

**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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.6761927091	
CAPÍTULO 2	9
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	
DOI 10.22533/at.ed.6761927092	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927093	
CAPÍTULO 4	24
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	
DOI 10.22533/at.ed.6761927094	
CAPÍTULO 5	34
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	
DOI 10.22533/at.ed.6761927095	

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

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

CAPÍTULO 17	150
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	
DOI 10.22533/at.ed.67619270917	
CAPÍTULO 18	162
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270918	
CAPÍTULO 19	173
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.67619270919	
CAPÍTULO 20	182
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270920	
CAPÍTULO 21	197
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	
DOI 10.22533/at.ed.67619270921	
CAPÍTULO 22	207
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	
DOI 10.22533/at.ed.67619270922	

CAPÍTULO 23	217
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker	
Maria Clara Veloso Soares Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270923	
CAPÍTULO 24	229
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	
DOI 10.22533/at.ed.67619270924	
CAPÍTULO 25	243
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	
DOI 10.22533/at.ed.67619270925	
CAPÍTULO 26	255
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	
DOI 10.22533/at.ed.67619270926	
SOBRE O ORGANIZADOR	275
ÍNDICE REMISSIVO	276

AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Valdeci Antônio de Oliveira

Mestre em Recursos Hídricos, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, UFMT (valdeciantonio2009@hotmail.com)

Daniela Maimoni de Figueiredo

Professora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, UFMT (dani_figueiredo@uol.com.br)

Simoni Maria Loverde Oliveira

Professora do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, UFR (loverde@terra.com.br)

Ibraim Fantin-Cruz

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMT (ibraimfantin@ufmt.br)

RESUMO: A conversão de áreas naturais em áreas agrícolas e urbano-industriais, que geralmente ocorre conjuntamente com a ampliação dos usos da água, geralmente está relacionada a degradação quali-quantitativa dos recursos hídricos, como vem sendo verificado em várias bacias contribuintes do Pantanal Mato-grossense. Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar a qualidade e a disponibilidade hídrica na bacia do Ribeirão Ponte de Pedra (MT) e correlacionar com as diferentes atividades antrópicas. A classificação dos usos do solo foi feita a partir de imagens Landsat-8. A caracterização hidrológica e da disponibilidade hídrica foram obtidas a partir

de séries de chuva e vazão da bacia e das outorgas de uso da água. A qualidade da água e o IQA (Índice de Qualidade da Água) foram analisados a partir de 18 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. A bacia apresenta extensa área de uso antrópico (75,31%), como culturas temporárias, pastagem e solo descoberto, e apenas 0,9% de cobertura florestal, a maioria localizada nas unidades de conservação. O regime hidrológico apresenta marcante sazonalidade, com uma vazão outorgável de 8,26 m³.s⁻¹, sendo que destes, 31% já foram outorgados. A qualidade da água foi ruim e regular em 73% das amostras, e cinco dos parâmetros estiveram em desacordo com a legislação, refletindo os usos do solo e da água na bacia e indicando conflitos atuais e potenciais. Esta análise ambiental integrada é uma importante ferramenta à gestão dos recursos hídricos, subsidiando ações que previnam a ocorrência de crises e o comprometimento da segurança hídrica na bacia.

PALAVRAS-CHAVE: efluentes; usos do solo; qualidade da água; hidrelétrica.

ABSTRACT: The conversion of natural areas into agricultural and urban-industrial areas, which generally occurs in conjunction with the expansion of water use, is usually related to the qualitative and quantitative degradation of water resources, as has been verified in several basins

of the Mato Grosso Pantanal. In this sense, this work aimed to evaluate water quality and availability in the Ribeirão Ponte de Pedra (MT) river basin and correlate with the different anthropic activities. The land use classification was based on Landsat-8 images. The hydrological characterization and the water availability were obtained from series of rainfall and flow of the basin and the water use grants. Water quality and WQI (Water Quality Index) were analyzed from 18 physical, chemical and microbiological parameters. The basin has an extensive area of anthropic use (75.31%), such as temporary crops, pasture and uncovered soil, and only 0.9% of forest cover, most of them located in protected areas. The hydrological regime has a marked seasonality, with a yield of 8.26 m³s⁻¹, of which 31% have already been granted. The water quality was bad and regular in 73% of the samples, and five of the parameters were in disagreement with the legislation, reflecting the uses of soil and water in the basin and indicating current and potential conflicts. This environmental integrated analysis is an important tool for the management of water resources, subsidizing actions that prevent the occurrence of crises and the compromise of water security in the basin.

KEYWORDS: wastewater; soil uses; water quality; hydropower.

1 | INTRODUÇÃO

Os processos históricos de ocupação territorial e de uso dos recursos naturais em quase todo o Brasil caracterizou-se pelo escasso planejamento, com consequentes danos sociais e ambientais. Ao longo da história do país, a cobertura vegetal nativa foi sendo fragmentada, cedendo espaço para agricultura, pastagens e urbanização, causando um conjunto de problemas ambientais, como a extinção da fauna e da vegetação, mudanças climáticas locais, erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água (MARTINS, 2001).

No Estado de Mato Grosso este modelo não é diferente, pois seu território passou nas últimas décadas, especialmente a partir de 1960 e 1970, por inúmeros avanços técnico-populacionais com apropriação das áreas de Cerrado, sob contínuo processo de consolidação do agronegócio, tendo como resultado elevado grau de intervenção nos elementos sistêmicos de cobertura vegetal, junto com o biológico, hídrico e antrópico (JESUZ; CABRAL, 2016). Este mesmo modelo de ocupação visa principalmente a produção agropecuária, com redução considerável da vegetação nativa, incluindo as matas ciliares e as áreas de nascentes, mesmo considerando as legislações de proteção destas áreas. Além disso, os investimentos em produtividade trouxeram a mecanização e a utilização dos agroquímicos, que tornaram os cursos hídricos vulneráveis à contaminação (GONÇALVES et al., 2015).

Neste Estado se localizam as principais nascentes de três grandes regiões hidrográficas brasileiras, Amazônica, Araguaia-Tocantins e Paraguai (RHP). Geomorfologicamente, a RHP contempla quatro macrorregiões distintas: Planaltos, Província Serrana, Depressões e Planície, sendo que esta última recebe as águas

das demais regiões, formando a maior área alagável contínua do mundo, o Pantanal Mato-grossense (FIGUEIREDO; SALOMÃO, 2009).

Machado et al. (2011) comentam que a maior parte dos impactos que afetam o Pantanal está localizada nas partes altas e nas depressões, onde predomina o bioma Cerrado. Dentre os impactos, os autores citam o desmatamento e fragmentação de habitats como o principal problema ambiental da RHP. Junk et al. (2012) citam ainda o uso da água para a diluição de esgotos domésticos e industriais com tratamento incompleto das grandes cidades e o manejo inadequado do solo, com retirada de matas ciliares e aumento de processos erosivos.

Essa degradação dos ecossistemas aquáticos continentais, especificamente do bioma do Pantanal e de suas sub-bacias tributárias, tornou-se uma preocupação mundial e tem levado os gestores dos recursos hídricos de muitos países a buscar soluções de controle e preservação deste bioma (SIQUEIRA; HENRY-SILVA, 2011), considerando a relação desta degradação com os usos e ocupação do solo e com o aumento contínuo da demanda pelos usos da água.

