

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

RENATA DANIELLE CARDOSO DELAZARI

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA RESTRIÇÃO E CONTROLE DO USO DAS
ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA (UGRHI 15) NO
NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL**

Ilha Solteira
2020

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E
REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA**

RENATA DANIELLE CARDOSO DELAZARI

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA RESTRIÇÃO E CONTROLE DO
USO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA
RITA (UGRHI 15) NO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO -
BRASIL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua.

Prof. Dr. Cláudio Antônio Di Mauro
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

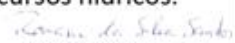
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

D343i Delazari, Renata Danielle Cardoso.
Identificação de áreas para restrição e controle do uso das águas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita (UGRHI 15) no Noroeste do Estado de São Paulo - Brasil / Renata Danielle Cardoso Delazari. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2020
123 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos, 2020

Orientador: Claudio Antonio Di Mauro
Inclui bibliografia

1. Áreas de restrição de uso. 2. Bacias hidrográficas. 3. Recursos hídricos.


Raiane da Silva Santos

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Identificação de Áreas para Restrição e Controle do Uso das Águas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita (UGRHI 15) no Noroeste do Estado de São Paulo – Brasil

AUTORA: RENATA DANIELLE CARDOSO DELAZARI

ORIENTADOR: CLAUDIO ANTONIO DI MAURO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, área: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. CLAUDIO ANTONIO DI MAURO

Instituto de Geografia / Universidade Federal de Uberlândia



Prof. Dr. ANTONIO CEZAR LEAL

Departamento de Geografia / FCT/UNESP - Câmpus de Presidente Prudente



Prof. Dr. WAGNER COSTA RIBEIRO

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA / UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ilha Solteira, 21 de agosto de 2020.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida.

A minha família, em especial a meu marido Lucas que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

No decorrer desta pesquisa muito aconteceu, muito se aprendeu, muito se ensinou e muito se superou. E várias pessoas estiveram presentes e contribuíram para que fosse realizada.

Agradeço a minha mãe Valdete e ao meu pai Sebastião, que me deram apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Obrigada minha irmã Aline, que nos momentos da minha ausência dedicados aos estudos, sempre entendeu que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Ao Lucas, pessoa com quem amo partilhar a vida. Obrigada pelo carinho, pela paciência e por entender os momentos em que estive ausente.

Agradeço a todos os professores, que foram tão importantes na minha vida acadêmica, em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Antônio Di Mauro, pelo apoio, paciência, dedicação e ensinamentos no desenvolvimento desta pesquisa.

Meus agradecimentos aos amigos, que fizeram parte da minha formação, que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui e vão continuar presentes em minha vida.

Em especial ao Heidson, que auxiliou nas etapas do trabalho que precisava de geoprocessamento, sempre prestativo e colaborativo. E também a Adriana, com quem dividi as dificuldades e alegrias durante o decorrer do Mestrado, parceira de todas as viagens de para a UNESP de Ilha Solteira, às vezes, sorrindo e cantando e outras mais tristes, devido aos percalços e desafios diários, mas sempre com o propósito de cumprir essa meta.

Reitero o apoio técnico científico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram e fazem parte dessa história... A todos, o meu carinho e muito obrigada!

“O rio atinge seu objetivo, porque aprendeu a contornar obstáculos.” Lao Tsé

RESUMO

A superexploração dos recursos naturais para os diversos usos promove a escassez e deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Por isto, surge à necessidade de repensar as metodologias para a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, visando à proteção não apenas da qualidade como também, da quantidade das águas. Nesse sentido, o controle do uso e ocupação do solo, por meio da restrição e fiscalização das atividades socioambientais, é uma das estratégias de proteção da água, identificando áreas mais suscetíveis, de forma a promover a adoção de ações de controle da exploração da água e do uso do solo nas áreas de proteção, podendo-se garantir o uso sustentável e racional da água e a proteção dos aquíferos. Portanto, o objetivo desta pesquisa é apresentar uma proposta de identificação de áreas destinadas às restrições de uso e ocupação do solo nas áreas de proteção do recurso hídrico, na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita/SP (UGRHI 15), onde há elevada concentração de captações. Para o desenvolvimento da proposta, foram caracterizados os cenários hidrogeológicos da área por meio do levantamento de informações existentes, a fim de compor um banco de dados para geoprocessamento, elaboração de mapas para o reconhecimento de áreas críticas, seleção de indicadores, análise para a determinação de áreas prioritárias para ações de gestão e ao final elaborou-se uma proposta de legislação para o regramento no uso e manejo dos recursos hídricos. Conclui-se que, por meio da mudança de paradigmas no uso e ocupação do solo, o modelo para a proteção e conservação dos recursos hídricos seja eficiente, já que medidas de controle e monitoramento são primordiais para a gestão do uso da água, permitindo a compreensão dos gestores e tomadores de decisão, atendendo as necessidades de atender os usos múltiplos das águas, conforme determina a legislação.

Palavras-chave: Áreas de restrição. Bacia hidrográfica. Recursos hídricos.

ABSTRACT

Overexploitation of natural resources for different uses promotes scarcity and deterioration in the quality of surface and groundwater. For this reason, there is a need to rethink the methodologies for the implementation of water resources management instruments, aiming to protect not only the quality but also the quantity of water. In this sense, the control of land use and occupation, through the restriction and inspection of socio-environmental activities, is one of the water protection strategies, identifying more susceptible areas, in order to promote the adoption of actions to control water exploitation. and land use in protected areas, which can guarantee the sustainable and rational use of water and the protection of aquifers. Therefore, the objective of this research is to present a proposal for the identification of areas destined to land use and occupation restrictions in water resource protection areas, in the Ribeirão Santa Rita/SP hydrographic basin (UGRHI 15), where there is a high concentration of abstractions. For the development of the proposal, the hydrogeological scenarios of the area were characterized through the survey of existing information, in order to compose a database for geoprocessing, preparation of maps for the recognition of critical areas, selection of indicators, analysis for the determination priority areas for management actions and at the end a proposal for legislation was drawn up to regulate the use and management of water resources. It is concluded that, by changing paradigms in the use and occupation of the soil, the model for the protection and conservation of water resources is efficient, since control and monitoring measures are essential for the management of water use, allowing the understanding of managers and decision makers, meeting the needs to meet the multiple uses of water, as required by law.

Keywords: Restriction Areas. Hydrographic basin. Water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Bacia hidrográfica	20
Figura 2	- Elementos da bacia hidrográfica.....	20
Figura 3	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	31
Figura 4	- Áreas de restrição propostas para a região do Jurubatuba.....	43
Figura 5	- Áreas de restrição propostas para urbana de Ribeirão Preto/SP.....	46
Figura 6	- Zonas de Ações Prioritárias da área urbana de São José do Rio Preto/SP.....	51
Figura 7	- Localização da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	52
Figura 8	- Municípios que compõem a Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	53
Figura 9	- Microbacias da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	55
Figura 10	- Hidrografia da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	56
Figura 11	- Enquadramento dos cursos d'água da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	59
Figura 12	- Bioma da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	61
Figura 13	- Aquíferos da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	64
Figura 14	- Pedologia da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	68
Figura 15	- Umidade Relativa do Ar Média no período de 2012 a 2019 em Populina/SP.....	70
Figura 16	- Precipitação e temperatura mensal no período de 2012 a 2019 em Populina/SP.....	71
Figura 17	- Precipitação e temperatura mensal no período de 2012 a 2019 em Fernandópolis/SP.....	73
Figura 18	- Fluxograma metodológico para a identificação das áreas prioritárias.....	78
Figura 19	- Uso da Água na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	85
Figura 20	- Outorgas por Microbacias na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	86
Figura 21	- Outorgas por tipo de uso na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	86
Figura 22	- Outorgas por usuário na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	87
Figura 23	- Comparação das Outorgas por tipo de uso de acordo com o usuário.....	88
Figura 24	- Balanço Hídrico Quantitativo na Bacia do Ribeirão Santa Rita	91
Figura 25	- Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	94
Figura 26	- Áreas contaminadas e reabilitadas na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	97
Figura 27	- Vulnerabilidade de Aquíferos à poluição na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	100
Figura 28	- Ordem de Priorização das Microbacias na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Medidas de Restrição e Controle para os poços de captação de água subterrânea na região do Jurubatuba.....	44
Tabela 2	- Medidas de Restrição e Controle na área urbana de Ribeirão Preto/SP.....	46
Tabela 3	- Proposta de medidas de restrição e controle na área urbana de São José do Rio Preto/SP.....	50
Tabela 4	- Área das Microbacias da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	54
Tabela 5	- Localização das Nascentes da Bacia do Ribeirão Santa Rita..	57
Tabela 6	- Área dos Aquíferos na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	62
Tabela 7	- Características Pedológicas da Bacia do Ribeirão Santa Rita.	67
Tabela 8	- Indicadores para a priorização das áreas de restrição e controle de uso da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	79
Tabela 9	- Características morfométricas da Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	80
Tabela 10	- Valores de Kc.....	80
Tabela 11	- Correlação entre valores de Kf e susceptibilidade a enchente.	81
Tabela 12	- Densidade de drenagem.....	82
Tabela 13	- Premissas na modelagem de bacias hidrográficas e processos hidrológicos segundo o tamanho.....	82
Tabela 14	- Pivôs centrais na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	88
Tabela 15	- Classificação para o balanço hídrico quantitativo.....	89
Tabela 16	- Balanço Hídrico Quantitativo na Bacia do Ribeirão Santa Rita	90
Tabela 17	- Índices de Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	92
Tabela 18	- Índices de Uso e Ocupação do Solo por Microbacia.....	93
Tabela 19	- Identificação das áreas contaminadas e reabilitadas na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	96
Tabela 20	- Vulnerabilidade de Aquíferos à poluição na Bacia do Ribeirão Santa Rita.....	99
Tabela 21	- Resultados dos indicadores de priorização por microbacia.....	103
Tabela 22	- Classificação das UPGMs segundo a pontuação dos indicadores.....	104
Tabela 23	- Pontuação de cada UPGM segundo a ordenação dos indicadores.....	104

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS	19
3.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	22
3.3 IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁGUA	25
3.4 ÁGUA SUBTERRÂNEA E AQUÍFEROS.....	26
3.5 AGENDA 2030 E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	30
3.6 ASPECTOS LEGAIS.....	32
3.7 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	36
3.7.1 Planos de Recursos Hídricos	36
3.7.2 Enquadramento dos corpos d'água	37
3.7.3. Outorga dos direitos de uso	39
3.7.4. Cobrança pelo uso da água	39
3.7.5. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	40
3.8 AREAS COM PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE DE USO NO ESTADO DE SÃO PAULO	41
3.8.1 Bacia do Rio Jurubatuba, município de São Paulo	41
3.8.2 Município de Ribeirão Preto/SP	45
3.8.3 Município de São José do Rio Preto/SP	48
4 AREA DE ESTUDO	52
4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	52
4.2 HIDROGRAFIA	54
4.3 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA.....	58
4.4 VEGETAÇÃO	60

4.5 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	62
4.6 PEDOLOGIA	65
4.7 PLUVIOSIDADE	69
5 METODOLOGIA	75
5.1 ANÁLISE MORFOMÉTRICA.....	75
5.2 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUJEITAS A RESTRIÇÃO E CONTROLE DO USO DA ÁGUA	77
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
6.1 ANÁLISE MORFOMÉTRICA.....	80
6.2 RECONHECIMENTO DE ÁREAS CRÍTICAS	83
6.2.1 Usos da Água	83
6.2.2 Balanço Hídrico	89
6.2.3 Uso e ocupação do solo	92
6.2.4 Áreas contaminadas	95
6.2.5 Vulnerabilidade Natural de Aquíferos à poluição.....	98
6.3. DETERMINAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTRIÇÃO E CONTROLE DO USO DA ÁGUA.....	101
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICE A – Manual de Procedimentos Operacionais para a identificação das áreas prioritárias para a restrição e controle do uso da água.....	119
APÊNDICE B – Proposta de Legislação para o Regramento no Uso e Manejo dos Recursos Hídricos.....	121

1 INTRODUÇÃO

A água é de extrema importância para a vida humana, pois além de assegurar a realização de funções vitais para o organismo, o homem a utiliza para diversas atividades, como produção de energia, alimentos, desenvolvimento industrial, econômico e agrícola (TUNDISI, 2003).

O Brasil é mundialmente reconhecido devido à presença de consideráveis reservas de água no território. Mas a abundância de recursos hídricos não significa disponibilidade e distribuição uniforme para o território. Nessas condições, surgem disputas e interesses por territórios onde haja disponibilidade hídrica e recarga de aquíferos. Assim, a água se transforma em importante fonte de poder, com controle econômico e social (MAURO, 2014).

A Lei nº 9.433/1997, que estabeleceu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, prevê que a água é um bem de domínio público, um recurso limitado e dotado de valor econômico, objetivando assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados para os diversos setores da sociedade, dentre eles usos domésticos, mineração, abastecimento público, irrigação, turismo, navegação, indústrias, pecuária, piscicultura, porém com uma gestão integrada e para que os fundamentos possam ser cumpridos, tem-se os instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Os recursos hídricos têm sido submetidos a vários tipos de degradação, contaminação e poluição, contribuindo para a insalubridade ambiental e conseqüentemente, para a proliferação de doenças infecciosas e parasitárias, de veiculação hídrica, sendo as principais: amebíase, giardíase, gastroenterite, febres e cólera. Indiretamente, a água também está ligada à transmissão de verminoses, vetores, como o mosquito *Aedes aegypti*, que se relacionam com a água podem ocasionar a dengue, a febre amarela e a malária. Em todos esses casos, o tratamento da água e condições sanitárias adequadas são formas de evitar as doenças. Por tal, a preservação da qualidade da água é uma necessidade de responsabilidade universal e um desafio para a gestão da saúde e qualidade de vida das pessoas, necessitando de propostas técnicas que tenham esse objetivo.

Segundo L'Apicciarella (2009), a criação de conglomerados industriais muitas vezes é acompanhada de uma implantação não planejada de uma rede de poços de produção de água subterrânea. Bombeando-se a água de maneira intensiva em

áreas pequenas, quando comparadas às áreas de abrangência de raios de influência de poços, estes raios se sobrepõem entre si, agravando o rebaixamento de nível d'água. Este problema aumenta ao se considerar que os efluentes gerados nas indústrias são descartados em áreas de contribuição ao aquífero explorado.

Nas últimas décadas, como consequência do desenvolvimento econômico e populacional do Estado, da escassez e deterioração da qualidade das águas superficiais e dos avanços tecnológicos na perfuração de poços, a exploração de água subterrânea tem aumentado expressivamente, inclusive para uso no sistema público de abastecimento de água (CETESB, 2007). Ações estas que promovem o rebaixamento dos níveis d'água em algumas regiões com sistemas aquíferos importantes no Estado de São Paulo, resultado do bombeamento desenfreado e não planejado da água (VANIER; ODA; IRITANI, 2006).

A disponibilidade de água, em mananciais e nascentes, encontra-se intimamente associada aos sistemas florestais, que vêm sendo intensamente devastados e fragmentados em função da pressão de expansão agrícola, urbana ou ainda de exploração irregular, como por exemplo, o uso das áreas de preservação permanente e a captação de água superficial e subterrânea sem outorga do direito de uso dos recursos hídricos.

Isto posto, é urgente a necessidade de identificar e priorizar a tomada de ações de controle, considerando-se o aumento populacional. Dentro desse contexto, há uma crescente necessidade de conservação de áreas para melhoria da qualidade e da quantidade do serviço hídrico (LIMA et. al. 2013), surgindo à necessidade de repensar as políticas públicas, principalmente no que se refere aos instrumentos de gestão ambiental (JARDIM; BURSZTYN, 2015).

Deve-se possibilitar a priorização de ações voltadas a outorga para captação superficial ou subterrânea, através do gerenciamento da exploração da água, a partir da adoção de medidas de gestão adequadas para evitar potenciais conflitos futuros pelo uso da água, implantação de medidas para a regularização e adequação de poços clandestinos ou construídos inadequadamente e a adoção de políticas públicas que promovam a conscientização e envolvimento, visando facilitar aos gestores públicos a aplicação de medidas de controle necessárias, bem como viabilizar a comunicação e interação com os usuários do recurso hídrico, buscando um ambiente participativo de gerenciamento do bem comum a proteger.

Em função da elevada demanda de uso das águas subterrâneas para abastecimento no Estado de São Paulo e do risco de contaminação, principalmente nas áreas de maior densidade demográfica, industrialização e vulnerabilidade natural, por fontes pontuais e difusas de poluição, tornam-se urgentes e prioritárias as ações visando à proteção da qualidade e quantidade do recurso hídrico.

A adoção de ações de controle da exploração da água e do uso do solo nas áreas de proteção pode garantir o uso sustentável e racional da água para gerações futuras e minimizar os impactos atualmente observados, ocasionados pela má gestão do recurso hídrico (VANIER; ODA; IRITANI, 2006).

O estabelecimento de uma proposta de restrições de ocupação do solo e controle do uso da água subterrânea tem o objetivo de servir de base para a implantação de estratégias de proteção de aquíferos. Sua efetivação depende da participação ativa das prefeituras, que têm atribuição sobre o parcelamento do solo, além da definição de uma política municipal de ocupação territorial clara nas proximidades de poços de abastecimento, incluindo medidas nos planos diretores.

Assim, em consonância com a Resolução CNRH nº15/2001, os órgãos municipal e estadual, utilizando o Comitê de Bacia, possibilitam discussões conjunta e participativa na tomada de decisões para a implantação de medidas e diretrizes conjuntas de proteção da água subterrânea em áreas críticas, bem como a elaboração de instrumentos legais, técnicos e administrativos para a implantação de restrições e ações de controle, visando adequada gestão e controle da extração dos recursos hídricos (VANIER; ODA; IRITANI, 2006).

De acordo com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Turvo Grande/CBH-TG (2019), o aumento contínuo verificado no volume outorgado de água subterrânea merece especial atenção. Há elevada concentração de captações subterrâneas em diversas aglomerações urbanas da UGRHI 15, especialmente na região de São José do Rio Preto, Olímpia e Catanduva. Assim, tal situação deve ser avaliada de modo sistemático, especialmente devido à possibilidade de ocorrência de interferências entre poços e a inviabilização do abastecimento público a médio e longo prazo.

Considerando a relevância do uso das águas subterrâneas na UGRHI, bem como o fato de que o volume total outorgado tem aumentado continuamente desde 2011 (CBH-TG, 2019). Constitui-se prioridade para a gestão racional da água o conhecimento detalhado sobre a relação entre demanda e disponibilidade hídrica.

Diante destes fatos, a importância desta pesquisa está na oportunidade de descrever uma metodologia e apresentar uma proposta de identificação de Áreas destinadas à Restrição e Controle de uso das águas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita/SP (UGRHI 15), pois somente políticas que introduzam eficiência ambiental nas atividades econômicas podem assegurar o desenvolvimento com sustentabilidade.

Além disso, a metodologia a ser proposta favorecerá para a implementação e efetivação da outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, um dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, prevista na Lei nº 9.433/1997.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é apresentar uma proposta de identificação de áreas a serem reconhecidas como de restrições e controle de uso da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, visando criar condições para contribuir para a efetivação da Deliberação nº 52/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que definiu as diretrizes e critérios gerais para o estabelecimento das Áreas de Restrição e Controle da captação e uso das águas subterrâneas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar os objetivos gerais desta pesquisa haverá necessidade de alcançar alguns objetivos específicos, tais como:

- Contribuir para a identificação e administração de conflitos dos diferentes usuários da água da bacia, dentre eles, agricultura, pecuária, indústria, abastecimento público, por meio do entendimento da situação atual e definição de metodologias eficazes para a manutenção da qualidade e quantidade da água;
- Oferecer informações para pactuação entre os órgãos gestores, usuários e as comunidades a implementar ações que melhorem a situação hídrica e evitem conflitos, dando apoio aos comitês de bacias hidrográficas, que gerenciam e administram esses conflitos, conforme determina a Lei nº 9.433/1997.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS

Os recursos hídricos são compreendidos como fontes de valor econômico essencial para a sobrevivência e desenvolvimento dos seres vivos. A preocupação com a preservação do ambiente hídrico devido às atividades antrópicas está evoluindo progressivamente. Devido a esse fato, é importante que haja um gerenciamento adequado dos potenciais hídricos disponíveis no mundo. Para isso, o conhecimento da hidrologia e do regime fluvial é fundamental (COELHO, 2011).

A hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua reação com o meio ambiente. O estudo da água era uma ciência descritiva e qualitativa, porém se transformou em uma área de conhecimento onde os métodos quantitativos têm sido explorados através de metodologias matemáticas e estatísticas, melhorando os resultados e explorando melhor as informações existentes (TUCCI, 1993).

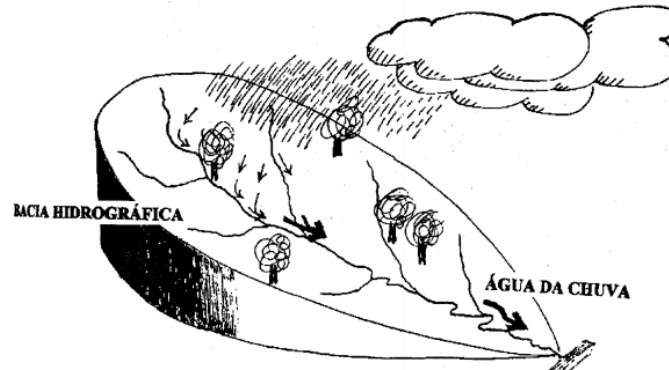
Por estar em constante evolução, a hidrologia hoje é uma área do conhecimento que tem evoluído expressivamente devido aos problemas crescentes observados nas bacias hidrográficas, como os impactos das ações antrópicas, decorrentes da ocupação inadequada, o aumento significativo da utilização da água para diversos fins. Por isso é importante que os impactos sejam minimizados, preocupando-se com os cuidados e a preservação do meio ambiente.

De acordo com Ottoni (2010), o conhecimento da disponibilidade de água de uma bacia hidrográfica é o principal instrumento de gestão de recursos hídricos, com base no qual pode ser concedido de forma adequada e sustentável o direito de uso.

Uma bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório ou foz. É composta basicamente de um conjunto de vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (TUCCI, 2004). Portanto, é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou por um sistema conectado de cursos d'água, de forma tal que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída. Pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a

saída é o volume de água escoado pelo exutório (Figura 1), considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados, transpirados e infiltrados.

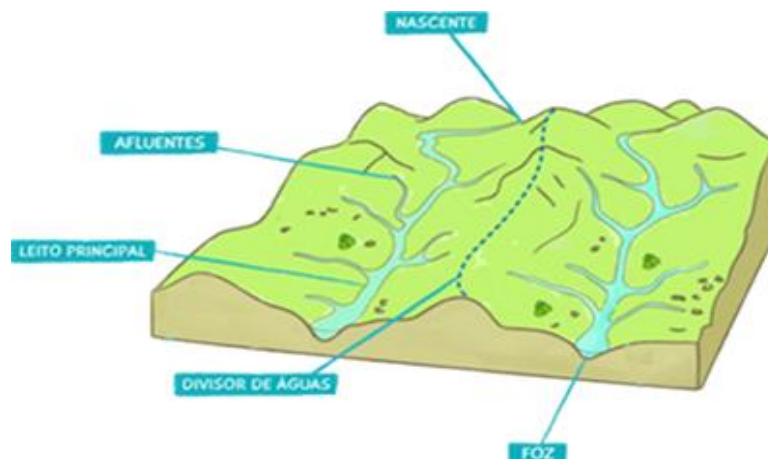
Figura 1 - Bacia hidrográfica



Fonte: ANA (2014).

Segundo Christofolleti (1974), as bacias hidrográficas são compostas por um conjunto de canais de escoamento de água. A quantidade de água que a bacia hidrográfica vai receber depende do tamanho da área ocupada pela bacia hidrográfica e por processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento, etc. Também compreendida como rede hidrográfica, a mesma é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena, é um receptor de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área tais como: topografia, vegetação, clima, uso e ocupação etc. Ela pode ser definida como uma área limitada por um divisor de águas (Figura 2), que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação.

Figura 2 - Elementos da bacia hidrográfica



Fonte: Adaptado de Cunha e Ferreira (2016).

Esta é a unidade básica de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, podendo ser considerada uma excelente unidade de gestão tanto de elementos naturais, quanto sociais, devido ao seu aspecto integrador, e ressaltam que se devem levar em consideração as relações que a sociedade e suas atividades têm com o meio em que se encontram, para que a gestão e o planejamento possam ser entendidos de forma integrada. Assim, gestão com o uso de bacia tem como benefício à integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de planejamento e gerenciamento, característica frequente e necessária aos estudos de caráter ambiental para garantia da visão sistêmica.

Segundo Leal (2000), considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade, portanto, impõe abordar todos seus elementos (água, solo, flora, fauna, uso e ocupação do solo, etc.) e compreendê-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos.

Como desvantagem do uso da bacia como unidade de planejamento o fato de que normalmente os limites municipais e estaduais não são correspondentes aos dos divisores da bacia, conseqüentemente, a divisão espacial de algumas relações causa-efeito no que tange aos aspectos econômicos e políticos não tem seus impactos causados no local de origem, gerando a interposição da administração da bacia e acentuando os conflitos baseados em interesses particulares. Além disso, em certas situações, a delimitação completa de uma bacia hidrográfica estabelece uma unidade de intervenção grande para a negociação social, o que implica na subdivisão em territórios menores que permitam a articulação e execução da gestão (LIMA, et. al. 2016).

Villar (2008) considera a adoção da bacia hidrográfica como base territorial de aplicação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos uma inovação importante, contudo ressalta que o principal problema para a gestão das águas é que essa unidade de gestão criou novas territorialidades que não se vinculam às divisões administrativas clássicas: município, Estado e União. Essa nova forma de gerir os recursos hídricos é interessante para fornecer uma visão detalhada dos recursos hídricos e propiciar uma escala de análise para embasar as políticas públicas hídricas, porém apresenta dificuldades em transportar suas decisões para as divisões administrativas, as quais detêm o poder para a implementação das políticas públicas, especialmente no tocante ao uso do solo.

O conhecimento da disponibilidade de água doce de uma bacia hidrográfica é o principal instrumento de gestão de recursos hídricos, com base no qual pode ser concedido de forma adequada e sustentável o direito de uso deste bem, seja para fins energéticos, de irrigação, de abastecimento e outros. Além disto, é uma informação útil para o planejamento nos setores elétrico, agrícola e na adoção de políticas públicas (OTTONI, 2010).

O desenvolvimento econômico e social está diretamente relacionado com a disponibilidade dos recursos hídricos, e por esse motivo sua gestão é imprescindível. Assim, deve existir o planejamento do uso e ocupação da bacia hidrográfica, uma vez que estes influenciam a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos em uma dada região (RESENDE, et. al. 2007).

A integração da gestão hídrica, com suporte em planejamento da bacia, deve ser efetivamente implantada e avançar para um processo de gestão ambiental de toda a bacia hidrográfica, sendo que a integração do gerenciamento de recursos hídricos com a gestão de bacias hidrográficas são de responsabilidade dos Comitês de Bacias Hidrográficas, que deverão adequar a gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais de sua área de abrangência, ou seja, das bacias hidrográficas em que atuam (LEAL, 2012).

3.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A preocupação da população em relação à gestão adequada dos recursos hídricos tem aumentado devido à ocorrência de problemas relacionados à qualidade e quantidade de água disponível para o consumo humano. Nesse sentido, com o intuito de solucionar questões relacionadas à escassez e à qualidade dos recursos hídricos, têm sido desenvolvidas políticas para auxiliar no processo de gestão da água e a garantia deste para as gerações futuras (MIOTO, 2014).

Segundo Soares et. al. (2016), o planejamento integrado de bacias hidrográficas é uma das principais estratégias de gerenciamento de determinada unidade territorial. Para tanto, sua aplicação deve ser pautada na compreensão de um conjunto de indicadores de diferentes áreas temáticas, possibilitando a avaliação sistêmica da dinâmica ambiental e territorial da sua área de abrangência. Com isso, se busca de maneira conectada e preditiva reduzir conflitos socioambientais e

indicar ações de recuperação, preservação, conservação e manejo dos ecossistemas naturais, com vistas à melhoria da qualidade de vida da sociedade.

Sabe-se que a delimitação e estudo da dinâmica das bacias hidrográficas é uma das primeiras ações para análise ambiental, já que os parâmetros de análise servem para diagnosticar as características da bacia diante do sistema hidrológico. Este estudo auxilia também no embasamento técnico para o gerenciamento e planejamento de utilização sustentável das bacias hidrográficas. A elaboração de um Diagnóstico Ambiental permitirá a apresentação de propostas para o Ordenamento Territorial das paisagens, conforme compreensão de Mateo Rodriguez et. al. (1995).

De acordo com pesquisas de Simões et. al. (2018), as diferentes formas de relevo, tipo de rochas e solo, desnível de terreno e flora, são os principais indicadores, componentes da natureza para caracterização de uma bacia hidrográfica ou a estruturação da rede de drenagem. Mediante análises morfométricas, é possível identificar a hierarquia da bacia, área, perímetro, comprimento do rio principal e de cada canal, relação de bifurcação, densidade de drenagem, declividade, fator forma, entre outros, no qual esses dados contribuem para averiguar a sua susceptibilidade a enchentes, e a compreender o ciclo hidrológico, a disponibilidade hídrica, o deflúvio, a capacidade de infiltração, escoamento superficial e subsuperficial e processos erosivos, dando uma indicação de como deve ser o manejo da bacia para que ela possa proporcionar maior infiltração da água no solo.

Para que a bacia funcione como um ambiente permeável, um sistema aberto, onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume da água escoado pelos canais escoadouros que carregam materiais provenientes da própria bacia, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados, além daqueles que são infiltrados, permanecendo no solo ou migrando para as partes mais profundas (CHRISTOFOLETTI, 1974). Assim, a bacia é capaz de captar a água das chuvas, armazená-la e cedê-la aos poucos por meio das nascentes durante todo o ano (LEAL; TONELLO, 2017).

Segundo Christofolletti (1999), a análise morfológica não se refere apenas aos indicadores sobre os elementos componentes do sistema. Existe um conjunto de elementos que contribui para um entendimento mais detalhado do sistema. Embora a análise do canal fluvial seja significativa em determinada escala de abordagem, para o contexto da bacia torna-se necessário analisar as características da rede de

canais. Por outro lado, torna-se relevante analisar as características morfológicas das vertentes, nas quais se estabelecem o uso e ocupação do solo. A combinação dos diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais. Em outras áreas, tais parâmetros podem perder a expressão, exibindo indicadores físicos que se integram de modo diverso.

Dessa forma o emprego de técnicas e cálculos utilizados de forma a quantificar e caracterizar morfometricamente bacias hidrográficas é de importância fundamental no auxílio para planejamento dessas áreas, com a finalidade de preservação ambiental e manutenção de produção de água em quantidade e qualidade (NARDINI, 2016), também, como referência para o planejamento ambiental e propostas de reestruturação regional, com o intuito de apoiar na tomada de decisões em projetos que envolvam recursos físicos da região, levando-se em conta as relações antrópicas, econômicas e socioambientais, que têm sido questão em estudos de sustentabilidade.

Por isso, além do conhecimento das características morfométricas de uma bacia hidrográfica ser imprescindível à conservação de seus recursos hídricos, possibilita a compreensão do comportamento hidrológico que apresenta e que poderá vir a apresentar, o que permite o acompanhamento das interferências nos processos do ciclo hidrológico (FERREIRA; MOURA; CASTRO, 2012).

Diante disso, abordagens que integrem informações obtidas nos cálculos dos índices morfométricos são essenciais no processo de planejamento, pois a utilização das informações geradas pode subsidiar a delimitação de estratégias de gerenciamento ambiental, uma vez que apresentam diversas possibilidades de integração com a dinâmica de uso e cobertura do solo, qualidade de água, potencial erosivo, exploração de recursos ambientais e dinâmica socioeconômica de determinada área, oferecendo suporte ao processo de planejamento ambiental integrado das bacias hidrográficas em análise (SOARES et . al. 2016). Tem sido crescente o uso das técnicas que busquem a análise morfológica do relevo objetivando o conhecimento das complexidades das formas de relevo (SPIRIDONOV, 1981). Tais estudos são especialmente embasamentos para o planejamento ambiental para definição de políticas para o devido ordenamento dos territórios.

3.3 IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁGUA

A urbanização brasileira tem provocado impactos ambientais negativos nos recursos hídricos, como a alteração de sua dinâmica e a degradação de seus padrões de qualidade.

Nesse sentido, conforme afirmação de Araujo Júnior (2016), o crescimento progressivo da população, a intensidade do uso e ocupação do solo para as atividades produtivas possui forte associação com a qualidade e a quantidade de água disponível e o nível de impermeabilização do solo, ocasionando problemas para a gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

Neste contexto, o monitoramento da qualidade e quantidade da água deve ser visto como um instrumento importante de gestão dos recursos hídricos, gerando informações estratégicas, que auxiliam nos processos decisórios das políticas públicas, visando a adoção de medidas específicas de controle de impactos ambientais e de diminuição de riscos à saúde pública (BRANCO, 2014), visto que a quantificação dos impactos da urbanização sobre o escoamento é imprescindível para que se possa planejar o desenvolvimento urbano, já que esta alteração influencia na taxa de infiltração da água no solo, ocorrendo mudanças nas fases do ciclo hidrológico.

Segundo Almeida (2016) a ocupação do espaço geográfico tanto em áreas urbanas ou rurais tem trazido algumas preocupações, principalmente nas cidades onde os processos de ocupação se apresentam cada vez mais intensos, de forma desordenada, o que eleva o uso inadequado dos espaços urbanos.

