

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

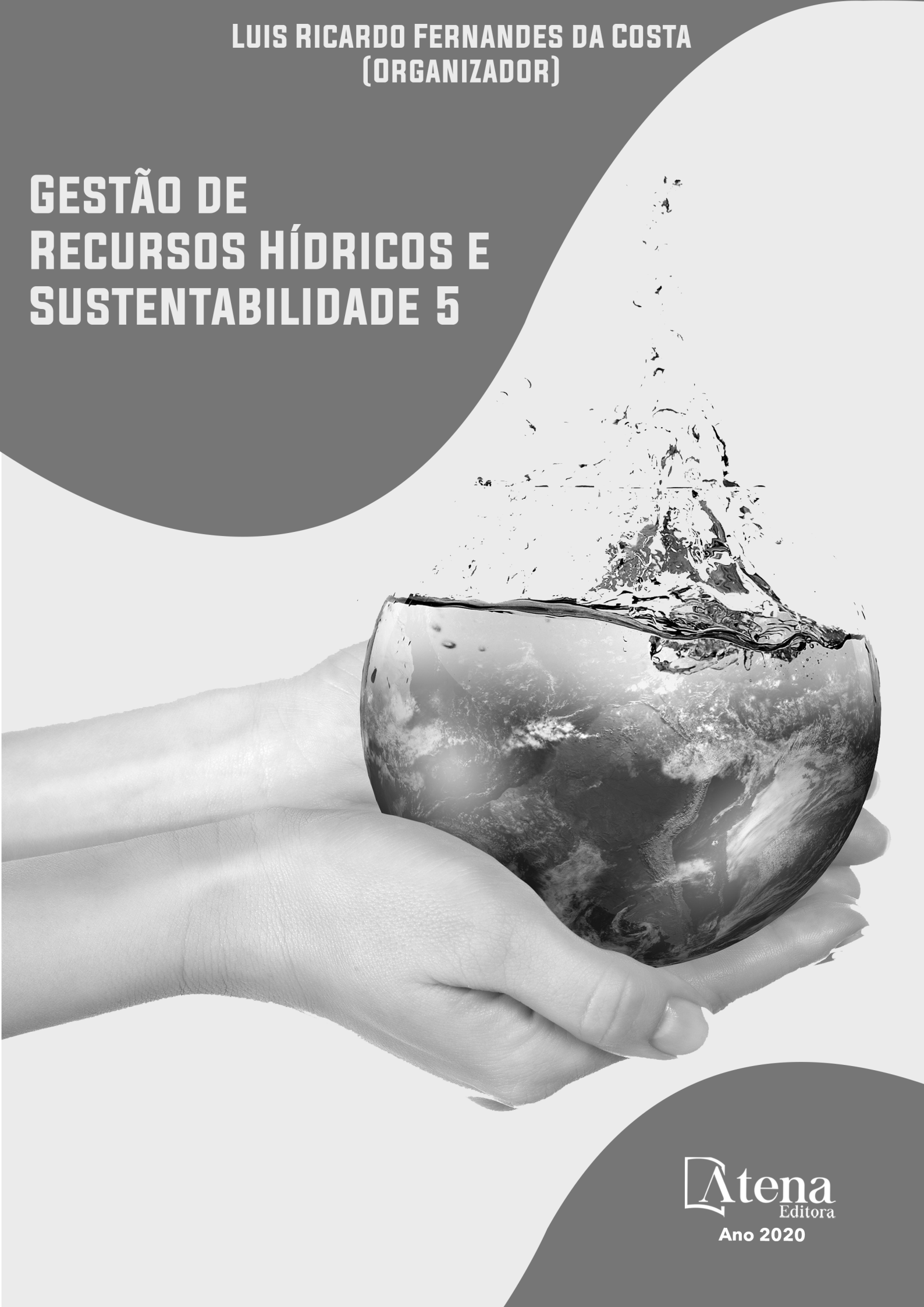
# **GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE 5**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

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

**GESTÃO DE  
RECURSOS HÍDRICOS E  
SUSTENTABILIDADE 5**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

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

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

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

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

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

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

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

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



Maísa de Lourdes Martins Araújo

DOI 10.22533/at.ed.0772012066

**CAPÍTULO 7 ..... 86**

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

Cristina de Souza Domingues Raposo

DOI 10.22533/at.ed.0772012067

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

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 113**

## VARIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DE ÁGUA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 06/03/2020

### Elen Blanco Perez

Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica  
Piracicaba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/4621743504242396>

### Thiago Paes de Almeida Mendes

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Piracicaba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/4851400112996668>

### Pablo Eric Toledo Majer

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Piracicaba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9390536318523045>