A avaliação dos usos da água em uma bacia deve ser parte integrante desta gestão. Com isso, foram criadas várias legislações com a perspectiva de preservar este recurso para melhorar ou manter a qualidade da água para os diversos usos humanos (TERRADO et al., 2010). Entre estas, foi instituído o instrumento de outorga visando minimizar os problemas que envolvam o mau uso, a escassez e os conflitos pelo uso da água (MENDONÇA; SANTOS 2006; PEREIRA, 2012). A outorga obedece a critérios vinculados à disponibilidade hídrica. Trata-se de uma autorização concedida pelo poder público, através de seu órgão gestor dos recursos hídricos, aos usuários da água, públicos ou privados, tendo por objetivos garantir a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos e o efetivo exercício do direito de acesso à água (LEAL, 1997) e os usos múltiplos.

Quantitativamente, um dos critérios adotados para outorga de uso da água é através da estimativa dos cálculos de vazões de referência, que representam o limite máximo de utilização da água em um curso d'água (SILVA, 2006). Quanto ao aspecto qualitativo, adota-se os padrões definidos na Resolução Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 357 de 2005, que define os critérios para enquadramento dos corpos d'água em usos preponderantes e os padrões de qualidade de cada classe a qual pertence, ou seja, a qualidade da água adequada a cada uso destinado. Com isso, a quantidade e/ou a qualidade da água não podem sofrer alterações por uma determinada outorga de uso da água que sejam incompatíveis com as definições legais. Neste sentido, a quantidade e qualidade da água são aspectos correlatos num sistema de gerenciamento da água, cuja unidade de gestão é a bacia hidrográfica, como preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 1997), pois ambos refletem as condições naturais e as atividades antrópicas em uma área de drenagem.

A análise do uso e ocupação do solo, com isso, também é uma ferramenta de

planejamento e gestão dos recursos hídricos, pois permite avaliar a influência das atividades desenvolvidas na bacia sobre os recursos hídricos e obter informações que podem ser utilizadas para a correção de problemas existentes (QUEIROZ et al., 2010).

Considerando a intensa ocupação das bacias que formam o Pantanal Mato-grossense, com escasso planejamento e elevado impacto ambiental, aliado a escassez de conhecimento, este trabalho teve por objetivos realizar uma análise integrada, correlacionando a quantidade e a qualidade da água com os usos do solo e da água, tendo como unidade de estudo a bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra, um importante tributário desta planície de inundação. Esta análise visou ainda identificar os indicadores da qualidade da água e possíveis conflitos atuais e potenciais existentes na bacia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado em uma sub-bacia da RHP, na bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra, que tem uma área de 2.131 km² inserida nos municípios de Rondonópolis, Pedra Preta e Itiquira na região sudeste do estado de Mato Grosso (Figura 1).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra tem extensão de 156 km, largura média de cerca de 13 km, com perímetro de 315 km. É tributário direto do Rio Vermelho, que por sua vez é o principal afluente do Rio São Lourenço, um dos principais contribuintes da RHP. O Ribeirão Ponte de Pedra se enquadra como rio de 4^a ordem, conforme Strahler (1957).

Sua área de drenagem apresenta declividade de 528 m das nascentes até a foz, com altitudes variando de 188 m a 718 m. O relevo é constituído de terrenos altiplanos, com chapadões levemente ondulados e escarpas abruptas, com predominância de Latossolo Vermelho nos altiplanos, que favorece a agricultura mecanizada, e Podzólico Vermelho-Amarelo nas regiões de relevo ondulado, mais indicado a pecuária (MIRANDA, 2015). Nas escarpas há florestas remanescentes.

A região sudeste do Estado de Mato Grosso, onde se insere a bacia do Ribeirão Ponte de Pedra, tem grande vocação agrícola com culturas temporárias e lavouras mecanizada, com destaque as culturas de soja, milho e algodão (SANTOS, 2011). Além destes usos do solo, na porção baixa da bacia, que inclui parte da área de drenagem do rio Vermelho, situam-se duas unidades de conservação, o Parque Estadual Dom Osório Stöffel, com 6.421 ha, criado em 2002 (SEMA, 2017), e, em área subsequente, a RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) Parque Ecológico João Basso, com 3.625 ha, criado em 1997 (ICMBio, 2017).

As formações vegetais existentes na bacia do Ribeirão Ponte de Pedra, são

classificadas como Cerradão, Cerrados, Formação Savânica associada a vertentes e Floresta Estacional (SEPLAN, 2011). Dentre as Formações Savânicas, vale destacar a ocorrência de veredas e campo limpo úmido, que ocupa 4,76% da área do Parque Estadual Dom Osório Stöffel (SEMA, 2013).

Rondonópolis é a principal cidade dessa região, situada a 200 km de Cuiabá, capital do Estado, se destacando com cidade polo regional, beneficiada pela malha viária, como a ferrovia que liga aos principais portos na região sul e sudeste, e as rodovias BR 163 e BR 364, que ligam a região norte e centro oeste ao sul e sudeste do Brasil.

O clima regional é quente e úmido (médias anuais entre 22 a 26 °C), equivalente ao clima tropical (AW), com duas estações bem marcadas (seca e chuvosa), concentram a maior parte da pluviosidade de outubro a março enquanto a estiagem tem início entre abril-maio e se prolonga até setembro-outubro (ALVARES et al., 2014).

2.2 Extração da bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra

Para a extração automática das redes de drenagens da bacia do Rio Ponte de Pedra, foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE; VALERIANO; ROSSETTI, 2008). As cartas utilizadas referentes a área de estudo foram 15S54_ZN, 15S555ZN, 16S54_ZN, 16S555ZN, 17S54_ZN e 17S555ZN no qual dados da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) são compatíveis com os mapeamentos na escala 1:250.000, interpoladas no Brasil de 90 m para 30 m por *krigagem* (VALERIANO; ROSSETTI, 2008).

Foram extraídas as redes de drenagem no SIG TerraView 4.2.2 através de diversos tratamentos. O primeiro passo foi mapear a direção e a acumulação de fluxo e converter para o formato GRID; o segundo passo foi eliminar todas as depressões indevidas, pois segundo Vieira et al. (2005), estas impedem ou desviam o escoamento superficial, o que acarretaria em uma delimitação errônea das bacias de contribuição; o terceiro passo foi gerar os mapas contendo as direções de fluxo acumulado, sendo que através deste último processo, foram extraídas as redes de drenagem; o quarto passo foi a ordenação das redes de drenagem pelo método de Strahler (1989), a fim de possibilitar a individualização dos canais; no quinto a rede de drenagem foi convertida em vetor; e o sexto foi criar um ponto de exutório (CÂNDIDO; SANTOS, 2011) próximo a foz com o Rio Vermelho. Finalizando, o SIG delimitou automaticamente a bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra.

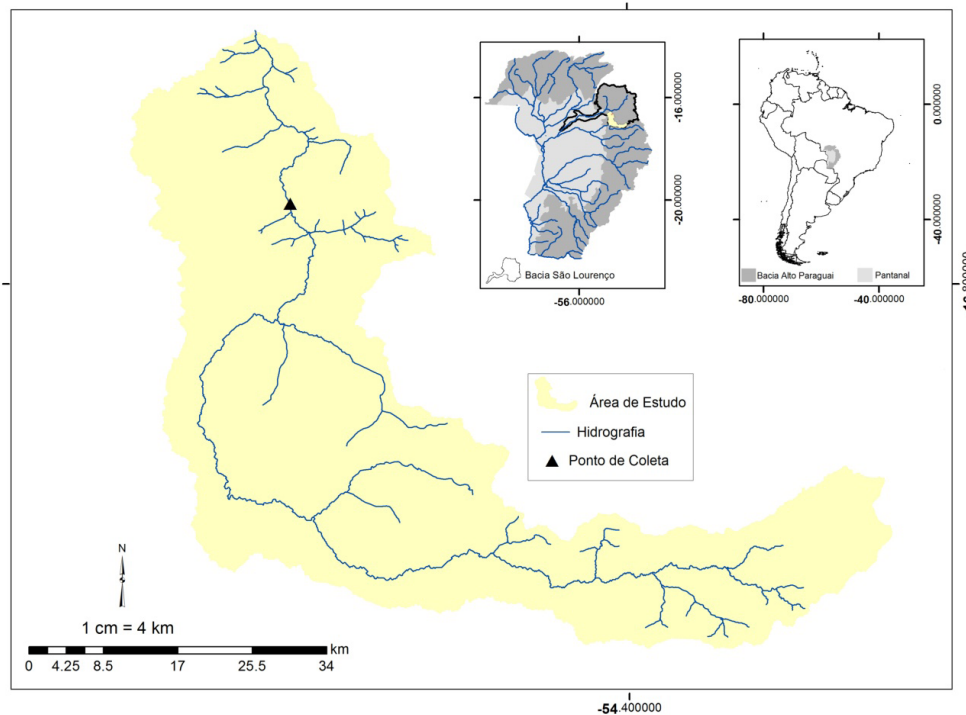


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra, no Brasil e na Região Hidrográfica do Paraguai, com o local de coleta de água.