Os impactos nos recursos hídricos são invariavelmente ocasionados pelo desenvolvimento dos centros urbanos, e a ocupação da bacia hidrográfica, segundo Tucci (2005), tende a ocorrer de jusante para montante, devido às características do relevo. Assim, as bacias hidrográficas assumem importante papel no planejamento e gestão ambiental, porque todos os fatores que afetam a produção e o equilíbrio no meio ambiente refletem sobre suas características físicas, bióticas e antrópicas. O ciclo hidrológico de uma bacia é alterado graças ao desenvolvimento urbano que provoca a supressão da vegetação nativa e aumento de medidas que favoreçam o escoamento direto.

Segundo Cornelli et. al. (2016), o uso e ocupação do solo podem influenciar diretamente na qualidade e na disponibilidade dos recursos hídricos, seja pela urbanização acelerada, pela supressão da vegetação ou uso agrícola.

A impermeabilização do solo, em consequência da urbanização, é um dos fatores mais influentes na mudança do ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, elevando o volume do escoamento superficial das águas da chuva. Com a retirada da vegetação nativa para construções civis diminui-se a taxa de infiltração da água no solo, promovendo mudanças nas fases do ciclo hidrológico, o que acarreta o aumento da magnitude das vazões na superfície do terreno (escoamento superficial) e encurta os tempos de ocorrência de picos de vazão e de concentração na bacia, intensificando as inundações, perdas materiais e humanas, além de aumentar o carreamento de poluentes para a jusante impactando negativamente os corpos hídricos receptores dessas águas pluviais (ARAÚJO JÚNIOR, 2016).

Em uma bacia hidrográfica o clima, a geologia, a topografia, a vegetação, bem como o tipo de solo e seu manejo podem influenciar na qualidade hídrica. No entanto, a degradação da água pode ser proveniente do seu próprio uso como também dos diversos usos do solo, notadamente os usos agrícolas, industrial e urbano. Assim, influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas ao crescimento da urbanização, da expansão das atividades agropecuárias e industriais (BARBOSA, 2012).

Assim, entender sobre os impactos ambientais torna-se fundamental para o planejamento, desenvolvimento e ordenamento do ambiente, sendo fundamental o melhor planejamento urbano e ambiental na área da bacia, para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, realizando de forma consciente medidas preventivas e corretivas para evitar os impactos nos recursos naturais.

3.4 ÁGUA SUBTERRÂNEA E AQUÍFEROS

As águas subterrâneas ocorrem natural ou artificialmente no subsolo de forma suscetível à extração e utilização pelo homem. Desde os anos cinquenta do século passado, tem-se atribuído aos reservatórios subterrâneos um papel de destaque no equacionamento do problema de água. Praticamente todos os países do mundo, desenvolvidos ou não, utilizam água subterrânea para suprir suas necessidades (REBOUÇAS, 1999).

Parcela importante do ciclo hidrológico, as águas subterrâneas constituem variável determinante da perenidade dos cursos d'água superficiais, bem como se apresentam como fonte estratégica de água potável. Sua disponibilidade volumétrica estimada é de $8,34 \times 10^6 \text{ Km}^3$, representando 0,61% da disponibilidade total de água e aproximadamente 66 vezes o volume de água doce superficial do planeta (FEITOSA; FEITOSA, 2008).

A quantidade de água subterrânea disponível é muito maior em relação à quantidade de água superficial, podendo ser captadas nos mais diversos ambientes aquíferos ou em fendas existentes nas rochas. Apesar disto, não é uma fonte inesgotável, pois depende de condições de reposição da água por meio de recargas naturais (DANTAS, 2013).

Um aquífero é definido como qualquer unidade que possua geologia que permita a transmissividade de água e sua acumulação. A variabilidade da forma de ocorrências das águas subterrâneas determina a sua caracterização. Por definição, um aquífero confinado, constitui-se entre duas camadas impermeáveis situadas acima e abaixo do meio poroso, cujas condições de contorno dessas duas faces são de fluxo inexistente ou não, dependendo da conformação de permeabilidade das camadas confinantes (PEREIRA CABRAL, 2008).

No que se refere aos aquíferos livres, são aqueles cujo limite superior é a superfície freática, onde todos os pontos estão sob pressão atmosférica. Assim sendo, as áreas de recarga dos aquíferos confinados correspondem a aquíferos livres. Nestes locais é que ocorre a infiltração de parcela da chuva a para manutenção dos aquíferos (MANOEL FILHO, 2008).

Segundo Garcia (2018), a dinâmica dos processos de recarga e consequente descarga dos aquíferos estão intimamente ligadas à precipitação e, de modo geral ao clima. A quantificação destes processos constitui ferramenta valiosa para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, no tocante à disponibilidade de exploração, bem como na adoção de medidas protecionistas que visem evitar a sua exaustão, porém, a estimativa precisa de recarga natural para águas subterrâneas é difícil, principalmente porque os processos são complexos e dependem de inúmeros fatores.

As mudanças climáticas afetam o comportamento do ciclo hidrológico devido às mudanças nos níveis de precipitação e conseqüentemente os processos de recarga, ocasionando mudanças nos níveis e nos processos de fluxo das águas

subterrâneas. No Brasil, podem acarretar uma severa redução dos valores de recarga de aquíferos da região nordeste (na faixa de 70%) e uma redução de 30% a 70% na região norte. Nestes termos, embora as previsões para as regiões sul e sudeste sejam mais otimistas, com previsões de aumento de recargas para algumas áreas, prevê-se também a diminuição da recarga relativa em até 30% para parte dos Estados de São Paulo e Paraná (HIRATA; CONICELLI, 2011).

No que diz respeito à quantidade, o uso descontrolado da água subterrânea coloca em risco o sistema aquífero (REBOUÇAS, 1999). Desse modo, a superexploração das águas subterrâneas provoca um declínio contínuo no nível do lençol freático, efeitos das perturbações locais e regionais (exploração intensiva, a interrupção da qualidade natural, ou mudanças de uso da terra), muitas vezes resultam em diferenças espaciais e temporais elevadas, levando anos para se tornarem evidentes, e conseqüentemente, geram uma incerteza considerável sobre os valores estimados, assim a escolha do melhor método para estimar as variações de níveis de água subterrânea, tem um significado estratégico e importante para a gestão e desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos.

A demanda da água subterrânea para abastecimento público vem aumentando significativamente nas últimas décadas em função do crescimento populacional, expansão urbana e processo de industrialização, sendo que, quanto maior a densidade populacional e industrialização, maiores são os riscos de poluição dessa água, requerendo ações de proteção de sua qualidade.

A falta de governança e o uso irregular das águas subterrâneas constituem uma ameaça real para a segurança hídrica do abastecimento público, podendo colocar em risco os avanços do país na universalização do acesso à água potável. Apesar da disponibilidade hídrica subterrânea ser consideravelmente inferior, seu papel no abastecimento é comparável ao das águas superficiais, quando se vislumbra o número de municípios abastecidos e a população atendida por poços. As águas subterrâneas se apresentam cada vez mais como parte da solução para a restrição hídrica, especialmente diante da necessidade de ampliar a disponibilidade e de enfrentar a variabilidade climática (VILLAR, 2016).

No Estado de São Paulo, cerca de 60% dos municípios eram total ou parcialmente abastecidos por recursos hídricos subterrâneos na década de 1990 (SÃO PAULO, 1990) e, atualmente, este percentual elevou-se para 80% (CETESB, 2007), assim, mesmo em regiões onde os aquíferos apresentam disponibilidade

hídrica limitada, este recurso tornou-se importante fonte e cada vez mais utilizada para os diversos fins (IRITANI, et. al. 2009).

A estratégia de implantação de áreas de proteção de aquíferos e de captações de água subterrânea, através da restrição e controle do uso e ocupação do solo nestas áreas, tem sido eficazes nos países que a utilizam. O conceito de perímetro de proteção das captações surgiu primeiramente em países da Europa, como Espanha, Alemanha, França, Bélgica e Dinamarca, que dependem fortemente da água subterrânea para o abastecimento público. A eficiência desta estratégia levou outros países como EUA e Canadá a adotarem-na de forma a garantir a qualidade da água destinada ao abastecimento público (DIAS et. al. 2004).

No Brasil, o estado de São Paulo é um dos protagonistas e pioneiros desse processo, onde as questões relacionadas à proteção das águas ficou estabelecida por de uma lei de proteção das águas subterrâneas, a Lei nº 6.134, de 02 de junho de 1988 (SÃO PAULO, 1988), que chamou a atenção para a necessidade de regulação da exploração e proteção deste recurso por sua importância estratégica para o abastecimento da população paulista.

Segundo L'Apicciarella (2009), a utilização de água subterrânea, no tocante à sustentabilidade de aquíferos, requer medidas de proteção do aquífero e mecanismos de gerenciamento de uso da água. O uso sustentável da água subterrânea, ou seja, a preservação deste recurso hídrico para as gerações futuras depende de um planejamento integrado de exploração, de atitudes técnicas adequadas na operação e manutenção de poços e na responsabilidade socioambiental sobre o uso da água.

Em relação às estratégias de proteção das águas subterrâneas, estas podem ter dois enfoques: a proteção pontual, voltada para o controle da captação destinada ao abastecimento, e a proteção geral do aquífero, que diz respeito à identificação das áreas mais sensíveis e a promoção de um controle do processo de uso e ocupação do solo em tais regiões. As estratégias de proteção aos riscos ambientais e a percepção de uma sociedade civil organizada da real gravidade dos riscos a qual ela está submetida ameaça à forma tradicional de crescimento econômico, já que tais estratégias podem ferir interesses de setores econômicos, pois os setores produtivos clássicos podem enxergar a proteção do aquífero, seja através de restrições ao uso e ocupação do solo ou no controle de captações e novas perfurações, como ameaça à expansão dos seus negócios, surgindo a resistência às

normas de gestão de riscos, pois elas implicam mudanças processo produtivo (VILLAR; RIBEIRO, 2009).

Um problema recorrente para a tomada de ações de gerenciamento é a gestão fragmentada entre os órgãos gestores, dificultando ou retardando as atitudes necessárias ao controle e à proteção do aquífero. Por isso, os parâmetros monitorados devem alimentar uma base única que permita entender eventuais excessos, que alertem para a necessidade de tomada de decisões de manejo integradas, já que a ausência de gestão envolvendo uma distribuição adequada de pontos de captação e um conhecimento dos fluxos subterrâneos e a interação entre os fluxos superficiais e subterrâneos é um agravante do problema do uso intensivo desse recurso, uma vez que o uso não sustentável não se refere necessariamente à quantidade total de água extraída, mas também à má distribuição da extração da água (L'APICCIRELLA, 2009).

Como inexistem diretrizes específicas para a gestão das águas subterrâneas, o município adquire um papel fundamental na gestão desse recurso, diante da importância das águas subterrâneas para o município e as constatações técnicas sobre a necessidade de adotar medidas mitigadoras, especialmente no tocante a proteção das áreas de recarga, visto que o Poder Municipal é o principal ator na regulação do uso e ocupação do solo, aspecto vital para a manutenção da integridade dos aquíferos (VILLAR; RIBEIRO, 2009).

3.5 AGENDA 2030 E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sabe-se que os recursos hídricos são um elemento-chave nas políticas de combate à pobreza, mas por vezes são ameaçados pelo próprio desenvolvimento. A água influencia diretamente no futuro, logo é necessário mudar a forma de avaliar, gerenciar e usar esse recurso, em face da sempre crescente demanda e da superexploração dos recursos hídricos.

Todos os países do mundo vêm enfrentando a crise causada por essa crescente demanda pelos recursos naturais, necessários para atender as necessidades econômicas e sociais da população.

A mudança climática aumenta ainda mais a pressão nesses recursos, principalmente na água, já que a maior variação na precipitação e a elevação das temperaturas causam mais evaporação e transpiração por parte da vegetação.

Assim, com a finalidade de organizar um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade, a ONU (Organização das Nações Unidas), criou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Esta propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas correspondentes, que abordam diversos temas fundamentais para o desenvolvimento humano (PNUD, 2020), conforme Figura 3.

Figura 3 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: PNUD (2020).

Considerando transversalidade da água, vários objetivos estão integrados e veem ao encontro das premissas deste trabalho:

- **ODS 2:** Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- **ODS 3:** Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- **ODS 6:** Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- **ODS 12:** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- **ODS 13:** Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos;
- **ODS 15:** Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a

desertificação, deter e reverter à degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Dessa forma, garantir o acesso universal e seguro à água potável requer investimento em infraestrutura, acesso a saneamento e a higiene em todos os níveis. Proteger e recuperar ecossistemas que vivem e dependem da água é essencial para mitigar a escassez de água (PNUD, 2020).

Conforme Dias et. al. (2004), o controle do uso e ocupação do solo, por meio da restrição e fiscalização das atividades antrópicas, é uma das estratégias de proteção da água, identificando áreas mais suscetíveis de forma a promover um controle regional do uso do solo em toda a sua extensão, indo ao encontro dos objetivos e metas propostos pela Agenda 2030 em busca da sustentabilidade.

3.6 ASPECTOS LEGAIS

De acordo com a Constituição Federal, em vigência desde 1988 e suas alterações posteriores, a água no Brasil é um bem público e seu disciplinamento de uso e proteção são regidos por legislações que delegam aos órgãos Federais e Estaduais atribuições específicas, sendo que o domínio e a gestão dos recursos hídricos são de competência dos Estados, da União e do Distrito Federal.

Segundo a Lei Federal 9.433/1997, que instituiu a política nacional de recursos hídricos, a água é considerada um bem público e em situações de escassez deve ser utilizada prioritariamente para consumo humano e dessedentação de animais. É um dos objetivos desta política a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo (inciso V do artigo 3º). Devem constar dos Planos de Recursos Hídricos, propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos (inciso X do artigo 7º).

Ainda no âmbito Federal, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos publicou a Resolução CNRH nº15/2001, cujo artigo 6º estabelece que os Estados devem orientar os municípios sobre as diretrizes de gestão integrada das águas subterrâneas, propondo mecanismos de estímulo para a proteção das áreas de recarga dos aquíferos. Publicou também a Resolução CNRH nº22/2002 que estabelece em seu artigo 6º que os planos de bacia devem explicitar as medidas de prevenção, proteção, conservação e recuperação dos aquíferos, sendo que a

criação de áreas de uso restrito poderá ser uma medida para alcance dos objetivos propostos.

Para a atividade de exploração das águas minerais, a Portaria nº 231/1998 do Departamento Nacional de Produção Mineral também estabelece a necessidade de delimitação de perímetros de proteção ao redor da captação.

O Estado de São Paulo é um dos protagonistas e pioneiros desse processo, onde as questões relacionadas à proteção das águas subterrâneas são definidas segundo a Lei nº 7.663/91, que estabelece as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH).

De acordo com esta lei, o Estado, através do SIGRH, assegura meios financeiros e institucionais para: i) utilização racional dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos assegurando o uso prioritário para o abastecimento das populações; ii) proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro e iii) desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas subterrâneas contra poluição e superexploração.

A Lei nº 7.663/1991 tem como diretrizes básicas a garantia do uso múltiplo das águas, com prioridade para o abastecimento público e em consonância com um Plano de Gestão; a cobrança pela utilização dos recursos hídricos para a recuperação ambiental das bacias bem como a organização de foros democráticos de decisão sobre as diretrizes e prioridades de uso e conservação das águas (ROCHA, 1998). Uma das diretrizes desta referida lei é o desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas subterrâneas contra poluição e superexploração.

A Política Estadual de Recursos Hídricos consagra a água como recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem estar social, de forma a torná-la um meio para consecução da política proposta, e não mais considerá-la somente um recurso, um elemento, pois se trata de um bem limitado e, portanto, deve ser provido de valor e finalidade, daí a atribuição de um valor econômico como forma de gestão do bem, e esta se dará a partir da previsão da cobrança pelo uso da água (art. 14), determinados pelos aspectos quantitativos e qualitativos e peculiaridades das bacias hidrográficas.

O estabelecimento de áreas de proteção das águas subterrâneas é definido no Decreto nº 32.955/1991, que regulamenta a Lei nº 6.134/1988, a qual dispõe

sobre a “preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Este estabelece a área de proteção como um instrumento com vista à defesa dos aquíferos e das captações, sobretudo voltados para o abastecimento público. Ele determina que para o gerenciamento das águas subterrâneas são necessárias ações correspondentes à avaliação, planejamento e conservação do uso dos recursos hídricos subterrâneos por meio de outorgas e fiscalização do uso. Foram fixados três níveis de proteção dos quais se destacam: áreas de proteção máxima, de restrição e de controle e área de proteção de poços e outras captações.

Segundo o artigo 19 do Decreto citado, “sempre que, no interesse da conservação, proteção e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços de abastecimento de água, ou por motivos geotécnicos ou geológicos, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas, o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB proporão ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos a delimitação de áreas destinadas ao seu controle”. Estas áreas de proteção devem ser estabelecidas com base em estudos hidrogeológicos e a extração de água subterrânea pode estar condicionada à recarga do aquífero.

Embasada no arcabouço legal, a resolução CRH nº 52/2005, institui no âmbito do SIGRH, diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle do uso das águas subterrâneas, permitindo iniciar um processo de delimitação de área de proteção em regiões identificadas como críticas por diversos estudos técnicos. Estas podem ser delimitadas onde há a necessidade de disciplinas as atividades com potencial de causar alterações ou impactos negativos sobre a quantidade ou qualidade da água subterrânea.

A Deliberação nº 52/2005 estabelece que os órgãos gestores de recursos hídricos, controle ambiental e saúde proporão de forma integrada, a delimitação das áreas de controle e restrição, levando em conta os planos de bacias hidrográficas, os relatórios de situação dos recursos hídricos, os programas de monitoramento da qualidade da água e o atendimento à potabilidade, que evidencie os efeitos negativos de contaminação e exploração.

A Área de Restrição e Controle (ARC) é caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras. Estas estão classificadas no artigo 4º da Deliberação nº 52/2005 conforme segue:

a. Áreas Potenciais de Restrição e Controle (ARC-PO), que são aquelas onde a densidade de poços tubulares e o volume de água extraído, indicam superexploração ou aquelas onde estão sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras de solo e águas subterrâneas;

b. Áreas Prováveis de Restrição e Controle (ARC-PR), que são aquelas onde são observados indícios de superexploração e interferência entre poços ou apresentam indícios de contaminação no solo e águas subterrâneas;

c. Áreas Confirmadas de Restrição e Controle (ARC-CO), que são aquelas em que foi constatada a superexploração ou a contaminação das águas subterrâneas.

De acordo com Iritani et. al. (2009), a implantação de uma Área de Restrição e Controle é prerrogativa dos órgãos gestores ou do Comitê da Bacia Hidrográfica no qual o município se insere. Este órgão este tem a responsabilidade de administrar em primeira instância os conflitos surgidos na Bacia Hidrográfica onde atuam possuem autonomia para atuar no território como agentes de regulação, exercendo um tipo de governança que se fortalece na atribuição de aprovar os planos de bacias hidrográficas (MAURO; MAGESTE; LEMES, 2017).

Essas decisões podem contar com o envolvimento das Câmaras Técnicas, a fim de realizar maiores discussões com outros órgãos, definir os limites legais desta área de proteção e as ações e procedimentos integrados para aplicação das restrições, organizar e promover audiências públicas de caráter consultivo com usuários e gestores e incluir a Área de Restrição e Controle no Plano da Bacia Hidrográfica. Concomitantemente, em nível municipal, a área de proteção deve ser considerada no Plano Diretor Municipal.

Assim que as Áreas de Restrição e Controle são instituídas, respeitando as restrições de uso devem respeitar as prioridades definidas nos Planos de Bacia ou no Plano Estadual de Recursos Hídricos, os órgãos ambientais DAEE e CETESB, de acordo com suas atribuições poderão:

i) Proibir novas captações até que o aquífero se recupere, ou seja, superado o fato que determinou a restrição do uso da água;

ii) Restringir e regular a captação de água subterrânea, estabelecendo o volume máximo a ser extraído, o regime de operação e os tipos de usos admissíveis;

iii) Revogar a outorga do direito de uso;

iv) Controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de ações, incluindo monitoramento e,

v) Restringir a implantação de novas atividades potencialmente poluidoras.

Portanto, o gerenciamento da exploração da água, a partir da adoção de medidas de gestão adequado, evita o agravamento de conflitos futuros pelo uso da água em quantidade e qualidade do recurso hídrico.

3.7 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Após discriminar seus fundamentos, objetivos e diretrizes, a Lei nº 9.433/1997 procura alcançar a gestão dos recursos hídricos por meio dos instrumentos nela previstos, que são: Planos de Recursos Hídricos; enquadramento dos corpos de águas em classes, segundo os usos preponderantes da água; outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; cobrança por esse uso e sistema de informações sobre recursos hídricos.

Segundo Leal (2012), o planejamento de recursos hídricos constitui um instrumento fundamental para o gerenciamento da água e da bacia hidrográfica, uma vez que pode induzir ou restringir o uso e ocupação do solo e a implantação de planos de desenvolvimento econômico em sua área de abrangência, pelo disciplinamento e controle do acesso e uso da água.

3.7.1 Planos de Recursos Hídricos

Segundo a Lei nº 9.433/1997, os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos (art. 7º), e visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos (art. 6º). O art. 8º da Lei determina que os Planos sejam elaborados em três níveis: para o País (Plano Nacional de Recursos Hídricos), por estado (Planos Estaduais de Recursos Hídricos) e por bacia hidrográfica (Planos de Bacia Hidrográfica).

Os Planos de Bacia Hidrográfica são compostos, em geral, por três módulos: diagnóstico integrado da situação dos recursos hídricos em termos de qualidade e quantidade e das relações de interdependência com o meio físico e as atividades socioeconômicas; prognóstico quanto à condição futura dos recursos hídricos da

bacia, cobrindo um cenário tendencial, uma prospecção quanto a cenários alternativos e as opções de compatibilização entre disponibilidades e demandas, bem como entre os interesses internos e externos à bacia, considerados esses cenários; e, finalmente, os Planos propriamente ditos, compreendendo um conjunto de diretrizes e metas para que a visão de futuro adotada para a bacia seja construída no horizonte de planejamento, um conjunto de intervenções para conquistar essa visão de futuro e um conjunto de indicadores para acompanhar a implantação dos Planos (ANA, 2013).

Como os Planos visam construir uma abordagem integrada da bacia e dos recursos hídricos, aproveita-se a sua elaboração para oferecer diretrizes para os outros instrumentos. Assim, na elaboração, oferecem-se diretrizes e orientações sobre como proceder à outorga na bacia, como implantar a cobrança, como implantar o enquadramento e como estruturar um sistema de informações para a bacia, sendo uma oportunidade de integrar todos esses instrumentos de gestão. Portanto torná-los mais efetivos é o desafio com maior potencial para promover avanços na materialização dos princípios da participação e da descentralização na gestão dos recursos hídricos.

3.7.2 Enquadramento dos corpos d'água

O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes das águas, visa assegurar qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes (art. 9º da Lei nº 9.433/1997).

Anterior a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 definiu classes de uso e o Decreto 10.755 de 22 de novembro de 1977 apresentou em seu contexto o enquadramento dos corpos d'água no Estado de São Paulo. Os Decretos Estaduais nos 24.839/86 e 39.173/94 e as Deliberações do Conselho Estadual de Recursos Hídricos estabeleceram reenquadramento de alguns destes corpos d'água (CETESB, 2020).

Este é referência para os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga, cobrança, planos de bacia) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento, monitoramento), sendo, portanto, um importante instrumento de

planejamento para garantir a qualidade de um segmento do corpo d'água correspondente à classe de uso em que este foi enquadrado.

Diante disso, o enquadramento representa, indiretamente, um mecanismo de controle do uso e de ocupação do solo, já que restringe a implantação de empreendimentos cujos usos não consigam manter a qualidade de água na classe em que o corpo d'água foi enquadrado. Além disso, o enquadramento permite uma melhor adequação de custos de controle da poluição, pois possibilita que os níveis de controle de poluentes exigidos estejam de acordo com os usos que se pretende dar ao corpo d'água nos seus diferentes trechos (ANA, 2007).

Segundo Porto (2002), uma das principais vantagens em utilizar metas de qualidade da água como instrumento de gestão está em colocar o foco da gestão da qualidade da água sobre os problemas específicos a serem resolvidos na bacia, tanto no que se refere aos impactos causados pela poluição, quanto nos usos que possam vir a ser planejados. Assim, estabelece uma visão de conjunto dos problemas da bacia e não uma visão individualizada que leve apenas soluções locais.

Segundo Pizella e Souza (2007), visando-se a descentralização da gestão hídrica, como preconizada pela PNRH, a definição da classe de qualidade em uma bacia hidrográfica, sub-bacia ou mesmo em um trecho de corpo de água é atributo do Comitê de Bacia Hidrográfica, que deve exercê-lo mediante audiências públicas, com o intuito de se conhecer as necessidades dos diversos setores sociais envolvidos. Deve ser incentivada a participação e o envolvimento de todos os principais atores da bacia. Este processo envolve o aumento da consciência sobre a importância do enquadramento entre o público em geral e os tomadores de decisão. Essas decisões devem ser tomadas com plena participação pública e envolvimento dos grupos afetados pelas metas do enquadramento (prefeituras, indústrias, sociedade).

O enquadramento dos corpos d'água representa um papel central no contexto de gestão da qualidade da água do País, por se tratar de um instrumento de planejamento que possui interfaces com os demais aspectos da gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental, definindo-se metas de racionalização do uso e aparecendo como o instrumento integrador da qualidade e quantidade de água compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas e permanentes.

3.7.3. Outorga dos direitos de uso

Um dos instrumentos de gestão da Política Nacional dos Recursos Hídricos é a outorga, que é uma autorização que o poder público concede, sob condições e prazo determinados, para que empresas, órgãos públicos, agricultores e outros usuários explorem economicamente atividades relacionadas à água. De acordo com o art. 11 da Lei nº 9.433/1997, o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Assim, estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: i) derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água; ii) extração de água de aquífero subterrâneo; iii) lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; iv) aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e v) outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

O instrumento da outorga está intrinsecamente associado ao processo de licenciamento ambiental. Ele é um dos pré-requisitos para a concessão da licença ambiental de atividade ou empreendimento impactante ou que utilize recursos hídricos, seja sua captação ou derivação para usos diversos, seja para fins de diluição de efluentes. Desta forma, a outorga de direitos de uso da água deve ser articulada às licenças ambientais, que trazem consigo um cadastro de usuários e propiciam a fiscalização pelos órgãos gestores.

Qualquer utilização das águas está sujeita à obtenção de outorga de direito de uso, um instrumento típico de comando e controle, na forma de uma autorização condicionada de uso, emitida pela União ou pelos estados, a depender da dominialidade do corpo hídrico a ser explorado.

3.7.4. Cobrança pelo uso da água

A cobrança é o instrumento de implantação mais complexo, mas, em compensação, é o que fornece melhores respostas à sua aplicação. Os objetivos da cobrança, nos termos da norma federal (Lei nº 9.433/1997, art. 19), são: reconhecer a água como um bem econômico, sinalizando, assim, ao usuário uma noção de seu

real valor, como uma espécie de contraprestação pelo uso de um bem público escasso, ou seja, como um preço público; incentivar a racionalização do uso da água, evitando poluí-la ou desperdiçá-la, em atenção aos princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador, dados os múltiplos usos que dela se esperam; e, por fim, permitir o aporte de recursos para financiar programas e intervenções nas bacias hidrográficas previstos nos Planos de Recursos Hídricos.

Como recurso limitado, a água está sujeita à competição pelo uso, principalmente por se prestar a fins múltiplos, donde decorre o seu valor econômico. Na estipulação legal, em decorrência dessa característica, a cobrança objetiva também incentivar a racionalização do uso da água, com o intuito de assegurar que a disponibilidade possa atender ao maior número possível de usuários e proporcionar o maior benefício possível a todos.

3.7.5. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

Como último instrumento da PNRH, a Lei nº 9.433/1997 prevê, no art. 25, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH), para coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Os dados gerados pelos órgãos integrantes do SINGREH são incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Tendo por base os princípios da descentralização da obtenção e produção de dados e informações, da coordenação unificada do sistema e da garantia de acesso aos dados e informações por toda a sociedade.

O SNIRH objetiva reunir, dar consistência e divulgar dados e informações sobre a situação quali-quantitativa dos recursos hídricos no Brasil, manter atualizadas as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Assim, o SIRH é a base essencial para a correta aplicação de todos os demais instrumentos de gestão. A gestão de bacias hidrográficas envolve uma grande quantidade de aspectos sociais e políticos, e muitas vezes tal característica induz a uma avaliação equivocada do que seja a missão de gerir. O objetivo último do processo de gestão é tomar decisões sobre o uso dos recursos hídricos de uma bacia e implementá-las com eficácia.

3.8 AREAS COM PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE DE USO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Existem diversos estudos para a determinação de áreas críticas em quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Sendo que podem ser definidas como uma área crítica aquela onde há maior risco de contaminação dos aquíferos por atividades antrópicas ou uma área onde há problemas de superexploração do aquífero, pelo excesso de poços e/ou pela sua extração.

A seguir estarão descritos três métodos de identificação de áreas críticas, desenvolvidos no Estado de São Paulo, a fim de exemplificar metodologias existentes que podem ser replicadas em outras áreas com características semelhantes, visando o controle do uso dos recursos hídricos.

3.8.1 Bacia do Rio Jurubatuba, município de São Paulo

Na Zona Sul da cidade de São Paulo, Bacia do Alto Tietê, o canal do rio Jurubatuba situa-se sobre rochas sedimentares e rochas ígneas. Predominam problemas de contaminação das águas subterrâneas por compostos provenientes de solventes clorados. O aquífero mais explorado é do tipo cristalino, fraturado. Com base nos resultados do projeto executado pelo DAEE, o CBH-AT aprovou a Deliberação nº 01 de 16/02/2011, estabelecendo zoneamentos onde são adotadas medidas de proteção, restrição e controle.

A proposta de delimitação da área de restrição e controle de uso das águas subterrâneas da região drenada pelo canal Jurubatuba, canal Guarapiranga e rio Pinheiros foi elaborada com base nas diretrizes e procedimentos instituídos na Deliberação nº 52/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e visa redefinir o traçado determinado na Portaria nº 1.594, de 05 de outubro de 2005, do DAEE.

Segundo DAEE/IG (2009), o objetivo de se estabelecerem áreas de restrição e medidas de controle de uso das águas subterrâneas é proteger a saúde pública e preservar as condições naturais do aquífero ou minimizar a continuidade de espalhamento de contaminantes, principalmente dos etenos clorados (EEC) e etanos clorados (EAC). Para atingir esse objetivo, foram executadas as seguintes atividades: estudos hidrogeológicos; compilação de análises químicas preexistentes e execução de análises químicas complementares das águas subterrâneas;

identificação de atividades com elevado potencial de contaminação, segundo o método POSH (acrônimo em inglês de pollutantorigin, surcharge hydraulically), e identificação das áreas declaradas contaminadas pela CETESB, considerando apenas áreas industriais com solventes halogenados. A combinação dessas informações permitiu estabelecer o método utilizado para delimitar a área de restrição. Inicialmente a área total foi dividida em células de 500 m x 500 m. A partir dessa distribuição e dos critérios adotados foi possível distinguir, na região do Jurubatuba, três áreas de restrição de uso e captação da água subterrânea (Figura 4), como segue abaixo:

1. Alta Restrição: representada pelo contorno vermelho, onde são identificadas as seguintes condições: maior densidade de AEPC; UÊ poço com EEC ou EAC acima e abaixo do VOI; áreas contaminadas declaradas pela CETESB, considerando-se apenas áreas industriais contaminadas com solventes halogenados.

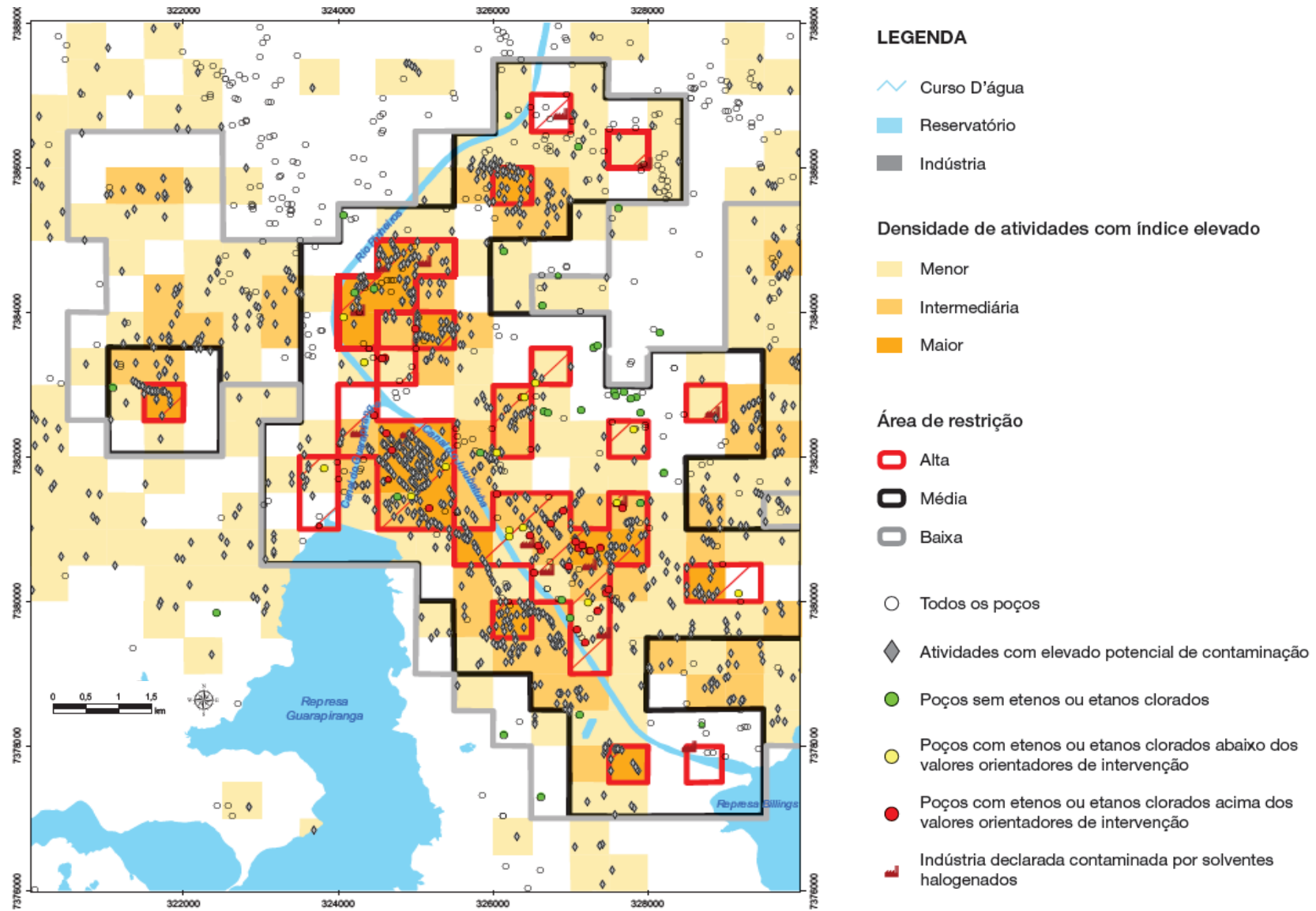
2. Média Restrição: representada pelo contorno preto, é definida considerando-se o modelo conceitual de fluxo e transporte de contaminantes por advecção, para proteger as áreas representadas pelas células em torno da área de Alta Restrição.

