

**HELENTON CARLOS DA SILVA  
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE  
RECURSOS HÍDRICOS E  
SUSTENTABILIDADE 3**



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Helenton Carlos da Silva**

(Organizador)

# **Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade**

**3**

**Atena Editora**

**2019**

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-667-6 DOI 10.22533/at.ed.676192709  1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série.  CDD 343.81
<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

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 50 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS	
José Floro de Arruda Neto Armando Dias Duarte Íalysson da Silva Medeiros Gustavo José de Araújo Aguiar Gilson Lima da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
ANÁLISE DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHO DE AR CONDICIONADO VISANDO O SEU REAPROVEITAMENTO	
Ideana Machado de Carvalho Ideane Machado Teixeira de Sousa André Luiz da Silva Santiago Elisabeth Laura Alves de Lima Valderice Pereira Alves Baydum	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>24</b>
PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	
Daniel Kiyomasa Nakadomari Deividi Lucas Paviani Osmar Amaro Rosado William Freitas Petrangelo Camila Brandão Nogueira Borges Camila Fernanda de Paula Oliveira Paulo Sergio Germano Carvalho Daniel Lyra Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA DESPERDIÇADO NOS BEBEDOUROS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS ARACAJU	
Rafaella Santos Coutinho Zacarias Caetano Vieira Carina Siqueira de Souza Carlos Gomes da Silva Júnior Daniel Luiz Santos Any Caroliny Dantas Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927095</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>39</b>
DEMANDA ESPECÍFICA DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: VERIFICAÇÃO DE SUPERESTIMAÇÃO DE VALORES UTILIZADOS NO MEIO TÉCNICO PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - ESTUDO DE CASO	
Marcelo Coelho Lanza Maria da Glória Braz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927096</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>51</b>
ANÁLISE ENTRE VAZÃO DE PROJETO E VAZÃO DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	
Angelis Carvalho Menezes Michelli Ferreira de Oliveira Luciana Coêlho Mendonça	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927097</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>61</b>
ANÁLISE DAS SOBREPRESSÕES E SUBPRESSÕES NA ADUTORA DO POXIM, PROPONDO DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS DE MANUTENÇÃO DO GOLPE DE ARIETE	
Abraão Martins do Nascimento Keila Giordany Sousa Santana Paulo Eduardo Silva Martins Nayara Bezerra Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927098</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>68</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS	
Clélio Rodrigo Paiva Rafael Larissa Janyele Cunha Miranda Rokátia Lorrany Nogueira Marinho Renata de Oliveira Marinho Antonio Ferreira Neto Mônica Monalisa Souza Valdevino Lígia Raquel Rodrigues Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6761927099</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>77</b>
ÁREAS PRESERVADAS E QUALIDADE DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA REMONTA NO RIBEIRÃO DAS ROSAS – JUIZ DE FORA/MG	
Geisa Dias Gaio Pedro José de Oliveira Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270910</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>89</b>
CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS	
Giancarlo Lastoria	

Guilherme Henrique Cavazzana  
Andresa Oliva  
Sandra Garcia Gabas  
Chang Hung Kiang

**DOI 10.22533/at.ed.67619270911**

**CAPÍTULO 12 ..... 96**

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE  
ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO  
DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira  
Thais Luiza dos Santos  
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.67619270912**

**CAPÍTULO 13 ..... 107**

INUNDAÇÕES E USOS DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA,  
RESENDE/RJ

Angel Loo  
Pedro José de Oliveira Machado

**DOI 10.22533/at.ed.67619270913**

**CAPÍTULO 14 ..... 120**

ANÁLISE HIDROMORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO SERTÃO NA  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO TRAIPU – AL

Luana Kívia Lima de Paiva  
Lucas Araújo Rodrigues da Silva  
Thiago Alberto da Silva Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.67619270914**

**CAPÍTULO 15 ..... 127**

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira  
Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar  
Edson Paulino de Alcântara  
Thamires Figueira da Penha Lima Gonçalves  
Sávio de Brito Fontenele

