

**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: Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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.ª Dr.ª 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 TRAIPIU – 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>

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

### Angel Loo

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) –  
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em  
Geografia  
Juiz de Fora/MG

### Pedro José de Oliveira Machado

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) –  
Professor do Departamento de Geociências e do  
Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Juiz de Fora/MG

**RESUMO:** Este artigo apresenta alguns resultados da pesquisa realizada no curso de Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), que teve como objetivo levantar, estudar e avaliar os condicionantes responsáveis pela ocorrência e/ou intensificação das inundações do Rio Sesmária, na área urbana de Resende/RJ. Muitas causas foram levantadas e avaliadas, mas aqui são apresentados os estudos sobre as transformações dos usos e coberturas da terra, ocorridas nos últimos 30 anos na bacia, bem como sua relação com os episódios de inundação. Os resultados apontam para uma expressiva e progressiva substituição de áreas ocupadas por florestas por outras modalidades de cobertura, sobretudo por áreas urbanizadas e silvicultura, o que leva a alterações na relação entre infiltração e escoamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Urbanização; Uso da terra; Inundações.

### FLOODING AND LAND USES IN THE DRAINAGE BASIN OF SESMARIA RIVER, RESENDE/RJ

**ABSTRACT:** The present article presents some results of the research carried out in the Master's Degree in Geography, Federal University of Juiz de Fora (UFJF), whose objective was to survey, study and evaluate the factors responsible for the occurrence and/or intensification of floods of the Sesmária River, in the urban area of Resende/RJ. Many causes have been raised and evaluated, but here are presented the studies on the transformations of land uses and coverages occurring in the last 30 years in the basin, as well as their relation with the flood episodes. The results point to a significant and progressive substitution of areas occupied by forests by other types of cover, mainly by urbanized areas and silviculture, which leads to changes in the relationship between infiltration and runoff.

**KEYWORDS:** Urbanization; Land use; Floods.

### 1 | INTRODUÇÃO

Parte da motivação dessa pesquisa deve-se a um fato paradoxal. Nas últimas décadas houve sensível e reconhecida melhoria

do aparato para estudo das inundações, com o desenvolvimento de tecnologias sofisticadas, capazes de prever esse tipo de acontecimento com alto grau de confiabilidade. A isso se soma o fato de Resende ter passado, nesse mesmo lapso de tempo, por um importante processo de desenvolvimento econômico, o que tornou possível que ela pudesse dispor daqueles citados avanços tecnológicos. Ou seja, passou-se a contar com mais recursos e mais acesso a esses recursos. Além disso deve-se observar que importantes trabalhos sobre essa temática foram desenvolvidos, vários deles sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria (BHRS), devendo ser citadas as obras de Mello Filho e Rocha (1994), Sato (2012), Jacob (2013), Crescente Fértil (2013) e Campos (2017). Contudo, ao avanço das tecnologias, à ampliação do seu acesso e à construção de uma base de dados primários, o que se observa é um aumento do número de ocorrência de inundações e, sobretudo, do número de pessoas afetadas por elas. Assim, investigar as causas que envolvem esse fenômeno natural, que continua causando prejuízos à população local, ainda se configura como um objetivo legítimo de pesquisa.

De modo geral, as causas de ocorrência ou intensificação das inundações do Rio Sesmaria podem ser divididas em dois grupos: 1) as Causas Intrínsecas, originadas ou potencializadas por características próprias da bacia; e 2) as Causas Extrínsecas, ou seja, eventos ou circunstâncias que ocorrem fora da bacia, mas que trazem interferência no comportamento hidrológico do Rio Sesmaria, sendo também responsáveis por suas inundações. O comportamento do Rio Paraíba do Sul, onde deságua o Sesmaria, se constitui na principal dessas causas extrínsecas, especialmente pelo fato de ele ser regularizado, logo a montante de Resende, pela Represa do Funil, que interfere diretamente nas vazões de jusante e, portanto, no deságue do Rio Sesmaria. A Figura 1 apresenta resumidamente a metodologia descrita.

Nesse artigo é destacado o estudo sobre as transformações ocorridas nos usos e cobertura das terras da bacia, com o objetivo de entender suas relações com as inundações do Rio Sesmaria.