3. Baixa Restrição: representada pelo contorno cinza, é definida para proteger as células com intermediária densidade de AEPC e as células em torno.

A área com Alta Restrição se concentra ao redor do rio Pinheiros e canais do Jurubatuba e Guarapiranga, abrangendo uma área de 10,75 km²; e as áreas de Média e de Baixa Restrição se estendem em torno da Alta, com 31 km² e 18 km², respectivamente.

Para essas três áreas foram propostas medidas de restrição e controle diferentes conforme o nível em que se enquadram (Tabela 1).

Figura 4 – Áreas de restrição propostas para a região do Jurubatuba.



Fonte: DAEE/IG (2009).

Tabela 1 – Medidas de Restrição e Controle para os poços de captação de água subterrânea na região do Jurubatuba.

MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE PARA A REGIÃO DO JURUBATUBA			
Poços Atuais	Alta	Média	Baixa
Com etenos clorados ou etanos clorados acima dos Valores Orientadores de Intervenção	Tamponamento	Torna-se Alta Restrição	Torna-se Alta Restrição
Com etenos clorados ou etanos clorados abaixo dos Valores Orientadores de Intervenção	Tamponamento	Torna-se Alta Restrição	Torna-se Alta Restrição
Sem detecção de etenos clorados ou etanos clorados Monitoramento trimestral para etenos clorados ou etanos clorados.	Uso da água é permitido, exceto para os Usos Preponderantes (consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação)	Monitoramento trimestral de etenos clorados ou etanos clorados	Monitoramento semestral de etenos clorados ou etanos clorados.
Sem conhecimento de análise de etenos clorados ou etanos clorados	Monitoramento trimestral para etenos clorados ou etanos clorados. Uso da água é permitido, exceto para os Usos Preponderantes	Monitoramento trimestral de etenos clorados ou etanos clorados.	Monitoramento semestral de etenos clorados ou etanos clorados.
Clandestinos	Outorga. Monitoramento trimestral de etenos	Outorga. Monitoramento trimestral de	Outorga. Monitoramento semestral de

	clorados ou etanos clorados. Uso da água é permitido, exceto para os Usos Preponderantes	etenos clorados ou etanos clorados.	etenos clorados ou etanos clorados.
Abandonados	Tamponamento	Tamponamento	Tamponamento
Poços futuros	Não permitido	Não permitido	Não permitido

Fonte: DAEE/IG (2009).

3.8.2 Município de Ribeirão Preto/SP

No ano de 2005, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pardo instituiu um grupo técnico de águas subterrâneas. Com base nos trabalhos do GT, que demonstravam fortes sintomas de superexploração do Sistema Aquífero Guarani no perímetro urbano de Ribeirão Preto, o CBH Pardo instituiu Área de Restrição e Controle Temporários, por meio da Deliberação nº 4/2006, homologada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Deliberação CRH nº 64 de 04/09/2006). A medida estabelece critérios que disciplinam a perfuração de poços para cada área.

Os estudos permitem classificar a área de expansão da cidade de Ribeirão Preto como uma Área Provável de Restrição e Controle, de acordo com o procedimento estabelecido pela Deliberação CRH nº 52/2005.

De acordo com CBH-PARDO (2014), as Áreas de Restrição e Controle abrangem a região urbana e de expansão urbana de Ribeirão Preto, definidas por Leis Municipais e estão subdivididas em três Zonas, constantes na Figura 5:

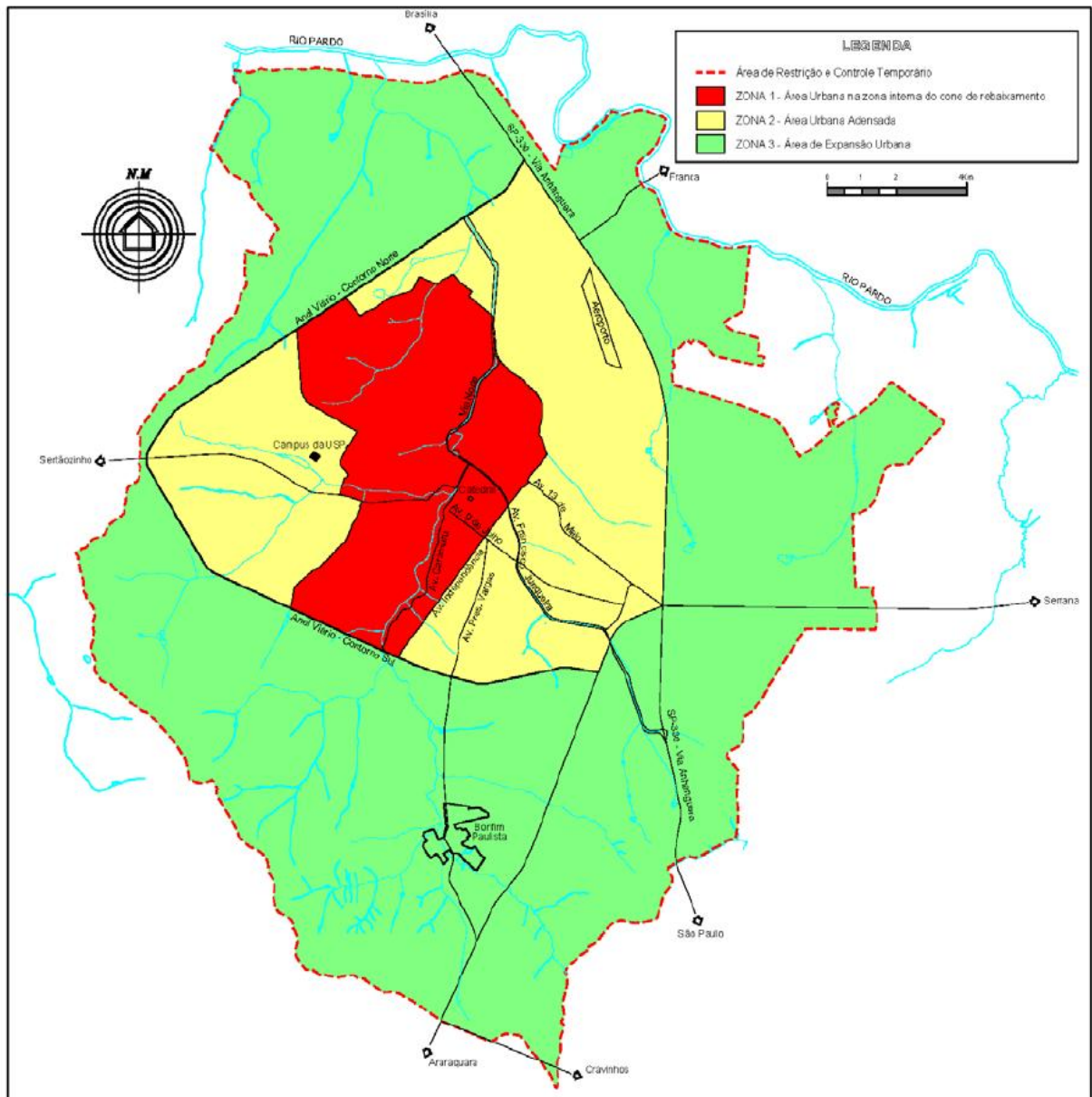
Zona 1: Abrange a área compreendida pela cota potenciométrica 470 metros, referente a porção do cone de maior rebaixamento (porção central do cone de rebaixamento),

Zona 2: a área de maior adensamento urbano e com maior densidade de poços em exploração, compreendida pela área interna ao polígono

Zona 3: correspondente à área de expansão urbana do município definida pela legislação municipal vigente.

Para essas três áreas foram propostas medidas conforme a zona em que se enquadram (Tabela 2).

Figura 5 – Áreas de restrição propostas para urbana de Ribeirão Preto/SP.



Fonte: CBH-PARDO (2014).

Tabela 2 – Medidas de Restrição e Controle na área urbana de Ribeirão Preto/SP

MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE PARA RIBEIRÃO PRETO/SP	
Ações Permitidas	Critérios a ser respeitados
<p>Zona 1 Somente serão permitidas novas perfurações de poços tubulares profundos quando em substituição de poços existentes, destinados ao sistema de abastecimento de água</p>	<p>a - Distanciamento mínimo de 500 (quinhentos) metros de áreas declaradas contaminadas pelos órgãos competentes; b - Distanciamento mínimo de</p>

	para consumo humano sob a responsabilidade do poder público do município, desde que tecnicamente justificadas e autorizadas pelos órgãos competentes	200 (duzentos) metros dos corpos d'água superficiais.
	Substituições, unicamente de poços tubulares profundos já existentes destinados ao sistema de abastecimento de água para consumo humano, sob a responsabilidade do poder público do município, desde que tecnicamente justificadas e quando legalmente autorizadas	a - Distanciamento mínimo de 200 (duzentos) metros dos corpos d'água superficiais; b - Distanciamento mínimo de 500 (quinhentos) metros de áreas declaradas contaminadas pelos órgãos competentes.
Zona 2	- Novas perfurações, unicamente de poços tubulares profundos destinados ao sistema de abastecimento de água para consumo humano, sob a responsabilidade do poder público do município, desde que tecnicamente justificadas e quando legalmente autorizadas	a - Distanciamento mínimo de 1.000 (mil) metros de poços existentes, conforme levantamento de campo; b - Distanciamento mínimo de 200 (duzentos) metros dos corpos d'água superficiais; c - distanciamento mínimo de 500 (quinhentos) metros de áreas declaradas contaminadas pelos órgãos competentes.
Zona 3	Substituições, unicamente de poços tubulares profundos já existentes destinados ao sistema de abastecimento de água para consumo humano, sob a responsabilidade do poder público do município, desde que tecnicamente justificadas e quando legalmente	a - Distanciamento mínimo de 200 (duzentos) metros dos corpos d'água superficiais; b - Distanciamento mínimo de 500 (quinhentos) metros de áreas declaradas contaminadas pelos órgãos competentes.

autorizadas	
<p>Novas perfurações de poços tubulares profundos desde que tecnicamente justificadas, quando autorizadas pelos órgãos competentes</p>	<p>a - Distanciamento mínimo de 1.000 (mil) metros de poços existentes, conforme levantamento de campo;</p> <p>b - Distanciamento mínimo de 200 (duzentos) metros dos corpos d'água superficiais;</p> <p>c - Distanciamento mínimo de 500 (quinhentos) metros de áreas declaradas contaminadas</p>

Fonte: CBH-PARDO (2014). Adaptado pelo autor (2020).

3.8.3 Município de São José do Rio Preto/SP

Na área urbana de São José do Rio Preto, Bacia do Turvo Grande, o Sistema Aquífero Bauru é do tipo granular. Nessa área verifica-se elevada densidade de poços e, por esse motivo, ocorre abatimento dos níveis d'água; secundariamente, apresenta cenários de contaminação das águas subterrâneas, principalmente por nitrato. Portanto a metodologia objetivou, fundamentalmente, a criação de ferramentas e mecanismos para o gerenciamento da exploração das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru.

Inicialmente procurou identificar os critérios que pudessem caracterizar o cenário, de maneira a classificar áreas com necessidade de restrição e controle. Os critérios definidos são o volume total de água disponível no aquífero e as vazões totais de exploração dos poços ativos. O volume total de água disponível no aquífero corresponde ao volume da recarga do aquífero subtraído pela vazão mínima de referência (Q_{7-10}) da bacia hidrográfica do Rio Preto. O método aplicado para regionalizar os dados de disponibilidade e exploração e, desse modo, distinguir locais com diferentes taxas de consumo do aquífero, é a divisão de quadriculas da área de estudo em células de 500 x 500 m e em cada célula determinar a vazão de exploração, representada pela somatória das vazões dos poços existentes na quadricula. Em cada célula o volume de água disponível no aquífero é de 3,3 mil m³/mês (IG/DAEE, 2011).

A comparação entre os valores de disponibilidade e os valores de exploração, assim obtidos em cada quadrícula, permitiu determinar os locais onde a exploração estava superando a disponibilidade. A partir da identificação dos locais com esta tendência pode-se estabelecer a proposta de controle, determinando as medidas de restrição de uso, no sentido de promover o uso sustentável do recurso hídrico subterrâneo do Sistema Aquífero Bauru.

Os critérios adotados para definição do modelo de restrição e controle visam o manejo do uso da água subterrânea do Sistema Aquífero Bauru, tendo a sustentabilidade como meta sem, no entanto, provocar um abrupto impedimento de seu uso em virtude da elevada pressão da demanda.

De acordo com IG/DAEE (2011), o método de regionalização da exploração permitiu identificar que a maioria das quadrículas possui taxas de exploração inferiores à disponibilidade, por outro lado identificou diversas quadrículas onde as explorações superam a disponibilidade e existem locais onde os volumes explorados superam em mais de 100% o volume disponível. Visando priorizar as ações de gerenciamento e balizar a adoção das medidas de controle, as taxas de exploração foram agrupadas em faixas e foram definidas três Zonas de Ações Prioritárias (ZAP), a saber, (Figura 6):

- ZAP 1 – área de 42 km² constituída pelas quadrículas com taxa de exploração superior ao dobro da disponibilidade (exploração >60 mil m³ /mês);
- ZAP 2 – área de 40 km² constituída pelas quadrículas com taxa de exploração superior à disponibilidade até o dobro da disponibilidade (exploração >30 mil m³ /mês até 60 mil m³ /mês);
- ZAP 3 – área de 10 km² constituída pelas quadrículas com taxa de exploração igual ou superior a 75% da disponibilidade até o volume disponível (Vazões de exploração $\geq 22,5$ mil m³ /mês até 30 mil m³ /mês).

A adoção das medidas de restrição e controle é de extrema importância para o processo de gestão. A outorga é uma exigência legal dirigida a todos os poços existentes no Estado de São Paulo, sob pena de seus proprietários sofrerem as sanções previstas na lei, caso não providenciem a regularização. Assim a implantação das medidas de restrição e controle deverá inibir a proliferação de poços e a conseqüentemente reduzir as taxas de exploração do aquífero. O cenário encontrado na região de São José do Rio Preto, em relação à exploração do Sistema Aquífero Bauru, pode ser caracterizado como um estado de atenção, ainda

não alarmante. Os primeiros passos rumo à gestão podem ser realizados com vistas a aumentar o controle da perfuração de novos poços e do uso das águas subterrâneas, melhorar o conhecimento das condições de recarga e extração (IG/DAEE, 2011).

A partir da classificação das ZAPs foram estabelecidas as propostas de medidas de restrição e controle, apresentadas na Tabela 3.

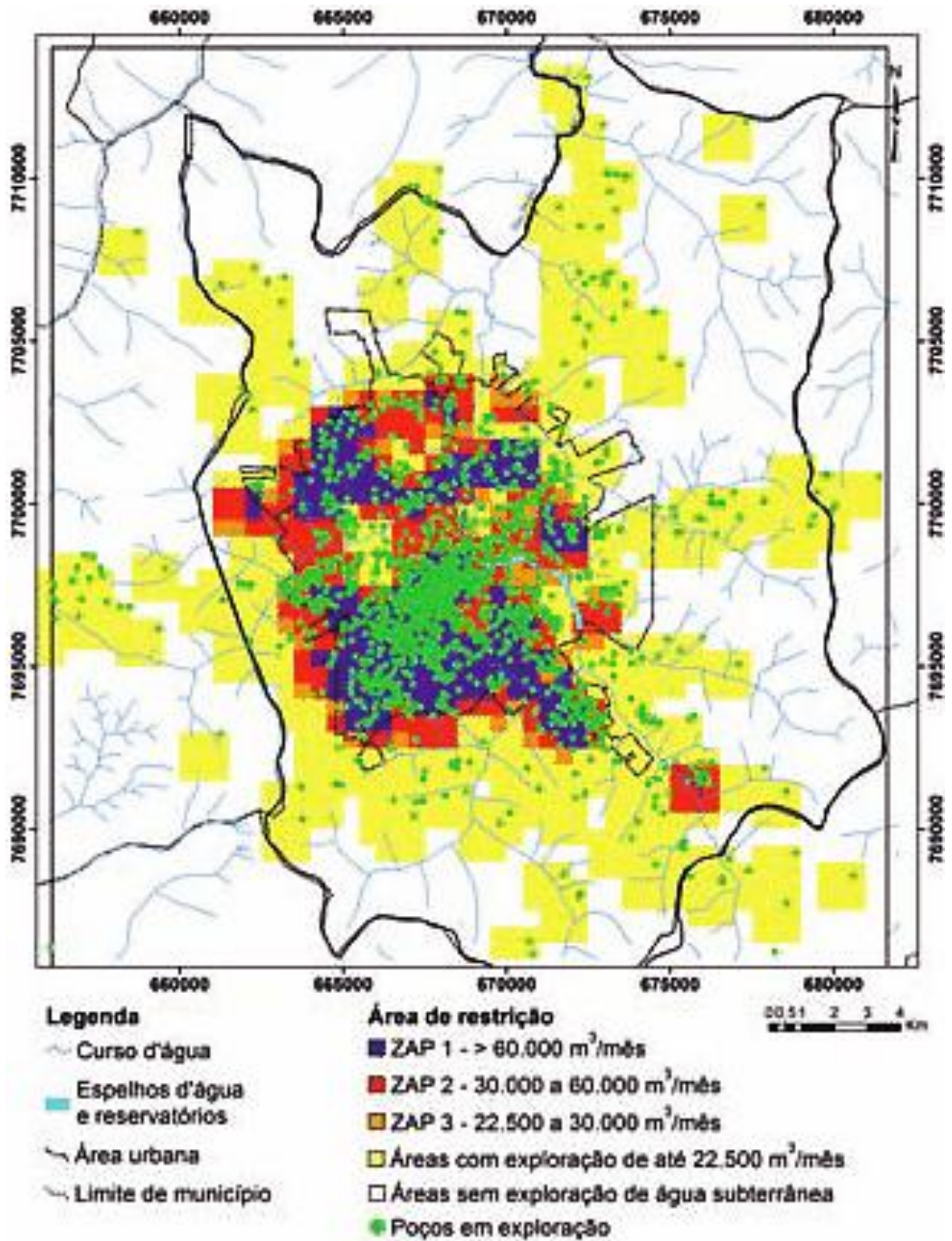
Tabela 3 – Proposta de medidas de restrição e controle na área urbana de São José do Rio Preto/SP

MEDIDAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE NA ÁREA URBANA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/SP			
Situação dos Poços	Alta – ZAP 1	Média – ZAP 2	Baixa – ZAP 3
Novos Poços	Não permitido	Não permitido, exceto substituição de Poço de Abastecimento Público, operado pela concessionária	Permitido fora da Área Prioritária para Abastecimento Público*
Poço Desativado	Tamponar	Tamponar	Tamponar
Poço público	AC e MA6	AC e MA6	AC e MA12
Poço particular fora da APAP	AC e MA6	AC e MA6	AC e MA12
Poço particular dentro da APAP	AC, MA6 e AEI	AC, MA6 e AEI	AC, MA12
AEI Poço contaminado (Portaria 518)	Paralisação 2 x MA3**	Paralisação 2 x MA3**	Paralisação 2 x MA3**

Legenda:

- AC: Atividades Condicionantes .
- MA: Amostragem e análise química dos parâmetros da Portaria MS no 518 de 25/03/2004, com monitoramento trimestral (3), semestral (6) ou anual (12).
- AEI: Avaliação Específica de Interferência.
- (*) – Permitida a instalação de novos poços particulares ou para abastecimento público, desde que a vazão total de exploração fique limitada ao valor da disponibilidade.
- (**) – Poços contendo substâncias acima dos valores de referência de potabilidade, durante duas campanhas trimestrais, devem ser lacrados ou tamponados.

Figura 6 – Zonas de Ações Prioritárias da área urbana de São José do Rio Preto/SP



Fonte: IG/DAEE (2011).

4 AREA DE ESTUDO

4.1 CARACTERISTICAS GERAIS

O objeto de estudo desta pesquisa é a sub-bacia Ribeirão Santa Rita. Está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Turvo/Grande (UGRHI 15), conforme Figura 7, localiza-se a noroeste do Estado de São Paulo, na divisa ao norte com o Estado de Minas Gerais, a leste com a UGRHI 12 (Baixo Pardo/Grande), a sudeste com a UGRHI 9 (Mogi Guaçu) e, ao sul com as UGRHIs 16 (Tietê/Batalha) e 18 (São José dos Dourados).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita tem a menor extensão territorial na UGRHI 15, com área de 765,32 km² (REGEA, 2017).

Figura 7 - Localização da Bacia do Ribeirão Santa Rita

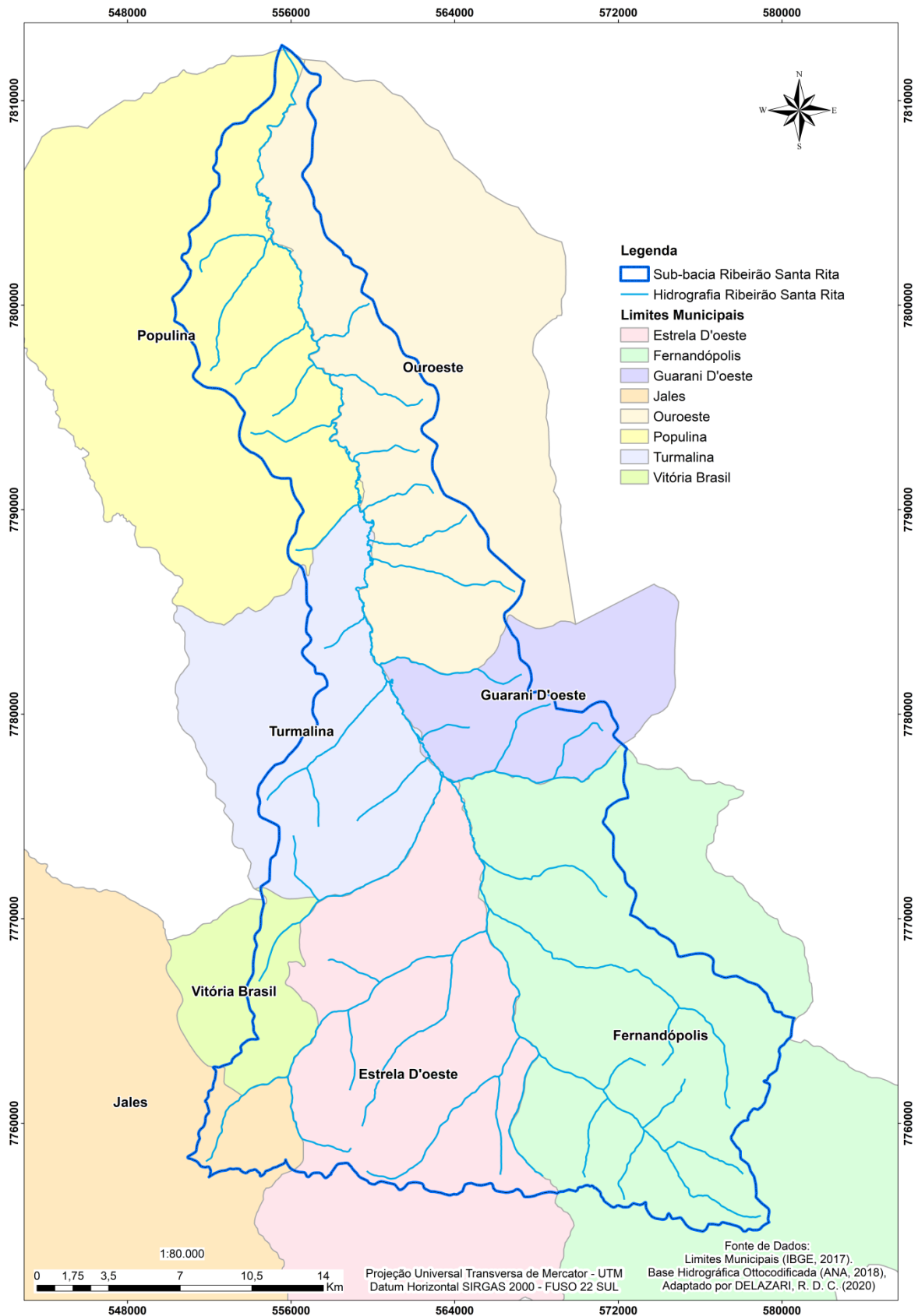


Fonte: ANA (2018). Adaptado pelo autor (2019).

A área da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita está inserida em oito (8) municípios do Noroeste de São Paulo, sendo eles, Fernandópolis, Estrela d'Oeste, Jales, Vitória Brasil, Guarani d'Oeste, Turmalina, Ouroeste e Populina (Figura 8).

O município que possui a maior população urbana é Fernandópolis, seguido de Ouroeste. Por outro lado, o município com a menor população urbana é Estrela d'Oeste. Fernandópolis possui o maior número de habitantes em área rural, seguido por Estrela d'Oeste. O município com a menor população rural é Ouroeste.

Figura 8 - Municípios que compõem a Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018), IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

4.2 HIDROGRAFIA

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita tem seis microbacias principais, compreendida pelo Córrego Santa Rita, Córrego da Estiva, Córrego da Capivara, Córrego da Taboa, Córrego do Veadão e Córrego do Desengano (Figura 9).

Em análise sob escala 1:80.000 verificou-se que na área de estudo existem quarenta (40) nascentes, sendo que a nascente que origina o Ribeirão Santa Rita localiza-se na microbacia do Córrego da Taboa, que encontra-se no território do município de Fernandópolis (Figura 10).

A área das microbacias e a quantidade de nascentes em cada encontram-se na Tabela 4 e a localização espacial de cada uma das nascentes estão descritas na Tabela 5.

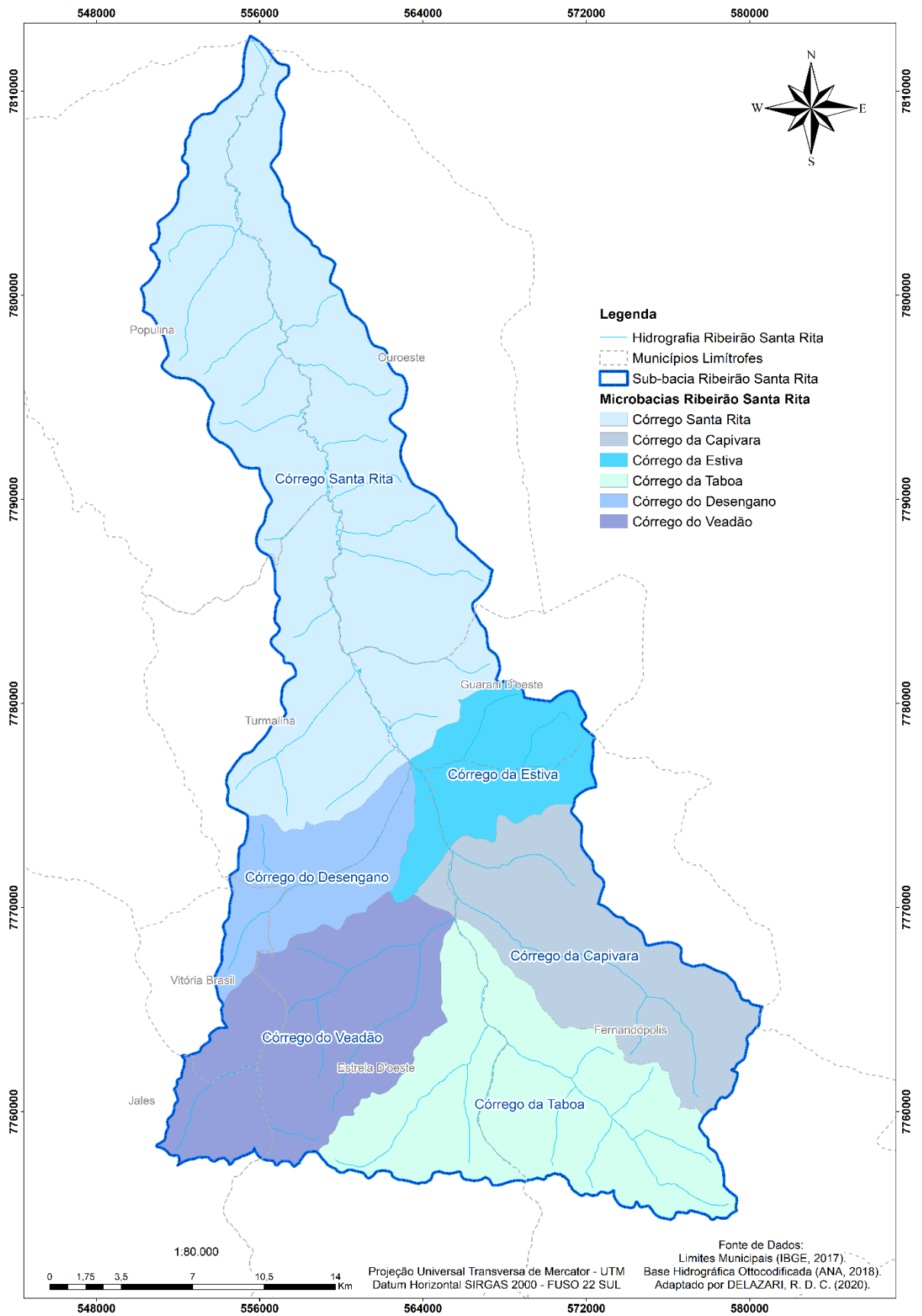
Tabela 4 – Área das Microbacias da Bacia do Ribeirão Santa Rita

Microbacias	Área (Ha)	Nº de Nascentes
Córrego da Capivara	10369,90	3
Córrego da Estiva	5526,21	3
Córrego da Taboa	14023,16	9
Córrego do Desengano	5200,72	2
Córrego do Veadão	11318,17	5
Córrego Santa Rita	30013,92	18
Total	76452,08	40

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

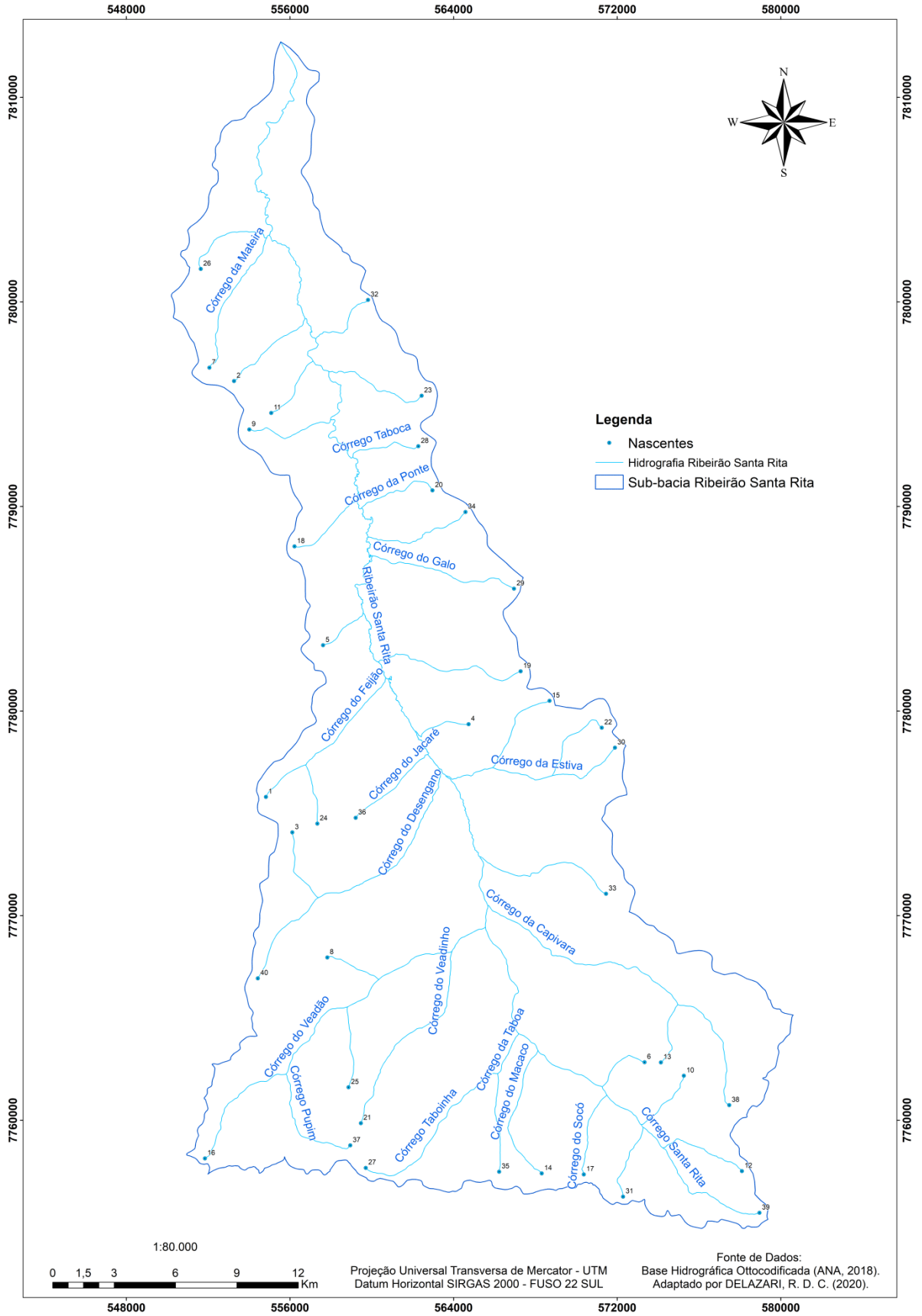
Na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita está localizado um trecho do reservatório de Ilha Solteira que abrange área de 1,11 km², equivalente a apenas 0,15% do território da sub-bacia em área inundada (REGEA, 2017).