2.3 Classificação do uso e ocupação do solo

Para determinar quais os usos do solo da bacia do Ribeirão Ponte de Pedra, foram utilizadas imagens de 2015 obtidas pelo sensor Mapeador Temático (TM) do satélite Landsat-8, referentes ao ponto 225/071 e 225/072, de 04/06/2015. As imagens possuem sete bandas espectrais com uma resolução espacial de 30 metros para bandas 1 a 5 e 7. A resolução espacial para a banda 6 (infravermelho térmico) é de 120 metros, mas é refeita a 30 metros de pixel. Estas imagens foram adquiridas gratuitamente junto à Serviço Geológico dos Estados Unidos (2015).

O método de classificação utilizado foi o supervisionado, devido ao conhecimento prévio da área de estudo. A classificação foi realizada no SIG ENVI 5.2 a partir de imagens Landsat-8 TM e foram utilizadas 6 bandas: 2, 3, 4, 5, 6 e 7, conforme Cândido (2012). Estas imagens foram escolhidas devido as suas características relevantes ao trabalho, em termos de discriminação da vegetação nativa e de outras classes de uso como pastagem, solo exposto e corpo hídrico. O algoritmo adotado foi a Máxima Verossimilhança, que classifica os *pixels* desconhecidos de acordo com a seguinte fórmula (1):

$$Pc = [-0,5 \log_e (\text{Det} (V_c))] - [0,5 (x - M_c)^T (V_c)^{-1} (x - M_c)](1)$$

Onde: X = vetor de medidas dos *pixels* desconhecidos; Pc = probabilidade de o vetor X ser assinalado na classe c ; V_c = matriz de covariância da classe c contemplando todas as bandas (K, \dots, L); $\text{Det} (V_c)$ = determinante da matriz de covariância V_c ; M_c = vetor das médias para cada classe c ; e T = matriz transposta.

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra foi adotada quatro classes, quais sejam: cultura temporária, pastagem, floresta e área descoberta, seguindo as classes descritas no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Como não houve coleta de campo, a geração da matriz de confusão fundamentou-se na identificação de pontos assumidos como verdade de campo a partir de interpretação visual da imagem de mais alta resolução disponível do Google Earth Pro (SILVA et al., 2011).

Estas classificações foram avaliadas pelo índice de concordância Kappa, gerando as matrizes de confusão e comparando os valores produzidos a uma tabela de referência (Tabela 1) que relacionam uma qualidade a essas classificações. Foi definido um conjunto de 32 amostras pontuais aleatórias para a imagem. Estas amostras foram utilizadas para a construção da matriz de confusão, comparando as classes temáticas obtidas pelas classificações e as feições identificadas visualmente.

Índice Kappa	Concordância
0	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Boa
0,61 a 0,80	Muito boa
0,81 a 1,00	Excelente

Tabela 1– Limiares do índice Kappa utilizados.

Fonte: Silva et al. (2011).

2.4 Precipitação e vazão

O histórico da precipitação acumulada mensal foi obtida no posto meteorológico situado na cidade de Rondonópolis (posto nº83410), obtidas pelo site do INMET (<http://www.inmet.gov.br/>), compreendendo o período de monitoramento entre 2000 a 2015.

As vazões líquidas diárias do Ribeirão Ponte de Pedra são referentes à estação ANA nº 66455000, com dados obtidos na Hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br/>), compreendendo o período de monitoramento entre os anos de 1979 e 2003. As vazões foram ordenadas em sequência decrescente, plotados em função de sua probabilidade de não excedência, obtendo-se assim a curva de permanência do posto fluviométrico. Esta estação está situada a jusante das Pequenas Centrais Hidrelétricas Engenheiro José Gelázio e Rondonópolis, localizadas em cascata.

A série de dados foi usada para calcular a vazão de referência da bacia ($Q_{95\%}$), bem como a disponibilidade hídrica para a outorga de captação (70% da $Q_{95\%}$) e diluição (50% da $Q_{95\%}$). Para o Estado de Mato Grosso, a análise de disponibilidade hídrica em corpos d'água em seu domínio é adotada como vazão de referência a Q_{95} , conforme Resolução CEHIDRO (Conselho Estadual de Recursos Hídricos) nº 27 de 09 de julho de 2009 (SEMA, 2009).

2.5 Qualidade de Água

Foram utilizados para os estudos da qualidade da água os dados dos Relatórios de Monitoramento Ambiental da área de influência direta das PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) Engenheiro José Gelázio e Rondonópolis, localizadas no Ribeirão Ponte de Pedra, obtidos junto a SEMA (Secretária Estadual de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso) e também fornecidos pela Tractebel Energia SA. Foi considerada a série de dados compreendida entre 2006 e 2013, em um ponto localizado a montante da PCH Engenheiro José Gelázio, no trecho lótico (Figura 1). Os dados referentes à outorga de uso da água foram obtidos no site da SEMA (SEMA, 2019), para os anos de 2007 a 2018.

Neste estudo, foram considerados 18 parâmetros da qualidade da água, quais sejam: temperatura da água, pH, cor, turbidez, alcalinidade total, dureza, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio Kjeldahl (NKT), fósforo total, ferro total, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, sólidos sedimentáveis e *Escherichia coli*. Os resultados foram comparados com os padrões da Resolução Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 357 de 2005 para corpos d'água da classe 2 (MMA, 2017), como é o caso do Ribeirão Ponte de Pedra, considerando que não há enquadramento formal.

Foi calculado o índice de qualidade das águas (IQA), objetivando mensurar os parâmetros de qualidade de água de um corpo hídrico a fim de facilitar a entendimento do público (FREITAS et al., 2011). O IQA é o método utilizado pelos órgãos ambientais para avaliar a qualidade das águas e reflete principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de efluentes domésticos (CETESB, 2003), onde são utilizados nove parâmetros: temperatura, pH, OD, DBO, *Escherichia coli*, nitrato, fósforo total, sólidos totais ou resíduo total e turbidez. O IQA foi calculado de acordo com Cetesb (2003) e a escala de valor adotada para a qualidade da água, que varia de 0 a 100, foi a usada órgão gestor dos recursos hídricos de Mato Grosso (SEMA, 2014): ótimo $91 < IQA \leq 100$; boa $71 < IQA \leq 90$; média $51 < IQA \leq 70$; ruim $21 < IQA \leq 50$; muito ruim $00 < IQA \leq 20$.

3 | RESULTADOS

3.1 Uso e ocupação da bacia

A classificação supervisionada da bacia do Ribeirão Ponte de Pedra resultou em quatro classes, com valor de 0,71 no Índice Kappa, considerada muito boa.