### Plínio Barbosa de Camargo

Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica  
Piracicaba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/8241999499678979>

**RESUMO:** O ribeirão Piracicamirim é um importante afluente do Rio Piracicaba, caracteriza-se por sofrer impactos no meio rural em sua cabeceira e posteriormente no meio

urbano devido à ações antrópicas e expansão populacional. Parâmetros de qualidade de água foram medidas em amostras bimensais entre outubro de 2016 a julho de 2017. Foram selecionados 12 pontos ao longo da microbacia visando compreender os diferentes usos do solo. Os parâmetros analisados em campo foram, temperatura da água (°C); oxigênio dissolvido (OD – mg L<sup>-1</sup>); temperatura ambiente (°C); pH da água e condutividade elétrica (CE -  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Em laboratório foram analisados demanda bioquímica de oxigênio (DBO – mg L<sup>-1</sup>) e íons livres (cátions e ânions) por cromatografia de íons utilizando-se o equipamento (*Dionex DX-120*). Nas áreas rurais destacou-se a má conservação das matas ciliares e em alguns casos a ausência das mesmas. Na área urbana, verificou-se a descarga da estação de tratamento de esgoto no ribeirão próximo a sua foz. Os maiores valores de DBO foram verificados na área urbana devido principalmente a presença da carga orgânica do esgoto. A alta concentração de íons na área rural são proveniente da erosão, efeitos que foram maximizados nas áreas próximas a usina e no cultivo de cana de açúcar. A descarga de efluente proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) aumentou a concentração de íons e da DBO nas águas do ribeirão em

ponto posterior à sua descarga, demonstrando que não há tratamento terciário visando a absorção de íons dissolvidos e verifica-se a presença de matéria orgânica remanescente do tratamento. Não houve variação significativa do pH em todos os pontos analisados. Esses resultados evidenciam a necessidade de ações que visem controlar os impactos promovidos pelo manejo agrícola nas áreas rurais, bem como os efeitos negativos associados à descarga de efluente da ETE nas águas deste ribeirão. **PALAVRAS-CHAVE:** microbacia hidrográficas, hidrobiogeoquímica, parâmetros físico químicos; uso do solo; cromatografia líquida de íons

## SPATIAL VARIATION OF WATER QUALITY OF THE RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP HYDROGRAPHIC MICROBACIA

**ABSTRACT:** The Piracicamirim stream is an important tributary of the Piracicaba River, it is characterized by being impacted in the rural and urban area due to anthropic actions and population expansion. Water quality parameters were measured in bi-monthly samples between October 2016 and July 2017. 12 points were selected along the watershed in order to understand the different uses of the soil. The parameters analyzed in the field were, water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ); dissolved oxygen (OD - mg L<sup>-1</sup>); room temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ); Water pH and electrical conductivity (EC -  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). In the laboratory, biochemical demand for oxygen (BOD - mg L<sup>-1</sup>) and free ions (cations and anions) were analyzed by ion chromatography using the equipment (*Dionex DX-120*). In rural areas, poor conservation of riparian forests stood out and in some cases their absence. In the urban area, the sewage treatment plant was discharged into the stream near its mouth. The highest BOD values were found in the urban area, mainly due to the presence of the organic load of the sewage. The high concentration of ions in the rural area comes from erosion, effects that were maximized in the areas close to the plant and in the cultivation of sugar cane. The discharge of effluent from the sewage treatment plant (ETE) increased the concentration of ions and BOD in the waters of the stream at a point after its discharge, demonstrating that there is no tertiary treatment aimed at absorbing dissolved ions and that presence of organic matter remaining from the treatment. There was no significant variation in pH at all points analyzed. These results highlight the need for actions aimed at controlling the impacts caused by agricultural management in rural areas, as well as the negative effects associated with the discharge of effluent from the ETE in the stream waters.

**KEYWORDS:** watersheds, hydrobiogeochemistry, physical and chemical parameters; use of the soil; ion liquid chromatography

## 1 | INTRODUÇÃO

O ribeirão Piracicamirim é um dos principais tributários do rio Piracicaba, têm

suas nascentes nos municípios de Saltinho e Rio das Pedras, e boa parte de sua microbacia encontra-se em área rural, onde a principal atividade é o cultivo de cana de açúcar seguido pela pastagem. O trecho final do ribeirão atravessa parte da cidade de Piracicaba, onde sofre com o despejo de águas residuárias pluviais e na parte do curso d'água dentro do campus "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo recebe o despejo do efluente remanescente do tratamento de esgoto desta microbacia, desaguando no rio Piracicaba.