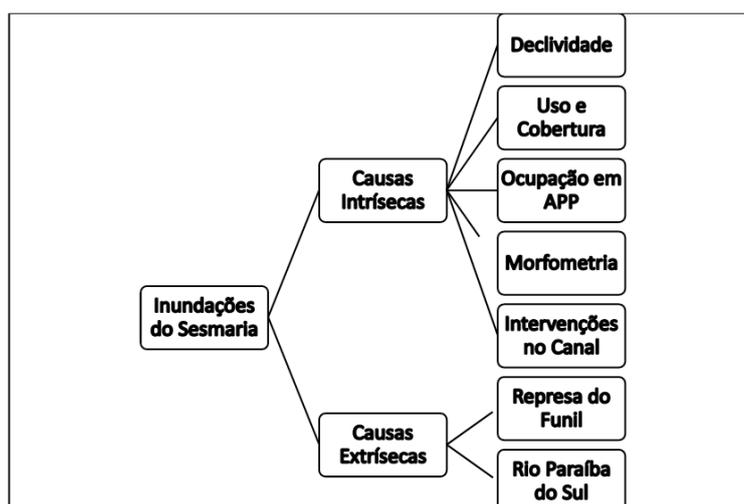


Figura 1 – Estudo das causas das inundações do Rio Sesmaria, Resende/RJ

## 2 | INUNDAÇÕES NA ÁREA DE ESTUDO

A BHRS ocupa parte dos municípios de São José do Barreiro (SP) e Resende (RJ), abrangendo uma área de 149 km<sup>2</sup> (Figuras 2, 3, 4 e 5).

Na bacia foram desenvolvidos, historicamente, diversos tipos de uso, dentre os quais destacam-se o café e a pecuária leiteira. Originalmente a região era ocupada por Mata Atlântica, mas com a chegada do café no século XVIII ela foi aos poucos sendo retirada para aumentar a área plantada, o que devastou boa parte da cobertura original da região. As terras, desgastadas e improdutivas foram transformadas em extensas pastagens para a produção leiteira, o que gerou, segundo Dantas (1995), alterações nos regimes climático e hidrológico. A partir dos anos 1940, a região atualmente conhecida como Vale do Paraíba, passa por intensas transformações trazidas pela industrialização, atividade que foi acompanhada pela expansão urbana. A virada do século XXI marca uma nova mudança no uso das terras rurais, marcada pela entrada das plantações de eucaliptos destinadas à produção de celulose e papel (ABDALAD, 2011). A BHRS passou por sequência similar de usos da terra e respectiva substituição de cobertura vegetal, desde a cafeicultura até os dias atuais, onde se observa expressiva expansão da silvicultura do eucalipto.

A BHRS pode ser dividida em 3 unidades: a sub-bacia do Rio Formoso, a sub-bacia do Rio Feio e a Sub-bacia do Rio Sesmaria, que corresponde ao seu baixo curso, com destacada ocupação urbana (Figuras 2, 3, 4 e 5).

As inundações têm sido um evento frequente no Rio Sesmaria, especialmente no seu baixo curso, tendo se tornado um problema a partir do momento em que foi intensificada a ocupação humana na área, que corresponde ao trecho urbano de Resende. Os registros sobre as inundações locais são antigos, como relata Bopp (1976:226), que menciona um transbordamento em 1928, quando o Sesmaria teria demolido “a ponte provisória da estrada Resende-Riachuelo, inaugurada há apenas 4 meses”. Também faz referência a 1935, quando o Sesmaria alcançou “o piso da Ponte Pio Borges na Rua do Rosário”.

Recentemente tem se observado que os episódios de inundação têm ocorrido em curtos intervalos de tempo, sendo registrados eventos em 2009, 2010, 2015 e 2016. Em 2009, uma forte chuva fez transbordar o Sesmaria, que atingiu, segundo a Defesa Civil (2009), oito casas localizadas às margens, deixando 20 pessoas desabrigadas. Em 2010 foram duas inundações, uma em março e outra em dezembro. De acordo com a Defesa Civil na inundação de dezembro, o nível do rio chegou a três metros, causando grandes estragos, afetando os bairros Jardim Brasília, Jardim Ipiranga, Alvorada, Jardim Jalisco e Centro, com 180 casas invadidas pelas águas e 500 desabrigados. Houve alagamento de residências e comércios localizados às margens do rio; duas pontes foram interditadas e danificadas.

Uma das causas das inundações ocorridas em 2000 tem como influência a cheia do rio Paraíba do Sul, originada por chuvas intensas nas bacias de vários afluentes,

como os rios Bananal, Barra Mansa, Pirapetinga. Em dezembro de 2015, o nível do Sesmaria, de acordo com a Defesa Civil, chegou a dois metros acima do normal e no início de 2016, o nível chegou a três metros.

Nesse artigo são apresentados estudos relativos às transformações que se processaram nos modelos de uso e cobertura da terra na BHRS, observados ao longo dos últimos 30 anos. A finalidade foi pesquisar ligações entre essas modificações e a ocorrência e/ou intensificação das inundações no baixo curso do Rio Sesmaria.