**DOI 10.22533/at.ed.67619270915**

**CAPÍTULO 16 ..... 139**

APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA MOLECULAR E REDE NEURAL DE KOHONEN  
PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA  
PRESENTE NOS RIOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SERGIPE E  
SÃO FRANCISCO

Adnivia Santos Costa Monteiro  
Erik Sartori Jeunon Gontijo  
Igor Santos Silva  
Carlos Alexandre Borges Garcia  
José do Patrocínio Hora Alves

**DOI 10.22533/at.ed.67619270916**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>150</b>
MÉTODO GEOELÉTRICO - POTENCIAL INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO DA GESTÃO DO SOLO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: ESTUDOS DE CASO, ALAGOINHAS, BAHIA	
Rogério de Jesus Porciúncula Olivar Antônio Lima de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270917</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>162</b>
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270918</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>173</b>
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270919</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>182</b>
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270920</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>197</b>
AVALIAÇÃO DO AQUÍFERO LIVRE DA ZONA NORTE DO MUNICÍPIO DE ARACAJU-SERGIPE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS E BTEX	
Carlos Alexandre Borges Garcia Nathália Krissi Novaes Oliveira Helenice Leite Garcia Ranyere Lucena de Souza Silvânio Silvério Lopes da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270921</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>207</b>
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO DISTRITO DE MARACAJÁ EM NOVO REPARTIMENTO-PA	
Agnes da Silva Araújo Lucas Nunes Franco Davi Edson Sales e Souza Raisa Rodrigues Neves Vanessa Conceição dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270922</b>	

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>217</b>
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker	
Maria Clara Veloso Soares Rosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270923</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>229</b>
O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO: CASO DE ESTUDO EM UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO E EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ	
Bruna Peres Battemarco	
Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira	
Osvaldo Moura Rezende	
Ana Caroline Pitzer Jacob	
Matheus Martins De Sousa	
Luiza Batista De França Ribeiro	
Paulo Canedo de Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270924</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>243</b>
ANÁLISE QUANTITATIVA DA VEGETAÇÃO CILIAR DO CÓRREGO BOA ESPERANÇA E DO RIO MUQUI DO NORTE - TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE MUQUI (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese	
Vinicius Rocha Leite	
Gabriel Adão Zechini da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270925</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>255</b>
AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Valdeci Antônio de Oliveira	
Daniela Maimoni de Figueiredo	
Simoni Maria Loverde Oliveira	
Ibraim Fantin-Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67619270926</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>275</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>276</b>

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS

### **Clélio Rodrigo Paiva Rafael**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Mossoró-RN

### **Larissa Janyele Cunha Miranda**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Jaguaribe-CE

### **Rokátia Lorrany Nogueira Marinho**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Apodi-RN

### **Renata de Oliveira Marinho**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Patos-PB

### **Antonio Ferreira Neto**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Mossoró-RN

### **Mônica Monalisa Souza Valdevino**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Apodi-RN

### **Lígia Raquel Rodrigues Santos**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Natal-RN

**RESUMO:** O trabalho teve como finalidade caracterizar através de análises físico-químicas múltiplos usos da água. Sendo de abastecimento público a água de Caraúbas-Rio Grande do Norte e uso doméstico e irrigação as águas de Almino Afonso-RN, provenientes de um açude e de um cacimbão (espécie de poço) localizados

na cidade. Para a água de abastecimento público as análises físico-químicas foram realizadas para oito amostras coletadas in loco em pontos diferentes da cidade. Para análise das águas do município de Almino foram feitas duas amostras colhidas in loco, sendo A1 em um cacimbão próximo do lixão e A2 em um açude a 5km da cidade. Dentre os parâmetros analisados na água de abastecimento foram avaliados: dureza, pH, sódio, potássio, cloreto, salinidade, condutividade, cálcio e magnésio. No fim destas análises foi possível verificar que a água fornecida no sistema de abastecimento da cidade de Caraúbas está apta para o consumo humano. As amostras coletadas no município de Almino Afonso-RN mostraram que as concentrações de elementos químicos na água estiveram maiores na amostra A2 coletada no açude da área urbana, dentre os elementos analisados percebeu-se que tanto o sódio A1 como A2 estiveram em grandes concentrações. **PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade de vida. Água. Análises.

### PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF WATER SUPPLY OF CARAÚBAS-RN MUNICIPALITY AND ALTERNATIVE WATERS OF ALMINO AFONSO-RN IN THEIR MULTIPLE USES

**ABSTRACT:** The purpose of the work was to characterize through multiple physical and chemical analyzes of water use. The water of

Caraúbas-Rio Grande do Norte and domestic use and irrigation of the waters of Almino Afonso-RN, coming from a dam and a cacimbão (a well) located in the city, are of public supply. For the public water supply, the physical-chemical analyzes were performed for eight samples collected locally at different points in the city. For the analysis of the waters of the municipality of Almino, two samples were taken in loco, being A1 in a cacimbão near the dump and A2 in a weir 5 km of the city. Among the parameters analyzed in the water supply were: hardness, pH, sodium, potassium, chloride, salinity, conductivity, calcium and magnesium. At the end of these analyzes it was possible to verify that the water provided in the supply system of the city of Caraúbas is fit for human consumption. The samples collected in the municipality of Almino Afonso-RN showed that the concentrations of chemical elements in the water were higher in sample A2 collected in the urban area, among the elements analyzed it was noticed that both A1 and A2 were in high concentrations.

**KEYWORDS:** Quality of life. Water. Analyzes.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito, fundamental para a manutenção da vida. A escassez da água é um problema que se propaga por diversas regiões do Brasil e do mundo e que afeta a todos. Nas regiões semiáridas do Brasil esse problema vem se agravando, uma vez que as precipitações anuais não suprem a demanda de toda população, fazendo com que os reservatórios fiquem abaixo do estimado, tornando difícil o acesso e abastecimento da água.

A utilização da água pela sociedade humana visa atender suas necessidades pessoais, atividades econômicas (agrícolas e industriais) e sociais. No entanto, essa diversificação no uso da água, quando realizada de forma inadequada, provoca alterações na qualidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e, por consequência, seus usos para os diversos fins. A qualidade da água é aspecto indispensável quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA, 2013).

Á água por se tratar de um ótimo solvente, pode se tornar uma forte arma de doenças de vinculação hídrica, o que torna o estudo das propriedades da água um fator primordial. A importância se dá devido a capacidade da água em dissolver diversas substâncias, podendo acarretar na perda de qualidade. Exemplos naturais acontecem quando águas derivadas da chuva tem sua composição alterada ao entrar em contato com o ar, ou quando reservas subterrâneas sofrem alterações causadas pelas condições naturais do solo.

Além das causas naturais, a água tem sua qualidade comprometida devido

a presença do homem. Estas alterações podem resultar em sérios danos à saúde dos usuários. Segundo a ONU (2012) (Organização das Nações Unidas), 80% da população mundial vive em áreas onde a segurança da água é ameaçada.

Medeiros (2010) aborda que conhecer as propriedades da água é fundamental para a solução correta dos vários problemas ocasionados pelo mal-uso. Estes problemas envolvem princípios e métodos de armazenamento, conservação, controle, condução, utilização etc., e estão presentes desde a elaboração dos projetos até o último dia de sua operação. Fisicamente, quando pura, a água deve ser um líquido transparente e levemente azulado, praticamente incolor, sem gosto e sem sabor, apresentando reflexão e refração da luz.