Estudos visando avaliar a qualidade da água são decisivos sendo um dos principais critérios para o estabelecimento do uso da água, porque esses padrões buscam, acima de tudo, a segurança da população consumidora. Isto é devido ao fato de que a qualidade da água não é, necessariamente um estado de pureza, mas é configurado por sua composição química e as características fisiológicas e biológicas (MERTEN & MIRELLA, 2002).

Este trabalho traz análises que permitem entender melhor a natureza da contaminação deste ribeirão. Esse tipo de levantamento de dados é fundamental para o monitoramento integrado da qualidade que é essencial para as ações de controle da poluição ambiental e gestão dos recursos hídricos.

## 2 | MATERIAS E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica do ribeirão Piracicamirim se localiza no interior do estado de São Paulo, entre os paralelos 22°41'40" e 22°52'35" e os meridianos 47°35'15" e 47°43'21". Localizada dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Comitê dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, denominado Comitê PCJ. Sua microbacia compreende os municípios de Saltinho, Rio das Pedras e Piracicaba. A área total de sua bacia é de aproximadamente 133 km<sup>2</sup>, com uma extensão total do curso de 23,3 Km e vazão média de 1650 L s<sup>-1</sup> (LEME, 2007).

Foram selecionados doze pontos amostrais ao longo da microbacia. Os primeiros seis pontos são na cabeceira da microbacia localizada em área rural; os seis últimos são localizados dentro do perímetro urbano do município de Piracicaba. O método de escolha dos pontos de coleta levou em consideração o objetivo de coletar em pontos que possibilitassem a caracterização das áreas rural e urbana da microbacia proporcionando a distinção e comparação entre estes dois cenários.

Também foram escolhidos pontos em áreas específicas da microbacia, visando a compreensão dos efeitos antrópicos no ribeirão, áreas com a presença de de cana de açúcar e influência da carga remanescente da ETE. Nas imagens a seguir é ilustrado cada um dos pontos de coleta.

Os pontos em área rural (Figura 1) possuem as seguintes características

gerais, P1: Nascente represada e degradada próxima de uma usina de cana de açúcar; P2: Canal próximo de uma usina de cana de açúcar; P3: Nascente em área preservada próximo do município de Saltinho; P4: Canal próximo do município de Saltinho com degradação nas margens; P5: Canal próximo a uma área de cultivo de cana de açúcar; P6: Canal tributário em área de cultivo de cana de açúcar.

Na área urbana, os pontos 7 a 9 (Figura 2) são no canal principal da microbacia, apresentam sinais de açoreamento em alguns locais e passaram por um processo de retificação dentro do município de Piracicaba, onde suas margens possuem uma vegetação escassa e com pouca variedade de espécies. Os pontos de 10 a 12 estão dentro do campus “Luiz de Queiroz” em seu curso natural na área mais declivosa da microbacia, são após a descarga de efluentes da ETE e possuem uma vegetação ripária mais presente e diversa.



Figura 1: Fotos dos pontos de coleta na área rural

Fonte: Próprio autor



Figura 2: Fotos dos pontos de coleta na área urbana

Fonte: Próprio autor

As incursões de campo para coleta de amostras de água foram de outubro de 2016 até julho de 2017, realizadas com intervalo de dois meses entre elas, totalizando cinco idas à campo. Para as amostras, foram coletados 10 litros de água da camada superficial do ribeirão, para medição de parâmetros de qualidade em campo. Segue-se a medição de parâmetros de qualidade avaliados em campo, utilizando-se de medidores portáteis: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividades elétrica.

Foram separadas alicotas de amostras de água para análises posteriores em laboratório (demanda bioquímica do oxigênio e cromatografia líquida de íons).

Para as análises da demanda biológica de oxigênio, foram utilizados 6 frascos de 100 mL cada por ponto de coleta com amostras de água, em três frascos foi adicionado solução ácida no momento da amostragem; e outros três frascos foram mantidos incubados no escuro a 25°C. A DBO foi expressa em função de um tempo de cinco dias (120 horas) a uma temperatura de 20°. Desta forma calculou-se a quantidade de oxigênio consumido na oxidação da matéria orgânica mantida a 25°C durante 5 dias, cálculo expresso pela fórmula:

$$DBO = \frac{(v_i - v_f)}{T} \times 120$$

Parte das amostras coletadas foram filtradas em membranas de acetato de celulose (porosidade = 0,4 µm) e armazenadas sob refrigeração de aproximadamente 4°C. As análises por cromatografia iônica (*Dionex DX-120*), foram quantificadas por célula de condutividade, após interação com coluna analítica específica, e expressos em (mg L<sup>-1</sup>). Foram determinados as concentrações dos seguintes cátions e ânions:

cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloreto e sulfato. Tais concentrações foram utilizadas para avaliar a dinâmica de nutrientes no sistema estudado, para assim disponibilizar informações sobre as características hidrogeoquímicas do ribeirão.

