solo.

A carga de efluentes gerados pela disposição da urina é de aproximadamente 0,967 L/hab/dia (Dacach, 1979) totalizando um volume de 884.348 m<sup>3</sup>/ano.

#### 4.3.9 Fontes Difusas de Contaminação

A poluição difusa é formada em área urbana ou rural a partir de diversos geradores de resíduos sólidos e de sedimentos. Nas cidades, a origem da poluição difusa pode ser de veículos, de animais, de casas, do escoamento das águas pluviais entre outras. Porto (1995) e Tomaz (2006; 2007) argumentam que a poluição difusa é complexa e provém de diversas fontes, tais como freios de automóveis, resíduos de pneus, resíduos de pinturas em geral, fezes de animais, resíduos de ferro, zinco, cobre e alumínio de materiais de construção, deposição seca e úmida de particulados de hidrocarbonetos, restos de vegetação, derramamentos, erosão fuligem, poeira, enxofre, metais, pesticidas, nitritos e nitratos, cloretos, fluoretos silicatos, cinzas, compostos químicos e resíduos sólidos, entre outros.

A poluição difusa concentra-se quase que totalmente próximos à guia e sarjetas, ou seja, 80% a 15 cm e 95% a 1 m (NOVOTNY e CHESTERS, 1981 apud PORTO, 1995).

No município de Fortaleza, observa-se que a poluição difusa está tão ou mais presente que a poluição pontual porém, sua identificação e percepção são demasiadamente menores, uma vez que, são distribuídas em todo o contexto urbano. As dispersões destes resíduos, causam a falsa impressão que o evento e os problemas advindos dela estão minimizados.

## 5 | CONCLUSÃO

A expansão da área urbana em Fortaleza, gerou diversos impactos negativos nas águas subterrâneas do município. Anualmente, são lançados no solo um volume total de 25.225.827L de necro-chorume, 884.348m<sup>3</sup>/hab de urina e uma carga de nitrato igual 10.022.228kg. Possuindo o município uma área de 82,5% formada por coberturas sedimentares cenozóicas, estas propiciam o deslocamento de diversos contaminantes lançados ao solo, fazendo com que a qualidade destas águas fiquem a cada ano mais comprometida e trazendo sérios prejuízos a saúde da população que em algumas áreas periféricas se utilizam destas águas no consumo humano.

## REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, I.N. – 1998. **Fundamentos hidrogeológicos para gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, estado de Ceará**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP. 164p.

CISNEROS, B. J.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Diagnóstico del agua em las Americas. México: IANAS/Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2012**. Disponível em: [http://www.ianas.org/water/book/diagnostico\\_del\\_agua\\_en\\_las\\_americanas.pdf](http://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americanas.pdf). Acesso em: outubro de 2017.

CONAMA – **RESOLUÇÃO 357, de 17/03/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União 18.03.2005. [www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm](http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm) visitado em Abril, 2012.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na Ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade da água**. Dissertação – UFSC, Florianópolis, 2009.

FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R.C.A. – 1987. **Contaminacion de las aguas subterráneas: un enfoque ejecutivo de La situacion em América Latina y El Caribe em relación com El suministro de água potable**. Lima: OMS; OPS-HPE;CEPIS.

FOSTER, S. **Poluição das Águas Subterrâneas: um documento executivo da situação da América Latina e Caribe com relação ao abastecimento de água potável**. São Paulo, Instituto Geológico, 1993, 54 p.

FOSTER, S.; HIRATA, R.C. & ROCHA, G.A., 1988. **Riscos de poluição de águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional**. In: V Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, p. 175-185.

GARRIDO, R. J. S. **Água, uma preocupação mundial**. R. CEJ, v. 4, n. 12, p. 08-12, 2000. Disponível em: <http://www2.cjf.jus.br/ojs2/index.php/revcej/article/viewArticle/351>. Acesso em: 11 novembro 2017.

HADDAD, E. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco**. 2007. Dissertação – UFMG, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB7LBML5>. Acesso em: 04 novembro 2017.

HASSUDA, S., 2003. **Procedimentos de caracterização de Áreas Contaminadas**. In: I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste.

**Lei Nº 7987 de 23/12/1996**. Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo no município de Fortaleza, e adota outras providências. [https://urbanismoemioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/legislacao-unicipal/lei\\_complementar\\_n\\_7\\_987\\_de\\_23\\_de\\_dezembro\\_de\\_1996\\_consolidada\\_em\\_setembro-de\\_2006.pdf](https://urbanismoemioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/legislacao-unicipal/lei_complementar_n_7_987_de_23_de_dezembro_de_1996_consolidada_em_setembro-de_2006.pdf). Acessado em 20/05/2012

PORTO, Mônica F. **Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas**. TUCCI, C. E. M; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mário T. de Barros (Org.). Drenagem Urbana. In: Porto Alegre: ABRH e Editora da UFRGS, 1995, p. 387-414. (Coleção ABRH de recursos hídricos; V.5).