Figura 9 – Microbacias da Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018), IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 10 – Hidrografia da Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018). Adaptado pelo autor (2020).

Tabela 5 – Localização das Nascentes da Bacia do Ribeirão Santa Rita

ID	Localização na Microbacia	Coordenadas UTM		Fuso
1	Córrego Santa Rita	554826,67	7775802,10	22 S
2	Córrego Santa Rita	553267,77	7796130,36	22 S
3	Córrego do Desengano	556117,48	7774069,97	22 S
4	Córrego Santa Rita	564736,47	7779361,26	22 S
5	Córrego Santa Rita	557617,16	7783219,01	22 S
6	Córrego da Taboa	573342,46	7762836,02	22 S
7	Córrego Santa Rita	552062,17	7796789,58	22 S
8	Córrego do Veadão	557824,88	7767956,42	22 S
9	Córrego Santa Rita	554013,29	7793763,86	22 S
10	Córrego da Taboa	575262,36	7762173,12	22 S
11	Córrego Santa Rita	555083,68	7794572,80	22 S
12	Córrego da Taboa	578100,93	7757511,11	22 S
13	Córrego da Capivara	574139,24	7762826,08	22 S
14	Córrego da Taboa	568313,93	7757399,36	22 S
15	Córrego da Estiva	568693,15	7780501,21	22 S
16	Córrego do Veadão	551842,06	7758133,28	22 S
17	Córrego da Taboa	570371,13	7757348,87	22 S
18	Córrego Santa Rita	556222,98	7788048,66	22 S
19	Córrego Santa Rita	567280,15	7781946,32	22 S
20	Córrego Santa Rita	562969,56	7790785,82	22 S
21	Córrego do Veadão	559468,98	7759853,60	22 S
22	Córrego da Estiva	571249,74	7779185,43	22 S
23	Córrego Santa Rita	562437,88	7795415,30	22 S
24	Córrego Santa Rita	557337,17	7774496,80	22 S
25	Córrego do Veadão	558865,46	7761610,62	22 S
26	Córrego Santa Rita	551638,28	7801611,93	22 S
27	Córrego da Taboa	559707,95	7757669,72	22 S
28	Córrego Santa Rita	562278,78	7792946,61	22 S
29	Córrego Santa Rita	566957,66	7785981,07	22 S
30	Córrego da Estiva	571890,75	7778210,59	22 S

31	Córrego da Taboa	572288,64	7756264,13	22 S
32	Córrego Santa Rita	559818,47	7800097,58	22 S
33	Córrego da Capivara	571455,95	7771066,58	22 S
34	Córrego Santa Rita	564580,68	7789732,31	22 S
35	Córrego da Taboa	566227,68	7757481,33	22 S
36	Córrego Santa Rita	559214,27	7774782,98	22 S
37	Córrego do Veadão	558947,77	7758768,63	22 S
38	Córrego da Capivara	577479,43	7760735,77	22 S
39	Córrego da Taboa	578957,54	7755473,06	22 S
40	Córrego do Desengano	554429,89	7766936,48	22 S

Fonte: ANA (2018). Adaptado pelo autor (2020).

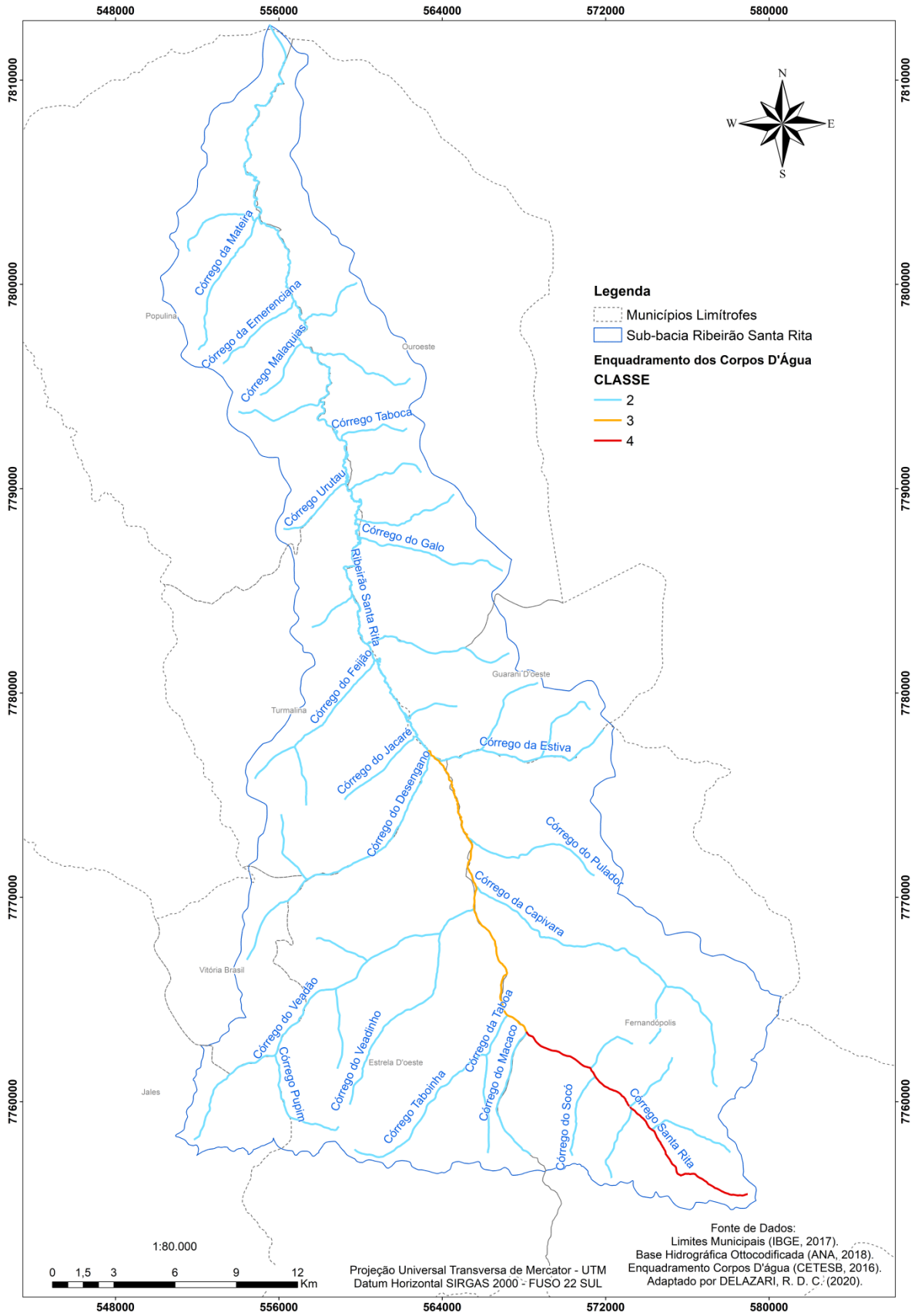
4.3 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA

Não devendo ser visto como uma simples classificação, o enquadramento é um recurso de gestão que visa assegurar que a qualidade das águas seja compatível com as demandas.

A CETESB, em parceria com a Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente e a Coordenadoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, aplicou sobre uma base cartográfica digital os dados de enquadramento dos corpos hídricos segundo regramentos legais. A base cartográfica digital utilizada, na escala de 1:50.000, é oriunda do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). A esta foi atribuído, para cada trecho do rio, a classe em que foi enquadrado e também informações de reenquadramento caso ocorrido (CETESB, 2020).

Para análise da Bacia do Ribeirão Santa Rita, foi recortada a área de interesse, e o enquadramento desta está demonstrada na Figura 11. Sendo que observou-se que o trecho da nascente do Córrego Santa Rita encontra-se em classe 4 e uma outra parte em classe 3, todos eles dentro do limite municipal de Fernandópolis. O restante dos cursos d'água encontram-se classificados em classe 2.

Figura 11 – Enquadramento dos cursos d'água da Bacia do Ribeirão Santa Rita

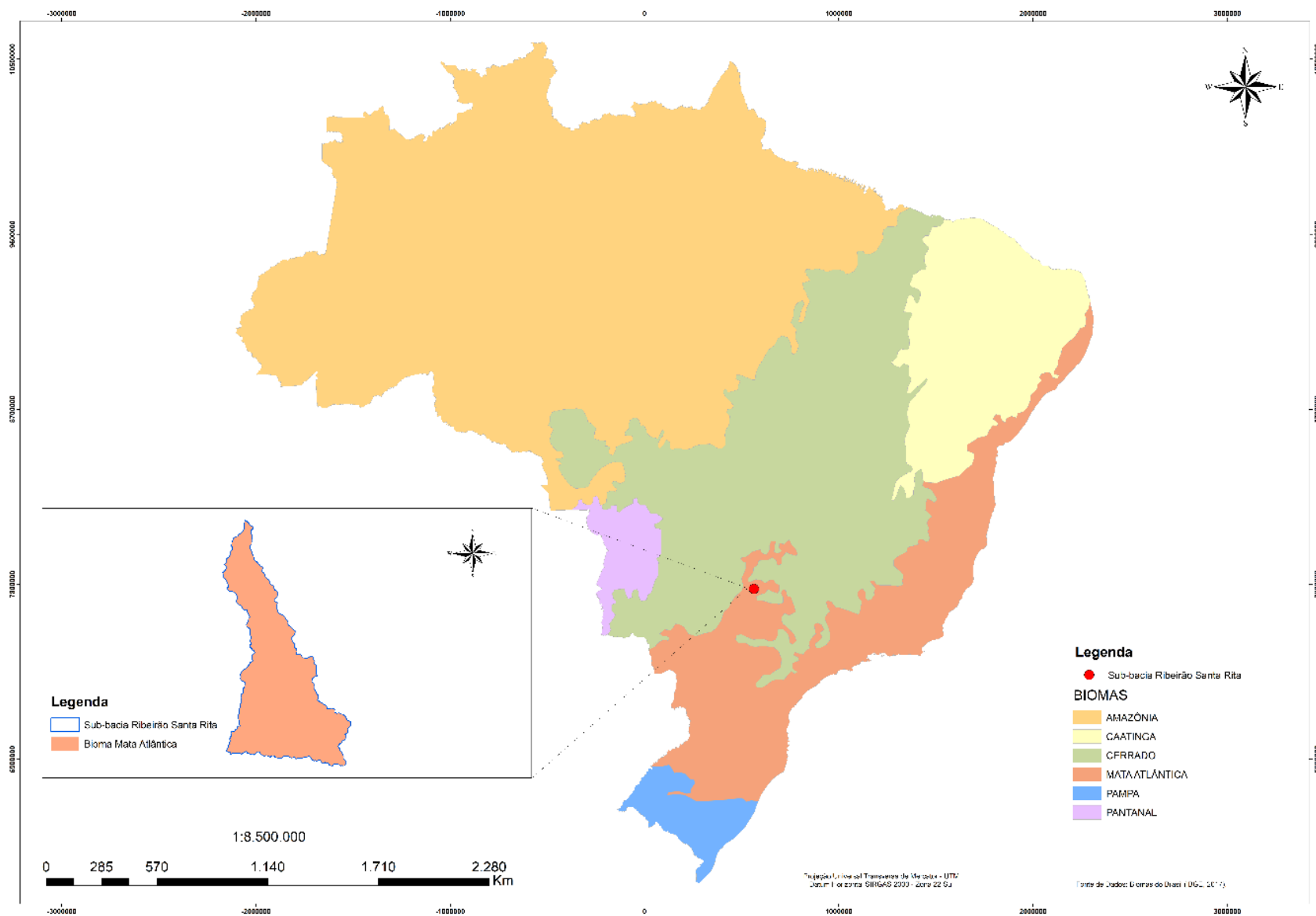


Fonte: ANA (2018), IBGE (2017), CETESB (2016). Adaptado pelo autor (2020).

4.4 VEGETAÇÃO

Em todo o território da Bacia do Ribeirão Santa Rita o Bioma é a Mata Atlântica, expressado na tipologia Floresta Estacional Semidecidual, distribuídas em maciços, fragmentos e áreas ciliares úmidas e não úmidas observadas nas áreas úmidas estrutura de Mata de Brejo (Figura 12).

Figura 12 – Bioma da Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2019).

4.5 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

A área abrangida pela Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita é predominantemente composta por aquífero sedimentar (Formação Bauru), com cerca de 89% do território, onde a água se acumula nos poros das rochas; e, em menor escala, pelo aquífero cristalino (derrame basáltico da Formação Serra Geral), onde concentra-se apenas em 11 % do território, nos quais a água encontra-se nas fraturas das rochas (Figura 13 e Tabela 6).

Tabela 6 – Área dos Aquíferos na Bacia do Ribeirão Santa Rita

Aquífero	Característica	Área (ha)	% do total
Bauru	Poroso	68361,84	89
Serra Geral	Fraturado	8110,75	11

Fonte: ANA (2013). Adaptado pelo autor (2020).

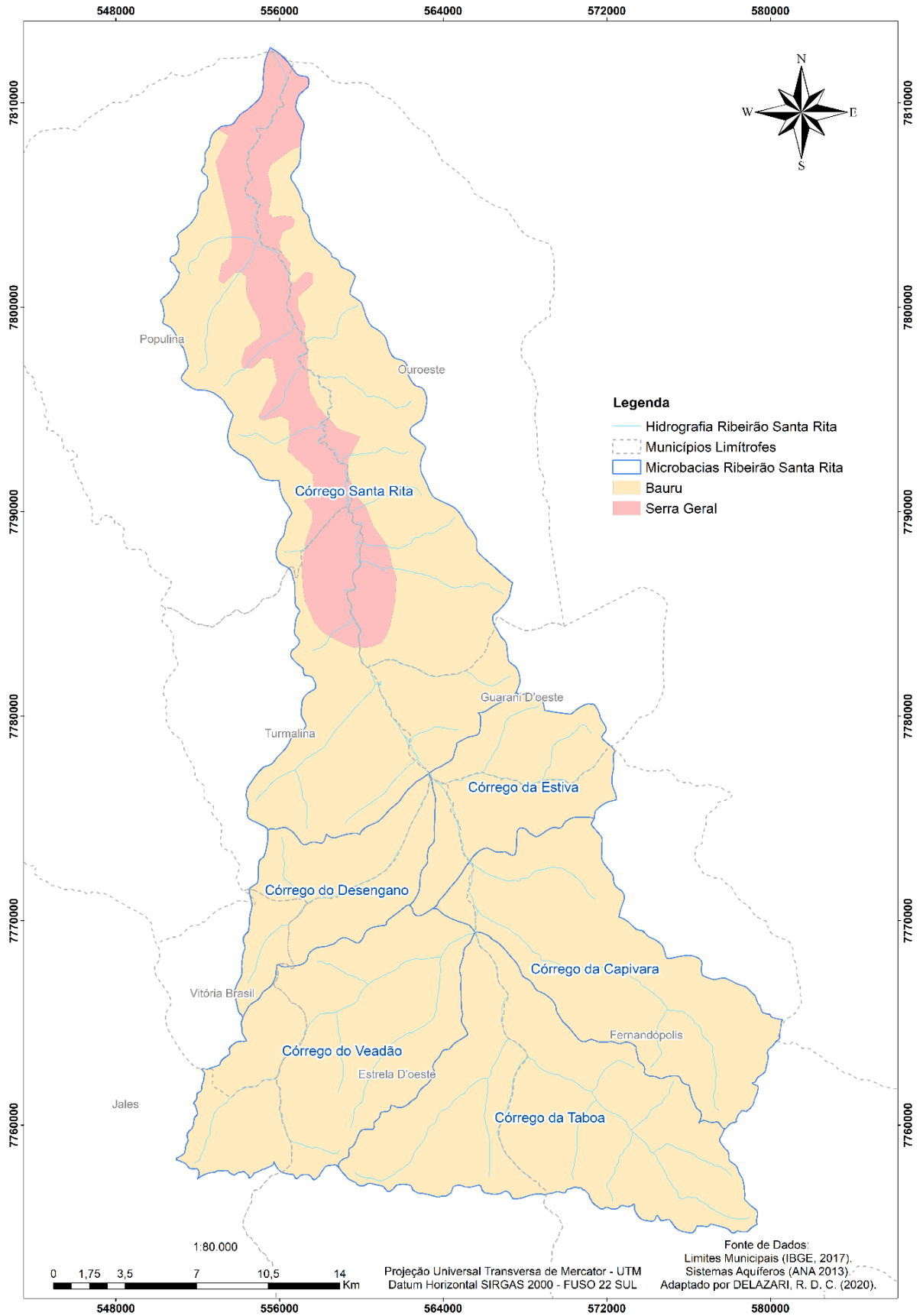
O Aquífero Sedimentar (Formação Bauru) corresponde a uma sequência de rochas sedimentares mesozóicas depositadas sobre o Grupo São Bento que, por sua vez, formado na era Paleozóico pertence à Bacia do Paraná. Este comporta-se como livre à semiconfinado, com porosidade primária, ou seja, porosidade derivada das características intrínsecas à própria rocha e à sua formação. Sendo assim, sua recarga corresponde diretamente à infiltração das águas pluviais em locais não impermeabilizados dentro dos domínios da Formação Bauru e a descarga do aquífero é realizada principalmente pelos corpos de drenagens superficiais, porém também há uma parcela do volume de descarga do aquífero que migra para as rochas de embasamento subjacente (Aquífero Cristalino) através de fraturas subverticais (REGEA, 2017).

Em menor representatividade, tem-se o aquífero cristalino, o qual é composto pelo derrame basáltico toleítico de idade paleozóica, denominado de Serra Geral. Esta espessa camada de rocha maciça, sem porosidade primária, designa-se como um aquífero do tipo fraturado, com complexo padrão de fraturamento e diáclases típicas de resfriamento e alívio. Este aquífero comporta-se como livre à semiconfinado, porém com porosidade secundária (fraturas). Sua área de recarga corresponde a infiltração das águas pluviais (através principalmente de suas fraturas verticalizadas) na região onde aflora e, também, através da migração da água

presente no Sistema Aquífero Bauru. A descarga do aquífero é realizada por corpos de drenagens superficiais, além da perda substancial que pode ocorrer tanto para as demais formações do Grupo São Bento (Formação Botucatu e Pirambóia) como para as do Grupo Bauru (REGEA, 2017).

Deve se observar que, embora não aflore na área da UGRHI 15, o Aquífero Guarani está presente sob todo o substrato rochoso correspondente aos dois aquíferos aflorantes, porém não contribui diretamente com dados de reserva e exploração devido sua grande profundidade na região, que somando os pacotes sedimentares do Grupo Bauru e o derrame basáltico Serra Geral, alcança aproximadamente 300 m (REGEA, 2017).

Figura 13 – Aquíferos da Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2013), IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

4.6 PEDOLOGIA

A Figura 14 demonstra a pedologia da Bacia do Ribeirão Santa Rita, sendo os principais tipos o Gleissolo Háptico, Latossolo Vermelho e Argissolos Vermelho-Amarelos.

Segundo Sousa e Lobato (2019), as características do solo do tipo Gleissolo Háptico são as seguintes:

- São solos minerais, hidromórficos, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução) em condições de encharcamento durante o ano todo ou parte dele. O horizonte glei pode começar a 40 cm da superfície. São solos mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil.
- Podem apresentar tanto argila de baixa atividade, quanto de alta atividade, são solos pobres ou ricos em bases ou com teores de alumínio elevado. Como estão localizados em baixadas, próximas às drenagens, suas características são influenciadas pela contribuição de partículas provenientes dos solos das posições mais altas e da água de drenagem, uma vez que são formados em áreas de recepção ou trânsito de produtos transportados.
- A maior limitação está na presença de lençol freático elevado, com riscos de inundação, necessitando de drenagem para seu uso. Raramente apresentam fertilidade alta e a neutralização da acidez pela calagem é problemática, exigindo, muitas vezes, grandes quantidades de calcário.
- A textura ao longo do perfil deve ser observada, pois solos muito argilosos em subsuperfície podem apresentar sérios problemas quando drenados. À medida que esses solos secam, ficam endurecidos, prejudicando o desenvolvimento de raízes. Ciclos constantes de umedecimento e secagem podem provocar endurecimento irreversível do solo.
- Apresentam sérias limitações ao uso agrícola, principalmente, em relação à deficiência de oxigênio (pelo excesso de água), à baixa fertilidade e ao impedimento à mecanização.
- Por estarem em locais úmidos, conservadores de água, não se recomenda sua utilização para atividades agrícolas, principalmente, nas áreas que ainda estão intactas e nas nascentes dos cursos d'água.

- O ambiente onde se encontram os solos glei é muito importante do ponto de vista conservação do recurso água. A drenagem dessas áreas pode comprometer o reservatório hídrico da região, particularmente, nas áreas onde se utiliza irrigação de superfície. A manutenção das várzeas é de suma importância para a perenização dos cursos d'água.

Já os solos do tipo Latossolo vermelho apresentam cores vermelhas acentuadas, devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade. Ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola. Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, principalmente se forem eutróficos (de fertilidade alta). Outras limitações identificadas referem-se à baixa quantidade de água disponível às plantas e a susceptibilidade à compactação. Esta susceptibilidade, comumente verificada nos Latossolos Vermelhos de textura argilosa ou muito argilosa, pode ocorrer também nos Latossolos Vermelhos de textura média, especialmente se o teor de areia fina for elevado (SANTOS, ZARONI e CLEMENTE, 2019).

De acordo com Silva e Oliveira Neto (2019), os Argissolos Vermelho-Amarelos são solos também desenvolvidos do Grupo Barreiras de rochas cristalinas ou sob influência destas. Apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. São solos profundos e muito profundos; bem estruturados e bem drenados. Há predominância do horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente, apresentam principalmente a textura média/argilosa, podendo apresentar em menor frequência a textura média/média e média/muito argilosa. Apresentam também baixa a muito baixa fertilidade natural, com reação fortemente ácida e argilas de atividade baixa, dessa forma, para o seu aproveitamento racional necessitam de adubação e calagem.

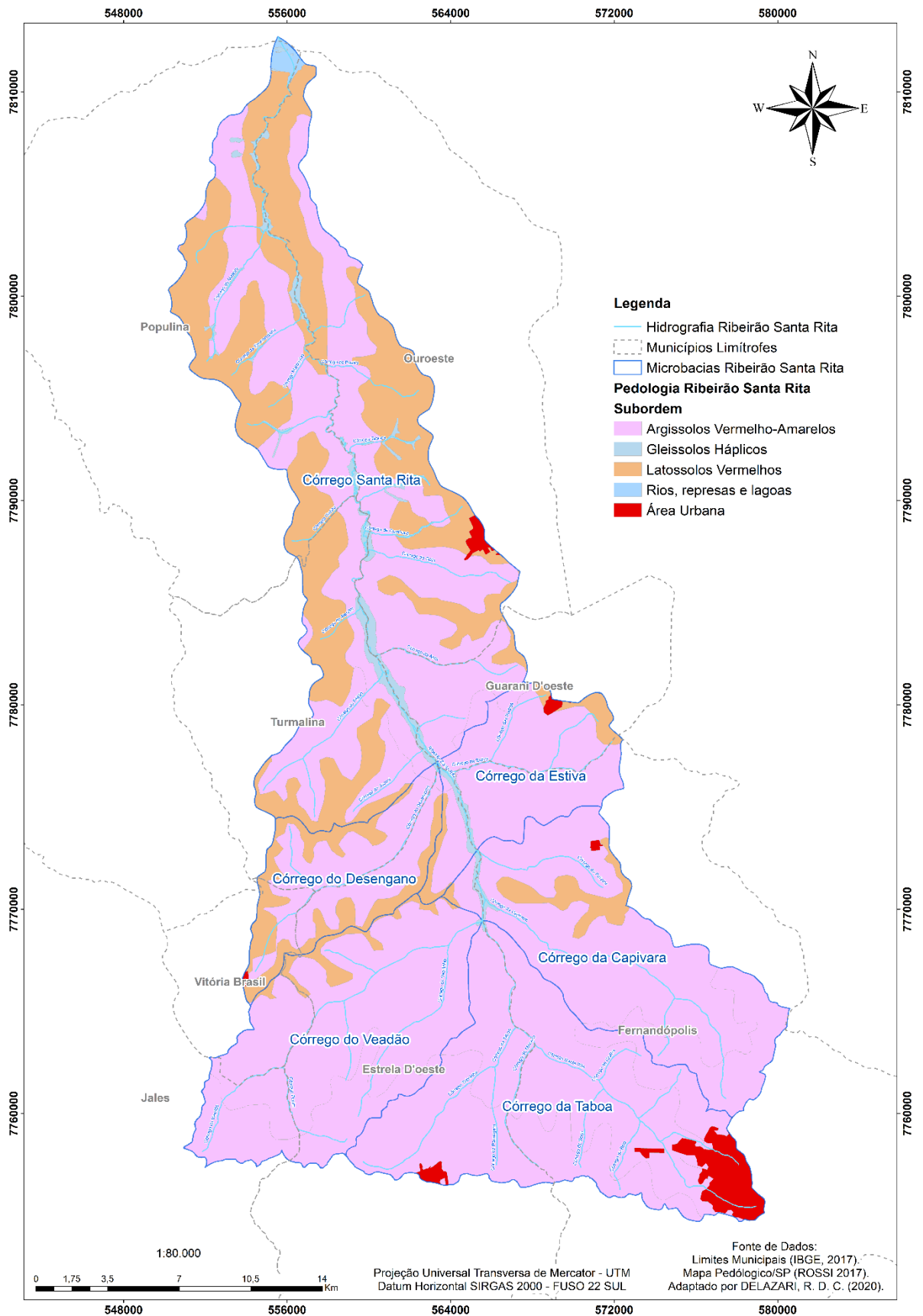
O detalhamento das subordens e as áreas abrangidas por cada tipo de solo estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7 – Características Pedológicas da Bacia do Ribeirão Santa Rita

Subordem	Descrição	Trofismo	Profundidade	Textura	Relevo	Área (ha)
Área Urbana						1362,54
Gleissolos Hápticos	GX11 - GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO	Eutrófico e Distrófico	Pouco Profundo	Argilosa	Plano	196,66
Gleissolos Hápticos	GX5 - Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO e NEOSSOLO FLÚVICO	Distrófico moderado ou proeminente	Pouco Profundo e Profundo	Indiscriminada	Plano	1219,04
Latosolos Vermelhos	LV21 - LATOSSOLO VERMELHO ou VERMELHO-AMARELO	Distrófico moderado ou fraco	Muito Profundo	Média álico ou não álico	Suave Ondulado	14111,84
Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO	Eutrófico arênico ou abruptico moderado ou fraco	Profundo	Arenosa/Média	Suave Ondulado e Ondulado	44,55
Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA6 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO + ARGISSOLO VERMELHO	Eutrófico	Profundo	Arenosa/Média e Média	Suave Ondulado e Ondulado	328,54
Latosolos Vermelhos	LV3 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO + NITOSSOLO VERMELHO	Eutro/Distroférico moderado e chernozêmico	Muito Profundo	Argilosa e Muito Argilosa	Suave Ondulado	2830,33
Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO	Eutrófico arênico ou abruptico moderado ou fraco	Profundo	Arenosa/Média	Suave Ondulado e Ondulado	10890,08
Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA4 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO + ARGISSOLO VERMELHO	Eutrófico moderado	Profundo	Arenosa/Média e Média	Suave Ondulado	32450,52
Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA6 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO + ARGISSOLO VERMELHO	Eutrófico	Profundo	Arenosa/Média e Média	Suave Ondulado e Ondulado	12849,03
Rios, lagoas e represas						189,46

Fonte: Rossi (2017). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 14 – Pedologia da Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: Rossi (2017), IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

4.7 PLUVIOSIDADE

Na maior parte do Brasil, as estações de secas e de chuvas são bem definidas. Contudo, é necessário acompanhar com atenção o padrão de chuvas e toda alteração de comportamento para realizar a gestão e garantir a disponibilidade de recursos hídricos em épocas mais secas.

O clima da região da bacia do Ribeirão Santa Rita, segundo Koppen é tropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007), portanto o monitoramento das chuvas ainda é fundamental para analisar alguns casos de exceção; por exemplo, nos casos em que, na média anual, o período de estiagem não foi extremamente seco, mas a chuva foi insuficiente e resultou na diminuição da vazão de uma bacia. Da mesma forma, o evento de um período muito chuvoso dentro do ano pode causar grandes danos em determinado local.

Alterações dos padrões hidrológicos e eventos extremos afetam também o planejamento de infraestrutura e de alocação de água para atendimento de usos múltiplos, já que este dimensionamento é feito com base em estatísticas das séries históricas, adicionando complexidade e incertezas. Em geral, além dos efeitos sobre as águas superficiais, a mudança climática deverá afetar as taxas de recarga de águas subterrâneas, ou seja, os recursos de águas subterrâneas renováveis e os níveis dos aquíferos (ANA, 2016).

Um estudo de Santos; De Lima; Vanzela (2013) verificou que a bacia do Ribeirão Santa Rita se caracterizou por apresentar nove meses de deficiência hídrica, ficando evidente a importância de um planejamento integrado dos recursos hídricos como ferramenta de auxílio na tomada de decisão. Segundo este estudo a Bacia do Ribeirão Santa Rita apresentou valor anual médio ponderado de 1.195 mm de precipitação concentrando nos meses de dezembro a março com um total acumulado de 698 mm (58,4% do total anual precipitado), sendo o mês de janeiro o mês com maior precipitação. Os meses de menor precipitação média mensal foram de junho a agosto com valor médio entre 25 e 50 mm.

Visando verificar como se apresenta o regime hídrico da região em estudo nos anos atuais, foi analisada a precipitação e temperatura no período de 2012 a 2019, obtidas de duas estações meteorológicas, uma localizada em Populina/SP

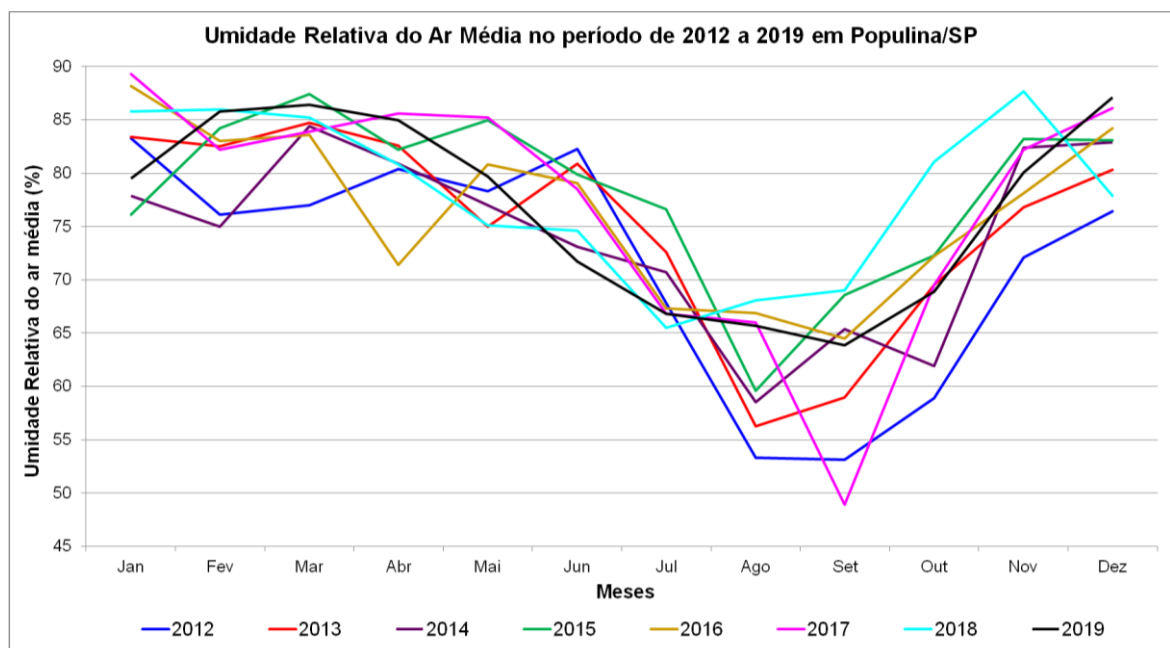
(UNESP, 2020) e outra em Fernandópolis/SP (CIIAGRO, 2020), ambos municípios que fazem parte da Bacia do Ribeirão Santa Rita.

Em relação à umidade relativa do ar, observaram-se os dados do município de Populina, verificando que de dezembro a maio, tem-se valores acima de 75%. Com exceção apenas de 2016, em que houve uma queda no mês de abril. A umidade do ar atinge as menores porcentagens entre julho e setembro, onde as médias ficam entre 50% a 65% (Figura 15).