A fim de analisar a abrangência da influência do uso do solo nas áreas de entorno, assim como na área total da bacia foi feito o georreferenciamento dos pontos de coleta. A posição dos pontos foi estabelecida de acordo com as coordenadas do aparelho de *Global Positioning System* (GPS) da marca *Trimble* modelos GEO 7 verificadas em campo, utilizando os sistemas geodésicos SAD-69 e o Córrego Alegre Datum. A classificação de uso do solo foi feita também através do *ArcGIS*® 10.5 com o auxílio do *BaseMap*® (mapa de base) tendo sua última atualização em 2014, porém as imagens tiveram diversas fontes, sendo elas, imagens *TerraColor*® (15m), imagens SPOT (2.5m), e *DigitalGlobe*® atualizadas em 2014 com resolução de 0,5 metro e as imagens da última atualização do *Google Earth*®. A rede de drenagem foi feita com o auxílio das curvas de nível onde a fonte dos dados veio do banco de dados Metadados da Agência Nacional de Águas.

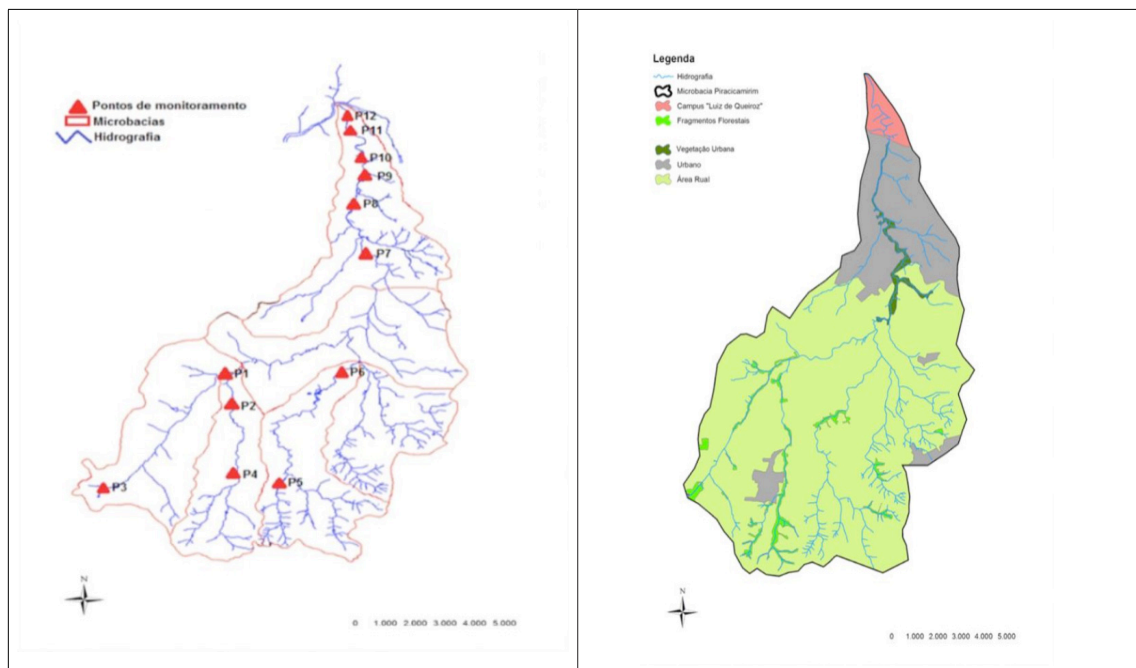
Foi usado um critério simples para classificar o uso do solo, objetivando destacar as áreas rurais, urbanas e os maiores fragmentos de vegetação e arborização urbana.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o mapa de uso do solo elaborado para análise neste trabalho, é possível perceber que se trata de uma bacia predominante na área rural, que compreende 46,3% da área total do mapa. Também é possível perceber que as áreas do mapa que compreendem grandes fragmentos florestais e vegetação urbana são bem escassos ao longo da bacia.

De acordo com o Atlas Rural de Piracicaba de 2006, a principal atividade econômica na microbacia é a agricultura, predominando o setor sucroalcooleiro, a cobertura vegetal do solo passa a ser mais bem representada pela cana de açúcar, do que por uma vegetação arbustiva. O mapa não traz a delimitação das APPs uma vez que elas não são presentes de acordo com a lei do Código Florestal em toda a microbacia. Sendo sua Reserva Legal deficitária e as APPs em sua maioria ocupadas com cana de açúcar e com a própria urbanização.