A água é fundamental para sobrevivência dos seres vivos, é essencial que este bem seja ofertado em qualidade aos moradores. Existem padrões para água destinada ao abastecimento humano e seus múltiplos usos. Os padrões são ditados por legislação e abrangem parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os valores para águas destinadas ao abastecimento humano são indicados na Portaria de consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e para os múltiplos usos da água na Resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Em caso de valores diferentes destes padrões em águas, pode ocorrer o surgimento de doenças, às quais são denominadas de doenças de vinculação hídrica.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Caraúbas está localizado no estado do Rio Grande do Norte, situando-se a uma distância de duzentos e noventa e seis quilômetros (296 km) da capital do estado, Natal. Sua população estimada, de acordo com o censo de 2015, é de vinte mil quinhentos e sessenta e quatro (20.564), sua área territorial é de 1.132,857 km<sup>2</sup> e sua densidade demográfica é de 17,88 (hab/km<sup>2</sup>). (SEMARH-IDEMA,2008)

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas análises laboratoriais da água que os usuários recebem em suas residências diretamente da rede pública de abastecimento. Essas análises contemplam parâmetros adotados na Portaria de consolidação Nº 5 de 2017 do MS, na Resolução do CONAMA 357/2005 e pela CAERN, para classificação e/ou caracterização da água potável.

As áreas de amostragem foram escolhidas em pontos distintos da cidade com o intuito de se ter uma base de dados que abranja todas as regiões do município. No total, foram selecionados oito locais para retirada das amostras necessárias para as análises da qualidade da água, sendo feitas sete coletas na cidade, e uma na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA campus Caraúbas, localizado na zona rural do município. A Figura 1 mostra os locais dos pontos de coletas das amostras de água na cidade.



Figura 1 – Distribuição dos pontos no mapa de Caraúbas.

Fonte: Autores, 2016.

Os parâmetros analisados nestas amostras foram: pH, condutividade, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, salinidade, sódio e potássio. Para todos os parâmetros adotados foram realizados testes em triplicata e o resultado expresso como a média dessas medidas.

Já Almino Afonso é um município no Estado do Rio Grande do Norte, localizado na microrregião de Umarizal, apresenta um índice de desenvolvimento humano-IDH médio de 0,640 (PNUD 2000), com uma distância da capital do estado de 339 km. Geograficamente apresenta uma área de 128,0 km<sup>2</sup>, densidade 38,04 hab./km<sup>2</sup> e uma população de 4.871 hab. (IBGE/2010).

Para as análises da água coletada neste município foram utilizadas duas amostras in loco, sendo A1 em um cacimbão (espécie de poço) próximo do lixão e A2 na área em um açude na cidade, em uma distância de 5 km do lixão. A água do açude quando o mesmo se encontra “cheio” é utilizada pelos moradores para atividades domésticas, irrigação e em alguns casos para o próprio consumo. A água proveniente do cacimbão é muito usada por pessoas que moram próximo ao lixão, que é onde o cacimbão está localizado.

Estas amostras de água foram analisadas nos seguintes parâmetros: pH em água e determinado na relação solo: água 1: 2,5; CE = Condutividade elétrica do extrato solo: água, na relação 1: 2,5; os elementos P, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> são extraídos com o extrator Mehlich-1 na relação solo: extrator de 1: 10; os elementos Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> são extraídos com KCl mol/L na relação solo extrator de 1:10;

Para todas as amostras deste trabalho os procedimentos de coleta e análise foram realizados conforme recomendados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. As análises foram realizadas no laboratório da UFRSA-Campus Caraúbas nos meses de setembro e outubro de 2016

Todas as análises de componentes físico-químicos das águas foram comparadas com padrões de qualidades do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e da

Portaria de consolidação N° 5 de 2017 do MS. Os dados obtidos das análises da água foram discutidos de acordo com o grau de contaminação para uso de abastecimento e múltiplos usos como fins agricultáveis e uso doméstico.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Análise das amostras coletadas em Caraúbas/RN

As amostras analisadas apresentaram resultados positivos, estando dentro dos padrões exigidos pela legislação em todos os parâmetros, o que é importante pois não compromete a saúde e a qualidade de vida dos que utilizam desta água.

Os resultados para os pontos próximos, selecionados em bairros da cidade (zona urbana) mostraram-se bastante aproximados, o que já era esperado, uma vez que a cidade é abastecida por águas da mesma fonte.