Verificou-se que o período de menor precipitação em ambos os municípios são entre os meses de março a setembro, sendo que os meses de julho e agosto são os com menor precipitação, coincidindo com as temperaturas baixas (Figuras 16 e 17).

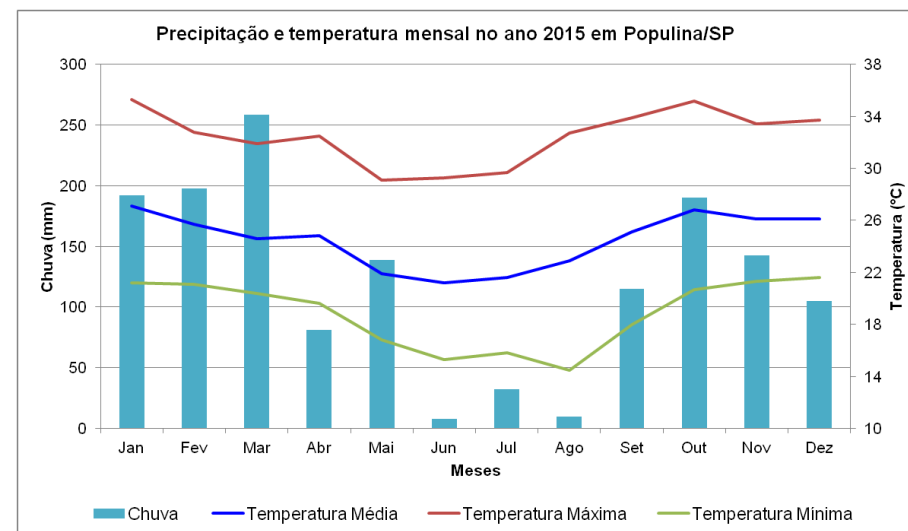
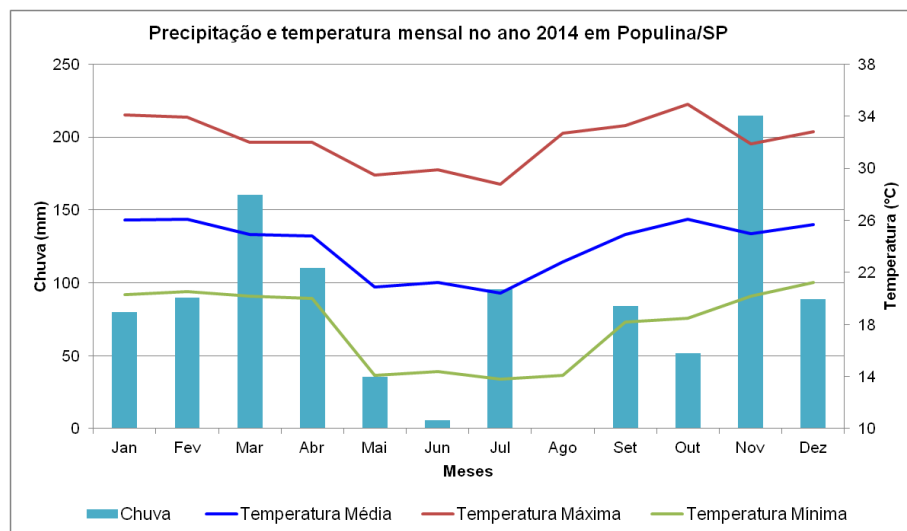
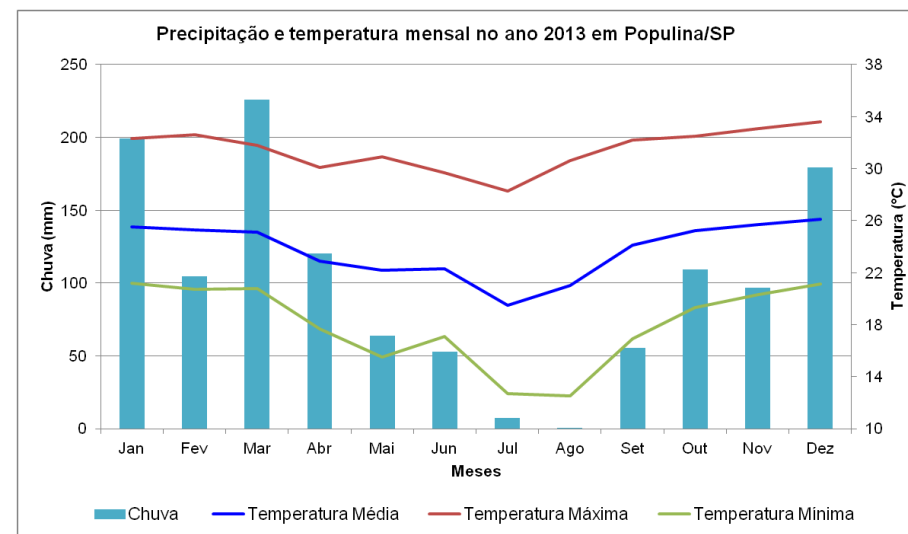
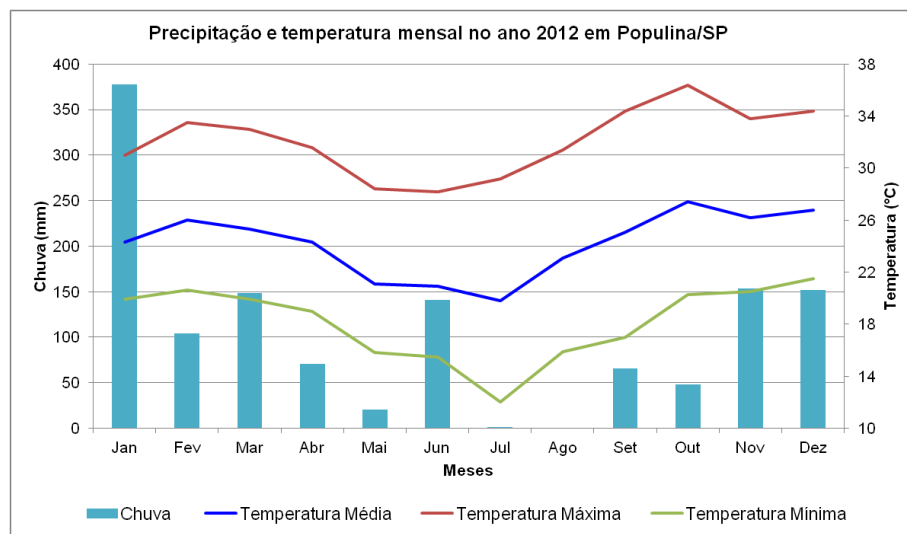
Já o período de maior precipitação e temperatura média é entre os meses de novembro a fevereiro, com maiores chuvas e em janeiro. Vale destacar que a chuva dispersa em poucos períodos pode afetar na infiltração de água no solo, favorecendo o escoamento superficial, assoreamento dos cursos d'água e enchentes, já que ele ocorre quando a intensidade da chuva é maior que a taxa de infiltração da água no solo ou quando a capacidade de acumulação de água no solo for ultrapassada.

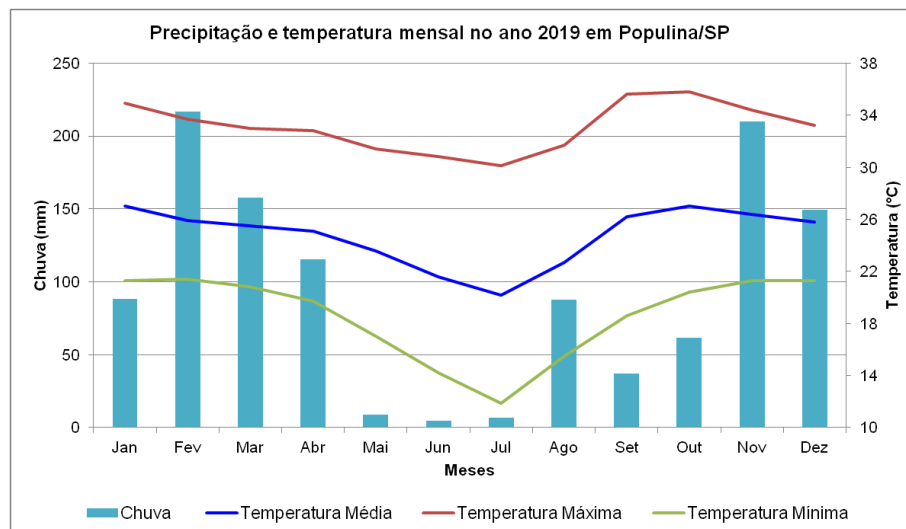
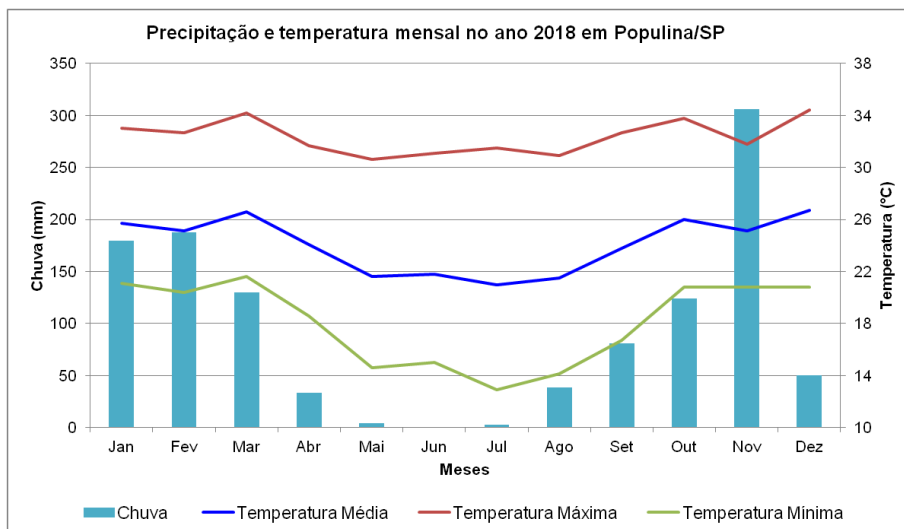
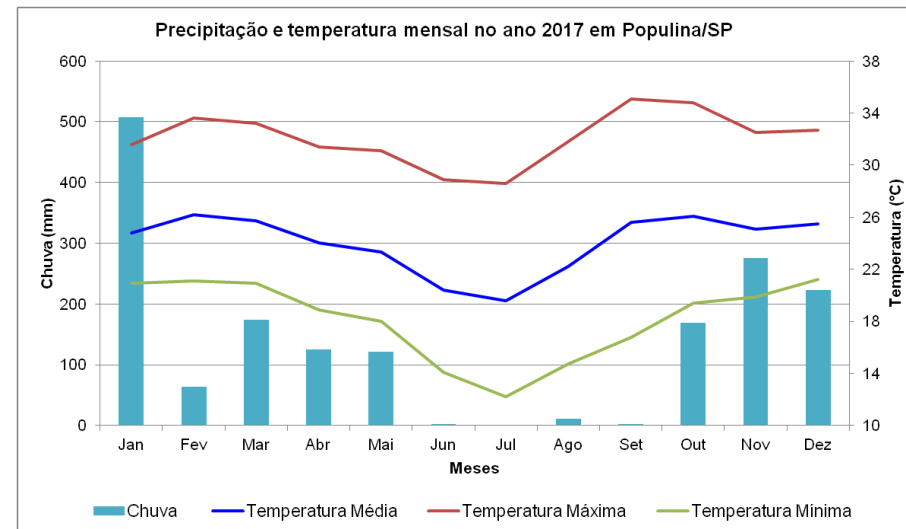
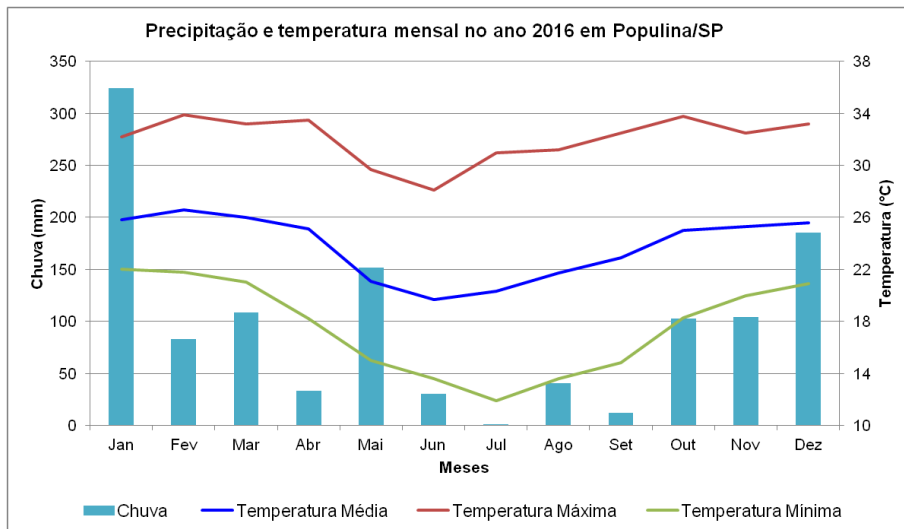
Figura 15 – Umidade Relativa do Ar Média no período de 2012 a 2019 em Populina/SP



Fonte: UNESP (2020).

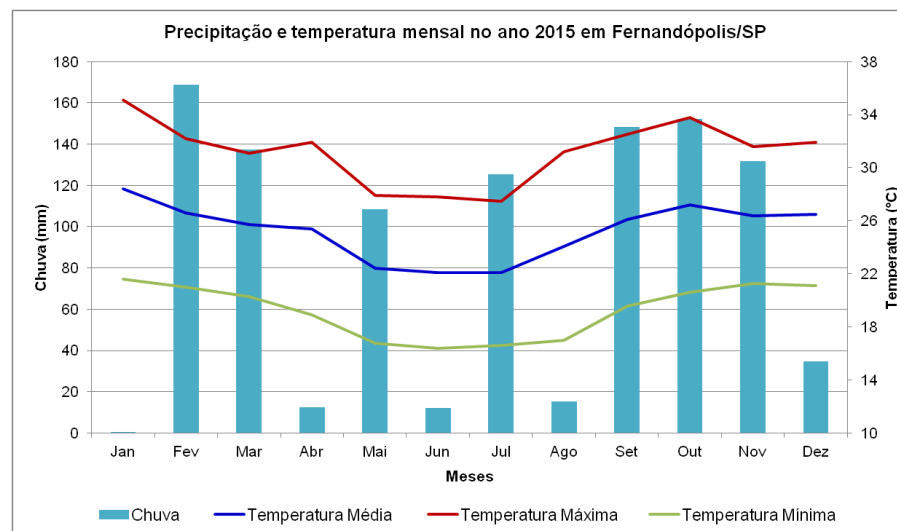
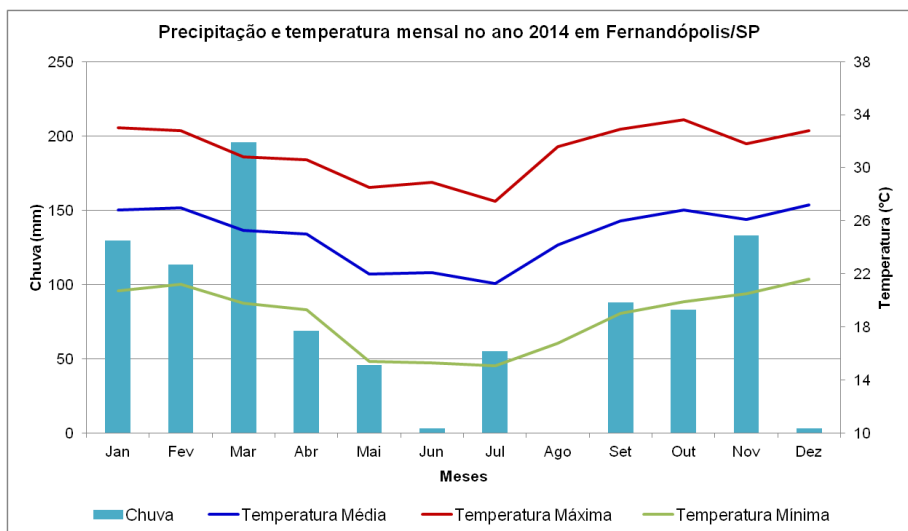
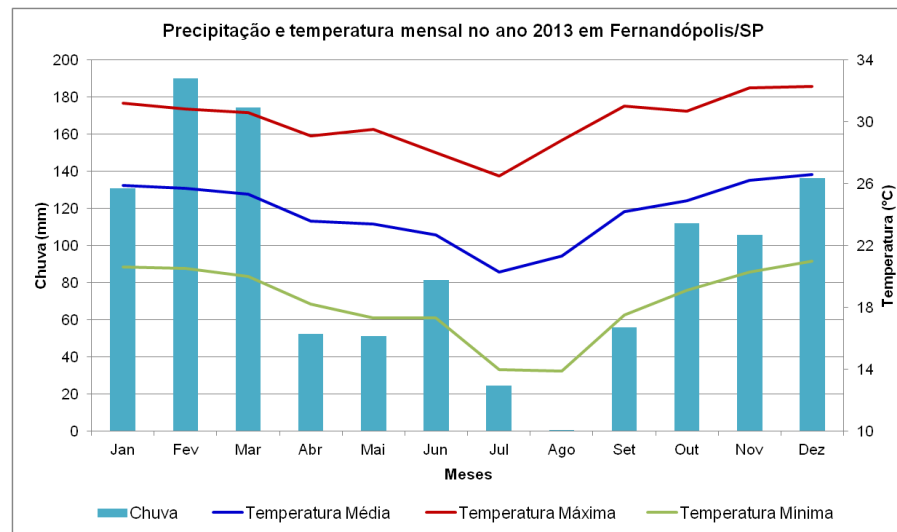
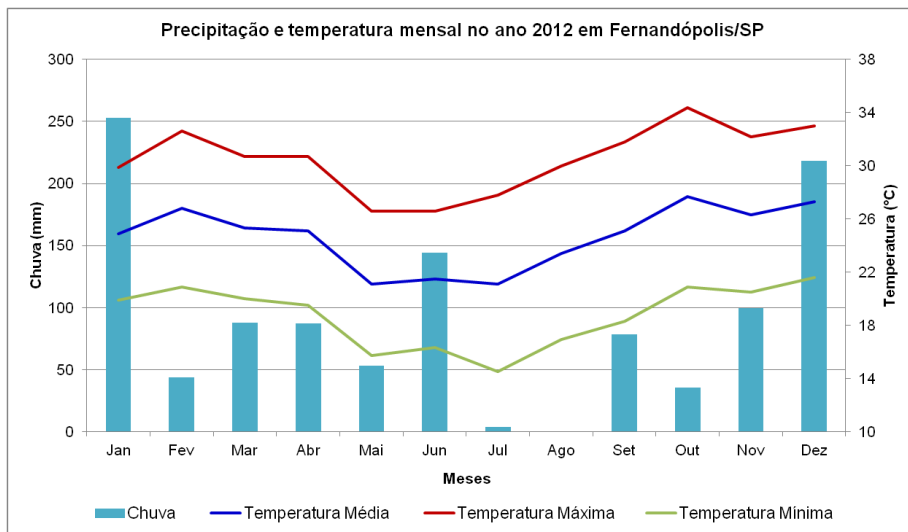
Figura 16 – Precipitação e temperatura mensal no período de 2012 a 2019 em Populina/SP

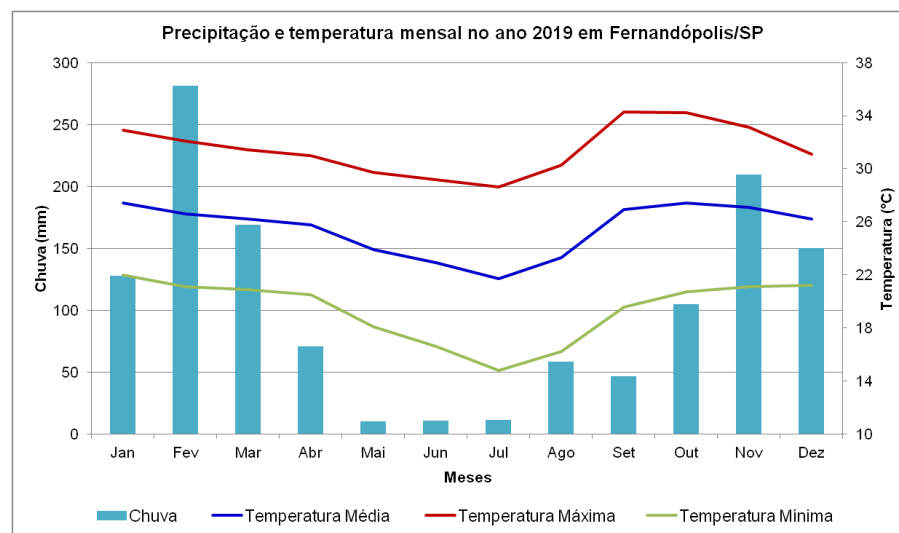
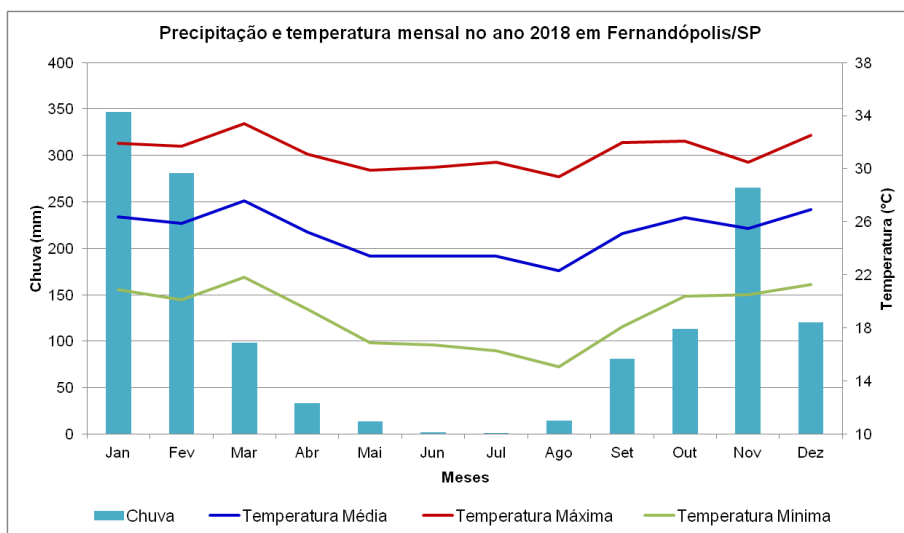
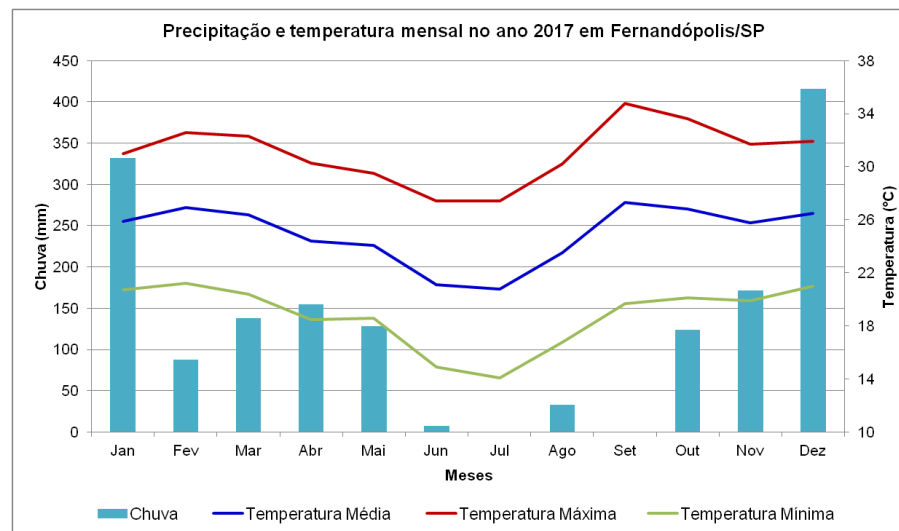
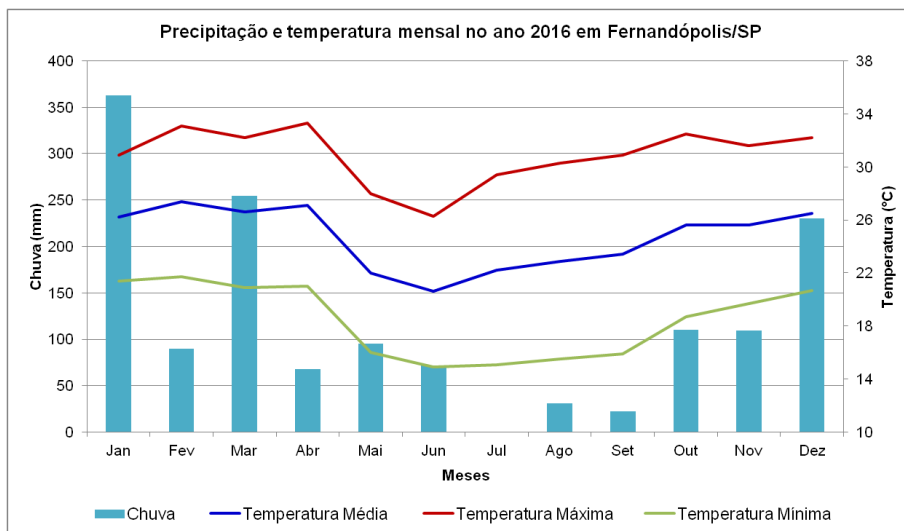




Fonte: UNESP (2020).

Figura 17 – Precipitação e temperatura mensal no período de 2012 a 2019 em Fernandópolis/SP





Fonte: CIIAGRO (2020).

5 METODOLOGIA

5.1 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

É essencial analisar as características morfométricas das bacias hidrográficas, já que os dados obtidos podem auxiliar o planejamento e a melhor forma de preservação ambiental da área, destacando pontos críticos e possíveis intervenções, para que as características da bacia hidrográfica não sejam alteradas devido às ações antrópicas.

Nesse sentido, após a identificação da área de estudo foi escolhido o método para a extração dos dados de interesse, neste caso, por meio do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Com o uso do software ArcGIS foi feita a delimitação da bacia de interesse.

Em seguida, por meio de cálculos automatizados na Tabela de Atributos do SIG, foram extraídas as informações necessárias para os cálculos do estudo em questão. Assim, foram calculados os seguintes parâmetros: Área da bacia, Comprimento do rio principal e secundários, Perímetro, Coeficiente de compacidade, Fator de forma, Densidade de drenagem, Tamanho da bacia.

A área da bacia equivale ao espaço em que ocorre a drenagem da água superficial e é circundada pelo perímetro, que representa o comprimento total da projeção ortogonal dos divisores de água.

O Coeficiente de compacidade (K_c) relaciona a bacia com um círculo, em que é um número adimensional que varia com a forma da bacia independente do seu tamanho, assim quanto mais irregular ela for, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será sujeita a enchentes (VILLELA e MATTOS, 1975).

A equação é dada por:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Em que:

K_c - coeficiente de compacidade

P - perímetro da bacia

A - área da bacia

Já o fator de forma permite avaliar a probabilidade de ocorrência de enchente na bacia, sendo determinado pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, e permite avaliar o quanto a forma da bacia hidrográfica é alongada, através da equação:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Em que:

K_f - fator de forma

L - comprimento axial

A - área da bacia

A rede de drenagem é o conjunto de canais conectados que abastecem o sistema, e a densidade é a eficiência da drenagem desses cursos. A densidade de drenagem é definida através da correlação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia, onde:

$$D_d = \frac{L_{tot}}{A}$$

Em que:

D_d – densidade de drenagem

L_{tot} - comprimento total dos canais

A - área da bacia

As bacias são classificadas como pequena, média e grande, sendo que em bacias pequenas a chuva é uniformemente distribuída no tempo e no espaço, a duração da chuva excede o tempo de concentração da bacia e o escoamento é formado pelo escoamento superficial difuso.

Nas bacias médias a intensidade da chuva é variável durante o evento e uniforme no espaço. O escoamento total é composto pelo escoamento superficial difuso mais o escoamento de canal (concentrado). E nas bacias grandes a intensidade da chuva varia durante o decorrer do evento, isto é, varia com o tempo e no espaço. O escoamento total é composto pelo escoamento superficial difuso mais o escoamento de canal (concentrado).

5.2 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUJEITAS A RESTRIÇÃO E CONTROLE DO USO DA ÁGUA

Sabe-se que do ponto de vista legal, a Lei Federal nº 9.433/97, da Política Nacional de Recursos Hídricos, prevê em seu Art. 7º que os Planos de Recursos Hídricos devem apresentar, em seu conteúdo mínimo, propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos (inciso X). De modo complementar, a Resolução nº 145/2012, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece diretrizes para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos, define que o Plano deve identificar áreas sujeitas à restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos (Art. 11, inciso VIII).

Inicialmente foi caracterizado o cenário hidrogeológico da área e considerados os instrumentos legais para apontar medidas de restrição e controle do uso. Realizou-se o levantamento de informações existentes no DAEE e ANA, a fim de compor um banco de dados para geoprocessamento, elaboração de mapas, análise e diagnóstico de áreas para o uso da água.

A definição de prioridades para a gestão dos recursos hídricos, por meio da definição de áreas sujeitas a restrições e controle de usos é feita através do estudo que busca: I) o reconhecimento de áreas críticas; II) a determinação de áreas prioritárias e III) uma proposta de intervenções para o regramento diferenciado no uso e manejo dos recursos hídricos.

Assim, ao longo das etapas de desenvolvimento foram identificadas áreas críticas que exigem atenção especial no âmbito da gestão de recursos hídricos.

Para identificar, definir e mapear áreas potenciais de restrição e controle em relação à captação e ao uso da água nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita/SP, visando à proteção dos recursos hídricos foi efetuada uma abordagem dos seguintes aspectos:

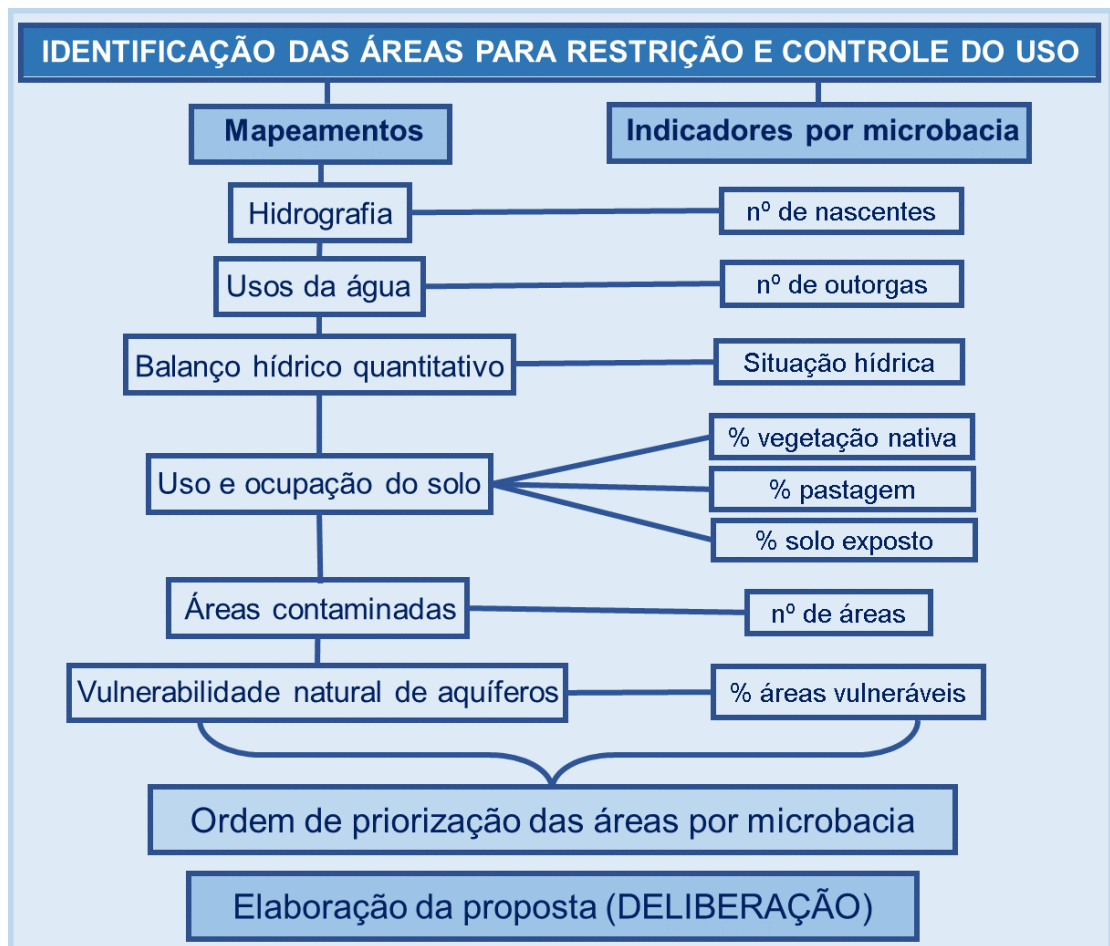
- Delimitação de Áreas para conservação da vegetação nativa que poderão vir a constituir Unidades de Conservação, futuramente, de interesse especial à conservação dos recursos hídricos, já que considerando se tratarem de áreas já formalizadas como áreas protegidas, propõe-se que também sejam definidas como áreas de restrição de usos visando à proteção dos recursos hídricos;

- Análise do balanço hídrico, indicando o grau de comprometimento das disponibilidades hídricas com a demanda já outorgada;

- Análise do uso e ocupação do solo, que influencia na qualidade da água, de acordo com o tipo de atividade exercida na região;
- Análise das áreas contaminadas existentes na área de estudo e;
- Verificação da situação dos aquíferos, de acordo com a sua vulnerabilidade natural a poluição.