A bacia apresenta extensa área de uso antrópico (75,31%), em sua maioria utilizada por culturas temporárias (34,77%), seguido por pastagem (29,84%) e solo descoberto (10,70%), que neste caso apresenta características de solo mecanizado em fase de preparo para plantio. Apenas uma pequena área (0,9%) de cobertura

florestal remanescente foi identificada (Figura 2a). No entanto, vale destacar que 23,77% da área não foram classificadas em nenhuma das classes acima. As maiores incertezas podem ser visualmente constatadas nas áreas de vegetação ciliar ao longo dos corpos d'água (Figura 2b).

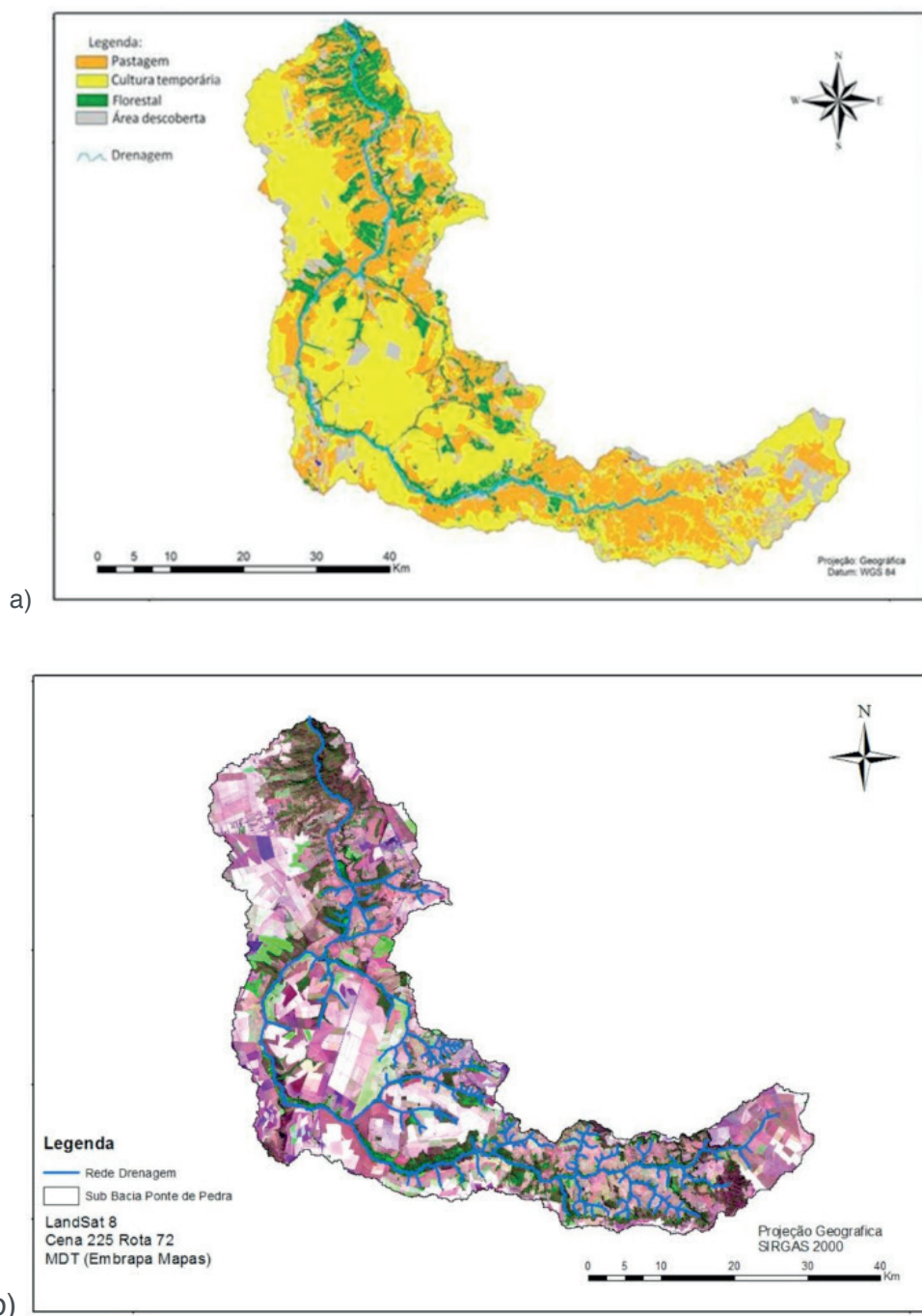


Figura 2 - a) Uso e ocupação do solo da Bacia do Ribeirão Ponte de Pedra; b) Imagem Landsat-8 em composição colorida RGB (*red, green and blue*) das bandas 4, 3 e 2, referente a bacia do Ribeirão Ponte de Pedra, em agosto de 2015.

3.2 Regime hidroclimático e disponibilidade hídrica

A bacia apresenta precipitação mediana anual de $1.245 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, sendo que 49% ocorrem no verão (máximo em janeiro, 270 mm) e apenas 2% no inverno (mínimo em julho e agosto, 0 mm), o que demonstra uma marcante sazonalidade climática (Figura 3). Esta sazonalidade é o principal fator controlador do regime hidrológico do Ribeirão Ponte de Pedra, porém com defasagem de um mês entre as medianas

mensais da chuva e da vazão, comprovada pelo maior coeficiente de correlação entre estes parâmetros ($r=0,87$). Assim, a maior mediana da vazão é registrada em março ($54,0 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e menor em agosto ($19,0 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) (Figura 3).

A variabilidade histórica das vazões diárias apresentou uma elevada amplitude, com vazão máxima de $96,30 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, mínima de $2,70 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ e com mediana de longo termo de $24,90 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Figura 4). A vazão de referência (Q_{95}), calculada para o exutório da bacia, foi de $11,80 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Figura 4), sendo que a vazão outorgável para usos consuntivos (70% da Q_{95}) e para diluição de efluentes (100% da Q_{95}), equivalem a $8,26 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ e $11,80 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, respectivamente.

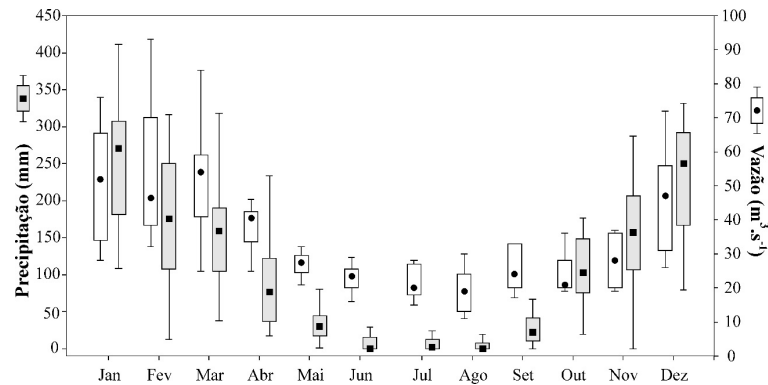


Figura 3 – Variação mensal mediana da precipitação na cidade de Rondonópolis no período de 2000 a 2015 (posto nº83410; Fonte: INMET) e da vazão líquida mediana mensal do Ribeirão Ponte de Pedra no período entre 1995 a 2006 (posto nº6545500; Fonte: Hidroweb/ANA).

3.3 Outorgas de uso da água

Em relação aos atos de outorgas, existem oito concedidas entre 2007 e 2015, sendo duas de usos não consuntivos (diluição) e seis de usos consuntivos (captação), que contabilizam uma vazão total outorgada de $2,78 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Tabela 3). Deste volume, 92% ($2,54 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) é utilizado para irrigação, 5% ($0,138 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) para diluição de efluentes industriais e 3% ($0,09 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) é captado para outros usos. Desta maneira, considerando a indissociabilidade entre a qualidade e a quantidade da água, e mantido os usos atuais, o Ribeirão Ponte de Pedra possui uma vazão outorgável de $5,70 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ ainda disponível para captação ou para diluição.