Algumas variações foram notadas entre os resultados das águas coletadas nos bairros – que obtiveram valores próximos –, em relação a água coletada na UFERSA-Caraúbas (zona rural). Acredita-se que essa diferenciação se deve ao fato do ponto 5 ser localizado na zona rural da cidade, tendo este setor uma menor demanda pela água, acarretando a acumulação de algumas substâncias. Além disto, a diferença também se deve ao fato de as coletas nas residências terem sido realizadas antes do armazenamento da água, ou seja, no momento de chegada da mesma na residência, e na UFERSA, a coleta aconteceu na saída da caixa d'água, após o armazenamento. Os parâmetros analisados individualmente mostraram os seguintes resultados:

Os resultados obtidos no teste de pH mostraram que a água ofertada nos bairros em estudo, na UFERSA e a água alternativa, atende aos padrões estabelecidos na Portaria de consolidação N° 5 de 2017 do MS e na Resolução 357/2005 do CONAMA, ou seja, os valores estiveram entre 6,0 – 9,5. Os resultados da análise de pH tiveram variação de 7,3 a 8,7. Sendo o valor mínimo referente água do bairro Alto de São Severino. O valor máximo foi da água coletada na UFERSA (zona rural). Todas as amostras mostraram-se em conformidade, sendo classificadas como águas alcalinas, de acordo com o CONAMA.

Resultados para condutividade mostraram que as águas p1 a p8 apresentaram condutividade relativamente próximas. Conforme a classificação abordada pela ANA (2011), o teste de condutividade indica que as águas analisadas são todas classificadas como águas doces naturais, salvo a água do ponto 5, que foi coletada na UFERSA-Caraúbas. A amostra p5 teve como resultado 547,6 uS/cm). Este resultado levemente mais elevado que os demais têm grandes chances de ter sido ocasionado devido a água coletada estar em condições de armazenamento, possibilitando o acúmulo e concentração de espécies iônicas dissolvidas.

Quanto a dureza total, todas as amostras apresentaram teores dentro do padrão estabelecido na Portaria de consolidação N° 5 de 2017 do MS.

Para as análises de cálcio e magnésio os resultados mostraram uma diferença de 17,9 (mg/L) nos teores de cálcio e magnésio para água do p1. Uma diferenciação mais acentuada desses teores ocorre nos pontos 6, 7 e 8, sendo a variação máxima para o ponto 6 no valor de 56,7 (mg/L), em que possivelmente estas variações são decorrentes de tubulações sujas ou danificadas.

Não é afirmativo que o consumo destas águas cause efeitos colaterais devido ao desequilíbrio dos sais presente na água, uma vez que não se tem padrões mensurados e que estas águas não são as únicas fontes dos sais de Ca e Mg, sendo provenientes de diversas formas, podendo assim se equilibrar no organismo.

Os teores de cloreto encontrados em todas as amostras apresentam-se em conformidade para com o Ministério da Saúde.

A amostra do bairro Boa Vista conteve o maior índice, de 159,5 (mg/L). Os pontos de menores índices foram os p3, p6, p7 e p8. Estes índices relativamente baixos mostram que o íon Cl<sup>-</sup> presente nestas águas não inferem mal gosto à água. Além disto, os resultados apontam que as águas não sofrem de efeitos causados por poluições.

Baseado no CONAMA todas as águas analisadas são classificadas como água doce, uma vez que todos os resultados apontaram que o teor de sais das águas é inferior a 0,5 ‰. Os baixos índices de salinidade obtidos nos resultados classificaram todas as amostras como água doce, e são provenientes do baixo teor de Cl nas águas em estudo.