SABADIA, J.A.B; CASAS, A.; SANTIAGO, M.M.F.; MENDES FILHO, J., 2000. **A Problemática da Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos: O Aterro do Jangurussu e os Recursos Hídricos Subterrâneos da Cidade de Fortaleza-Ceará**. In: I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas.

SANTOS, L.S.A. – 2005. **Qualidade das águas do Rio Maranguapinho ( Maranguape – Maracanaú – Fortaleza – Caucaia – CE ): Análise Temporal (1995 – 2005)**. Relatório de Graduação DEGEO/ UFC.

TAJRA, A. A – 2001. **Aspectos Técnico-Construtivos dos Poços Tubulares e a Legislação Pertinente – Área Piloto de Fortaleza – CE**. Dissertação de Mestrado. DEGEO/UFC, 110p.

TUCCI, C.E.M., 2005. **Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3ª edição**. ABRH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VASCCONCELOS, M.B – 2009. **Análise integrada dos efeitos da expansão urbana nas águas subterrâneas como suporte a gestão dos recursos hídricos da zona norte de Natal-RN.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/UFPE. Recife-PE. 150p.

VÁZQUEZ-SUÑÉ, E; SÁNCHEZ-VILA, X.; CARRERA, J., 2005. **Introductory review of specific factors influencing urban groundwater, na emerging branch of hydrogeology, with reference to Barcelona, Spain.** Hydrogeology Journal V.13 N 3.

ZOBY, J.L.G. & MATOS, B. **Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

WHO - World Health Organization., 1998. **The Impact of Cemeteries on the Environment and Public Health - An Introductory Briefing.** Ahmet S. Uçisik & Philip Rusbrook.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açude 54, 56, 59, 60, 64

Água 17, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 47, 48, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 85, 92, 93, 94, 99, 103, 106

Ambientes 19, 21, 31, 32

Análise 19, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 45, 51, 54, 60, 61, 62, 66, 67, 69, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 96, 107, 110

Aquáticos 31, 32, 35, 50, 92

Avaliação 29, 31, 32, 35, 38, 52, 67, 68, 69, 91, 93

### B

Balneabilidade 37, 38

Balneários 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

### C

Cabeceira 40, 42

Castanhão 54, 56, 59, 60, 64

Clima 2, 16, 19, 46, 58

Cromatografia 40, 41, 44, 49, 51

### D

Degradação 17, 18, 19, 25, 32, 43, 51, 93, 103, 104

Demanda 1, 7, 10, 16, 40, 44, 49, 50, 58, 60, 90, 92, 108

Demarcación Hidrográfica Del Río Segura 1

Despesas 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 96, 104

### E

Enchente 20, 68, 72

### F

Fortaleza 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 53, 54, 61, 62, 63, 64, 82

Frequência 67, 69, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81

### G

Gestão 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,



25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

## H

Hidrobiogeoquímica 41

Hidrologia 29, 67, 82

## I

Inovaciones tecnológicas 1, 4

Inundação 67

Íons 40, 41, 44, 47, 49, 50, 51

## M

Meio Ambiente 19, 26, 37, 38, 39, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 65, 66, 84, 93, 94, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 108

Microbacia 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52

Minas Gerais 82, 84, 85, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108

Mudanças 21, 22, 52, 55, 85, 91

## O

Obras 4, 10, 14, 66, 69, 81, 87, 88

Orçamento 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 102, 106, 107

## P

Parâmetros 29, 40, 41, 44, 46, 51, 52, 58, 69, 74, 75, 78, 81, 108

População 17, 19, 20, 27, 28, 32, 34, 37, 42, 89, 90, 91, 96, 102, 104

Precipitação 68

Protocolos 31, 32, 35, 36, 38

## R

Receitas 32, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 101, 102, 104

Região geográfica 68

Revitalização 84, 92, 96, 103, 108

Rio Paranapanema 34, 59, 60, 84, 85, 92, 93, 96, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 108

## S

Santiago Pontones 1

Sequías 1, 3, 9, 15

Solo 2, 17, 19, 20, 25, 27, 28, 29, 40, 41, 45, 46, 50, 51, 52, 58

Subterrânea 17, 18, 21, 66

## Z

Zona litorânea 18

Zoneamento 19

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**