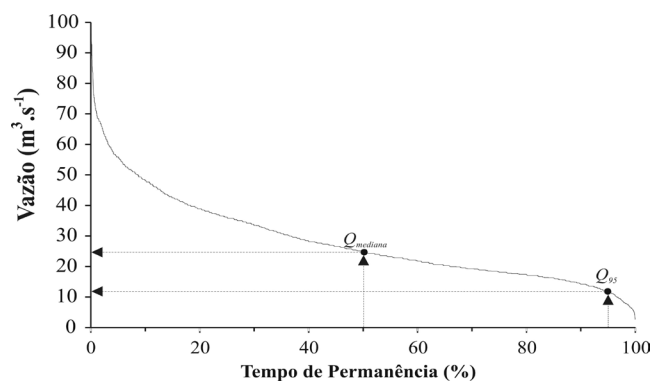


Figura 4 – Curva de permanência observada para o Ribeirão Ponte de Pedra no período entre 1995 a 2006 (posto nº6545500; Fonte: Hidroweb/ANA). Legenda: Q_{95} = vazão de referência utilizada no Estado de Mato Grosso; $Q_{mediana}$ = vazão mediana.

Além dos usos consuntivos citados na Tabela 2, destaca-se que no Ribeirão Ponte de Pedra, a montante do local de avaliação da qualidade da água neste estudo, estão em operação desde 2007 as Pequenas Centrais Hidrelétricas Eng^o José Gelázio da Rocha e Rondonópolis, situadas em sistema de cascata. Em toda a bacia, ocorre ainda uso da água para dessedimentação animal em pequenas e médias propriedades ao longo do ribeirão e afluentes, de difícil quantificação.

Modalidade	Finalidade	Curso d'água	Vazão outorgada (m ³ .s ⁻¹)
Diluição	Indústria	Córrego da Onça	0,11925*
Diluição	Indústria	Córrego da Onça	0,01855*
Captação	Outros	Ribeirão Ponte de Pedra	0,044
Captação	Outros	Ribeirão Ponte de Pedra	0,022
Captação	Outros	Ribeirão Ponte de Pedra	0,022
Captação	Irrigação	Ribeirão Ponte de Pedra	0,596
Captação	Irrigação	Ribeirão Ponte de Pedra	0,476
Captação	Irrigação	Ribeirão Ponte de Pedra	1,469

Tabela 2 – Outorgas concedidas na bacia do Ribeirão Ponte de Pedra para águas superficiais, para as modalidades, finalidades e vazão outorgada nos cursos d'água.

Legenda: *vazão de diluição de efluente; Fonte: SEMA (2018)

3.4 Qualidade da água

As águas do Ribeirão Ponte de Pedra podem ser caracterizadas por uma temperatura mediana de 24,8°C, com concentrações de oxigênio dissolvido satisfatória (7,00 mg.L⁻¹), com 100% dos resultados acima do limite mínimo estabelecido pela Resolução Conama 357/05. O pH foi levemente ácido (5,79), condizente com o baixo resultado de outros parâmetros, como a dureza (2,00 mg.L⁻¹) e a condutividade elétrica (5,6 µS.cm⁻¹), além disso a predominância de íons H⁺ foi favorecido pela baixa capacidade de tamponamento do meio tendo em vista os baixos valores de alcalinidade (2,24 mg.L⁻¹). Convém destacar que o pH foi o parâmetro com maior ocorrência de desacordo com a Resolução Conama 357/05, com 60% das amostras fora do limite estabelecido (Tabela 4).

Abaixa turbidez (10,24 UNT) atendeu em 100% os limites definidos pela legislação. A cor verdadeira foi relativamente moderada (76 mg.Pt.L⁻¹), não atendendo em 53% das amostragens os limites da Resolução Conama 357/05 (Tabela 4). Este parâmetro tem relação com as moderadas concentrações de ferro dissolvidos observadas (0,34 mg.L⁻¹), que determina diretamente o valor deste parâmetro e também não atenderam a legislação em 53% das amostragens. A concentração de sólidos totais também apresentou valores reduzidos (75 mg.L⁻¹), composto principalmente pela fração dissolvida (62,6 mg.L⁻¹), seguida pela fração em suspensão (10 mg.L⁻¹) e sedimentável (0,1 mg.L⁻¹). Da série de sólidos, a legislação estabelece limites apenas para os sólidos dissolvidos, que foi atendido em 100% das amostragens. A DBO foi baixa (2 mg.L⁻¹) e atendeu em 100% das amostragens ao limite para rios de classe

2. A DQO apresentou concentração moderada (11 mg.L⁻¹), indicando o aporte de material inorgânico da bacia ou orgânico refratário. Houve concentrações moderadas de nutrientes, tanto para NKT (0,50 mg.L⁻¹) quanto para fósforo total (0,025 mg.L⁻¹), sendo que este último parâmetro não atendeu os limites da legislação em 33% das amostragens. A concentração de *Escherichia coli* também apresentou valores moderados (1500 NMP/100 mL), não atendendo aos limites exigidos em 53% das amostragens (Tabela 3).

Parâmetros	VMP	Mediana	Frequência de não atendimento a legislação (%)
Temperatura (°C)	-	24,8	-
pH	6,0 a 9,0	5,79	60
Cor (mgPt.L ⁻¹)	75	76	53
Turbidez (NTU)	100	10,24	0
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	-	2,24	-
Dureza (mg.L ⁻¹)	-	2,0	-
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	-	5,6	-
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	> 5,0	7,0	0
Demanda Química de Oxigênio (mg.L ⁻¹)	-	11	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L ⁻¹)	5,0	2	0
Nitrogênio Kjeldahl (mg.L ⁻¹)	-	0,500	-
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	0,10	0,025	33
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,3	0,340	53
Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)	-	75	-
Sólidos Suspensos (mg.L ⁻¹)	-	10	-
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	500	62,6	-
Sólidos Sedimentáveis (mg.L ⁻¹)	-	0,1	-
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	1000	1500	53

Tabela 3 – Parâmetros descritores da qualidade da água do Ribeirão Ponte de Pedra e percentual de atendimento aos padrões da legislação.

Legenda: *VMP=Valor Máximo Permitido, conforme Resolução 357/05 Conama para corpos d'água da Classe 2.

Os resultados do Índice de Qualidade de Água (IQA) apresentaram valores entre 42 e 76, indicando que o Ribeirão Ponte de Pedra apresentou qualidade regular em 53% das amostragens, boa em 27% e ruim em 20% das amostragens (Figura 5).

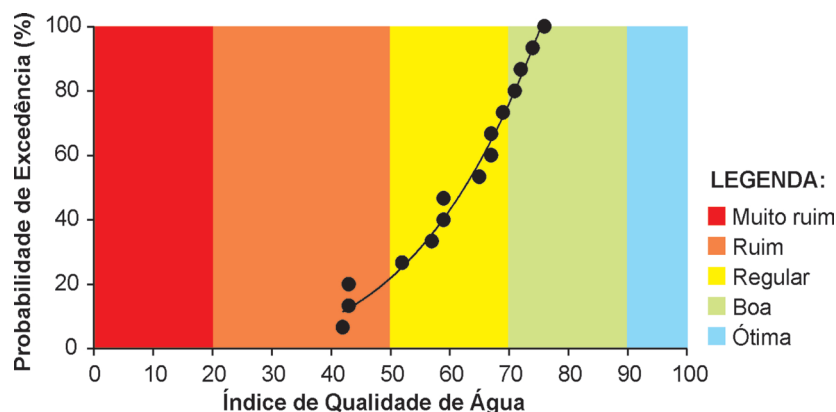


Figura 5 – Classificação do Índice de Qualidade de Água do Ribeirão Ponte de Pedra.