O teor de sódio de todas as amostras apresentou baixos índices, constatando que estas águas não oferecem riscos neste parâmetro, estando abaixo do valor máximo de 200 (mg/L) indicado pelo MS. Percebeu-se uma desigualdade no resultado da água do ponto5, em relação aos demais. Este ponto apresentou teor de 138 (mg/L)  $\pm$  23,0 (mg/L), enquanto o ponto4 o maior dentre os outros obteve 99,7(mg/L)  $\pm$  13,3 (mg/L). Supõe-se que a discrepância do ponto 5 em relação aos outros se deve ao fato da água deste ponto não ser totalmente contínua, sendo ainda armazenada antes da distribuição no campus.

Não há padrões para o potássio indicado na legislação, entretanto, falta ou excesso de algum nutriente, ou mineral, pode gerar consequências. Estudos relatam que pessoas com problemas renais podem ter agravamentos causados pelo excesso de potássio. Foi reparado a mesma discrepância ocorrida no sódio, onde o p5 obteve um valor maior em relação aos demais, nos resultados obtidos nos testes de potássio, onde as mesmas influências devem ter causado este comportamento. O p5 mostrou teor de 49,5 (mg/L)  $\pm$  2,3 (mg/L) e os demais variaram entre 11,7 (mg/L) e 18,2 (mg/L)  $\pm$  2,3 (mg/L).

As análises físico-químicas realizadas nos meses de setembro e outubro de 2016 mostraram que a água de abastecimento público de Caraúbas atende as diretrizes da Portaria de consolidação N° 5 de 2017 do Ministério da Saúde, assim como a Resolução do CONAMA n° 357 de 2005.

Os baixos teores encontrados nas análises mostram que a água não é contaminada por metais pesados oriundos de indústrias e é livre de contaminações provenientes de ações antrópicas. Sinalizando assim, que a água de abastecimento do município não oferece riscos à saúde, sendo então denominada de acordo com os parâmetros analisados, como água potável.

### 3.2 Análise das amostras de água do município de Almino Afonso/RN

Os resultados das análises das amostras de água estão apresentados na Tabela 1. As amostras foram avaliadas segundo os padrões das normas de qualidade da legislação do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

*Amostras	Parâmetros										
	pH (água)	CE dS/m	K <sup>+</sup> mg/L	Na <sup>+</sup> mg/L	Ca <sup>2+</sup> mg/L	Mg <sup>2+</sup> mg/L	Cl <sup>-</sup> mg/L	Bicarbo- nato	Carbo- nato	RAS	Dureza mg/L
A1	7,7	0,8	3,9	207,0	38,4	10,0	248,2	0	0	8,5	151
A2	7,0	1,1	27,4	253,0	23,8	15,5	1240,9	0	0,7	8,3	187,6

Tabela 1: Análise físico-química das amostras de água.

\*A1: Amostra coletada em um cacimbão próximo ao lixão. A2: Amostra coletada em um açude na área urbana.

Fonte: Autores (2016).

A amostra A1 possui um pH de 7,7, apresentando assim uma água alcalina, já a amostra A2 possui uma água neutra 7,0. Esses dados reportam um alerta, pois A1 é distribuída e consumida pelos sítios arredores para fins domésticos (lavar roupas, pratos, limpeza geral, etc), agricultura e criação de animais, deixando pessoas e animais vulneráveis a uma água salobra.

Verificamos que a A2 apresentou uma maior quantidade de íons 1,1dS/m, conseqüentemente uma maior condutividade. Porém, A1 apresentou uma menor quantidade de íons 0,8 dS/m e, portanto, uma menor condutividade. A condutividade atua como uma das condições para a análise da salinidade, caso a condutividade elétrica estiver menor que 0,2 dS/m indica água de baixa salinidade. Assim, a A1 e A2 indicam uma água de alta salinidade. As análises do cloreto nas duas amostras apresentaram valores bem distintos. A amostra A1 esteve dentro do valor aceitável, pois o valor máximo permitido é de 250mg/L. Já a A2 que é a água referida a do açude apresentou um valor muito alto do normal, isso deve ser porque a água do referido local está em pouca quantidade, quase no fim, sendo ela usada só para irrigações. A existência de cloreto na água informa uma possível poluição e problemas referentes à toxicidade. O potássio é importante na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças. A amostra A2 apresentou um valor de potássio maior do que A1.