Foi possível observar durante a etapa do geoprocessamento e de acordo com BARBIN (2008), que o ribeirão Piracicamirim tem o seu trecho principal retificado dentro do maior perímetro urbano no município de Piracicaba, e possui uma declividade mais acentuada no seu trecho final dentro do Campos "Luiz de Queiroz".



Figuras 3 e 4: Resultados das elaborações dos mapas da delimitação da bacia de drenagem, hidrografia e localização dos pontos de coleta e do uso do solo da microbacia do Piracicamirim

Fonte: Próprio autor

Os resultados das análises de campo mostraram que os valores de pH da microbacia estão dentro do esperado para análises de água, mesmo durante as estações chuvosas os resultados se mantiveram, em sua maioria, próximos a neutralidade. De acordo com OMETTO (2001) o pH dos solos na bacia do Piracicamirim varia de 4,5 a 5, o que explica os valores de pH do P3 que apresenta um pH ácido. Como se trata de uma nascentes, possivelmente esses valores estão associados ao pH mais ácido do solo (ROCHA et al, 2008).

Tendo em vista que a solubilidade do oxigênio em água aumenta com a diminuição da temperatura, é importante destacar que não houveram variações significativas na temperatura da água. A temperatura teve o valor médio de 22,07°C, sendo afetadas pela variação natural de temperatura ao longo do dia e também pela variação do clima entre as estações ao longo do ano. Não havendo grande influência da temperatura no oxigênio dissolvido.

Na área rural, o P3 apresentar uma boa cobertura vegetal na sua área de entorno, fazendo os valores de quase todas as suas análises serem contrastantes com os demais pontos, favorecendo os parâmetros de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. Já o P5 é uma área que recebe bastante descarga de matéria orgânica proveniente de fontes agrícolas, além de não apresentar uma cobertura vegetal adequada nas áreas de margem.

Dentro do perímetro urbano o trecho principal do ribeirão passa a ser retificado logo após o P7 e permanecendo nesta condição até o P9, os pontos 10, 11 e 12



são dentro do Campus “Luiz de Queiroz” onde o ribeirão apresenta uma declividade crescente até sua foz, sendo a área mais declivosa da microbacia. Esses fatores explicam o comportamento do oxigênio dissolvido na área urbana, uma vez que a declividade aumenta a velocidade da água que acaba provocando uma oxigenação mecânica.

Os valores de oxigênio são explicados pela presença de algas no ribeirão, o que leva a um aumento na produção de oxigênio através da fotossíntese. E nos pontos com valores mais baixos são explicados pelo alto consumo de oxigênio pelos microrganismos aeróbicos presentes na água e também pelo processo de nitrificação que também é um processo de oxidação (GODOY; 2004).

Os pontos da área urbana apresentam um aumento da CE a partir do P10 que é depois da ETE, que segundo GODOY (2004) pode ser explicado pela oxidação da matéria orgânica remanescente do sistema de tratamento de esgoto liberando maior quantidade de íons dissolvidos na água. A autora ainda afirmou que este aumento é consequência da presença de substâncias como detergentes e sais que não são completamente retirados da água durante as etapas do tratamento.

Considerando que a condutividade elétrica é um parâmetro químico fundamental para identificar alterações na qualidade da água, estando relacionada à concentração de íons dissolvidos no corpo hídrico, portanto, quanto maior a concentração desses íons dissolvidos, maior o valor da condutividade elétrica e mais intensa a poluição. Durante as coletas foi observado que há a formação e acúmulo de algas em diversos pontos, o que explica um possível aumento do oxigênio, que acaba superestimando os resultados da DBO, como nos casos dos pontos 1 e 5.