4 | DISCUSSÃO

A supressão da vegetação nativa na bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte Pedra para fins agropecuários provocou um déficit de áreas de reserva legal, pois atualmente aproximadamente 1% de vegetação é remanescente, a maioria localizada na porção baixa da bacia, no Parque Estadual Dom Osório Stöffel, quando deveria ser cerca de 20% em toda a bacia para cumprir os requisitos legais estabelecidos no Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12; BRASIL, 2017). Porém, embora a vegetação remanescente seja extremamente reduzida, tem sido mantida nas escarpas (áreas com maior declividade) e trechos das margens dos rios (matas ciliares) e, parte do que foi detectado como pastagem, inclui também veredas e campos limpos, formações naturais do Cerrado (Savana) que ocorrem na bacia. Na área deste Parque esta vegetação ocupa cerca de 5%, sendo provável que este percentual se mantenha em toda a bacia. Isso tem evitado que ocorram fortes alterações na qualidade da água, pois a mata ciliar, entre as suas funções, diminui e filtra o escoamento superficial, impedindo ou minimizando o carreamento de sedimentos e nutrientes para o sistema aquático, contribuindo, dessa forma, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água nas bacias (QUEIROZ et al., 2010).

O uso e a ocupação do solo nesta região são favorecidos pelos eixos rodoviários da BR-364 e da BR-163, que desde o início da década de 1970 abriu caminhos para o processo de colonização do Cerrado Mato-grossense (SANTOS, 2012). Recentemente, na bacia do Ribeirão Ponte de Pedra foi instalado um porto seco (Ferronorte), associado à indústria de beneficiamento de grãos, a qual utiliza tributários do Ribeirão Ponte de Pedra para a diluição de efluentes. Também está prevista a expansão da área urbana até este porto, localizado à cerca de 15 km da sede do município.

Os dados pluviométricos para o período considerado nesse estudo demonstram a sazonalidade regional, com dois períodos distintos, corroborando com estudos na bacia do rio Vermelho, que mostrou que o clima local é úmido e seco, e concentra a maior parte da pluviosidade de outubro a março, enquanto a estiagem tem início em abril e se prolonga até setembro e, com outros estudos para região sul mato-grossense (SETTE et al., 2002; FANTIN-CRUZ, 2015; SOUZA; LOVERDE-OLIVEIRA, 2014).

A variação fluviométrica, com menor volume de água, em agosto na seca, e os maiores volumes, em março na época chuvosa, refletem esta sazonalidade de chuvas e seguem o mesmo padrão descrito por Nunes da Cunha et al. (2014) para diferentes rios formadores do Pantanal Norte, que em conjunto promovem os pulsos sazonais de inundação anual (monomodal), responsável pela manutenção do funcionamento ecológico desta planície de inundação.

As chuvas atuam como fator integrador entre o ecossistemas terrestre e aquático da bacia de drenagem, transportando para os cursos d'água sedimentos e substâncias orgânicas e inorgânicas tanto de origem natural quanto das atividades

antrópicas. A conversão de vegetação natural em áreas agrícolas e pastagens para animais, especialmente das matas ciliares, além de reduzir essa integração, aumenta a quantidade de material transportado, através do aporte difuso aos corpos d'água, o que torna difícil a sua quantificação. As relações complexas entre as atividades humanas e a qualidade de água, evidenciam que o gerenciamento dos componentes terrestres e aquáticos não pode ser tratado separadamente, e que a unidade espacial mais apropriada para uma gestão conjunta é a da bacia hidrográfica (ARAÚJO; ZEILHOFER, 2011).

No Ribeirão Ponte de Pedra, os principais indicadores das alterações da qualidade da água pelas atividades antrópicas em sua bacia hidrográfica foram cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total e bactérias *Escherichia coli*, cujos resultados foram entre 33 a 53% acima dos padrões da legislação para rios de classe 2. Isso indica o efeito dos efluentes difusos, oriundos da atividade agropecuária, ampliado pela supressão das matas ciliares em alguns trechos do rio, bem como do uso da água para a diluição dos efluentes industriais de fontes pontuais, devidamente outorgados (ou não). Com exceção de *E. coli*, os demais parâmetros da qualidade água são correlacionados entre si e refletem basicamente o uso e ocupação do solo na bacia, porém, o fósforo total pode ser oriundo destes dois tipos de fontes.

Souza e Loverde-Oliveira (2014) e de Araújo e Zeilhofer (2011) também encontraram elevadas concentrações de fósforo na bacia dos rios Vermelho, Cuiabá e São Lourenço, atribuídas principalmente ao aporte de efluentes domésticos de áreas urbanas e deflúvios agrícolas. Rocha, Freitas e Silva (2014) observaram que entre as seis variáveis influenciadas pelo transporte e pela lixiviação de materiais, a redução da cobertura vegetal com exposição do solo e o manejo inadequado, estão cor, turbidez, ferro total e fósforo total.

Vale mencionar que a presença predominante de gado na bacia, especialmente nas áreas de preservação permanente (como observado *in loco*) “inibe o desenvolvimento de brotos de árvores e a ciclagem de nutrientes e acelera o processo de degradação do solo em virtude da compactação, influenciando diretamente na qualidade dos recursos hídricos” (SANTOS; HERNANDEZ, 2013).

O fósforo é transportado principalmente através de partículas finas de sedimento, as quais ele se adsorve ou se complexa com o ferro (GODOI et al., 2011), também presente nos sedimentos. Estas partículas de sedimento, conferem cor à água, também conferida pelo ferro que ocorre em elevadas concentrações nos solos da bacia do Ribeirão Ponte de Pedra (Latosolos). Neste sentido, como as concentrações elevadas de fósforo foram acompanhadas de aumento na cor e na concentração de ferro, pode-se inferir que a principal fonte deste composto é oriunda da erosão e do intemperismo natural dos solos e rochas da bacia de drenagem, ampliado pelo intenso uso do solo e supressão da vegetação nativa, que aumentam o escoamento superficial e os processos erosivos.

É fato que uma ocupação desordenada tende a ocasionar ou mesmo agravar

os processos erosivos, por isto a necessidade de acompanhamento técnico é imprescindível, com análises criteriosas para aprovação de empreendimentos e, sobretudo práticas conservacionistas no processo de implantação dos mesmos (BAHAR; CARVALHO, 2012).

Por outro lado, estes fatores na bacia do Ribeirão Ponte de Pedra não comprometeram as concentrações de sólidos e de turbidez da água, denotando que a maior parte das partículas transportadas para este corpo d'água encontra-se na forma dissolvida e/ou coloidal, ou seja, partículas finas e, geralmente, menores do que $1\mu\text{m}$, não detectáveis nas análises de sólidos e turbidez, mas nas análises de cor verdadeira, como mencionado acima. As baixas concentrações de sólidos e turbidez foram semelhantes aos valores encontrados no Rio Correntes (FANTIN-CRUZ et al., 2015) e distintos aos registros para o Rio Vermelho e São Lourenço (ARAÚJO; ZEILHOFER 2011; SOUZA; LOVERDE-OLIVEIRA 2014; LIMA et al., 2015), ambos tributários do Pantanal. O Rio Vermelho apresentou elevados valores de turbidez e de sólidos, embora seja o rio principal para o qual o Ribeirão Ponte de Pedra converge, ambos são distintos, pois drenam áreas com pedologia diferenciada, o que lhes confere diferentes características físicas (tamanho das partículas) e químicas da água (concentração). Já o Rio Correntes tem maior similaridade quando comparados os terrenos drenados e as características limnológicas dos cursos d'água.