O Sódio retrata a sodicidade da água. O valor permitido do sódio é de 200 mg/L. Água com uma proporção alta de sódio em relação ao cálcio e magnésio pode

ocasionar em solo sódico, porque o sódio leva o cálcio e o magnésio adsorvidos causando a dispersão dos colóides (2001 apud Allison 1964, Fuller 1967). Desta maneira, tanto A1 como A2 ultrapassaram os valores permitido de sódio. Uma das consequências do excesso de sódio na água é a hipertensão e pedra nos rins. Se observarmos as amostras A1 e A2 notamos que a concentração de Cálcio e Magnésio é inferior à de Sódio. Quanto maior a quantidade de cálcio e magnésio dissolvido na água maior a sua dureza. Analisando o cálcio e o magnésio, observamos que os dois mantiveram médias distintas.

A razão de adsorção de Sódio (RAS) avalia a qualidade da água cultivo de plantas. O RAS age junto com o CE, servindo de indicadores para problemas de infiltração. O  $RAS < 18,87$  apresenta baixa sodicidade indicando assim que a mesma pode ser utilizada na irrigação para diferentes solos. Como foi analisado o A1 apresentou um RAS de 8,52 e o A2 um RAS de 8,39, indicando assim água de baixa sodicidade. Os elementos de carbonato e bicarbonato são utilizados para ajustamento do RAS.

Amostras que apresentarem quantidades significativas de cálcio e magnésio conseqüentemente apresentarão dureza elevada. O valor máximo da dureza permitida é de 500 mg/l. Como observamos tanto A1 como A2 estiveram dentro dos padrões estabelecidos. A água pode ser classificada em água branda (0-40 mg/l), água moderada (40-100mg/l), água dura (100-300 mg/l), água muito dura (300-500 mg/l) e extremamente dura (acima de 500 mg/l). Dentro dos valores apresentados por cada amostra percebeu-se tanto A1 como A2 é classificada com uma água dura.

Portanto podemos concluir que os resultados das amostras coletadas na cidade de Almino Afonso mostraram que as concentrações dos elementos químicos na água estiveram maiores na A2 coletada na área urbana (açude). Tanto A1 como A2 ultrapassaram dos valores permitidos de sódio. Uma das consequências do excesso de sódio na água para a sociedade são a hipertensão e pedra nos rins. As análises do cloreto nas duas amostras apresentaram valores bem distintos. A amostra A1 esteve dentro do valor aceitável, já a A2 que é a água referida a do açude apresentou um valor muito alto do normal, isso devido ser um reservatório urbano, sujeito o lançamento de lixo doméstico, esgotos e fezes de animais e ainda provavelmente pela água do referido local está em pouca quantidade, quase no fim, sendo ela usada só para irrigações. Desta maneira, observou-se que a água coleta em Almino Afonso-RN, não é apta ao consumo humano, no entanto, pode ser utilizada para fins como irrigação e alguns usos domésticos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Parâmetros de qualidade de água**. 2011. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br>.

BRASIL, 2017. Portaria de consolidação N°5. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente**.

MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Abastecimento de Água**. Apostila, Campina Grande, 147p. 2010.

ONU Brasil. **Rio+20**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>

SEMARH-IDEMA (2008). **Perfil do Seu Município – Caraúbas RN**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Natal. V.10 7p.