### 3 | METODOLOGIA

As modificações de uso e cobertura da terra processadas na BHRS foram retratadas em quatro mapas referentes aos anos de 1988, 1997, 2008 e 2018 (Figuras 2, 3, 4 e 5). A elaboração dos mapas de 1988, 1997 e 2008 foi feita a partir de classificações supervisionadas da composição das bandas R(5) G(4) B(3) do Landsat 5, e para 2018, foram utilizadas as bandas R(6) G(5) B(4) do Landsat 8. As imagens correspondem a órbita 218/76, que compreende a área de estudo, sendo adquiridas no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>, do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Como não foi necessária a utilização da cena completa (que possui 170x170km), recortou-se o quadrante compreendido pelas coordenadas planas 543000/556000E e 7488000/7517000N, georreferenciado em SIRGAS 2000/23S.

Nesse estudo foram definidas as seguintes classes de uso e cobertura: Áreas Edificadas; Agricultura; Solo exposto; Pastagem; Silvicultura; Floresta Estacional Semidecidual.

Para a classificação das imagens foram criadas as imagens de bandas compostas. Para isso foi necessário utilizar a ferramenta “Bandas Compostas” do ArcMAP 10.2.2, nas opções: ArcToolbox > Ferramentas de Gerenciamento de Dados>Raster > Processamento do Raster > Bandas Compostas. Para a criação das classes espectrais de assinatura para a geração do raster de classificação de uso e cobertura, foi necessário criar um shapefile de “Assinaturas” para cada ano de cada imagem utilizada (1988, 1997, 2008 e 2018). No shape de Assinaturas foi criado o campo “Classe”, na tabela de atributos, para serem identificadas as classes espectrais de uso da terra.

Ao serem criadas as assinaturas foram desenhados polígonos para recobrir áreas com tons de cor semelhantes. Para cada polígono de cor semelhante foi inserido o nome de classe na tabela de atributos. Após criar os polígonos e estruturar a tabela de atributos, foram geradas as assinaturas dos espectros de cor referente a cada tipo de uso e cobertura presente na imagem. Para esta etapa foi utilizada a ferramenta do ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Multivariada > Criar Assinaturas, para transformar o vetor em estatística para a classificação. Depois da geração da Assinatura, foi executada a ferramenta no ArcToolbox > Ferramentas de Análise

Espacial > Multivariada > Classificação de Máxima Verossimilhança. Entrou-se com a imagem a ser classificada juntamente com o arquivo de assinatura criado referente a cada ano, ou seja, assinatura do ano “X” com a imagens de banda composta do ano “X”. Depois de gerado o arquivo Raster, as imagens apresentaram muitos “ruídos” (pixels soltos), e para melhorar a qualidade da visualização e da classificação foi utilizado um filtro para suavizar os excessos. Tal filtro se encontra no ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Generalização > Filtro Majoritário. A última etapa foi transformar a imagem de Raster para Shape, sendo utilizada a ferramenta no ArcToolbox > Ferramentas de Conversão > Para Raster > Raster para Polígono.

A seguir são apresentados os mapas de uso e cobertura da terra da BHRS, para os anos de 1988, 1997, 2008 e 2018.