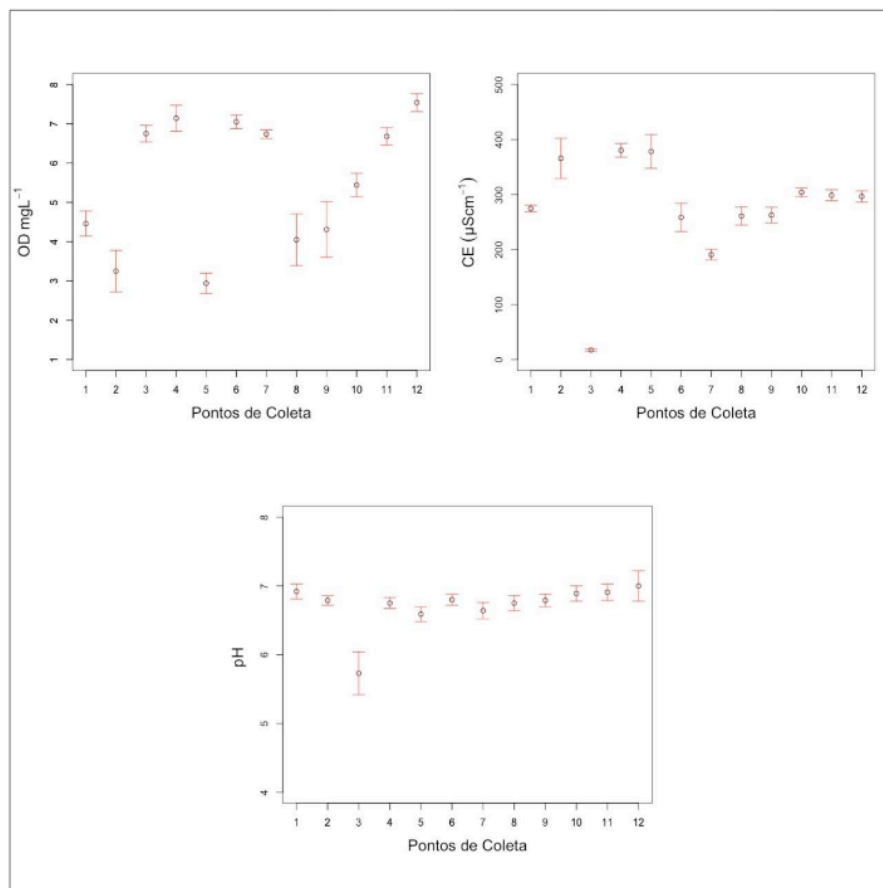


Figura 5: Gráficos com as média e erro padrão dos valores da oxigênio dissolvido OD ( $\text{mg L}^{-1}$ ), condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e pH por ponto de coleta.

Fonte: Próprio autor

O aumento nos valores da DBO num corpo hídrico são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica (CETESB, 2009). As concentrações mais elevadas de DBO podem ser em detrimento do carreamento e aporte de matéria orgânica das margens até o corpo hídrico; da presença ou não de chuvas intensas e da baixa eficiência do tratamento de efluentes da ETE.

De acordo com a resolução CONAMA 357 os pontos de 1 a 10 podem ser enquadrados como um rio de classe 2, demandando um tratamento de água mais simples para serem destinados ao consumo humano. Os pontos 11 e 12 não se enquadram da mesma forma que os demais pontos, isso pode ser explicado pelo fato destes pontos se localizarem depois da descarga de uma estação de tratamento de esgoto (ETE).

Pontos de coleta	Valor máximo	Valor mínimo	Média
P1	6,16	1,63	3,31
P2	5,44	1,99	4,18
P3	2,89	0,82	1,63
P4	3,68	1,42	2,35
P5	4,75	2,40	3,32
P6	2,98	0,15	1,51
P7	3,63	1,98	2,61
P8	5,14	1,45	3,86
P9	4,56	0,47	2,56
P10	5,38	0,78	3,14
P11	6,17	5,41	5,78
P12	7,01	5,72	6,25

Tabela 1: Resultados da Demanda Bioquímica de Oxigênio

De maneira geral, todos os íons mostraram valores elevados, com exceção do P3. Nos resultados de cromatografia é possível observar altos índices de erro padrão. Isto é explicado pela coleta das amostras terem ocorrido em momentos diferentes do dia e em períodos diferentes do ano. Da forma que, em algumas coletas captaram momentos como descarga da ETE, adubação das culturas, períodos de chuva, entre outros eventos. O principal problema desta ETE se dá pelo fato de que a estação trata um trecho grande e muito contaminado do ribeirão, e despeja os efluentes em um trecho mais curto, já próximo à foz. O que explica as diferenças observadas entre os três primeiros pontos da área urbana e os três últimos.

Os íons que melhor caracterizam a área rural da microbacia foram os cátions magnésio ( $Mg^{2+}$ ), cálcio ( $Ca^{+}$ ) e potássio ( $K^{+}$ ), caracterizando as fontes de poluição deste cenário. Os pontos 4 e 5 mostram ser os mais alterados enquanto o ponto 3 mostra um comportamento completamente diferente, como observado nos resultados anteriores.