Por fim, para elaboração da proposta de restrição e controle do uso dos recursos hídricos serão consideradas as análises realizadas, a fim de verificar as áreas prioritárias para a proteção e conservação dos recursos hídricos com fundamento nas diretrizes da Deliberação CRH nº 52/2005, visando o manejo do uso da água, tendo a sustentabilidade como meta, sem provocar o abrupto impedimento do uso, mas permitindo a captação sustentável (Figura 18).

Figura 18 – Fluxograma metodológico para a identificação das áreas prioritárias



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na proposta, será utilizado a microbacia como unidade de análise. Assim o conjunto de indicadores, apresentados na Tabela 8, referentes a informações

geoespaciais previamente levantadas e analisadas, cujos valores serão avaliados de modo a designar-lhes pontuação, é possível estabelecer uma ordem de prioridade para a restrição de uso na Bacia do Ribeirão Santa Rita.

Tabela 8– Indicadores para a priorização das áreas de restrição e controle de uso das águas na Bacia do Ribeirão Santa Rita

ID	Indicador	Matriz de priorização	Objetivo
A	Número de nascentes	Quanto maior (>) o número de nascentes, maior (>) a priorização.	Proteção das nascentes e suas Áreas de Preservação Permanente (APPs).
B	Número de Outorgas	Quanto maior (>) o número de captações, maior (>) a priorização.	Promover a conservação da água priorizando os cursos d'água.
C	Balanço hídrico quantitativo	Quanto mais preocupante a disponibilidade da água, maior (>) a priorização.	Promover a economia da quantidade de água
D	Vegetação Nativa remanescente (%).	Quanto menor (<) a porcentagem (%) de vegetação nativa na microbacia, maior (>) a priorização.	Obter mais vegetação na microbacia e consequentemente ações de reflorestamento em APPs.
E	Uso da bacia por pastagem (%).	Quanto maior (>) a cobertura de pastagem na microbacia, maior a priorização.	O risco do uso agrícola das APPs é maior com potencial de degradação dos recursos hídricos.
F	Possibilidade de erosão	Quanto maior a exposição do solo (>), maior (>) a priorização.	Evitar o assoreamento dos cursos d'água.
G	Número de áreas contaminadas	Quanto maior (>) o número de áreas, maior (>) a priorização.	Essas áreas podem causar contaminação nas águas subterrâneas
H	Vulnerabilidade dos aquíferos	Quanto mais alta, maior (>) a priorização.	Evitar a contaminação das águas subterrâneas

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

A tabela 9 traz os resultados obtidos após os cálculos e análises realizadas.

Tabela 9 - Características morfométricas da Bacia do Ribeirão Santa Rita

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
Área de drenagem (km ²)	764,52
Comprimento do Rio Principal (km)	82,91
Comprimento dos afluentes (km)	237,58
Comprimento de todos os canais (km)	320,49
Perímetro (km)	181,22
Coeficiente de compacidade - Kc	1,84
Fator de forma - Kf	0,20
Comprimento axial - L (km)	61,84
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,42

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O coeficiente de compacidade fornece uma noção da probabilidade de a bacia ser susceptível a enchentes. A tabela 10 apresenta estes valores.

Tabela 10 - Valores de Kc

Valores de KC	Susceptibilidade a Enchente
$1,00 \leq KC < 1,25$	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
$1,25 \leq KC < 1,50$	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
$> 1,50$	Bacia não sujeita a grandes enchentes

Fonte: Santos e Eloi (2015).

Quanto mais próximo do resultado 1, mais circular é a bacia, conseqüentemente maior será a tendência de enchentes, tendo em vista que o tempo de concentração será menor, podendo sofrer variações de acordo com o uso do solo, principalmente de acordo com a cobertura vegetal e a impermeabilização da área.

De acordo com o valor de K_c calculado da bacia hidrográfica em estudo e a análise da tabela, pode-se concluir que não está sujeita a grandes enchentes, já que o K_c obtido foi de 1,84.

A forma da bacia influencia diretamente com o tempo em que leva para escoar o precipitado dos limites da bacia até sua saída, ou seja, fator que influencia no tempo de concentração.

O comprimento axial encontrado foi de 61,84 Km, sendo este entendido como o comprimento da foz até a cabeceira mais distante da bacia hidrográfica. Calculando o fator de forma, encontrou-se o valor de 0,20, e assim pode-se observar os valores de K_f e, respectivamente, sua condição em relação à susceptibilidade à ocorrência de enchentes na Tabela 11.

Tabela 11 - Correlação entre valores de K_f e susceptibilidade a enchente

Valores de K_f	Susceptibilidade a Enchente
$K_f \geq 0,75$	Bacia sujeita a enchentes
$0,50 < K_f < 0,75$	Bacia com tendência mediana a enchentes
$K_f \leq 0,50$	Bacia não sujeita a enchentes

Fonte: Santos e Eloi (2015).

Nota-se que quanto mais próximo de zero, a tendência é de que a bacia seja mais alongada e menor a probabilidade de enchente, neste caso, a bacia do Ribeirão Santa Rita, tendo K_f correspondente a 0,20 não é sujeita a enchentes, podendo variar de acordo com o uso e ocupação do solo, já que esta afeta na infiltração e no escoamento da água do solo.

A densidade de drenagem é uma das características importantes na análise morfométrica das bacias de drenagem, representando a quantidade disponível de canais para o escoamento. Varia inversamente com a extensão do escoamento superficial (VILELLA e MATTOS, 1975), pois uma baixa densidade de drenagem significa uma maior superfície de contribuição, fazendo com que o deflúvio demore mais para atingir os rios.

Com base na tabela 12, que mostra os parâmetros para a densidade de drenagem, com o valor obtido de 0,42 km/km², conclui-se que a área estudada tem uma drenagem pobre, refletindo em respostas hidrológicas lentas, pois o caminho que a água da chuva terá que percorrer pelas vertentes é maior. No entanto, outros

fatores como declividade e o grau impermeabilização das vertentes serão fundamentais na velocidade e magnitude dos picos de enchentes, além de ser necessário analisar a susceptibilidade de erosão e infiltração do solo e o relevo.

Tabela 12 - Densidade de drenagem

Valores Densidade de drenagem	Interpretação
Dd > 3,5 km/km ²	Bacia excepcionalmente bem drenadas
2,5 ≤ Dd < 3,5 km/km ²	Bacia com drenagem muito boa
1,5 ≤ Dd < 2,5 km/km ²	Bacia com drenagem boa
0,5 ≤ Dd < 1,5 km/km ²	Bacia com drenagem regular
Dd < 0,5 km/km ²	Bacia com drenagem pobre

Fonte: Villela e Mattos (1975).

Para decidir quais as premissas adotar para uma determinada bacia hidrográfica, utilizam-se os critérios relacionados ao tamanho da bacia utilizando os valores de referência para a classificação das bacias hidrográficas, o que pode-se verificar na Tabela 13.

Tabela 13 - Premissas na modelagem de bacias hidrográficas e processos hidrológicos segundo o tamanho

Tamanho	Área (km²)	Distribuição da chuva		Processo de acumulação	Processo de escoamento
		Temporal	espacial		
Pequena	A < 2,5	Constante	Uniforme	Negligenciável	Difusos
Média	2,50 < A < 100	Variável	Uniforme	Negligenciável	Difusos+Canais
Grande	A > 100	Variável	Variável	Importante	Difusos+Canais

Fonte: Santos e Eloi (2015).

De acordo com o verificado na área de estudo, foi encontrado através de análise feita por SIG, utilizando também o ArcGis, uma área de 764,52 km², área que de acordo com a tabela 13, considera-se a microbacia como de tamanho grande, portanto a intensidade da chuva é variável durante o evento e no espaço e escoamento total é composto pelo escoamento superficial difuso mais o escoamento de canal (concentrado).

6.2 RECONHECIMENTO DE ÁREAS CRÍTICAS

6.2.1 Usos da Água

Sabe-se que o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos por meio do qual o Poder Público autoriza, concede ou permite o usuário a utilizar determinado volume de água sob sua dominialidade por período pré-determinado, nos termos e nas condições expressas em ato administrativo (ANA, 2018).

Assim para observar os usos da água na Bacia do Ribeirão Santa Rita, foram analisados os dados três fontes distintas, afim da comparação e validação dos dados sobre outorgas para as principais finalidades de uso consuntivo das águas.

O primeiro banco de dados analisados foi do Portal de Metadados Geoespaciais da ANA (ANA, 2019), onde a publicação obtinha as outorgas vigentes no período de julho de 2016 e julho de 2017. Os dados apresentados resultam das análises e revisões dos dados de todas as outorgas, sistematizados e resumidos para apresentação no relatório pleno de Conjuntura 2017 e Informe 2018. Verificou-se quarenta e cinco outorgas (45) na Bacia do Ribeirão Santa Rita, sendo 36% do tipo superficial e 64% por captação subterrânea.

A segunda pesquisa verificou a quantidade de poços existentes na área da Bacia do Ribeirão Santa Rita, através da verificação do banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). Após a pesquisa, com atualização datada de 09 de abril de 2020, obteve-se 114 poços cadastrados em seu banco de dados (CPRM, 2020), sendo que para chegar nesse valor, a seleção dos dados foi feita por meio do recorte dos pontos informados na área de estudo através de SIG.

A terceira e última análise foi feita no Portal de Outorgas do DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2020), constando todas as outorgas vigentes em 16 de junho de 2020. Para a obtenção desses dados, a pesquisa foi feita por municípios e após preparação do banco de dados, essas outorgas foram recortadas para a área de estudo, utilizando SIG. Verificou-se

diversos pontos com a falta de coordenadas ou coordenadas nulas, o que pode-se considerar que existam mais outorgas na área de estudo que não estão catalogadas de forma completa no banco de dados analisado. Nessa pesquisa verificou-se trezentos e setenta (370) outorgas na Bacia do Ribeirão Santa Rita. Deste total de outorgas, cento e trinta e seis (136) captações são do tipo subterrânea, distinto dos dados obtidos no SIAGAS.

Diante dessas observações, destaca-se grande divergência dos dados entre as plataformas pesquisadas, contudo para o diagnóstico e indicação da priorização das microbacias, para as ações de restrição e controle do uso da água, foram utilizados os dados mais completos e atualizados, oriundos do DAEE (Figura 19).

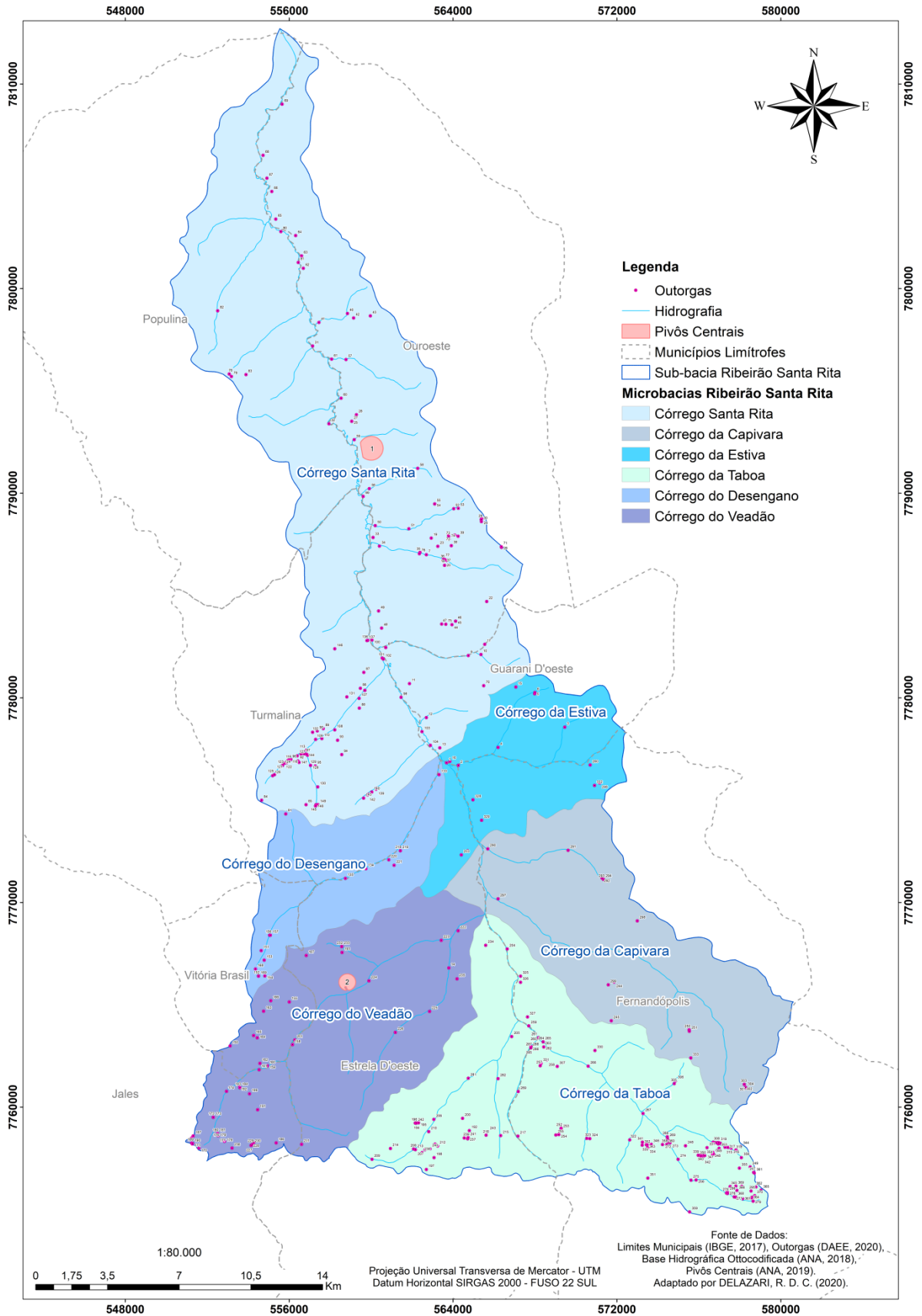
As microbacias com maior número de outorgas são a Microbacia do Córrego Santa Rita e do Córrego da Taboa, com cento e trinta e seis (136) e cento e trinta e três (133) outorgas, respectivamente (Figura 20), o que corresponde a 72,70% das outorgas na área de estudo, sendo portanto, prioritárias em ações de conservação de recursos hídricos.

Outro ponto que merece destaque são as outorgas do tipo subterrânea (Figura 21), que correspondem a 36,76% do total. E ainda assim, é necessário salientar que a maioria dos poços existentes em áreas rurais não são outorgados, sendo assim, não é possível diagnosticar a situação atual dos aquíferos, já que não se tem informações sobre as vazões demandadas.

Isto é confirmado, no trabalho realizado por Delazari et. al. (2019), onde após a pesquisa comparativa entre o banco de dados, obteve-se do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2019), dez (10) poços cadastrados e no Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária - LUPA (2019), cinquenta e oito (58) poços foram declarados pelos produtores rurais no município de Guarani d'Oeste, portanto, conhecer a quantidade real das explorações subterrâneas é importante para o planejamento das ações na bacia hidrográfica, uma vez que fornecem subsídios para a gestão.

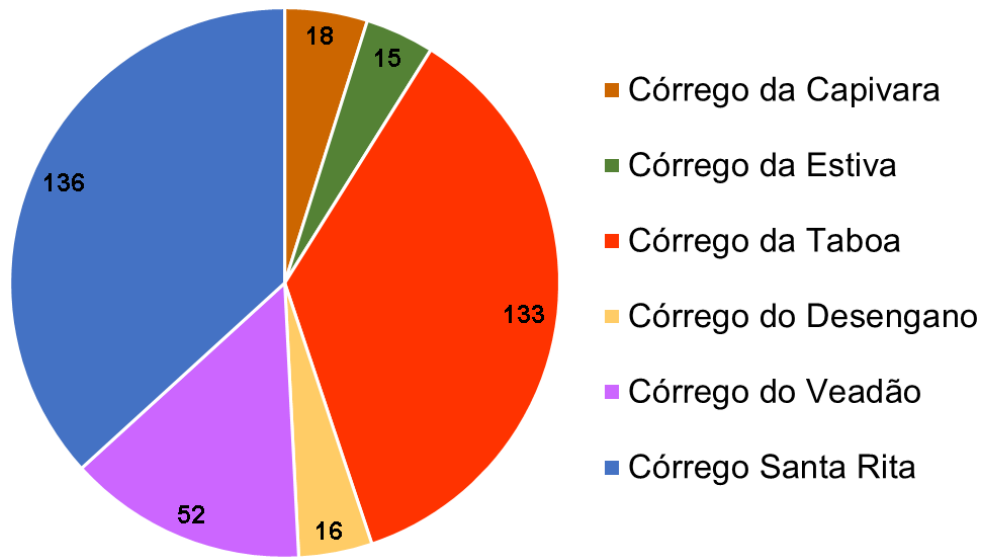
Este fato também se confirma em CBH-TG (2019), onde ressalta-se que o elevado número de poços não outorgados existentes na UGRHI 15 e o superdimensionamento nos volumes outorgado (previsões de consumo futuro), não permitem que se tenha a real dimensão do volume efetivamente explorado.

Figura 19 – Uso da Água na Bacia do Ribeirão Santa Rita



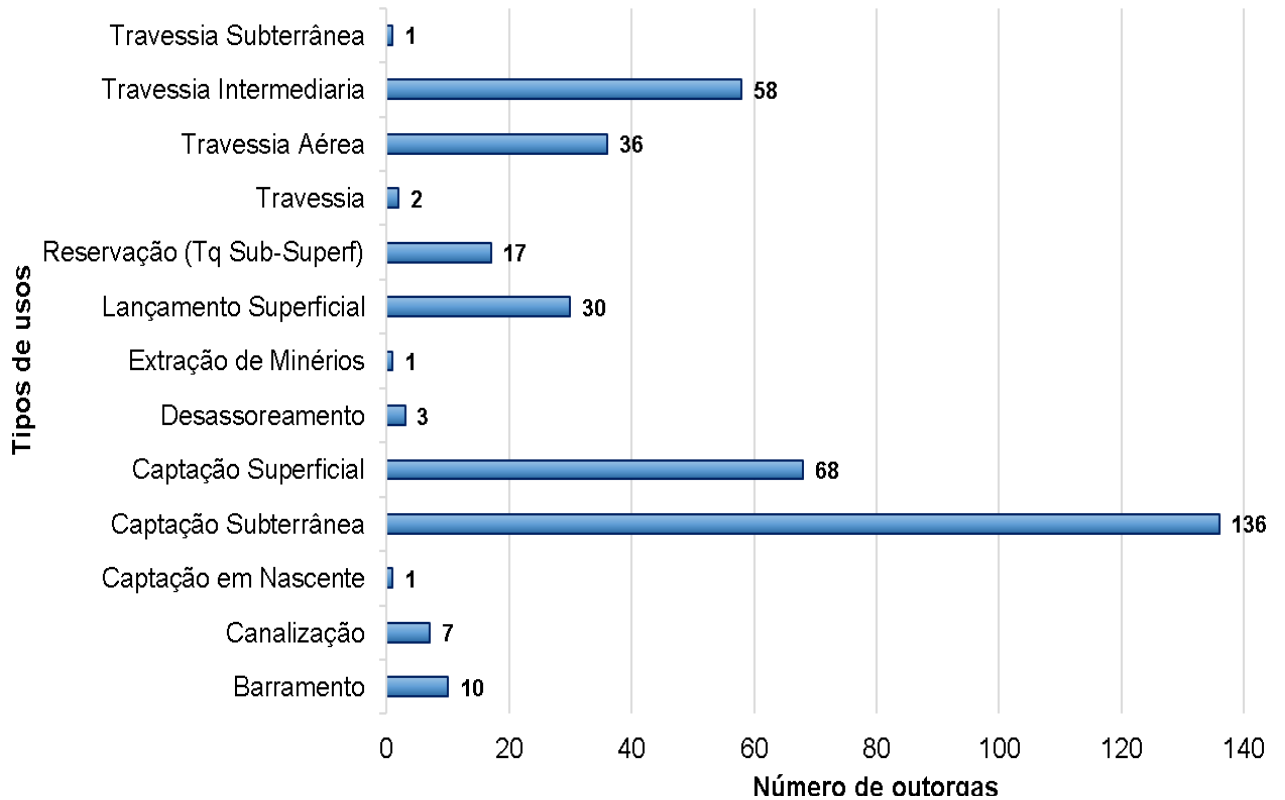
Fonte: ANA (2018), DAEE (2020) e IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 20 – Outorgas por Microbacias na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: DAEE (2020). Adaptado pelo autor (2020).

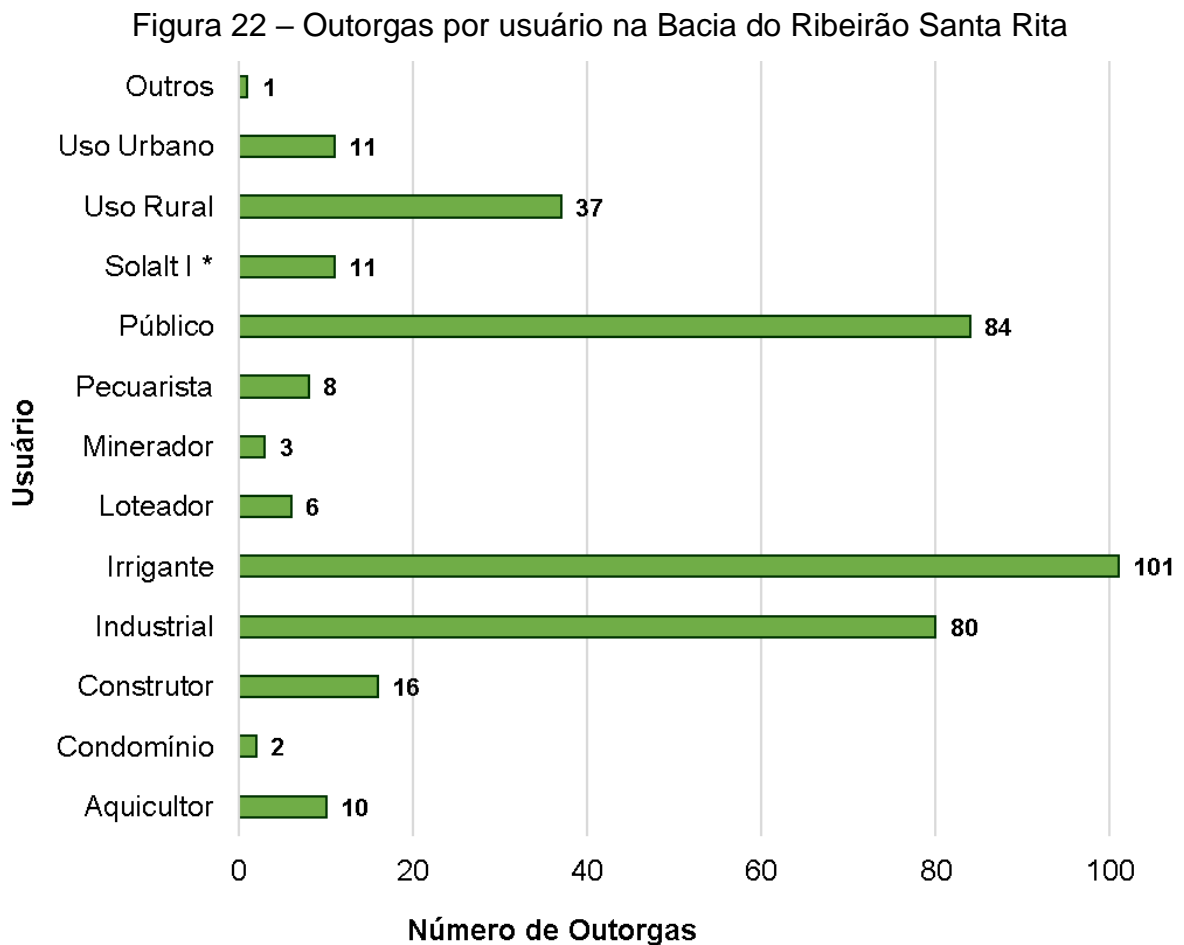
Figura 21 – Outorgas por tipo de uso na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: DAEE (2020). Adaptado pelo autor (2020).

Quando se diz respeito à quantidade de outorgas requeridas por usuário, pode-se observar que os irrigantes se destacam (Figura 22), o que pode ser explicado pela Bacia do Ribeirão Santa Rita ser essencialmente agrícola. Deste usuário a maior parte das outorgas são por captação superficial (Figura 23).

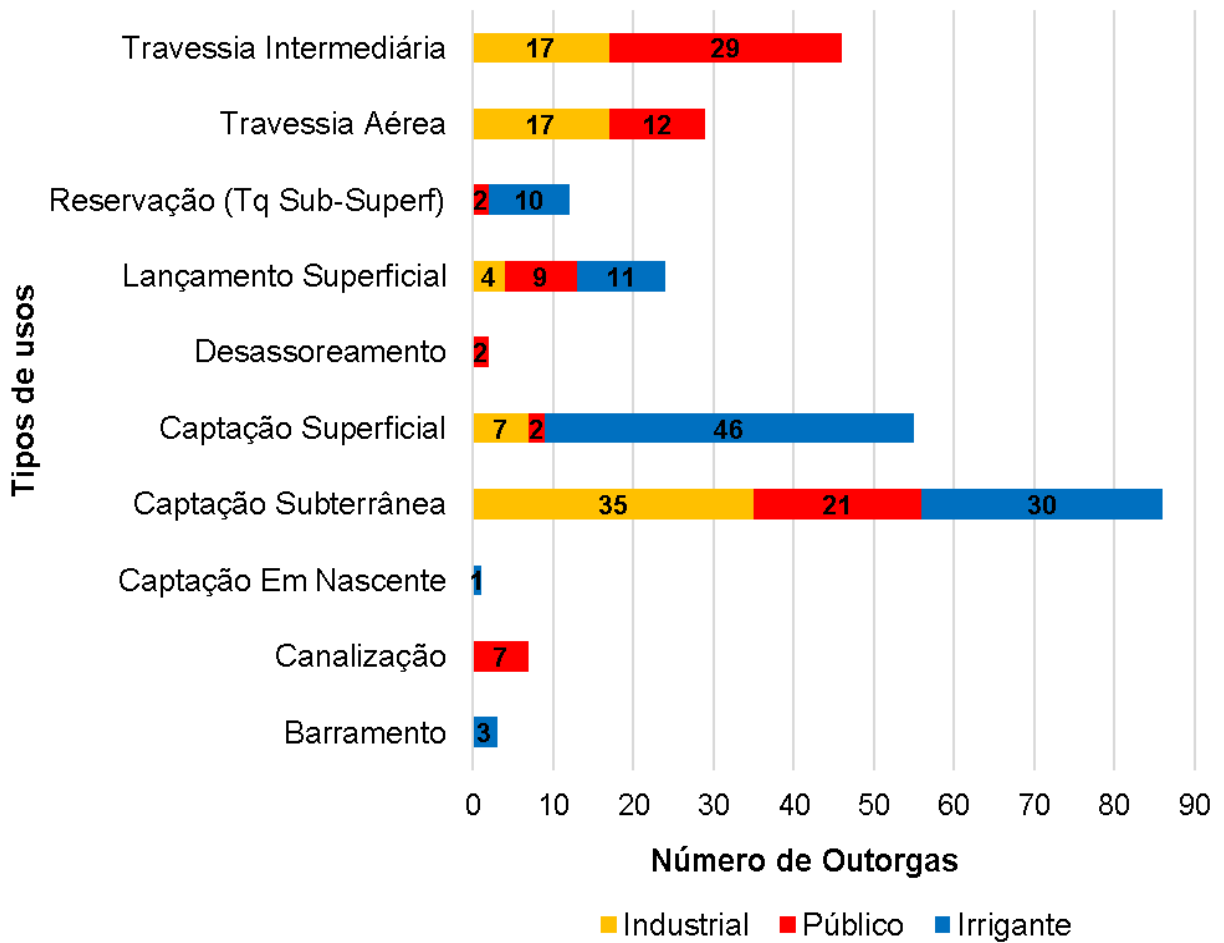
Os usuários público e industrial também tem número de outorgas significativos, sendo que a maior parte feita por captação subterrânea. Segundo Junges (2016), esta escolha se justifica no fato de que durante o percurso da água entre os poros do subsolo e das rochas ocorre a depuração por uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso) e bacteriológicos (eliminação de microrganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem), que ao agirem, modificam suas características, tornando-a mais adequada ao consumo humano.



* uso desconhecido pelo DAEE

Fonte: DAEE (2020). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 23 – Comparação das Outorgas por tipo de uso de acordo com o usuário



É importante mencionar também, que com a tendência crescente de expansão da agricultura irrigada, os conflitos atuais e potenciais pelo uso da água podem aumentar. Assim deve-se observar que existe a atividade com a tecnologia da irrigação na área da Bacia do Ribeirão Santa Rita em dois pontos (Tabela 14), compreendendo uma área de aproximadamente 150 ha. Assim os córregos onde a água é captada merecem atenção, já que a atividade que demanda grande quantidade de água.

Tabela 14 – Pivôs centrais na Bacia do Ribeirão Santa Rita

ID	Área (ha)	Município	Microbacia
1	102,1	Ouroeste	Córrego Santa Rita
2	50,95	Estrela D' Oeste	Córrego do Veado

Fonte: ANA (2019). Adaptado pelo autor (2019).

6.2.2 Balanço Hídrico

O balanço hídrico é uma análise sob o uso da água. O balanço hídrico quantitativo é a razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica (ANA, 2015). Portanto de acordo com a situação, a microbacia deve ser priorizada ou não nas ações de gestão de conservação dos recursos hídricos (Tabela 15).

Tabela 15 – Classificação para o balanço hídrico quantitativo

Utilização da água (%)	Situação	Atividade de gestão
Uso menor que 5%	Excelente	Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária
Uso de 5 a 10%	Confortável	Pode ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento
Uso de 10 a 20%	Preocupante	A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos
Uso de 20 a 40%	Crítica	Exige-se intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos
Uso maior que 40%	Muito Crítica	

Fonte: ANA (2015). Adaptado pelo autor (2019).

Verificou-se na área de estudo, após análise do banco de dados da ANA (2015), apresentados na Tabela 16 e na Figura 24, na Bacia do Ribeirão Santa Rita, 89,18% de sua área encontra-se em situação confortável a excelente.

Com a verificação por microbacias, observou-se que a Microbacia do Córrego Santa Rita possui 0,07% de sua área em estado muito crítico, exigindo intensa atividade de gerenciamento. A Microbacia do Córrego da Taboa tem 58,35% de sua área classificada como situação preocupante, exigindo atividades de gerenciamento

Nas Microbacias do Córrego do Desengano e Santa Rita apresentam, respectivamente 99,49% e 90,76% de suas áreas, situação confortável necessitando de gerenciamento para problemas locais de abastecimento.

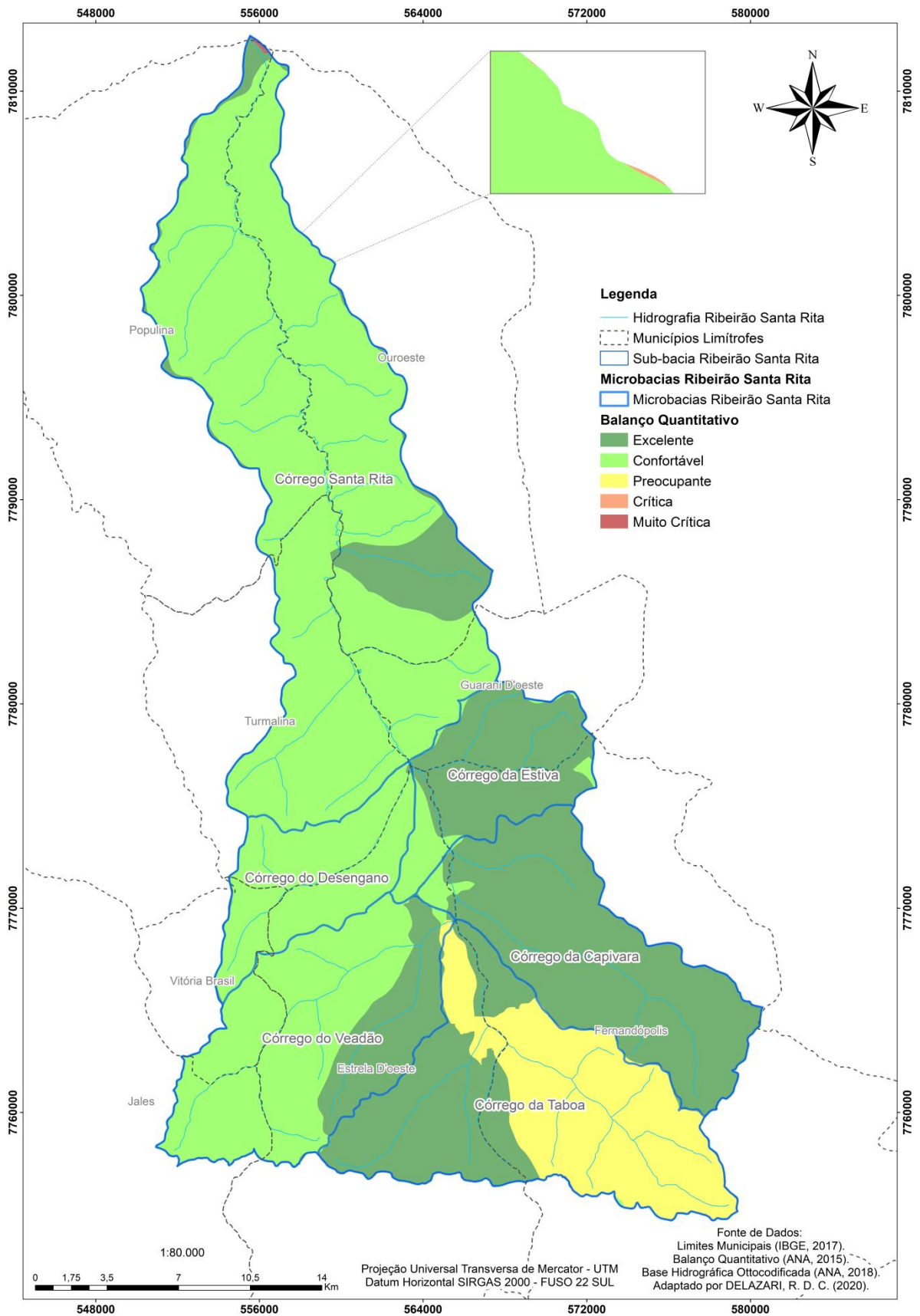
As microbacias do Córrego da Capivara e da Estiva apresentam situação excelente, respectivamente 97,02% e 84,16% de suas áreas.