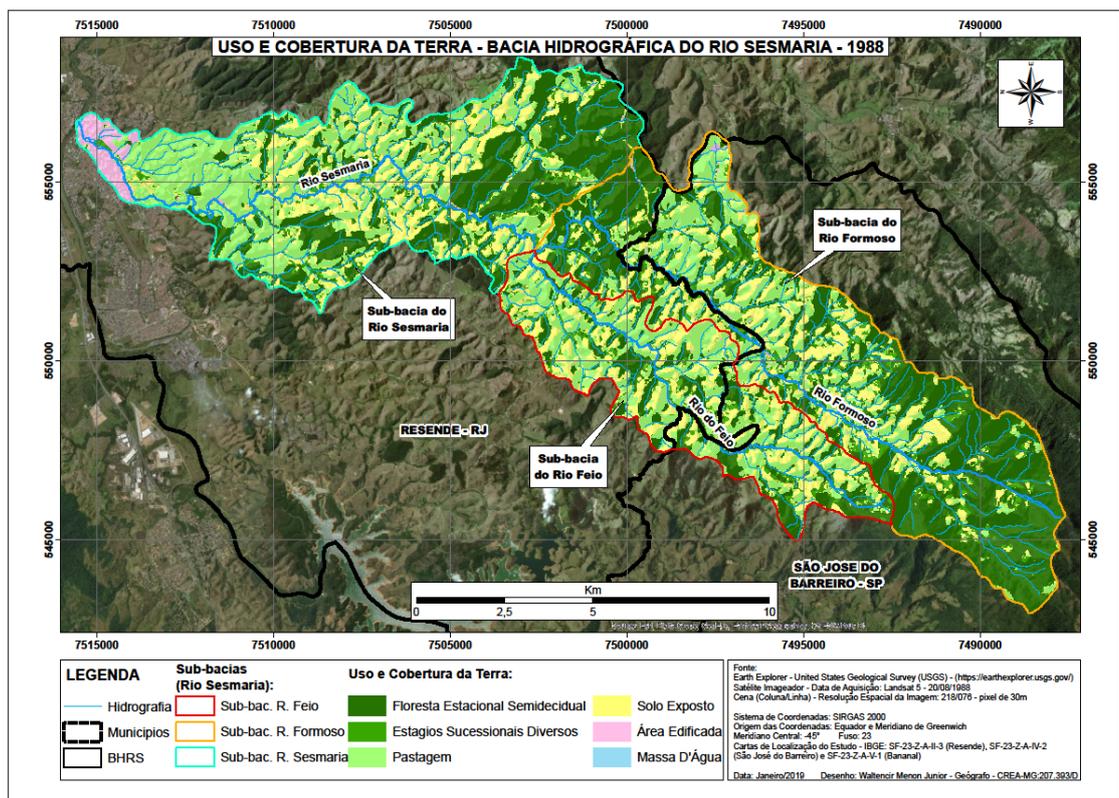


Figura 2 - Uso e cobertura da terra na BHRS, em 1988

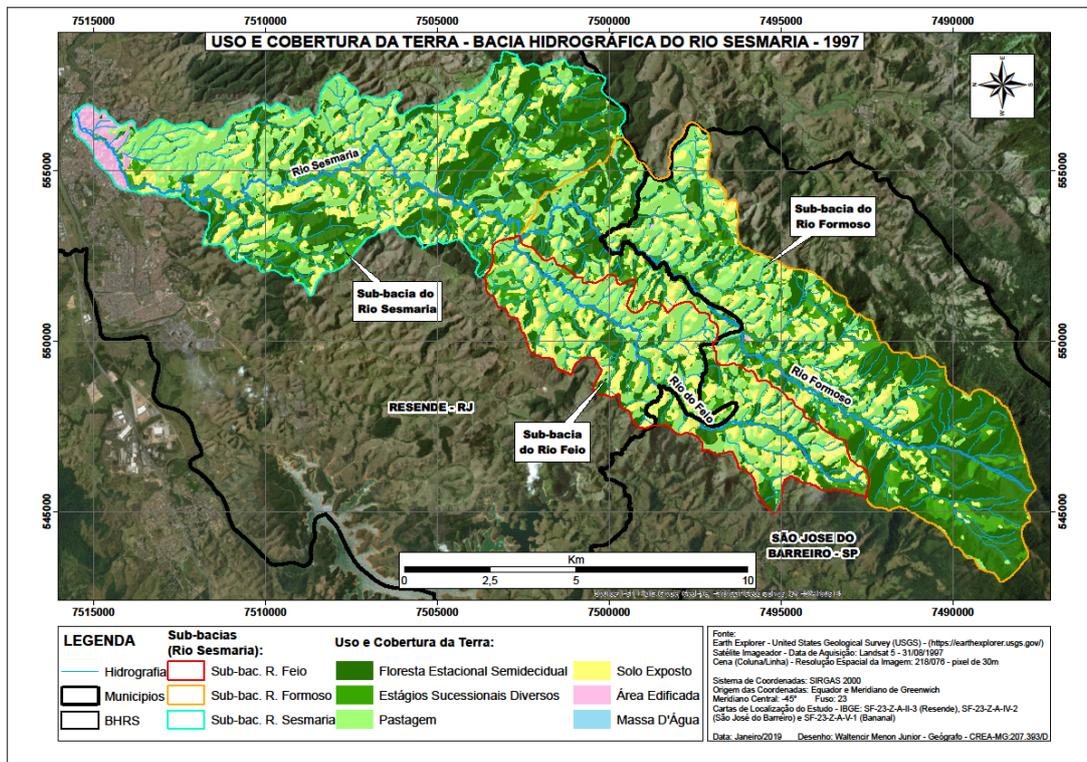


Figura 3 - Uso e cobertura da terra na BHRM, em 1997

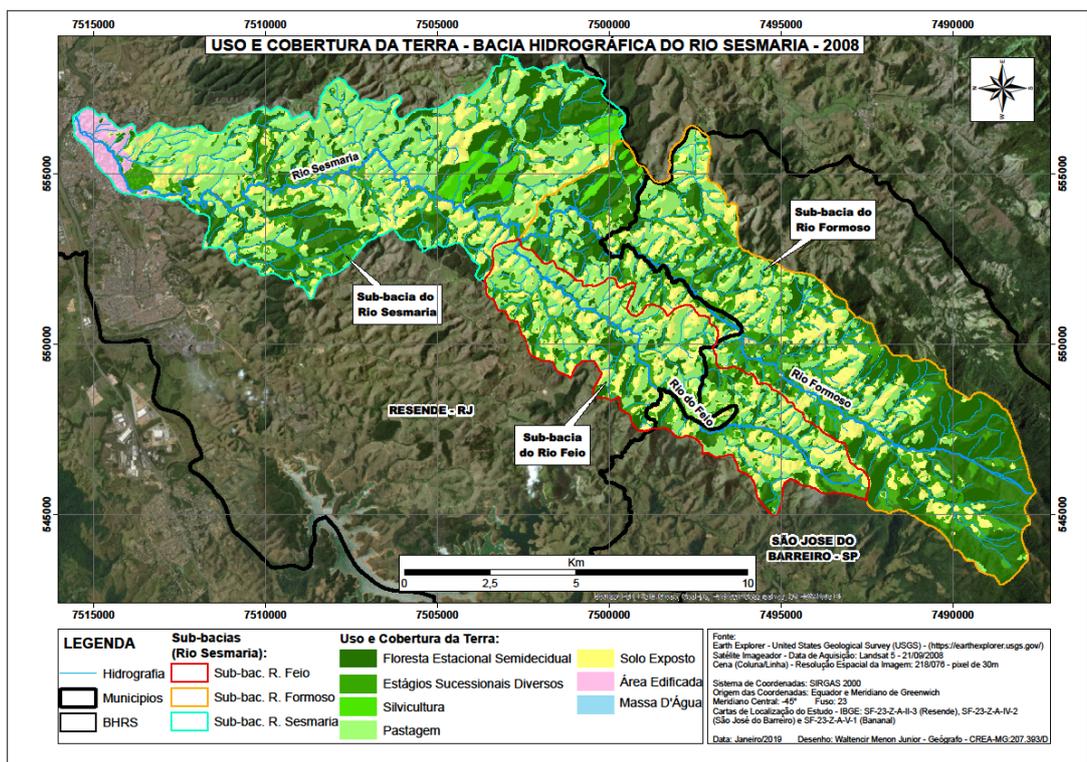


Figura 4 - Uso e cobertura da terra na BHRM, em 2008

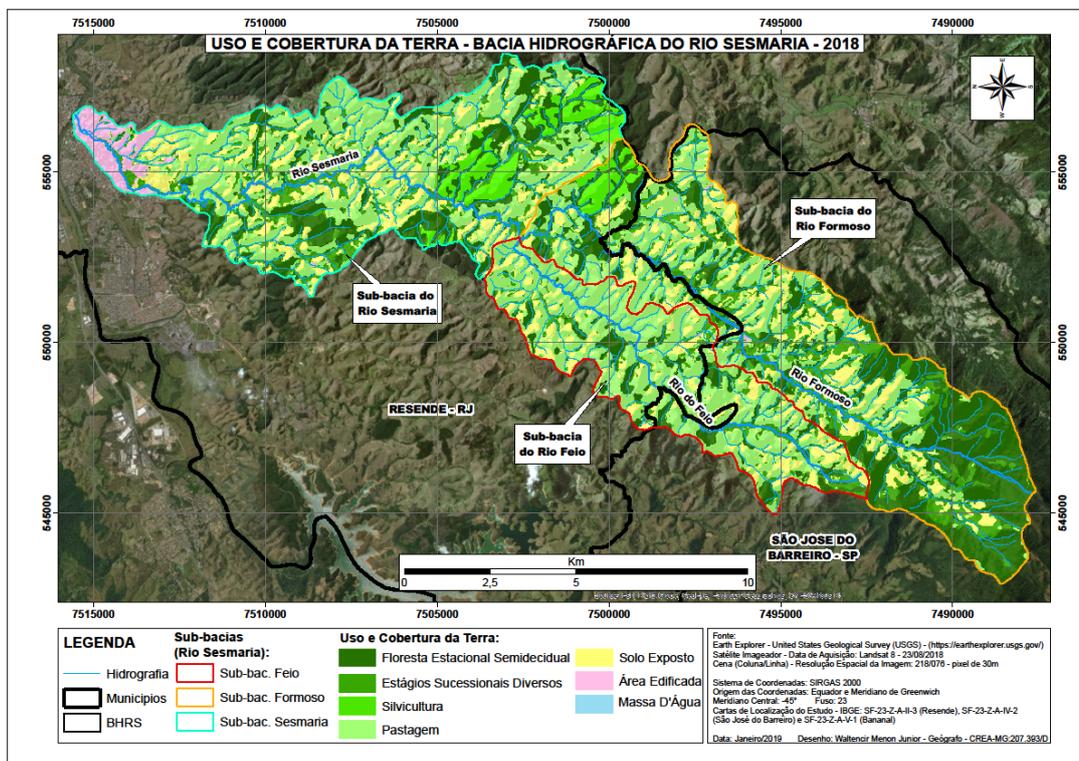


Figura 5 - Uso e cobertura da terra na BHRS, em 2018

## 4 | RESULTADOS

Os resultados do levantamento das classes de uso e cobertura da terra na BHRS são apresentados nas tabelas a seguir, destacando-se também a apresentação das informações segundo cada município da bacia.

Classes	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessivos Diversos	11,27	7,53
Floresta Estacional Semidecidual	60,95	40,72
Pastagem	42,36	28,31
Silvicultura	0,00	0,00
Solo Exposto	32,62	21,80
Urbano	2,36	1,57
<b>Total</b>	<b>149,60</b>	<b>100,00</b>

Tabela 1 - Classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1988

Ano de 1988	Municípios	
	Resende (%)	S. J. do Barreiro (%)
Classes		
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	7,2	8,03
Floresta Estacional Semidecidual	34,74	49,4
Pastagem	32,66	21,95
Silvicultura	0	0

Solo Exposto	22,92	20,24
Urbano	2,43	0,4
Total	100,00	100,00

Tabela 2 - Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1988, segundo os municípios