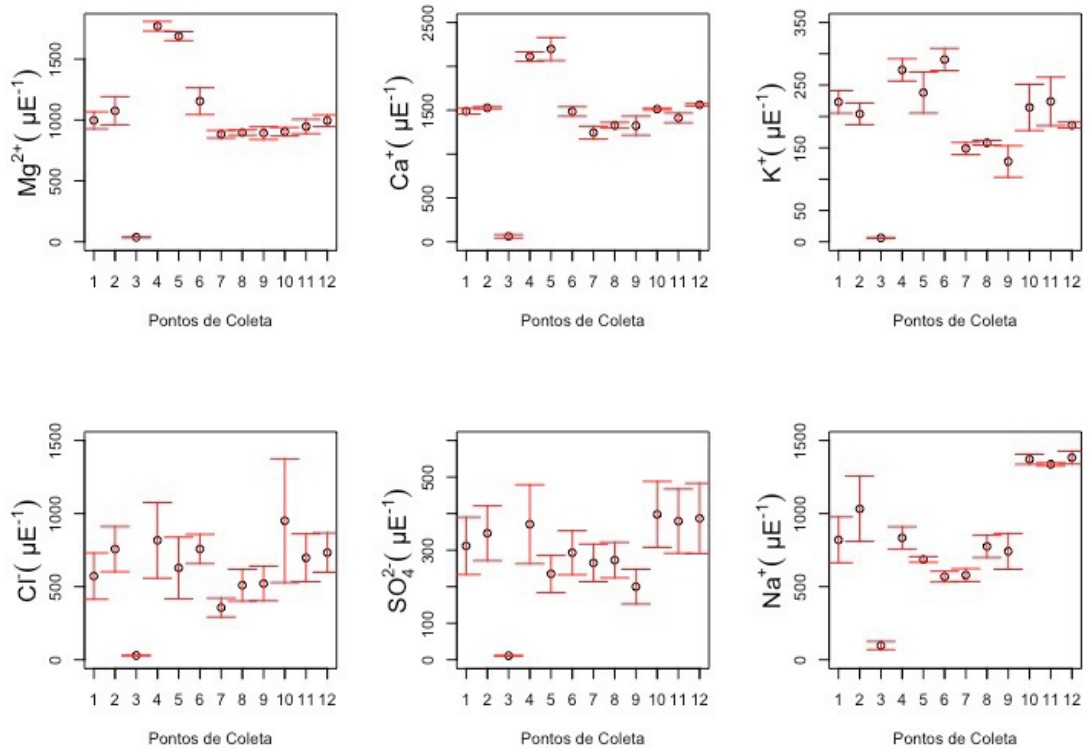


Figura 6: Gráficos com as média e erro padrão dos valores dos íons Mg<sup>2+</sup>; Ca<sup>+</sup>; K<sup>+</sup>; Cl<sup>-</sup>; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e Na<sup>+</sup> (µE L<sup>-1</sup>) por ponto de coleta.

Fonte: Próprio autor

O uso e a ocupação do solo na bacia de drenagem define características importantes relacionadas ao aporte de elementos aos sistemas aquáticos OMETTO (2001 apud HELLAWELL, 1986). Mais especificamente na área rural da microbacia do Piracicamirim a cana de açúcar como uma cultura demanda excessivos tratamentos culturais com ciclos de 5 a 6 anos.

O cálcio e o magnésio são elementos associados a composição e calagem do solo. Os resultados sugerem que há perda de solo por carreamento de nutrientes para o ribeirão. Como a manutenção da cobertura do solo na região é precária, a falta de uma vegetação ripária adequada acaba gerando o desmembramento de partes do solo nas margens do rio. Isso é possível de observar na maioria dos pontos na área rural e nos dois últimos pontos que se encontram dentro do campus “Luiz de Queiroz”, onde o corpo hídrico não é mais retificado.

A melhor explicação para os índices de potássio é que este provem do cultivo de cana de açúcar, usado como fertilizante. O uso do potássio como fertilizante, assim como aquele disponibilizado da palha que permanece sobre o solo, acaba sendo lixiviado, variando com a intensidade das chuvas, quantidade usada de nutriente e da textura do solo (ROSOLEM et al., 2006). Os pontos 4 e 5 encontram-se em áreas de plantio de cana de açúcar, por isso apresentam os maiores índices de potássio.

A área urbana, foi melhor caracterizada pelos íons cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) e sódio ( $\text{Na}^+$ ). Os pontos 7, 8 e 9 representam o início da parte altamente urbanizada da microbacia, os resultados de cromatografia deste três pontos são similares nos três íons analisados, mostrando um comportamento uniforme entre eles. A partir do P10 há uma nítida diferença nos resultados dos íon que caracterizam a área urbana. Para OMETTO (2001) no final da bacia de drenagem do Piracicamirim as alterações na qualidade da água são tão explícitas que os aspectos locais se tornam irrelevantes.

A origem do sódio detectado nas análises pode ser proveniente da rocha, mas este também é um elemento muito presente no esgoto doméstico. O aumento do sódio nos pontos seguintes da bacia pode ser explicado pela entrada de solo no corpo hídrico, proveniente do escoamento superficial, considerando que os três últimos pontos estão localizados na área mais inclinada da microbacia.