Tabela 16 – Balanço Hídrico Quantitativo na Bacia do Ribeirão Santa Rita

BALANÇO QUANTITATIVO POR MICROBACIA	EXCELENTE		CONFORTÁVEL		PREOCUPANTE		CRÍTICA		MUITO CRÍTICA		TOTAL
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Córrego da Capivara	10061,24	97,02	284,75	2,75	23,92	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	10369,90
Córrego da Estiva	4650,75	84,16	875,46	15,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5526,21
Córrego da Taboa	5820,13	41,50	19,86	0,14	8183,17	58,35	0,00	0,00	0,00	0,00	14023,16
Córrego do Desengano	26,36	0,51	5174,36	99,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5200,72
Córrego do Veadão	2876,30	25,41	8398,35	74,20	43,51	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	11318,17
Córrego Santa Rita	2750,83	9,17	27242,08	90,76	0,00	0,00	1,04	0,00	19,97	0,07	30013,92
Total	26185,61	34,25	41994,87	54,93	8250,60	10,79	1,04	0,00	19,97	0,03	76452,08

Fonte: ANA (2018), ANA (2015) e IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 24 – Balanço Hídrico Quantitativo na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018), ANA (2015) e IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

6.2.3 Uso e ocupação do solo

As informações referentes ao uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão Santa Rita/SP foram obtidas de imagem de satélite (Sentinel 2A), datada de 25 de outubro de 2019, trabalhadas no software Arcgis, através de classificação supervisionada e elaboradas na escala 1:80.000, como pode ser visto na Figura 25.

Sobre o uso e ocupação da terra foram definidas as seguintes categorias: Cana de açúcar, pastagem, solo exposto, vegetação nativa, vegetação exótica, água e áreas edificadas. A partir da base de dados, foi possível gerar os índices de uso e ocupação da terra da bacia, descritos na Tabela 17.

Tabela 17 – Índices de Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Santa Rita

CLASSE	ÁREA (ha)	% total
Água	178,26	0,23
Áreas Edificadas	1559,97	2,04
Cana-de-açúcar	6478,01	8,47
Pastagem	43135,31	56,42
Solo Exposto	7286,31	9,53
Vegetação Exótica	4915,30	6,43
Vegetação Nativa	12901,92	16,88
Total	76452,08	100,00

Fonte: ESA (2019). Adaptado pelo autor (2020).

As áreas de pastagem apresentam a maior porcentagem de área ocupada no limite na bacia, sendo de 56,42% do total, em outras palavras mais da metade da área que se encontra na Bacia do Ribeirão Santa Rita é utilizada para a pecuária. Lembrando que com o superpastoreio e a degradação das pastagens, há a compactação do solo e a utilização inadequada das áreas de preservação permanente, que conseqüentemente prejudicam a manutenção dos recursos hídricos, uma vez que influencia no processo de infiltração de água no solo.

As áreas que representam solo exposto, 9,53% da área total, são as mais preocupantes para a qualidade da bacia, visto que o solo exposto pode provocar o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso, contribuindo significativamente

com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água, o que provoca o assoreamento e a redução da disponibilidade hídrica.

A cultura da cana-de-açúcar também merece destaque, pois representa 8,47% da área total da bacia e pode-se considerar o setor sucroalcooleiro bastante expressivo na região. Deve-se considerar que os sistemas intensivos de produção agrícola causam sérios danos ambientais tais como erosão, assoreamento dos rios, contaminação do recurso hídrico por pesticidas e fertilizantes.

Para a priorização das microbacias, dividiu-se os índices de uso e ocupação por microbacia, facilitando a comparação entre elas e seu ordenamento (Tabela 18).

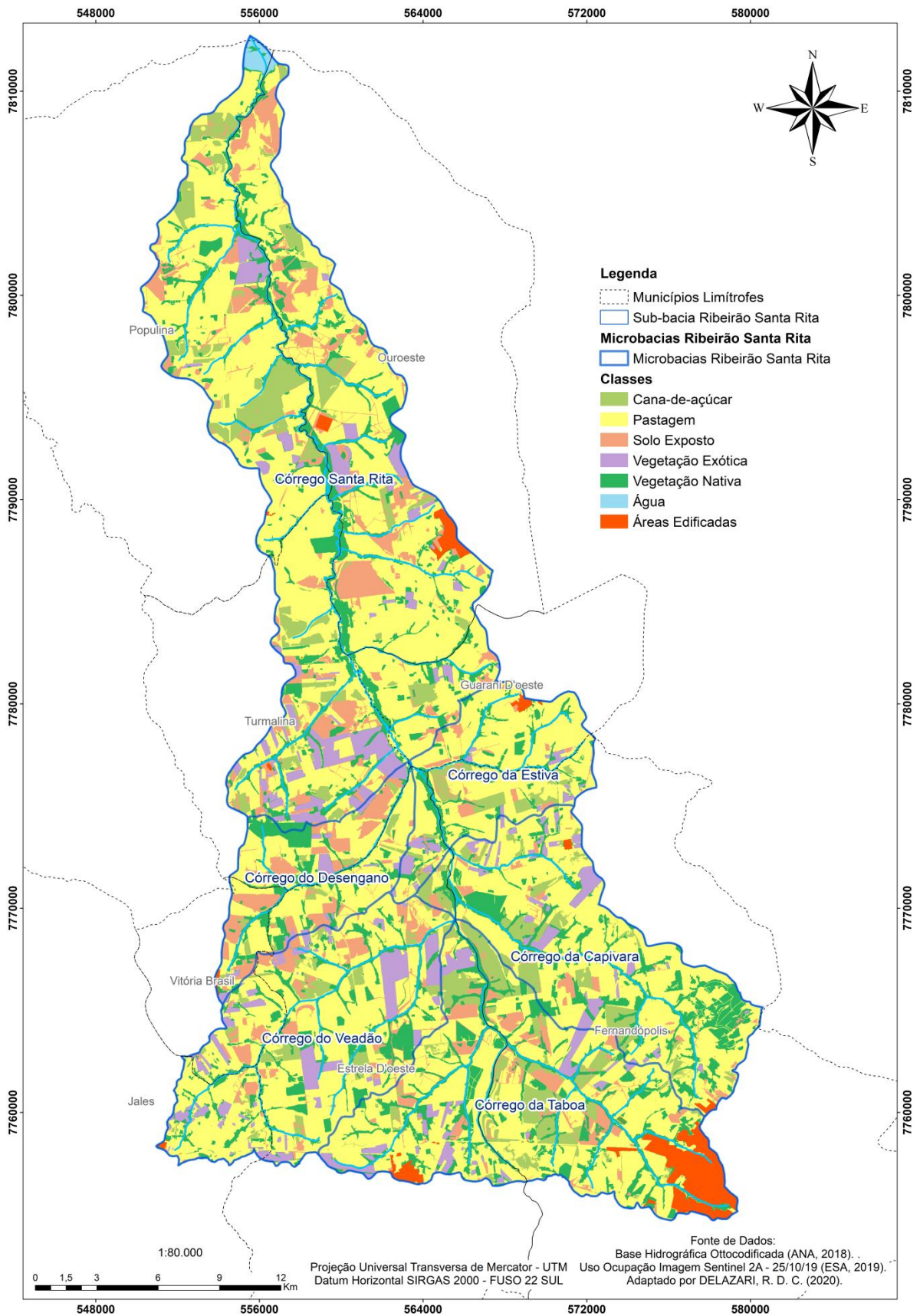
Tabela 18 – Índices de Uso e Ocupação do Solo por Microbacia

CLASSE POR MICROBACIA	CAPIVARA		ESTIVA		TABOIA	
	ha	%	ha	%	ha	%
Água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Áreas Edificadas	51,56	0,50	49,52	0,90	1167,67	8,33
Cana-de-açúcar	1022,32	9,86	434,04	7,85	1539,61	10,98
Pastagem	6019,46	58,05	3690,22	66,78	6909,12	49,27
Solo Exposto	378,45	3,65	299,89	5,43	1125,61	8,03
Vegetação Exótica	652,34	6,29	246,49	4,46	645,20	4,60
Vegetação Nativa	2245,76	21,66	806,05	14,59	2635,95	18,80
Total	10369,90	100,00	5526,21	100,00	14023,16	100,00

CLASSE POR MICROBACIA	DESENGANO		VEADÃO		SANTA RITA	
	ha	%	ha	%	ha	%
Água	0,00	0,00	0,00	0,00	178,26	0,59
Áreas Edificadas	23,29	0,45	13,36	0,12	251,56	0,84
Cana-de-açúcar	204,19	3,93	653,56	5,77	2624,29	8,74
Pastagem	2651,03	50,97	6570,97	58,06	17294,52	57,62
Solo Exposto	1055,42	20,29	1006,45	8,89	3420,50	11,40
Vegetação Exótica	261,77	5,03	1237,00	10,93	1872,49	6,24
Vegetação Nativa	1005,02	19,32	1836,84	16,23	4372,30	14,57
Total	5200,72	100,00	11318,17	100,00	30013,92	100,00

Fonte: ESA (2019). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 25 – Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018), ESA (2019). Adaptado pelo autor (2019).

6.2.4 Áreas contaminadas

Cada uma das áreas cadastradas recebe uma classificação, conforme estabelecido no artigo 8º do Decreto nº 59.263/2013, onde são descritas as seguintes classes (SÃO PAULO, 2013):

- Área Contaminada sob Investigação (ACI): área onde foram constatadas por meio de investigação confirmatória concentrações de contaminantes que colocam, ou podem colocar, em risco os bens a proteger;

- Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRi): área onde foi constatada, por meio de investigação detalhada e avaliação de risco, contaminação no solo ou em águas subterrâneas, a existência de risco à saúde ou à vida humana, ecológico, ou onde foram ultrapassados os padrões legais aplicáveis;

- Área Contaminada em Processo de Remediação (ACRe): área onde estão sendo aplicadas medidas de remediação visando a eliminação da massa de contaminantes ou, na impossibilidade técnica ou econômica, sua redução ou a execução de medidas contenção e/ou isolamento;

- Área Contaminada em Processo de Reutilização (ACRu): área contaminada onde se pretende estabelecer um novo uso do solo, com a eliminação, ou a redução a níveis aceitáveis, dos riscos aos bens a proteger, decorrentes da contaminação.

- Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME): área na qual não foi constatado risco ou as metas de remediação foram atingidas após implantadas as medidas de remediação, encontrando-se em processo de monitoramento para verificação da manutenção das concentrações em níveis aceitáveis;

- Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR): área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria anteriormente contaminada que, depois de submetida às medidas de intervenção, ainda que não tenha sido totalmente eliminada a massa de contaminação, tem restabelecido o nível de risco aceitável à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger;

- Área Contaminada Crítica: são áreas contaminadas que, em função dos danos ou riscos, geram risco iminente à vida ou saúde humana, inquietação na população ou conflitos entre os atores envolvidos, exigindo imediata intervenção

pelo responsável ou pelo poder público, com necessária execução diferenciada quanto à intervenção, comunicação de risco e gestão da informação.

Após analisar a relação de áreas contaminadas e reabilitadas (CETESB, 2018), observou-se que na área da Bacia do Ribeirão Santa Rita existem sete pontos cadastrados, conforme a Tabela 19 e Figura 26.

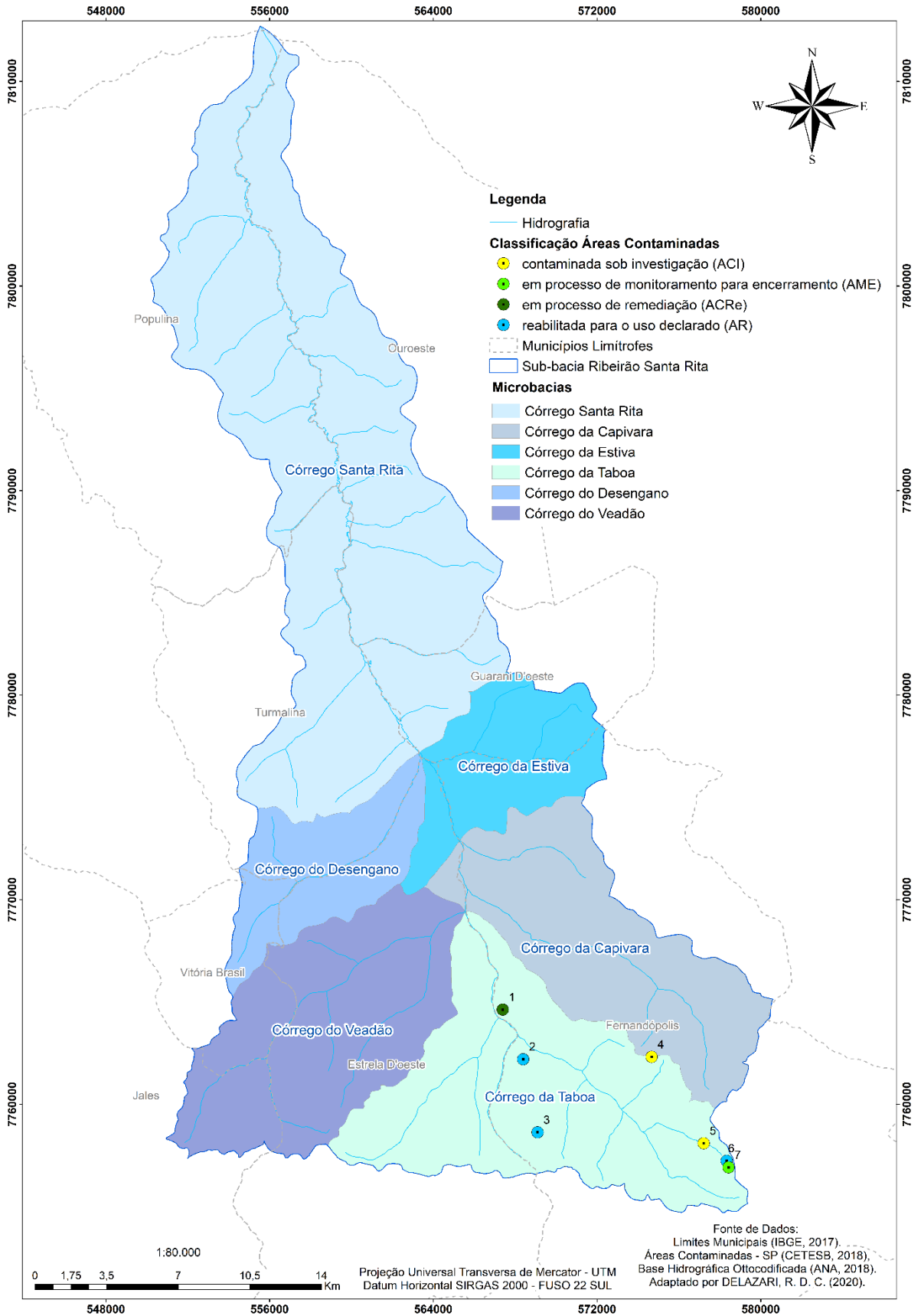
Destes pontos, quatro deles estão próximos a cursos d'água em área rural e três deles em área urbana no município de Fernandópolis, lembrando que todos encontram-se na Microbacia do Córrego da Taboa, havendo a necessidade de medidas de gerenciamento e monitoramento dessas áreas, visando evitar possíveis contaminações do lençol freático.

Tabela 19 – Identificação das áreas contaminadas e reabilitadas na Bacia do Ribeirão Santa Rita

ID	COORDENADAS	CLASSIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
1	-20.21469928 -50.35486918	Em processo de remediação (ARCe)	Córrego Santa Rita
2	-20.23660568 -50.34525615	Reabilitada para o uso declarado (AR)	Próximo ao Córrego do Macaco
3	-20.26881536 -50.33838969	Reabilitada para o uso declarado (AR)	Próximo ao Córrego do Socó
4	-20.23531715 -50.28517466	Contaminada sob investigação (ACI)	Próximo ao Córrego da Gralha
5	-20.27332418 -50.26062709	Contaminada sob investigação (ACI)	Área urbana de Fernandópolis
6	-20.28105328 -50.24981242	Reabilitada para o uso declarado (AR)	Área urbana de Fernandópolis
7	-20.28395160 -50.24895411	Em processo de monitoramento para encerramento (AME)	Área urbana de Fernandópolis

Fonte: CETESB (2018). Adaptado pelo autor (2019).

Figura 26 – Áreas contaminadas e reabilitadas na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: CETESB (2018), ANA (2018) e IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

6.2.5 Vulnerabilidade Natural de Aquíferos à poluição

Para Ribeiro, Rocha e Garcia (2011), a vulnerabilidade natural das águas subterrâneas corresponde à capacidade das características hidrodinâmicas e litológicas do aquífero, de impedir determinados impactos naturais ou antrópicos, assim pode ser definida em função de um conjunto de características físicas, químicas e biológicas da zona não saturada e/ou confinante que, juntas, controlam a chegada do contaminante ao aquífero.

Dessa forma, o perigo de contaminação de aquíferos pode ser definido como a probabilidade em que as águas subterrâneas possam ser degradadas em concentrações acima dos padrões de qualidade. Assim, identificou-se na bacia do Ribeirão Santa Rita a vulnerabilidade natural dos aquíferos existentes (Figura 27).

Na tabela 20, pode-se identificar que 90% da bacia do Ribeirão Santa Rita apresenta baixa vulnerabilidade natural dos aquíferos. Porém deve-se atentar para o uso e ocupação da bacia, já que apresenta baixo índice de cobertura vegetal nativa e mais da metade da área corresponde a pastagens e se a atividade for exercida de forma inadequada pode interferir na infiltração de água no solo e contaminação por meio da utilização de agrotóxicos.

Observou-se que são nas áreas próximas aos cursos d'água que se apresentam alta e média vulnerabilidade, ou seja, maior perigo para a contaminação das águas subterrâneas, pois nessas áreas o lençol freático está mais próximo da superfície, necessitando de maiores cuidados de gestão do solo e da água.

Ainda nessas áreas são os locais em que mais se tem a infiltração das águas precipitadas e escoadas de áreas mais altas, que podem ter sido contaminadas devido às atividades agropecuárias exercidas na bacia.

A adubação das culturas sem a realização de análise de solo, para a fertilização correta do solo, que pode trazer excesso de nutrientes, dentre eles o fósforo (P), que pode causar a eutrofização dos cursos d'água, sendo que a principal forma em que o P chega aos corpos hídricos é através do escoamento superficial e lixiviação no perfil do solo (GATIBONI et al., 2015).

Os, agrotóxicos, uma vez utilizados na agricultura podem seguir diferentes caminhos no ambiente. Independentemente do modo de aplicação, há uma grande chance de que ele venha a atingir o solo e as águas, podendo atingir os lençóis

freáticos subterrâneos, que podem ser contaminados através da lixiviação da água e da erosão dos solos.

Os resultados do estudo de Bombardi (2017) mencionam que a legislação brasileira permite limite aceitável de resíduos na água e nos alimentos 5.000 vezes superior ao máximo que é permitido na Europa. Por isso, é importante questionar por que não se usa parâmetros observados no exterior. O Brasil tem, segundo o estudo, 504 agrotóxicos de uso permitido. Desses, 30% são proibidos na União Europeia, alguns há mais de uma década.

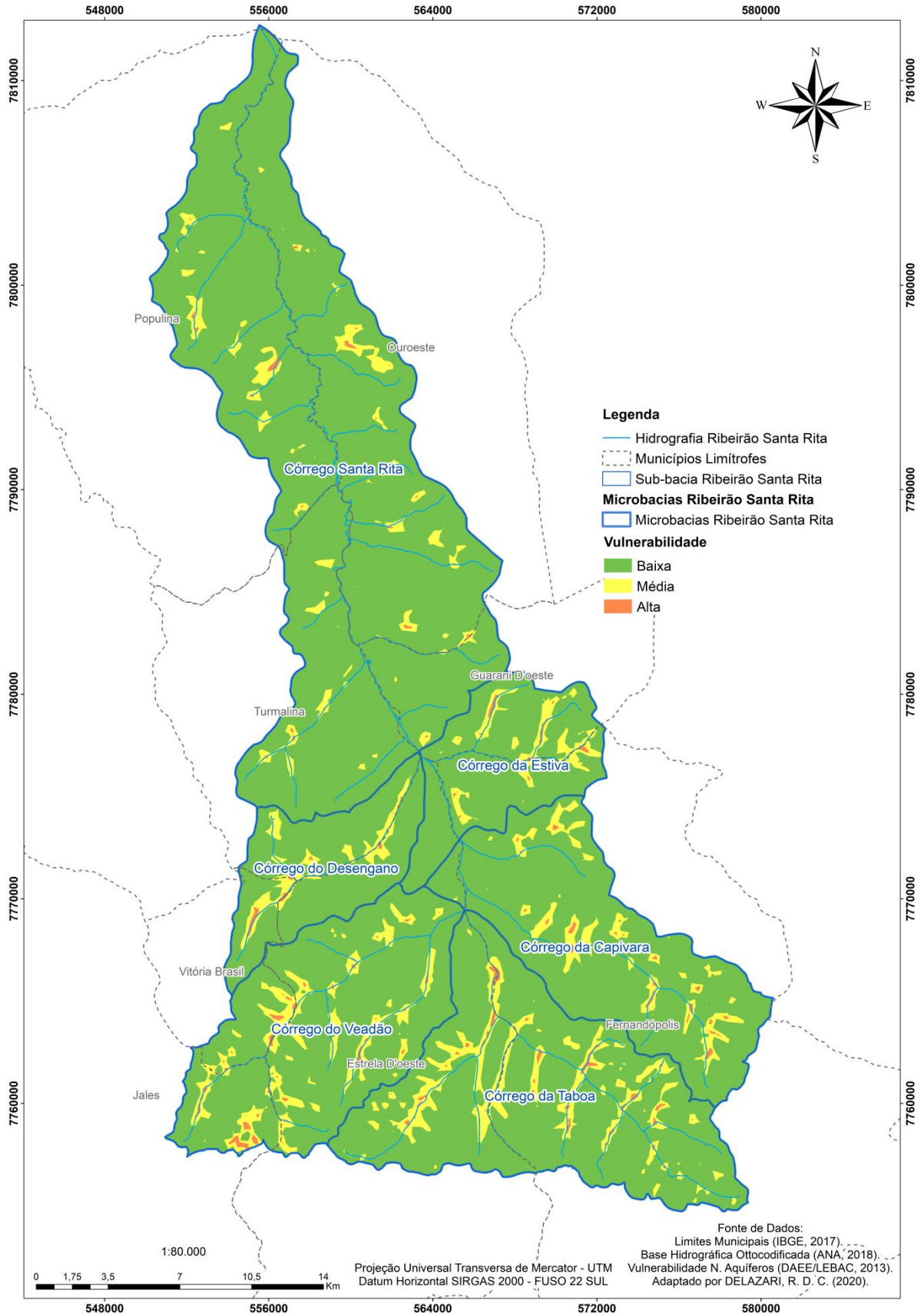
Portanto, tornam-se imprescindíveis estudos de monitoramento dos riscos de contaminação e de qualidade das águas com definição de áreas de proteção e controle de utilização das águas subterrâneas. Visto que as práticas agrícolas e a vulnerabilidade natural do aquífero podem representar um alto nível de impactos negativos, tornando a água imprópria para o consumo (BOHNER, ARAÚJO, NISHIJIMA, 2013).

Tabela 20 – Vulnerabilidade Natural de Aquíferos à poluição

VULNERABILIDADE POR MICROBACIA	BAIXA		MÉDIA		ALTA		TOTAL ha
	ha	%	ha	%	ha	%	
Córrego da Capivara	9340,67	90,07	945,15	9,11	84,07	0,81	10369,90
Córrego da Estiva	4856,46	87,88	611,96	11,07	57,79	1,05	5526,21
Córrego da Taboa	12025,17	85,75	1829,99	13,05	168,00	1,20	14023,16
Córrego do Desengano	4545,67	87,40	603,89	11,61	51,16	0,98	5200,72
Córrego do Veado	9624,72	85,04	1540,72	13,61	152,73	1,35	11318,17
Córrego Santa Rita	28722,42	95,70	1225,20	4,08	66,30	0,22	30013,92
Total	69115,11	90,40	6756,91	8,84	580,05	0,76	76453,08

Fonte: DAEE/LEBAC (2013). Adaptado pelo autor (2020).

Figura 27 – Vulnerabilidade Natural de Aquíferos à poluição na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018), DAEE/LEBAC (2013) e IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

6.3. DETERMINAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTRIÇÃO E CONTROLE DO USO DA ÁGUA

Para elaboração do mapa de determinação das áreas prioritárias para a restrição e controle do uso da água foram considerados os resultados dos mapas e estudos realizados nas etapas anteriores. Na proposta, utilizou-se a microbacia como unidade espacial e escala mínima de análise, o que deu origem às Unidades de Planejamento e Gestão de Microbacias (UPGM) referenciadas no mapa e na proposta de legislação.

Aplicou-se às UPGM um conjunto de indicadores, referentes a informações geoespaciais previamente levantadas nas etapas anteriores do projeto, cujos valores foram avaliados de modo a designar-lhes métrica e pontuação, a partir das quais foi possível estabelecer uma ordem de prioridade para a restrição e controle do uso da água (Tabela 21).

Assim, a partir dos resultados obtidos, buscou-se identificar indicadores para definição de métricas de priorização e ordenamento das UPGMs. Para cada um dos indicadores avaliados, é possível identificar uma ordenação de grandeza quanto aos valores para as UPGMs.

Cada um dos indicadores foi analisado individualmente, conforme listado:

- **Indicador A – número de nascentes:** foi considerado o número total de nascentes existentes em cada microbacia. Assim quanto mais nascentes existem na área mais prioridade tem a microbacia, visando sua proteção da nascente e seu entorno. Para o desempate no ordenamento das microbacias com mesma quantidade de nascentes, no caso as Microbacias do Córrego da Capivara e do Córrego da Estiva tem três nascentes, optou-se por priorizar a que tem menor área.

- **Indicador B – número de outorgas:** foi considerado o número total de outorgas existentes em cada microbacia. Assim quanto mais captações, mais prioridade tem a microbacia, para promover a conservação dos recursos hídricos.

- **Indicador C – situação hídrica:** inicialmente verificou-se as microbacias que apresentavam situação crítica e muito crítica, ficando em primeiro lugar, depois a microbacia que apresentou situação preocupante ficou em segundo lugar. E por fim, as que menos tivessem situação hídrica excelente ocuparam as outras posições, sendo que quanto menos área em situação excelente mais prioridade.

- **Indicador D – vegetação nativa remanescente:** foi comparado a porcentagem de áreas com vegetação nativa na microbacia. Assim quanto menor a quantidade de vegetação nativa maior prioridade tem a região.

- **Indicador E – pastagem:** foi comparado a porcentagem de áreas com pastagem na microbacia. Assim quanto maior a quantidade de pastagem na área da microbacia maior prioridade tem a região. Já que a pastagem traz o risco da utilização das APPs para a atividade, podendo ter maior potencial de degradação.

- **Indicador F – solo exposto:** foi comparado a porcentagem de áreas com solo exposto na microbacia. Assim quanto maior a quantidade de solo exposto na área da microbacia maior prioridade tem a região, já que quanto maior a exposição maior a possibilidade de causar erosão e o assoreamento dos cursos d'água.

- **Indicador G – número de áreas contaminadas:** foi considerado o número total de áreas contaminadas existentes em cada microbacia. Para o desempate das microbacias em que não haviam pontos com áreas contaminadas foi considerado a distância delas para os pontos em que haviam contaminações, assim quanto mais próxima mais prioritárias.

- **Indicador H – Vulnerabilidade dos aquíferos:** foi comparado a porcentagem de áreas com alta vulnerabilidade natural dos aquíferos a poluição na microbacia. Assim quanto maior a porcentagem de área nessa situação maior prioridade tem a microbacia, para evitar a contaminação das águas subterrâneas.

Tomando-se como exemplo o indicador A, número de nascentes da UPGM, a ordem de priorização de recuperação das UPGM seria: VI > III > V > II > I > IV. A UPGM VI, por ter a maior quantidade de nascentes, seria a UPGM com maior prioridade para a restrição e controle do uso. Realizou-se esse tal procedimento de ordenação para os demais indicadores, conforme a Tabela 22.

Associou-se, também, um valor de pontuação para a ordenação obtida. Assim, para a primeira posição somaram-se 6 pontos, para segunda posição, 5 pontos, e assim sucessivamente.

Por fim, com o intuito de gerar a ordem de prioridade de recuperação das UPGM, somou-se a pontuação total obtida para cada uma delas, conforme demonstrado na Tabela 23. Quanto maior (>) a soma de pontos da UPGM, há uma tendência de ocupar posições de primeira ordem, portanto, possui maior prioridade de restrição e controle do uso.

Tabela 21 - Resultados dos indicadores de priorização por microbacia.

ID	Microbacias	Córrego da	Córrego	Córrego da	Córrego do	Córrego	Córrego
		Capivara	da Estiva	Taboa	Desengano	do Veado	Santa Rita
		I	II	III	IV	V	VI
	Área (Ha)	10369,90	5526,21	14023,16	5200,72	11318,17	30013,92
A	Nº de nascentes	3	3	9	2	5	18
B	Nº de Outorgas	18	15	133	16	52	136
C	Situação hídrica	Excelente (97,02%)	Excelente (84,16%)	Preocupante	Excelente (0,51%)	Excelente (25,41%)	Crítica Muito Crítica
D	Vegetação Nativa (%)	21,66	14,59	18,80	19,32	16,23	14,57
E	Pastagem (%)	58,05	66,78	49,27	50,97	58,06	57,62
F	Solo exposto (%)	3,65	5,43	8,03	20,29	8,89	11,40
G	Nº de áreas contaminadas	1	0	6	0	0	0
H	Vulnerabilidade alta (%)	0,81	1,05	1,20	0,98	1,35	0,22

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Tabela 22 - Classificação das UPGMs segundo a pontuação dos indicadores.

Ordem	Pontos	Classificação das Microbacias							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1º	6	VI	VI	VI	VI	II	IV	III	V
2º	5	III	III	III	II	V	VI	I	III
3º	4	V	V	IV	V	I	V	V	II
4º	3	II	I	V	III	VI	III	IV	IV
5º	2	I	IV	II	IV	IV	II	II	I
6º	1	IV	II	I	I	III	I	VI	VI

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Tabela 23 - Pontuação de cada UPGM segundo a ordenação dos indicadores.

Microbacia	Pontuação por indicador								
	A	B	C	D	E	F	G	H	SOMA
Córrego da Capivara I	2	3	1	1	4	1	5	2	19
Córrego da Estiva II	3	1	2	5	6	2	2	4	25
Córrego da Taboa III	5	5	5	3	1	3	6	5	33
Córrego do Desengano IV	1	2	4	2	2	6	3	3	23
Córrego do Veadão V	4	4	3	4	5	4	4	6	34
Córrego Santa Rita VI	6	6	6	6	3	5	1	1	34

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para o desempate entre as microbacias do Córrego Santa Rita e do Córrego do Veadão optou-se por verificar qual delas ficou com pontuação 6 por mais vezes.