Os dados permitem fazer algumas considerações sobre o uso e cobertura na BHRS em 1988. A classe Floresta ocupava 40,72% do total da BHRS, embora estivesse, em sua maior parte, concentrada na sub-bacia do rio Formoso. Também se observa que a área de floresta é mais representativa no município de São José do Barreiro/SP, onde ocupava 49,4%, enquanto na parte da bacia no município de Resende, as áreas de florestas ocupavam 34,74%.

A vegetação primária da BHRS vem sendo substituída ao longo dos anos, primeiro pelo café e depois pelas pastagens, para a pecuária extensiva, e já em 1988 representavam 28,31% da área total da BHRS, sendo mais presente no município de Resende, onde, portanto, a substituição de florestas por pastagens foi mais intensa. Apesar do solo degradado e abandonado, a pastagem passou a formar a base da atividade agropecuária e a ser vista como 'solução' para as terras abandonadas.

A classe Estágios Sucessivos Diversos encontra-se pouco expressiva em 1988, representando 7,53%. Diante da economia que a BHRS se encontrava na época analisada, pode-se entender que se tratava de áreas em recuperação, consideradas improdutivas para o café ou qualquer outra cultura.

A Classe Solo Exposto ocupava 21,8% da BHRS, mostrando o elevado estado de degradação, em razão da atuação de processos erosivos. Considera-se aqui "solo exposto" as áreas com ausência de cobertura vegetal, que sofrem com a erosão laminar, com o pisoteio do gado e com a baixa produtividade.