Vale destacar ainda que as baixas concentrações de DBO, menores do que o limite máximo da legislação ($5,0\text{ mg.L}^{-1}$) e a origem do fósforo, permitem inferir que a maior parte deste composto no Ribeirão Ponte de Pedra está na forma inorgânica e que, tendo em vista as baixas concentrações dos tipos nitrogenados, este fósforo tem reduzido potencial em causar problemas de eutrofização nos ecossistemas aquáticos.

Com relação ao pH, os resultados ligeiramente ácidos e um pouco abaixo do valor mínimo em 60% das amostras, semelhantes às águas do Rio Corrente (FANTIN-CRUZ et al., 2015), são reflexo das condições geopedológicas da bacia, onde predominam solos ácidos (Latosolos). Esta característica da água é ainda um dos fatores que tende a manter o fósforo complexado ao ferro (GODOI et al., 2011) desfavorecendo sua disponibilidade no meio aquático para os organismos produtores (fitoplâncton), corroborando com o mencionado acima, de que é reduzido o potencial de eutrofização do Ribeirão Ponte de Pedra. Por outro lado, a deposição deste fósforo no sedimento, principalmente nos reservatórios hidrelétricos (PCHs Eng^o José Gelázio e Rondonópolis) podem favorecer a ocorrência e proliferação de macrófitas aquáticas nestes ambientes, como já vem sendo registrado, causando prejuízos econômicos à geração de energia elétrica, devido ao assoreamento e redução do volume de água armazenado.

As bactérias *Escherichia coli* apresentaram uma concentração moderada, não atendendo aos limites exigidos pela legislação em 53% das medições. Por se tratar de uma bacia totalmente rural, este valor elevado pode estar relacionado com a presença de criação animal, bem como aos efluentes que vem sendo diluídos no

rio, como citado anteriormente. Nos locais destinados a pastagem de gado, como não há controle da eliminação dos excrementos, os mesmos podem seguir para os canais adjacentes podendo também ocasionar a contaminação dos corpos hídricos (GARCÍA-GARCÍA et al., 2012; LIMA et al., 2015).

Os valores de fósforo e *E. coli* foram os principais responsáveis pelos baixos resultados do IQA, juntamente com o pH. Estes resultados indicam moderada alteração da qualidade da água (com exceção do pH), relacionada principalmente aos tipos predominantes de usos do solo e da água na bacia, condição que pode comprometer alguns usos múltiplos da água que ocorrem na bacia, como balneabilidade e dessedentação animal, como previsto pela legislação, permitindo inferir que há risco potencial de haver aumento progressivo na deterioração da qualidade da água, considerando a ampliação de usos na bacia, com a área urbana próxima e outras atividades impactantes.

Por outro lado, as condições à manutenção da biota aquática, de maneira geral, foram satisfatórias, como indicado pelos resultados de oxigênio dissolvido acima do limite mínimo da legislação, bem como de NKT, que é um parâmetro resultante da soma entre n.orgânico e n.amoniacal, este último tóxico à biota em concentrações acima de 3,7 mg/L, muito superior a mediana observada no Ribeirão Ponte de Pedra somente para o NKT. Isso permite afirmar que a mediana de n.amoniacal, mesmo não tendo sido avaliada, certamente é menor ou igual a este baixo resultado (0,500 mg.L⁻¹).

Para atender as demandas de uso da água, além da qualidade da água, é indispensável considerar a disponibilidade hídrica, que segundo Cruz (2001), é o volume que pode ser utilizado nas diversas atividades sem comprometer o meio ambiente aquático. Na gestão deste recurso espera-se garantir água com qualidade e quantidade para os usos imediatos, futuros e mitigar conflitos (PEREIRA, 2012). Nesse contexto, a instituição do instrumento da outorga de recursos hídricos é uma ferramenta de gestão, pois estabelece limites e critérios para concessão de direito do uso da água.

A disponibilidade hídrica da bacia em estudo, onde estão outorgados 33% para usos consuntivos e 15% para não consuntivos, indica disponibilidade para captação 67% do total. Isto, em princípio, demonstra que há potencial de ampliação de usos da água, especificamente para irrigação já praticada nessa bacia em função da predominância do uso agrícola e pecuária. Além disso, ainda estão disponíveis 85% para diluição, o que poderia atender a previsão de aumento da demanda para este uso, frente à expansão urbana prevista para esta bacia. No entanto, embora ainda haja disponibilidade hídrica, trata-se de uma bacia com volume de água reduzido, especialmente na estiagem, criando implicações para a outorga da água. Convém mencionar ainda que as alterações na qualidade da água em relação aos padrões da legislação implica na necessidade de uma análise da quantidade de água a ser outorgada, pois tanto a ampliação da diluição quanto da captação para usos

consuntivos podem aumentar o comprometimento desta qualidade e, por conseguinte, os próprios usos múltiplos da água, inclusive aqueles não consuntivos existentes na bacia, como a geração de energia elétrica.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados, mediante os métodos adotados e análises realizadas, foram satisfatórios em demonstrar as correlações entre os usos do solo e da água com os recursos hídricos. O método de classificação dos usos do solo indicou que cerca de 75% da área de drenagem da bacia do Ribeirão Ponte de Pedra está comprometida com uso antrópico, sem a devida proteção de reserva legal e áreas de preservação permanente. Essa condição, aliada aos usos da água, mesmo os outorgados, refletiu em alterações da qualidade da água, que foi classificada entre ruim e regular em 73% do tempo, e ocorrência de cinco variáveis de qualidade de água em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357 para corpos de água classe II. Os principais indicadores destas alterações foram cor verdadeira, ferro dissolvido e fósforo total, que refletem os usos inadequados do solo na bacia, e as bactérias *Escherichia coli*, que reflete os usos da água na diluição de efluentes de origem pontual ou difusa, outorgados ou não. Estes indicadores demonstram já haver conflitos na bacia, entre estes usos da água e os demais previstos para rios de classe 2, como balneabilidade, e entre os usos do solo e a geração de energia elétrica, considerando o registro de processo de assoreamento dos reservatórios das duas PCHs em operação no Ribeirão Ponte de Pedra.

A supressão da vegetação nativa e o avanço da agropecuária e da urbanização, que implicam em aumento das demandas por água na bacia poderá, em médio prazo, acelerar e aumentar os impactos sobre os recursos hídricos, bem como ampliar os conflitos. Ao mesmo tempo, a tendência de aumento na supressão da vegetação, especialmente nas áreas de nascentes, poderá também comprometer a quantidade de água, causando insegurança hídrica que, por sua vez, reduzirá o fato de diluição dos efluentes lançados no Ribeirão, sendo mais um aspecto de deterioração e de conflito da qualidade da água.