Considerando essa metodologia, a ordem de priorização para restrição e controle do uso da água das microbacias do Ribeirão Santa Rita, é a seguinte:

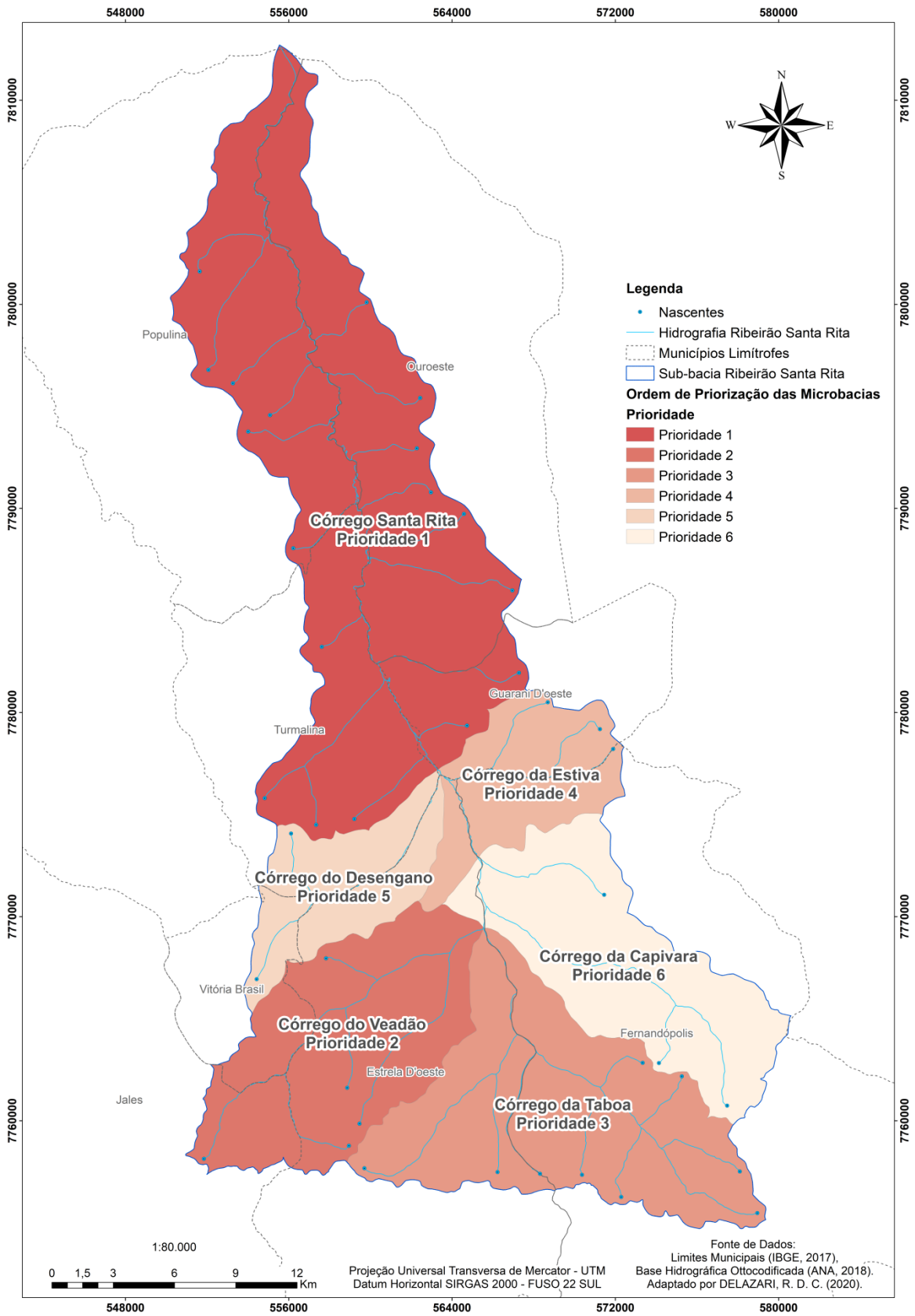
VI > V > III > II > IV > I.

Ou seja:

Córrego Santa Rita > Córrego do Veadão > Córrego da Taboa > Córrego da Estiva > Córrego do Desengano > Córrego da Capivara, conforme figura 28.

Portanto, as medidas de restrição e controle do uso para a captação e o uso das águas na Bacia do Ribeirão Santa Rita deverão seguir essa sequência de priorização com medidas disciplinares para a conservação da qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas.

Figura 28 – Ordem de Priorização das Microbacias na Bacia do Ribeirão Santa Rita



Fonte: ANA (2018) e IBGE (2017). Adaptado pelo autor (2020).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão dos recursos hídricos é uma ferramenta estratégica para gestão territorial, pois além de serem áreas de captação natural da água, são áreas que se estabelecem diversas atividades humanas e estas por sua vez precisam conciliar o uso e ocupação do solo com a proteção e manutenção dos recursos hídricos e dos ecossistemas. Sabe-se que é muito importante o monitoramento do dinamismo da bacia hidrográfica, que pode sofrer alterações devido às ações antrópicas é a perda de qualidade da água, provocando a descaracterização do curso d'água, morte de vida aquática, impossibilidade de uso da água, desequilíbrio ambiental e proliferação de doenças.

A adoção das medidas de restrição e controle é de extrema importância para o processo de gestão. Por meio da mudança de paradigmas no uso e ordenação do solo, um modelo para a priorização e ordenamento do uso da água é primordial para a proteção e conservação dos recursos hídricos, já que medidas de controle e monitoramento são necessários para a gestão do uso da água, reduzindo as taxas de captação excessiva e garantindo o uso sustentável.

Estudar uma Bacia hidrográfica é importante visto que se pode propor medidas de forma localizada nas microbacias da área em análise, de acordo com suas características principais e diagnóstico local, já que as ações devem ser idealizadas de maneira prioritária para áreas mais sensíveis.

Os parâmetros morfométricos são essenciais para a compreensão dos fatores que afetam direta e indiretamente o regime das bacias hidrográficas, como a prevenção de eventos hidrometeorológicos (enchentes e estiagens), podendo ser utilizados para apontar áreas de maior suscetibilidade a processos erosivos. Dessa forma, funcionam como parâmetros para compor o planejamento e ordenamento das paisagens, auxiliando na elaboração de projetos de gestão dos espaços urbanos e rurais, que venham a ter os usos mais adequados para cada tipo de bacia frente ao seu comportamento, decorrente da influência de condições naturais e antrópicas ao seu entorno e podem contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos naturais, bem como na prevenção da degradação desses ambientes.

Os indicadores para priorização das microbacias, no que se refere à realização das ações voltadas restrição e controle do uso utilizados nesta pesquisa articulam-se entre si e podem ser ampliados e/ou alterados de acordo com as

características locais, visando a melhor forma de diagnosticar a área e trazer medidas planejadas de conservação da água.

Observou-se que o diagnóstico da bacia hidrográfica permitirá o gerenciamento integrado, visando controlar conjuntamente o uso da água e o planejamento de ações para a conservação e proteção dos recursos hídricos, sendo que a implantação de uma área de restrição e controle do uso deve ser efetivada com a colaboração entre as comunidades, os municípios e os órgãos gestores, com efetiva participação das Câmaras Técnicas do Comitê da Bacia Hidrográfica no qual a área se insere.

Deve-se mencionar também que as análises metodológicas para o regramento no uso e manejo dos recursos hídricos podem ser replicadas para todas as bacias hidrográficas brasileiras, considerando a eficácia obtida com a metodologia proposta no cumprimento do objetivo deste trabalho, e, além disso, integrar os Planos de Bacia de cada Comitê de Bacia Hidrográfica, visando priorizar ações para as regiões com maiores conflitos pelo uso da água. Porém verificou-se que esse tipo de análise é trabalhosa, já que as fontes de dados são de difícil acesso, devendo fazer comparações de diversos bancos de dados que se mostraram divergentes e isso pode trazer erros ao diagnóstico, havendo a necessidade de um banco de dados integrado, com as mais diversas informações em uma única plataforma, facilitando a gestão dos recursos hídricos e a resolução de conflitos pelo uso da água.

Destaca-se a necessidade de novos estudos para aperfeiçoar a metodologia proposta, que deve sempre ser submetida a novas avaliações, permitindo os avanços no processo de avaliação e rearticulação dos indicadores de acordo com as características específicas de cada área de estudo.

Outra medida importante para os diversos usos clandestinos da água seria implantar medidas adicionais de fiscalização do uso da água visando atualizar informações de usuários, por meio da criação de ações efetivas e atrativas aos usuários para o cadastro e a outorga de suas captações.

Assim, a gestão das águas efetiva-se com o fortalecimento do Comitê de bacia, já que este tem a oportunidade de aglutinar setores sociais em um processo de negociação que poderá efetivar mudanças importantes na atual ocupação da área, buscando o desenvolvimento sustentável e a segurança hídrica.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Balço Hídrico Quali-Quantitativo**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=315&currTab=distribution>. Acesso em: 12 dez 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Balço Hídrico Quantitativo**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=313&currTab=distribution>. Acesso em: 12 dez. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia do Rio Paraná**. 1:50.000/1:100.000. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=590&currTab=distribution>. Acesso em: 05 dez 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe_conjuntura_2018.pdf. Acesso em: 07 dez 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Hidrologia Básica**. Unidade 1. 2014. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/66/2/Unidade_1.pdf. Acesso em 27 nov 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. Agência Nacional de Águas, Embrapa Milho e Sorgo. 2. ed. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=328&currTab=distribution>. Acesso em: 05 dez 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2016. 93p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2016/MudancasClimaticaseRecursosHidricos.pdf>. Acesso em 25 ago 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos**. Superintendência de Regulação. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=326&currTab=distribution>. Acesso em: 05 dez 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Panorama do Enquadramento dos corpos d'água do Brasil e Panorama da Qualidade das águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília: ANA, 2007. 124 p. (Caderno de Recursos Hídricos; 5). Disponível em:
http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DO_ENQUADRAMENTO.pdf. Acesso em 05 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento dos corpos de água**. Cadernos de capacitação em Recursos Hídricos. Volume 5. Agência Nacional de Águas. Brasília: SAG, 2013. Disponível em:
http://www.cbh.gov.br/EstudosETrabalhos/20140108101800_CadHidrico_vol5_completo.pdf. Acesso em: 04 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Sistemas Aquíferos**. Superintendência de Implementação de Programas e Projetos. Brasília: ANA, 2013. Disponível em:
<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 05 dez 2019.

ALMEIDA, J. R. de. Urbanização Em Área De Risco: Diagnóstico Dos Impactos Socioambientais Do Rio Pirarara No Município De Cacoal-Rondônia. **Revista Presença Geográfica**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 25-44. 2016. Disponível em:
<http://www.periodicos.unir.br/index.php/RPGeo/article/view/2034>. Acesso em: 05 dez 2019.

ARAÚJO JÚNIOR, É. W L de.. **Avaliação da influência do uso e cobertura do solo em parâmetros quantitativos e de qualidade da água na sub-bacia Tamanduá (DF)**. 57 f., Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília. 2016. Disponível em:
<http://bdm.unb.br/handle/10483/16957>. Acesso em: 05 dez 2019.

BARBOSA, L. S.. **Análise da qualidade da água e o processo de uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do rio Pirarara no município de Cacoal - Rondônia**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós- Graduação- Mestrado em Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) 151p. Porto Velho. 2012. Disponível em: <http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/787>. Acesso em: 05 dez 2019.

BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, 2013. Disponível em:
https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8280/4993#.V3qAj9QrI_4. Acesso em: 03 set. 2020.

BOMBARDI, L. M.. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. Universidade de São Paulo, São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296p. Disponível em: <http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>. Acesso em: 03 set. 2020.

BRANCO, A. M. M.. **Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água: subsídio à gestão dos recursos hídricos à gestão dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira (UGRHI-1)**. 88 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia. Bauru/SP. 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/124114>. Acesso em: 05 dez 2019.

CBH-PARDO. **Deliberação CBH-PARDO nº 201/2014**. Comitê de Bacia Hidrográfica do Pardo. Ribeirão Preto - SP: 2014. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/images/documentos/outorgaefiscalizacao/deliberacaocbh_pardo201010814.pdf. Acesso em: 20 abr 2020.

CBH-TG. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos UGRHI 15 – Turvo/Grande**. Comitê de Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande. São José do Rio Preto: 2019. Disponível em: <http://www.comitetg.sp.gov.br/cbhtg/downloads/relatorios-de-situacao/category/38-ano-2019>. Acesso em: 30 dez 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Áreas Contaminadas e Reabilitadas - Ano 2018**. São Paulo: 2018. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/geoserver/datageowms/ows?SERVICE=WMS>. Acesso em: 12 dez 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Enquadramento de corpos hídricos**. São Paulo: 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos/>. Acesso em: 15 set. 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Enquadramento de corpos hídricos – Arquivos digitais**. São Paulo: 2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-arquivos-digitais/>. Acesso em: 15 set 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. Período de 2004-2006. 199p. (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente). São Paulo: 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo. 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. *In*: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1974.

CIIAGRO. Centro integrado de informações agrometeorológicas. **Resenha Agrometeorológica**. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>. Acesso em: 11 set. 2020.

COELHO, B. Z. **Avaliação de técnicas e métodos de hidrometria na Estação Fluviométrica São Ludgero, SC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade do extremo Sul Catarinense – UNESC. Criciúma. 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1348/1/Bruno%20Zanoni%20Coelho.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CORNELLI, R., SCHNEIDER, V. E., BORTOLIN, T. A., CEMIN, G., & SANTOS, G. M. dos. Análise da Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água de Duas Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Caxias do Sul. **Scientia cum Industria**, v. 4, n. 1, p. 1-14. 2016. Disponível em: www.uces.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/download/.../pdf_551. Acesso em: 7 dez. 2019.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS.** Brasília/DF: 2020. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>. Acesso em: 21 abr 2020.

CUNHA, C.; FERREIRA, F. **Bacias hidrográficas.** Blog Água na Bacia. Disponível em: <https://aguanabacia.blogspot.com/2016/07/bacias-hidrograficas-bacia-hidrografia.html>. Acesso em: 7 dez 2019.

DANTAS, J. M. **Hidrogeoquímica e estudo da vulnerabilidade do aquífero Taquari/Maruim no município de Maruim, Sergipe, NE do Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Da Bahia, Instituto De Geociências. Salvador, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/26120>. Acesso em: 05 mar. 2019.

DAEE/LEBAC. **Vulnerabilidade natural dos aquíferos à poluição.** Atlas Águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Diretrizes de utilização e proteção. 2013. Disponível em: http://datageo.ambiente.sp.gov.br/datageo/files/Downloads/VULNERABILIDADE_NATURAL_AQUIFEROS.rar. Acesso em: 12 dez. 2019.

DELAZARI, R. D. C.; BORGES, A. S.; FERREIRA, M. V. F.; NEVES, H. B.; MAURO, C. A. Di. Avaliação quantitativa das captações subterrâneas no município de Guarani D'Oeste/SP. **Anais do III Congresso Cidades Sustentáveis do Noroeste Paulista.** Fernandópolis/SP. 2019.

DIAS, C. L., IRITANI, M. A., GUILLAUMON, J. R., CASARINI, D. C., OKANO, O., FERREIRA, L. M. R. e SCHULER, G. Restrições de uso e ocupação do solo em áreas de proteção de aquíferos: Conceitos, legislação e proposta de aplicação no estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23622/15708>. Acesso em: 05 mar. 2019.

FEITOSA, E. C.; FEITOSA, F. A. C. Metodologia Básica de Pesquisa de Água Subterrânea: Base de dados em SIG. In: FEITOSA, Fernando A. C. et al. (Org.). **Hidrogeologia - Conceitos e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. cap. 4.1, p. 203-204. v. único.

FERREIRA, R.G.; MOURA, M.C.O.; CASTRO, F.S. Caracterização morfométrica da sub-bacia do Ribeirão Panquinhas, ES. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 2247-2256, 2012.

GARCIA, C. **Avaliação do perigo à poluição das águas subterrâneas no município de Piracicaba, SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Rio Claro, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154359/garcia_c_me_bauru.pdf?sequence=3. Acesso em: 05 mar. 2019.

GATIBONI, L. C.; SMYTH, T. J.; SCHMITT, D. E.; CASSOL, P. C.; OLIVEIRA, C. M. B. de Soil phosphorus threshold in evaluating risk of environmental transfer to surface waters in Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 1225-1234, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000401225&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 jul. 2020.

HIRATA, R.; CONICELLI, B. P. Ground water resources in Brazil: : a review of possible impacts caused by climate change. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 84, n. 2, p. 297-312, abr. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652012000200006&lng=en&tng=en. Acesso em: 05 mar. 2019.

IRITANI, M. A., ODA, G. H., EZAKI, S. e VARNIER, C. L. Delimitação de área de proteção das águas subterrâneas no município de Capivari (SP). **Revista do Instituto Geológico**, v. 30, n. 1/2, p. 1-18, 2009. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/article/view/8917/8183>. Acesso em: 04 mar 2019.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M.A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). **Eng Sanit Ambient.**, v. 20, n. 3, p. 353-360. Jul/set 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n3/1413-4152-esa-20-03-00353.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2018.

JUNGES, K. G. **Análise das Concentrações de Nitrato em Águas Superficiais e Subterrâneas em Área de Atividade Mineradora no Município de Caçapava do Sul - RS**. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Universidade Federal do Pampa, Geologia, 2016. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/137>. Acesso em: 11 abr. 2019.

L'APICCIRELLA, E. S. P. **Contaminação e Áreas de Restrição de Uso de Água Subterrânea No Entorno do Canal Jurubatuba em São Paulo - SP**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

LEAL, A. C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. Tese (Doutorado em Geociências - Área de Administração e Política de Recursos Minerais). Instituto de Geociências - UNICAMP. Campinas, SP. 2000. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/287348/1/Leal_AntonioCezar_D.pdf. Acesso em: 04 set. 2020.

LEAL, A. C.. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Entre-lugar**, [s. l.], v. 3, n. 6, p. 65-84, 2012. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/2447>. Acesso em: 04 set. 2020.

LEAL, M. S.; TONELLO, K. C. Análise da morfometria e do uso e cobertura da terra da microbacia do Córrego Ipaneminha de Baixo, Sorocaba/SP. **Floresta**, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 439-446. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/45809>. Acesso em: 12 abr. 2019.

LIMA, A.; ALBUQUERQUE, R.; PRADO, R.; TURETTA, A.; FIDALGO, E.; SCHULER, A. Pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil: experiências iniciais e os desafios do monitoramento. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, [s. l.]. **Anais [...]** [S. l.: s n.], 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94057/1/pagamento-por-servicos.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2018.

LIMA, G. A., GENEROSO, C. M., DOS SANTOS, C. M., APARECIDA, L. e SILVA, R. G. D. S. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: estudo de caso Ribeirão Isidoro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7., 2016, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: [s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VIII-074.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

MANOEL FILHO, J.. Contaminação das águas subterrâneas. *In*: FEITOSA, Fernando A. C. et al. (Org.). **Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. cap. 5.3, p. 381-404.

MARTINS, C.E. A Gestão da Água em São Paulo: O feito e o a Fazer. *In*: CONGRESSO ESTADUAL DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 1., 2001, São Pedro. **Anais [...]** São Pedro: CRH/UGRHI/CBH, 2001. p. 22.

MATEO RODRIGUEZ, J. M; DI MAURO, C. A.; RUSSO, I. L.; SILVA, C. M. S.; BOVO, R; ARCURI, M. E. P.; MARINHO, V. L. F. Análise da Paisagem como Base para uma Estratégia de organização Geoambiental: Corumbataí, SP. **Geografia**, Rio Claro, v. 20, n. 1, p. 81 -129, 1995.

MAURO, C. A. Di, MAGESTE, J. G. e LEMES, E. M. As Bacias Hidrográficas como Critério para o Planejamento Territorial. **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 18, n. 64, 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40959>. Acesso em: 02 set. 2020.

MAURO, C. A. Di. Conflitos Pelo Uso da Água. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, Volume Especial, p. 81-105, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/viewFile/3174/2679>. Acesso em: 02 set 2020.

MIOTO, C. L.; RIBEIRO, V. O. de.; DE QUEIROZ SOUZA, D. M. Q. de.; PEREIRA, T. V.; ANACHE, J. A. A.; PARANHOS FILHO, A. C. Morfometria de bacias hidrográficas através de SIGs livres e gratuitos. **Anuário do Instituto de Geociências**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 16-22. 2014. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5996>. Acesso em: 12 abr 2019.

NARDINI, R. C.; CAMPOS, S., GOMES, L. N.; RIBEIRO, F. L.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, M. Técnicas de geoprocessamento para análise morfométrica da microbacia do Ribeirão Alto Água Fria–Bofete (SP). **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, [s. l.], v. 10, n.2, p.170-180. 2016. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/399><http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/399>. Acesso em: 12 abr. 2019.

OTTONI, M. V. **Projeto disponibilidade hídrica do Brasil**. Serviço Geológico Do Brasil – CPRM. Rio de Janeiro - RJ. 2010. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/10988/1/Relatorio%20Final_ProjRegionalizacaoQ95_2009_2010_verfinal.pdf. Acesso em: 27 nov. 2018.

PEREIRA CABRAL, J. J. da S.. Movimento das águas subterrâneas. In: FEITOSA, Fernando A. C. et al. **Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. cap. 2.2, p. 86-87. v. único.

PIZELLA, D. G.; SOUZA, M. P. Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais brasileiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 139-148, 2007. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n02/08006.pdf>. Acesso em 05 nov. 2019.

PORTO, M. F. A. **Sistemas de gestão da qualidade das águas**: uma proposta para o caso brasileiro. Tese de Livre Docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Objetivos De Desenvolvimento Sustentável**. 2020. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>. Acesso em 03 set. 2020.

REBOUÇAS, A. C. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 117-151.

REBOUÇAS, A. C. A Política Nacional de Recursos Hídricos e as Águas Subterrâneas. **Revista Águas Subterrâneas**, [s. l.], n. 16, p. 95 - 107. 2002.

REGEA. Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)**. São José do Rio Preto: CBH-TG, 2017.

RESENDE, T. C., DOS SANTOS AZEVEDO, T., DE ANDRADE, M. P., & DE MELO RIBEIRO, C. B. Análise de tendência em séries temporais de vazão e precipitação na bacia do Rio Paraibuna–Juiz De Fora (MG). *In: CONGRESSO INTERNACIONAL: RESAG. 3.*, 2007, Belo Horizonte. **Anais** [...] Belo Horizonte: [s. n.], 2007.

RIBEIRO, D. M., ROCHA, W. F. E GARCIA, A. J. V.. Vulnerabilidade Natural À Contaminação Dos Aquíferos Da Sub-bacia Do Rio Siriri, Sergipe. **Águas Subterrâneas**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 91-102, 2011. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/19366>. Acesso em: 28 dez. 2019.

ROCHA, G. A. Construção do Sistema Paulista de Gestão de Recursos Hídricos. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 1998, Gramado. **Anais** [...] [S. l.: s. n.], ABRH, 1998.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000400022&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 14 set. 2020.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. 118p.

SÃO PAULO. Conselho Estadual De Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. São Paulo: DAEE, 1990.137 p.

SÃO PAULO. Decreto nº 59.263, de 5 de junho de 2013. Regulamenta a Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas. **Diário Oficial**. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59263-05.06.2013.html>. Acesso em: 15 dez 2019.

SÃO PAULO, Secretaria Do Meio Ambiente, Conselho Estadual De Recursos Hídricos. 2005. Deliberação CRH nº 52 de 15 de abril de 2005 - Institui no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle da captação e uso das águas subterrâneas. **Diário Oficial Poder Executivo**, 115 (88 - seção 1): 36. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/legisp/DeliberacoesCRH/Deliberacao-CRH%20052.pdf>. Acesso em: 01 mar 2019.

SÃO PAULO. Departamento de Águas e Energia Elétrica, Instituto Geológico, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Secretaria de Estado de Saneamento e Energia. **Projeto Jurubatuba: restrição e controle de uso de água subterrânea**. São Paulo: DAEE/IG, 2009. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/acervo/Jurubatuba.pdf>. Acesso em: 20 abr 2020.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 6.134**, de 2 de junho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. São Paulo, 1988.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Geológico; Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos, Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Projeto São José do Rio Preto: restrição e controle de uso de água subterrânea**. 140 p. São Paulo: IG/DAEE, 2011. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/SJRP.pdf>. Acesso em: 05 mar 2019.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Universidade Estadual Paulista. **Águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Diretrizes de Utilização e Proteção**. Departamento de Águas e Energia Elétrica, Instituto Geociências e Ciências Exatas. Laboratório de Estudo de Bacias. São Paulo: DAEE/LEBAC, 2013.

SANTOS, G. O.; DE LIMA, F. B.; VANZELA, L. S.. Balanço hídrico espacial das culturas inseridas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, noroeste Paulista. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, Fortaleza, v. 7, n 1, p. 03-16. 2013. Disponível em: https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/130/pdf_116. Acesso em: 14 set 2020.

SANTOS, H. G., ZARONI, M. J. e CLEMENTE, E. P.. **Latosso vermelho**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos. Brasília/DF. 2019. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html. Acesso em: 30 dez. 2019.

SANTOS, J. S. dos; ELOI, W. M. **Princípios de Hidrologia Ambiental**. Fortaleza, CE. 2015.

SILVA, M. S. L. E OLIVEIRA NETO, M. B. **Argissolos Vermelho-Amarelos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos. Brasília/DF. 2019. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2axe8nfr.html. Acesso em: 30 dez. 2019.

SIMÕES, A. O. de,; SILVA, H. A.da,; METELO, K. C. C.; SANTOS, S. A. dos,; NASCIMENTO, V. E. N.; SANTOS, C. C. P.dos. **Análise morfométrica da bacia do Rio Cuiabá como subsidio a gestão de bacias hidrográficas**. TCC-Engenharia Ambiental. Centro Universitário de Várzea Grande- UNIVAG. 2018. Disponível em: <http://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/engambient/article/view/361>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L.; ARAUJO, G. M. C. de.. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, [s.

l.], v. 31, p. 82-100. 2016. Disponível em:
<http://www.periodicos.usp.br/rdg/article/view/107715>. Acesso em: 12 abr 2019.

SOUSA, D. M. G. e LOBATO, E.. **Glei Pouco Húmico / Gleissolo Háplico**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Cerrados. Brasília/DF. 2019. Disponível em:
https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_95_10112005101956.html. Acesso em: 30 dez. 2019.

SPIRIDONOV, A.I. **Princípios da Metodologia das Investigações de Campo e do Mapeamento Geomorfológico** – Tradução do Russo por Isabel Alvarez e Roberto Del Busto, 3 Tomos. Departamento de Geografia. Universidade de Havana. 1981.

TUCCI, C. E.M. Escoamento superficial. Hidrologia: ciência e aplicação, [s. l.], v. 4, p. 391-437. 1993.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades. 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Porto Alegre: ABRH. 943 p. 2004.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 248 p. 2003.

UNESP. Universidade Estadual Paulista. **Área de Hidráulica e Irrigação: Dados climáticos diários**. Ilha Solteira/SP. 2020. Disponível em:
https://clima.feis.unesp.br/dados_diarios.php. Acesso em: 10 set. 2020.

VANIER, C.; ODA, G. H. e IRITANI, M. A.. A experiência do instituto geológico em estudos de proteção dos recursos hídricos subterrâneos no estado de São Paulo (SP). **Águas Subterrâneas**, 2006. Disponível em:
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22139/14501>. Acesso em: 05 mar 2019.

VILLAR, P. C.. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 83-100, 2016. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/317/31745308009.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

VILLAR, P. C.; RIBEIRO, W. C. Sociedade e gestão do risco: o aquífero Guarani em Ribeirão Preto-SP, Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, n. 43, p. 51-64, 2009. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34022009000200003&script=sci_arttext. Acesso em: 21 abr 2020.

VILLAR, P. C. **Gestão das Áreas de Recarga do Aquífero Guarani: o caso do município de Ribeirão Preto, São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. 2008. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-26052010-100627/Público/PilarVillar.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Editora Mc Graw Hill, 1975. 245 p.

APÊNDICE A – Manual de Procedimentos Operacionais para a identificação das áreas prioritárias para a restrição e controle do uso da água

Para a definição de prioridades para a gestão dos recursos hídricos, será utilizado a microbacia como unidade de análise por meio da priorização de áreas sujeitas a restrições e controle de uso é feito um estudo que busca:

- I – o reconhecimento de áreas críticas;
- II – a determinação de áreas prioritárias e
- III – uma proposta de intervenções para o regramento diferenciado no uso e manejo dos recursos hídricos.

O passo a passo metodológico está descrito a seguir:

- I – Seleção de banco de dados para análise em SIG;
- II – Elaboração de mapas;
- III – Seleção dos indicadores que se adequam a realidade local;
- IV – Análise e ordenamento das microbacias;
- V – Elaboração de legislação de regramento para a restrição e controle do uso da água na área de estudo.

Os dados necessários para a composição do banco de dados são:

- I – Área de drenagem das microbacias;
- II – Hidrografia;
- III – Uso da água;
- IV – Balanço hídrico;
- V – Uso e ocupação do solo;
- VI – Áreas contaminadas;
- VII – Vulnerabilidade dos aquíferos.

Locais para obtenção das informações:

- I – Portal de Outorgas do DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica ou outros órgãos de fiscalização estadual

Link de acesso: <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>;

- II – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS

Link de acesso: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>;

III – Portal de Metadados Geoespaciais da ANA - Agência Nacional de Águas

Link de acesso: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>.

IV – DataGEO - Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo – IDEIA/SP

Link de acesso: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>

Tratamento e análise dos dados:

Devem ser feitas comparações técnicas entre todos os bancos de dados pesquisados, a fim da maior uniformidade e representatividade da realidade local, por isso é imprescindível que essas análises sejam feitas por técnicos da área, que conheçam a região e suas peculiaridades, a fim de validar as informações.

Mapeamentos e seleção de indicadores:

Podem ser utilizados diversos indicadores para ordenar a priorização das microbacias da área de estudo, sendo que cada um dos indicadores é obtido de um mapeamento específico, como por exemplo:

I – Mapa da hidrografia: número de nascentes;

II – Mapa do Uso da água: número de outorgas;

III – Mapa de Balanço Hídrico: situação hídrica;

IV – Mapa de Uso e Ocupação do Solo: porcentagem de vegetação nativa remanescente, porcentagem de pastagem, porcentagem de solo exposto;

VII – Mapa de áreas contaminadas: número de áreas contaminadas;

VIII – Mapa de vulnerabilidade natural de aquíferos à poluição: áreas com alta vulnerabilidade.

Elaboração da proposta de legislação:

Deverão ser consideradas as análises realizadas, a fim de verificar as áreas prioritárias para a proteção e conservação dos recursos hídricos. Assim o conjunto de indicadores, referentes a informações geoespaciais previamente levantadas e analisadas, será avaliado de modo a designar-lhes pontuação, sendo possível estabelecer uma ordem de prioridade por microbacia.

APÊNDICE B – Proposta de Legislação para o Regramento no Uso e Manejo dos Recursos Hídricos

Deliberação nº XX, de XX de XX de 2020.

Estabelece áreas de restrição e controle para a captação e uso das águas na bacia do Ribeirão Santa Rita (UGRHI 15) no noroeste do estado de São Paulo – Brasil e dá outras providências.

Considerando a Lei N° 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos, dispõe como objetivo principal assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, deve ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo território do Estado de São Paulo e estabelece, como uma de suas diretrizes, o desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas subterrâneas contra poluição e superexploração;

Considerando a Lei N° 6.134, de 2 de junho de 1988 e seus regulamentos que dispõem sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas, estabelecem que sempre que no interesse da preservação, conservação e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de água, ou por motivos geotécnicos, geológicos ou sanitários, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas, os órgãos de recursos hídricos, de controle ambiental e de saúde poderão delimitar áreas destinadas ao seu controle;

Considerando as diretrizes e normas para a proteção e recuperação dos mananciais de interesse regional, nos quais incluem-se as águas subterrâneas, preveem a criação de áreas de intervenção e estabelecem a prioridade do uso das águas nessas áreas para o abastecimento público em detrimento de qualquer outro interesse, conforme a Lei N° 9.866, de 28 de novembro de 1997;

Considerando que compete aos Comitês de Bacias a proposição de planos de utilização, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos, por meio do Plano de Bacias; bem como, a proposição da delimitação de áreas de proteção de

mananciais, nos termos das Leis 7.663, de 30 de dezembro de 1991 e 9.866, de 28 de novembro de 1997;

Considerando o teor da Deliberação CRH nº 52, de 15 de abril de 2005, que instituiu diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle da captação das águas subterrâneas, visto a necessidade do estabelecimento de normas complementares para o gerenciamento das águas subterrâneas e medidas específicas relativas à sua conservação;

Considerando a metodologia proposta por DELAZARI, R. D.C. e DI MAURO, C. A. na Dissertação de Mestrado do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA, intitulada: “IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA RESTRIÇÃO E CONTROLE DO USO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA (UGRHI 15) NO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL”;

Delibera:

Artigo 1º - Fica estabelecido a área de restrição e controle para captação e uso das águas bacia do Ribeirão Santa Rita (UGRHI 15).

Parágrafo Único - Caberá ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, mediante consulta formal, informar ao usuário sua localização em relação à área de restrição de acordo com o mapa mencionado.

Artigo 2º - Foram considerados critérios para a priorização das Unidades de Planejamento e Gestão de Microbacias - UPGM, no que se refere à realização das ações voltadas à conservação da água e conseqüentemente restrição e controle do uso:

- I – O número de nascentes;
- II – O número de outorgas;
- III – A situação hídrica;
- IV – A porcentagem de vegetação nativa remanescente;
- V – A porcentagem em que o uso do solo é utilizado para pastagem;
- VI – A porcentagem de solo exposto;
- VII – O número de áreas contaminadas;
- VIII – A vulnerabilidade dos aquíferos.

Artigo 3º - Para fins do disposto nesta Deliberação, considera-se Áreas de Restrição e Controle de uso de águas aquelas onde existe a necessidade de

disciplinar as atividades que possam causar alterações ou efeitos negativos sobre a quantidade ou qualidade das águas.

Artigo 4º - De acordo com o ordenamento das microbacias prioritárias, serão realizadas as seguintes atividades:

- Perfuração de novos poços após análise de viabilidade;
- Captações superficiais deverão apresentar justificativa do empreendimento;
- Captações subterrâneas e superficiais passíveis de regularização deverão ter suas outorgas atualizadas;
- Poços abandonados ou contaminados deverão ser tamponados ou desativados por indicação e orientação dos órgãos gestores de recursos hídricos;
- Áreas de preservação permanente deverão ser restauradas e protegidas de acordo com a legislação ambiental e o Programa de Regularização Ambiental (PRA);

Artigo 7º - A cada dois anos, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) apresentará relatório sobre a área de restrição aqui deliberada, consultando se necessário, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, e submeterá à apreciação da Câmara Técnica de Águas Subterrâneas – CT-AS do Comitê da Bacia do Turvo Grande – CBH-TG eventuais alterações na classificação ou nos limites das áreas aqui propostas.

Parágrafo Único – O relatório acima citado deverá conter a compilação das informações recebidas dos usuários durante o período, atualização do cadastro de poços e da caracterização das áreas de restrição.

Artigo 8º – Todos os usuários outorgados deverão apresentar análise de água bruta periodicamente ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Artigo 9º - Quando da publicação desta Deliberação, poderá o DAEE outorgar o uso das águas, de forma controlada, com monitoramento da qualidade e quantidade de água para as diversas finalidades, de acordo com esta Deliberação e em conformidade com os procedimentos previstos na Portaria DAEE 717/96, de 12/12/96.

Artigo 10 – Esta Deliberação entrará em vigor após aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH.

São Paulo, XX de XX de 2020.