A classe Urbana ocupava 2,36%, estando quase exclusivamente concentrada em Resende, no baixo curso do Rio Sesmaria, exatamente onde ocorrem os transbordamentos desse rio.

Nos anos 1970-1980 enquanto Resende se destacava como polo industrial, São José do Barreiro mantinha sua economia baseada na agricultura de subsistência e na pecuária leiteira.

Classes	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessionais Diversos	24,06	16,08
Floresta Estacional Semidecidual	49,53	33,1
Pastagem	44,63	29,83
Silvicultura	0	0
Solo Exposto	28,9	19,31
Urbano	2,44	1,6
Total	149,6	100,00

Tabela 3 - Classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1997

Classes	Municípios	
	Resende	S. J. do Barreiro
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	14,77	18,01
Floresta Estacional Semidecidual	28,54	39,77
Pastagem	34,6	22,8
Silvicultura	0	0
Solo Exposto	19,49	19,04
Urbano	2,54	0,4
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Tabela 4 - Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1997, segundo os municípios

Pelas tabelas anteriores é possível notar que houve diminuição da classe Floresta em relação a 1988, de 40,72% para 33,10%, com paralelo aumento da área de pastagem, associada à pecuária extensiva que, na época, ainda se encontrava em forte crescimento. Observa-se que no levantamento de 1997 ainda não havia sido detectada a classe Silvicultura, embora estivesse presente no Vale Paraíba Paulista, desde 1965 (FREITAS JUNIOR et. al., 2012).