O cloro é um dos elementos mais utilizados para o tratamento de água e esgoto; como o P10 está à jusante da ETE, é possível observar uma maior concentração de cloro, que dilui ao longo do final da microbacia. Ao analisar os resultados do  $\text{Cl}^-$ , é possível observar um erro padrão muito acentuado, devido ao fato da ETE ter horários específicos para soltar os seus efluentes no curso d'água, o que gera um aumento momentâneo considerável de  $\text{Cl}^-$ , gerando uma grande variação da concentração deste íons na água.

O sulfato é mais predominante na área urbana devido à presença de esgoto doméstico (por exemplo, através da degradação de proteínas) e industrial (como nos casos de efluentes de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica, etc.). Apresentando níveis mais acentuados após os efluentes da ETE, em águas tratadas o sulfato é proveniente do emprego de coagulantes como o sulfato de alumínio, sulfato ferroso, sulfato férrico, entre outros.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada vez mais existem trabalhos que relacionam a qualidade da água com atributos de uso do solo. A partir dos resultados dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e da análise do mapa de uso do solo, foi possível acompanhar as tendências da qualidade da água e determinar como os cenários rurais e urbanos influenciam na qualidade da água do ribeirão Piracicamirim. Também foi possível determinar a influência da manutenção da cobertura vegetal e da ETE ao longo do corpo hídrico.

A microbacia do ribeirão Piracicamirim, sofre com diversas alterações antrópicas, seja no uso do solo quanto na configuração da composição química

da água. Sendo as principais atividades que originam essas alterações são, ao intenso processo de urbanização na cidade de Piracicaba e ao manejo inapropriado das áreas agrícolas nas partes mais altas da bacia. Essas alterações influenciam negativamente na manutenção do ecossistema aquático e prejudicam o uso da água para o consumo humano e em alguns casos até para a irrigação.

Para mudar os panoramas atuais é necessário uma ação conjunta da comunidade científica com a sociedade civil assim como dos órgãos regulamentação e fiscalização. Buscando melhorar a gestão das áreas agrícolas, o cumprimento do Código Florestal, a recuperação de áreas degradadas; assim como a melhora significativa da eficiência dos sistemas de tratamento de esgoto.

## REFERÊNCIAS

BARBIN H. S., VELASCO G. D. N., ALVAREZ I. A., LIMA A. M. L. P. Estudo dos espaços livres do bairro Santa Cecília, em Piracicaba, SP. Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008, p. 17-35.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. “Resolução nº 357/2005”. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005.

GODOY, T. G. **Avaliação temporal dos parâmetros físico-químicos da microbacia do Piracicamirim, Piracicaba- SP**, 2004

LEME, M.S. **Relevo, processos geológicos e sócio/reprodutores e a fragilidade ambiental da Bacia do Ribeirão Piracicamirim/SP**. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Geografia. 2007

MERTEN, G.H., MINELLA, J.P. 2002. **Qualidade da água de bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para uma sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, vol. 3, p. 33-38.

OMETTO J. P. H. B. **Efeitos das mudanças do uso do solo e efluentes domésticos sobre a composição química da água e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas na bacia do rio Piracicaba (SP)**, Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências. 2001

ROCHA, A.L. A. R.; PARRON; DA CRUZ L. M., DOMINGUES C. J. D. **Monitoramento da qualidade de água de nascentes na bacia hidrográfica do rio preto, sub bacia do médio rio São Francisco**. Embrapa Cerrados, 2008.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.S. & CALONEGO, J.C. **Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada**. Pesq. Agropec. Bras. 2006.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açude 54, 56, 59, 60, 64

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

Ambientes 19, 21, 31, 32

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

Aquáticos 31, 32, 35, 50, 92

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

### B

Balneabilidade 37, 38

Balneários 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

### C

Cabeceira 40, 42

Castanhão 54, 56, 59, 60, 64

Clima 2, 16, 19, 46, 58

Cromatografia 40, 41, 44, 49, 51

### D

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

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

Demarcación Hidrográfica Del Río Segura 1

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

### E

Enchente 20, 68, 72

### F

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

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

### G

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

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

## H

Hidrobiogeoquímica 41

Hidrologia 29, 67, 82

## I

Inovaciones tecnológicas 1, 4

Inundação 67

Íons 40, 41, 44, 47, 49, 50, 51

## M

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

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

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

Mudanças 21, 22, 52, 55, 85, 91

## O

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

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

## P

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

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

Precipitação 68

Protocolos 31, 32, 35, 36, 38

## R

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

Região geográfica 68

Revitalização 84, 92, 96, 103, 108

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



## S

Santiago Pontones 1

Sequías 1, 3, 9, 15

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

Subterrânea 17, 18, 21, 66

## Z

Zona litorânea 18

Zoneamento 19

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**