SOUZA, J. R de. et al. **Importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil**. Revista Eletrônica do Prodepa, Fortaleza, v.8, n.1, p.26-45, abr.2014.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Helenton Carlos da Silva** - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento de água 10, 25, 43, 61, 76, 164, 183, 184, 191, 195, 197, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216

Abatedouro 162, 163, 164, 166, 168, 170

Água 1, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 139, 141, 142, 146, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 241, 245, 248, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274

Água de reuso 22, 24

Águas cinzas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 50

Águas subterrâneas 96, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 150, 151, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 171, 175, 182, 183, 184, 186, 187, 189, 195, 196, 197, 198, 202, 205, 206, 213, 218, 226, 227

Água subterrânea 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 152, 156, 157, 160, 162, 163, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 204, 214, 217, 218, 219, 221, 222, 226, 227

Alunos 34, 35, 38, 55, 56

Aquífero misto 96, 97, 100, 103, 104, 105

### B

Bacia do salgado 127, 137

Bacia hidrográfica 77, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 101, 102, 107, 108, 120, 121, 122, 126, 128, 131, 132, 137, 138, 184, 190, 205, 253, 254, 257, 258, 259, 260, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Bacia sedimentar do Araripe 127

Biorreatores com membrana submersa 24

### C

Conscientização 31, 39, 43, 47, 48

Contaminação 20, 72, 86, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 161, 168, 170, 171, 183, 197, 198, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 213, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 238, 239, 256, 262, 270, 274

Critérios de potabilidade 197, 215

Cromo trivalente 173, 179, 180

### D

Demanda de água 39, 49, 184, 211

Descontinuidade urbana 77, 79, 88

Desempenho 8, 47, 61

Desperdício 15, 18, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 48

Diagnóstico 82, 88, 118, 205, 207, 209, 214, 215, 216, 227, 229, 230, 231, 233, 234, 241, 253, 254

## **E**

Eletrorresistividade 89, 93, 154, 228

## **G**

Geoprocessamento 98, 100, 105, 120, 125, 126, 182, 184, 186, 187, 196, 243, 245

Gestão sustentável 39, 47, 48, 233

## **H**

Hidráulica 50, 59, 61, 67, 91, 104, 176, 189, 220, 232, 233, 234, 235, 236

Hidrogeologia 89, 90, 97, 182, 196, 205, 206

Hidrologia 2, 23, 88, 90, 119, 120, 126, 138, 141

## **I**

Inundações 3, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 128, 134, 231, 232, 234, 235, 236, 238, 241

## **L**

Lineações 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105

Lixiviação 140, 144, 173, 175, 200, 219, 268

## **M**

MBR 24, 25, 28, 30, 31, 32

Medição de vazão 51, 53, 55, 59

Monitoramento 5, 39, 51, 53, 56, 83, 84, 121, 122, 160, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 176, 179, 183, 199, 205, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 239, 261, 262, 273, 274

## **N**

Necrochorume 157, 217, 218, 219, 221, 225, 226, 227, 228

Neotectônica 96, 97, 98, 100, 101, 103, 105

Níquel 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181

## **P**

Precipitações médias 2, 6

## **Q**

Qualidade da água 15, 16, 20, 32, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 160, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 255, 257, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Qualidade da água subterrânea 166, 172, 217, 218

## R

Residências unifamiliares 17, 18, 19, 21, 22

Reuso 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 50

Reuso de águas cinzas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 50

Reutilização 19, 34, 42

## S

SIG 98, 120, 121, 130, 137, 259, 260

Sistema aquífero bauru 89, 90

Sistema de informação geográfica 98, 127, 130

Solo 3, 52, 69, 71, 75, 83, 85, 99, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 197, 198, 201, 204, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 227, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 248, 252, 255, 257, 258, 260, 262, 263, 267, 268, 270, 271, 273

## T

Telhados verdes 1, 2, 3, 6, 7, 8

Tratamento de efluentes 51, 52, 53, 54, 59

Tubulações 61, 62, 64, 66, 73, 201, 210

## U

Urbanização 2, 52, 77, 78, 87, 88, 107, 233, 234, 235, 236, 256, 271

Uso da terra 107, 110, 118, 119, 196, 261, 273

Uso racional 9, 10, 11, 16, 17, 26, 34, 40, 43, 50, 183

Usos múltiplos 18, 162, 257, 270, 271

Usuários 20, 35, 39, 41, 47, 48, 49, 70, 89, 92, 162, 207, 208, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 257

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-667-6