Em 1997, Resende contava 98.534 habitantes e São José do Barreiro 4.159. O crescimento mais expressivo de Resende pode ser explicado pelas novas empresas que se instalaram no Vale do Paraíba, que nos anos 1990 passou a ter forte concentração do setor automobilístico, com a instalação da Volkswagen em 1995. Assim, Resende foi se consolidando como polo industrial, o que aumentou as demandas no espaço urbano (MAGALHÃES, 2017).

Classes	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessivos Diversos	28,55	19,08
Floresta Estacional Semidecidual	44,32	29,62
Pastagem	44,41	29,68
Silvicultura	3,01	2,01
Solo Exposto	26,34	17,6
Urbano	2,93	1,95
<b>Total</b>	<b>149,6</b>	<b>100,00</b>

Tabela 5 - Classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2008

Classes	Municípios	
	Resende (%)	S. J. do Barreiro (%)
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	15,43	24,42
Floresta Estacional Semidecidual	24,74	36,77
Pastagem	36,64	19,57
Silvicultura	3,4	0

Solo Exposto	16,73	18,81
Urbano	2,99	0,4
Total	100,00	100,00

Tabela 6 - Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2008, segundo os municípios

Podem-se observar as seguintes tendências no período 1997/2008: redução da área de floresta e das áreas de solo exposto, aumento das classes Estágios Sucessivos Diversos e Área Urbana, e os primeiros registros da silvicultura na bacia. Pelo mapeamento de 2008 é possível verificar a redução das florestas e o paralelo aumento da silvicultura (3,01 km<sup>2</sup>), exclusivamente na parte da bacia pertencente ao município de Resende. Nota-se também importante redução da classe Solo Exposto, o que sugere a regeneração da vegetação ou a ocupação pelo eucalipto.

A classe urbana vem mantendo o crescimento quase exclusivamente em Resende, que em 2008, segundo o IBGE, tinha 127.763 habitantes, enquanto São José do Barreiro apresentava 4.461 habitantes. As montadoras que se instalaram em Resende e nos municípios do entorno acabaram por elevar a taxa de emprego na região, implicando em aumento do setor de serviços, construção civil e turismo, ou seja, atividades de caráter urbano.

Classes	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessivos Diversos	21,13	14,12
Floresta Estacional Semidecidual	38,36	25,64
Pastagem	57,93	38,72
Silvicultura	6,01	4,01
Solo Exposto	22,91	15,31
Urbano	3,22	2,15
Total	149,6	100,00

Tabela 7 - Classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2018

Classes	Municípios	
	Resende (%)	S. J. do Barreiro (%)
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	11,42	18,06
Floresta Estacional Semidecidual	18,72	35,63
Pastagem	44,6	30,11
Silvicultura	6,77	0
Solo Exposto	15	15,77
Urbano	3,42	0,4
Total	100,00	100,00

Tabela 8 - Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2018, segundo os municípios

Podem ser observadas as seguintes tendências no período 2008/2018: redução das áreas de florestas; aumento da silvicultura, que dobrou a área plantada; redução das áreas de solo exposto e de Estágios sucessivos diversos; aumento da área urbanizada e de pastagens.

Na BHRS, a Mata Atlântica tem diminuído e cedido lugar ao eucalipto, que tem aumentado consideravelmente a área plantada, dominando especialmente porções do município de Resende. Ao incremento da silvicultura também corresponde uma diminuição da classe Estágios Sucessivos Diversos, áreas de regeneração da vegetação. Apesar do forte crescimento da silvicultura, as pastagens apresentaram significativo aumento, demonstrando que não são elas que estão sendo substituídas pelo plantio do eucalipto, mas sobretudo as áreas de florestas. Em relação a 2008, a presença do eucalipto na região dobrou, passando de 2,01% para 4,01% em 2018.

A classe urbana foi impulsionada pela implantação da planta industrial de máquinas pesadas da Hyundai, em Itatiaia e da nova planta automobilística da Nissan, em Resende, que intensificaram a dinâmica econômica e demográfica.

A Tabela 9 apresenta uma compilação dos dados levantados na bacia, sendo possível observar a variação das classes de uso e cobertura da terra, entre 1988 e 2018, o que ajuda a explicar a intensificação dos efeitos das inundações no baixo curso do Rio Sesmaria: a) redução das áreas de vegetação, com consequente redução de infiltração e aumento do escoamento superficial, o que promove assoreamento e redução da competência do rio; b) aumento das áreas urbanizadas na bacia, cuja implantação implica na impermeabilização de superfícies e alterações na relação infiltração/escoamento; c) Além disso, boa parte do crescimento urbano se dá ao longo do canal do rio, nas margens, nas áreas de preservação permanente (APP) e na planície de inundação, o que torna mais impactante os efeitos das inundações.