A análise integrada realizada neste trabalho, relacionando os aspectos qualitativos da água com as atividades antrópicas, tendo como unidade a bacia hidrográfica do Ribeirão Ponte de Pedra, gerou importantes subsídios à gestão dos recursos hídricos, que podem embasar medidas preventivas e/ou corretivas a serem adotadas pelos diferentes segmentos sociais da bacia, tanto público quanto privado, evitando assim a ampliação dos impactos, a ocorrência de crises e conflitos e o comprometimento da segurança hídrica.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ARAÚJO, G. C.; ZEILHOFER, P. Padrões Espaciais da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá e Rio São Lourenço – Mato Grosso. *HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*. v. 7, n. 13, p. 55-70, 2011.
- BAHR, G.C.; CARVALHO, S.M. Identificação da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, como subsídio ao Projeto de Expansão Urbana de Telêmaco Borba – PR. *Revista Ra'e Ga*, 26 (2012), p.157-181.
- BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n. 12.651/2012 Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: janeiro de 2017.
- CANDIDO, A. K. A. A. Tratamento de imagens orbitais e suborbitais para caracterização ambiental da cabeceira do rio São Lourenço-MT. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT, 2012.
- CANDIDO, A. K. A. A.; SANTOS, J. W. M. C. Avaliação de métodos de delimitação automática da sub-bacia da bacia hidrográfica do rio manso-MT a partir de MDE. *Anais... Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. Curitiba, p.1121-1128, 2011.
- CETESB, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Água: qualidade, padrões de potencialidade e poluição. São Paulo: CETESB, 2003.
- CRUZ, J. C. Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais. 189f. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FANTIN-CRUZ, I.; PEDROLLO, O.; GIRARD, P.; ZEILHOFER, P.; HAMILTON, S. K. Effects of a Diversion Hydropower Facility on the Hydrological Regime of the Correntes River, a Tributary to the Pantanal floodplain, Brazil. *Journal of Hydrology*. (Amsterdam), v. 531, p. 810-820, 2015.
- FIGUEIREDO, S. B. Avaliação da Qualidade da Água da Sub-Bacia do Rio Cuiabá-MT Aplicando Análise Multivariada. 2012. 140 f. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.
- FREITAS, E. V. C.; BARRETO, F. M. S.; NUNES, A. B. A.; ALENCAR, M. F. Índice de Qualidade da Água Bruta do Açude Gavião – Município de Pacatuba. *Anais... 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2011.
- GARCÍA-GARCÍA, P. L.; MARTÍNEZ-JERÓNIMO, F.; VÁZQUEZ, G.; FAVILA, M. E.; NOVELO-GUTIÉRREZ, R. Effects of land use on water quality and *Ceriodaphnia dubiaria* production. *Hidrobiologica*, v. 22, n. 3, p. 229-243, 2012.
- GODOI, R.H.M. et al. Caracterização dos sistemas iônicos e particulado no reservatório. In: CUNHA, C.L.N.; CARNEIRO, C.; GOBBI, E.F.; ANDREOLI, C.V. Eutrofização em reservatórios: gestão preventiva. Estudo Interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR. Curitiba: Editora UFPR, 2011. 171-188 pp.
- GOMES-SILVA, P. A. J.; LIMA, S. D.; GOLIN, R.; FIGUEIREDO, D. M.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B.; DORES, E. F. G. C. Qualidade da água de uma microbacia com fins de abastecimento público, Chapada dos Guimarães, MT. *Holos*. Ano 30, v. 4, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Downloads Geociências. Disponível em: <<http://>

downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>.

ICMBio-Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Reservas Particulares do Patrimônio Natural. RPPN Parque Ecológico João Basso. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/589/>. Acesso em: julho de 2017.

JESUZ, C.R.; CABRAL, I.L.L. A morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral MT. *Revista Ra'e Ga*. v. 38, p-321-334. 2016.

LIMA, C. R.; ZEILHOFER, P.; DORES, E. F.; FANTIN-CRUZ, I. Variabilidade espacial da Qualidade de Água em Escala de Bacias - Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, p. 168-178, 2015.

MACHADO, R.B.; HARRIS, M.B.; SILVA, S.M.; RAMOS NETO, M.B. Human impacts and environmental problems in the Brazilian Pantanal. In: *The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland*. Sofia-Moscou: Pensoft, 2011. 719-740 p.

MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 220 p.

MATO GROSSO. SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Resolução CEHIDRO nº 29. Disponível em: http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_docman&Itemid=280&limitstart=60. Acesso em: julho de 2017.

MENDONÇA, F.; SANTOS, L. J. C. Gestão da água e dos recursos hídricos no Brasil: avanços e desafios a partir das bacias hidrográficas: uma abordagem geográfica. *Revista Geografia*, v. 31, n. 1, p.103-118, 2006.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Resoluções Conama. Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2017.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A. Indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Toledo-PR. Curitiba: Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) Universidade Federal do Paraná. 2006.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation*, v. 24, p. 5-22, 2014.

OLIVEIRA FILHO, P. C.; DUTRA, A. M.; CERUTI, F. C. Qualidade das Águas Superficiais e o Uso da Terra: Estudo de Caso Pontual em Bacia Hidrográfica do Oeste do Paraná. *Floresta e Ambiente*. v.19,n.1, p. 32-43,2012.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. *Revista Verde (Mossoró – RN)*. v. 5, n.4, p. 200 -210, 2010.

ROCHA, C.H.B; FREITAS, F.A.; SILVA, T.M. Alterações em variáveis limnológicas de manancial de Juiz de Fora devido ao uso da terra. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.18, n.4, p.431–436, 2014.

SANTOS, J. W. M. C. Ritmo Climático e Sustentabilidade sócio-ambiental da agricultura comercial da soja no Sudeste de Mato Grosso. *Revista do Departamento de Geografia*, v.17, 61-82, 2011.

SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.17, n.1, p.60–68, 2013

SEMA-SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Outorga. Disponível em: http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=96. Acesso em: janeiro de 2019.

SEMA- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Unidades de Conservação. Disponível em: http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=155&Itemid=288. Acesso em: julho de 2017.

SEMA- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Plano de Manejo do Parque Estadual Dom Osório Stoffel. Rondonópolis: IGPlan/Sema, 2013.

SEPLAN-MT– Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas de Mato Grosso. Cuiabá: Entrelinhas. 2011. 100 p.

SETTE, D. M.; TARIFA, J. R.; GRIPP, W. G. O ritmo das chuvas e da qualidade das águas do rio Vermelho em Rondonópolis-MT. *Intergeo*. Ano 2. n. 2, p. 92-101, 2002.

SILVA, A. M. Vazões mínimas e de referência na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. *Bras. Eng. Agríc. Ambiental*. v. 10, n.2, p. 374-380, 2006.

SILVA, A. R.; TOMASIELLO, D. B.; PRADO, B. R.; VIEIRA, M. A.; BARBARISI, B. F.; ORTIZ, M. J. Extração da cobertura vegetal de áreas urbanas utilizando imagens do satélite GeoEye-1. *Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba-PR*. p.1576-1583, 2011.

SIQUEIRA, R. M. B.; HENRY-SILVA, G. G. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e o funcionamento dos ecossistemas fluviais. *Boletim da Associação Brasileira de Limnologia*, v. 39, n. 2, 2011.

SOUZA, A. V. V.; LOVERDE-OLIVEIRA, S. M. Análise da qualidade da água do rio Vermelho em Mato Grosso: no período de cheia no ano de 2014. *Revista Biodiversidade*, v. 13, p. 115-126, 2014.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transaction of the American Geophysical Union*. v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

TERRADO, M.; BORRELL, E.; CAMPOS, S.; BARCELO, D.; TAULER, R. Surface-water-quality indices for the analysis of data generated by automated samplings network. *Trends in Analytical Chemistry*, v. 29, no. 1, p. 40-52, 2010.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em micro bacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola*, v. 59, n.1, p. 181-186, 2002.

TRAUTWEIN, C.; SCHINEGGER, R.; SCHMUTZ, S. LANPREF: landscape - pressure - fish - cascades. NOAA NWFSC Monster Seminar JAM, APR 28, NW Fisheries Science Center, Seattle, WA, USA. 2012.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. A Água. *Publifolha*, 120 p. 2005.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados SRTM. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: fevereiro de 2018.

VIEIRA, E. M.; ALMEIDA, F. T.; ALVES, M. G. Uso do MDT e Bacias de contribuição (Watershed) na seleção de pontos para o monitoramento da contaminação agrícola. São José dos Campos: INPE, p. 3427-3432. 2005. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/tid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.22.05/doc/3427.pdf>. Acesso em: março de 2018.

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