Classes	1988	1997	2008	2018
Água	0,04	0,04	0,04	0,04
Estágios Sucessivos Diversos	11,27	24,06	28,55	21,13
Floresta Estacional Semidecidual	60,95	49,53	44,32	38,36
Pastagem	42,36	44,63	44,41	57,93
Silvicultura	0,00	0	3,01	6,01
Solo Exposto	32,62	28,9	26,34	22,91
Urbano	2,36	2,44	2,93	3,22
Total	149,6	149,6	149,6	149,6

Tabela 9 - Classes de uso e ocupação da terra na BHRS, entre 1988 e 2018

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das transformações dos usos e coberturas da terra na BHRS se mostrou muito importante para auxiliar na compreensão dos episódios de inundação

no baixo curso do Rio Sesmária. A constante substituição das florestas por outras formas de cobertura, em geral menos eficientes, tem contribuído para as alterações na relação entre infiltração e escoamento superficial, levando a aumentos de vazão no curso d'água. Também ligada aos processos de uso da terra, e que representam a produção do espaço urbano em Resende, observa-se a ampliação da ocupação humana na planície de inundação, especialmente nas margens do rio, que deveriam estar protegidas.

O crescimento quantitativo da ocupação urbana vem ocorrendo com a substituição de áreas de florestas, mas também é importante do ponto de vista qualitativo, pois o crescente fluxo urbano tem ocorrido especificamente em Resende, ao longo do curso do Rio Sesmária, em suas áreas marginais de APP. Obviamente que essa situação tem colocado maior número de pessoas em contato direto com os eventuais transbordamentos do rio, ou seja, tem-se aumentado a exposição dos moradores às inundações.

Dessa situação deriva um importante questionamento. Estariam as inundações do Rio Sesmária ficando mais intensas ou, em virtude da localização da população, seus efeitos têm se feito sentir por um número maior de pessoas?

O fato é que, embora se reconheça que as inundações sejam eventos naturais e antigos, torna-se difícil aceitar que seus efeitos ainda causem tantos prejuízos. Também é difícil entender a sequência viciosa que se estabelece na maioria das cidades brasileiras: a demanda de novas áreas para ocupação humana tem sido suprida por locais que não deveriam ter ocupação. Assim, mesmo com um corpo de conhecimento técnico bastante desenvolvido e com muitas legislações disciplinadoras das áreas de proteção, muitos homens e mulheres têm se colocado em situação de crescente vulnerabilidade aos efeitos das inundações nas áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS

ABDALAD, M. A. **Respostas Hidrológicas do Rio Sesmária, Médio Vale Do Rio Paraíba Do Sul: Subsídios às transformações induzidas pelo plantio de Eucalipto**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011 (Dissertação de Mestrado em Geografia).

BOPP, I. **Resende: Cem Anos de Cidade**. Resende: Gráfica Sangirard, 1976.

CAMPOS, R. P. **Proposta Metodológica e Análise de Viabilidade Econômica de Programa de Pagamento por Serviços Ambientais em Bacias Hidrográficas para Controle de Inundações**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2017 (Tese de Doutorado em Engenharia Civil).

CRESCENTE FÉRTIL. **Recuperação Ambiental da Sub-bacia do Rio Sesmária**. Diagnóstico Físico e Socioambiental e Implantação de Unidades Demonstrativas. Projeto Rio Sesmária. Relatório Final. Resende/RJ: Crescente Fértil, 2013.

DANTAS, M. E. **Controles naturais e antropogênicos da estocagem diferencial de sedimentos fluviais**: Bacia do Rio Bananal (SP/RJ), médio vale do Rio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: UFRJ, 1995 (Dissertação de Mestrado em Geografia).

FREITAS JUNIOR, G.; MARSON, A. A.; SOLERA, D. A. G. Os Eucaliptos no Vale do Paraíba Paulista: Aspectos Geográficos e Históricos. In: **Revista Geonorte**. Ed. Especial, Vol.1, nº4, 2012, p.221-237.

JACOB, A. C. P. **Requalificação fluvial como instrumento de minimização do risco de inundações**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013 (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil).

MAGALHÃES, L. M. S. A reestruturação urbana em Resende-RJ e a autosegregação socioespacial. In: **Espaço Aberto**, Vol. 7, nº 2, 2017, p. 79-97.

MELLO-FILHO, J. A.; ROCHA, J. S. M. da. Planejamento do uso da terra da sub-bacia do Rio Sesmaria, em Resende, RJ. In: **Revista Geografia Ensino e Pesquisa**. Santa Maria/RS, nº 6-7, set./1994, p. 93-108.

SATO, A. M. **Influência do Manejo de plantios de Eucalipto na Hidrologia e erosão**: Bacia do Rio Sesmaria, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012 (Tese de Doutorado em Geografia).

## **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

