

BRUNA DIENIFER SOUZA SAMPAIO

**USO E COBERTURA DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-VEM, MUNICÍPIO DE SANTO
ANASTÁCIO, SÃO PAULO, BRASIL.**



Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de
Pós-graduação em Geografia - Área de Concentração:
Produção do Espaço Geográfico, para obtenção do Título
de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Produção do Espaço Geográfico.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Encarnita Salas Martin
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Renata Ribeiro de Araújo

PRESIDENTE PRUDENTE - SP
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

S192u

SAMPAIO, BRUNA DIENIFER SOUZA

USO E COBERTURA DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM, MUNICÍPIO DE
SANTO ANASTÁCIO, SÃO PAULO, BRASIL. / BRUNA DIENIFER
SOUZA SAMPAIO. -- Presidente Prudente, 2018

118 p. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientadora: Encarnita Salas Martin

Coorientadora: Renata Ribeiro de Araújo

1. Recursos hídricos. 2. Uso da terra. 3. Áreas de Preservação Permanente
(APP). 4. Qualidade da água. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e
Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

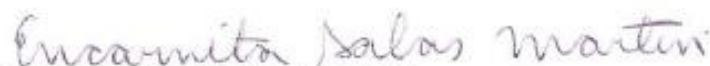
Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

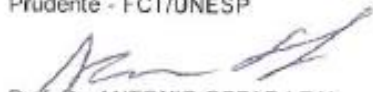
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: USO E COBERTURA DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-VEM, MUNICÍPIO DE SANTO
ANASTÁCIO, SÃO PAULO, BRASIL.

AUTORA: BRUNA DIENIFER SOUZA SAMPAIO
ORIENTADORA: ENCARNITA SALAS MARTIN
COORIENTADORA: RENATA RIBEIRO DE ARAÚJO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GEOGRAFIA, área:
Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. ENCARNITA SALAS MARTIN
Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente
Prudente - FCT/UNESP



Prof. Dr. ANTONIO CEZAR LEAL
FCT / UNESP/Presidente Prudente (SP)



Profa. Dra. ADRIANA CASTREGHINI DE FREITAS PEREIRA
Geociências / Universidade Estadual de Londrina - UEL

Presidente Prudente, 29 de outubro de 2018

Dedico esse trabalho a todos que contribuíram para realização de cada etapa deste sonho. Dedico à minha família, especialmente para a minha avó, mãe, tia e irmã, que me deram força para prosseguir e fazer o melhor sempre!! E aos demais pesquisadores para que se inspirem.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me abençoar em todas as etapas da vida. À minha mãe Rosemare, avó Ednalva, tia Maria Aparecida, irmã Brenda, ao meu padrasto Edvaldo, ao meu tio Nadilson que me apoiaram e deram força nos momentos mais difíceis.

À Profa. Dra. Encarnita Salas Martin, orientadora que me deu a oportunidade de trabalhar ao seu lado e me auxiliou em muitos momentos. Obrigada pela paciência, incentivo para superar as limitações da pesquisa e principalmente pelas correções criteriosas. À Profa. Dra. Renata Ribeiro, minha coorientadora que muito ajudou nas análises laboratoriais e análise dos dados. Agradeço a paciência em explicar e orientar, de modo, que eu pudesse compreender as metodologias a serem empregadas. Foi um imenso desafio e com vocês, superei!! Tive o privilégio de tê-las como orientadoras, me acompanharam nos trabalhos de campo. Ambas, exemplos de mulheres que me inspiram! Recebam os meus sinceros agradecimentos!

Ao Prof. Dr. Antonio Cezar Leal, pelo carisma e profissionalismo, concedeu-me a oportunidade de realizar diversas atividades, especialmente, a missão do Procad “Novas fronteiras no Oeste: relação entre Sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940 -2013)”, em Anápolis, Goiás, com o apoio da CAPES, na qual tive muitas aprendizagens dentre elas o oferecimento do curso para alunos da pós-graduação na UniEvangélica e à Prof. Dra. Maria Gonçalves da Silva Barbalho por enriquecer o conhecimento nessa experiência do cerrado brasileiro. Ao Prof. Dr. João Osvaldo Nunes pelas observações em relação à pesquisa acadêmica, de maneira, a expandir os horizontes do conhecimento. Aos professores Mariano Caccia e Isabel Cristina pela amizade e conselhos no âmbito acadêmico.

Aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT-UNESP, especialmente à Cinthia e ao Lincoln por solucionar as dúvidas. Aos amigos do Grupo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial, Fernanda Bomfim, Ricardo, Dra. Ana Paula, Dra. Beatriz, Dra. Maria Gloria, Carlos Eduardo, Dr. Aurélio, Frederico, Matheus, Liriane, Taíssa, Rafael e Graza. Também aos meus amigos Edson Sabatini, Anna Paulla, Vinicius Stoqui, Guilherme Claudino, Larissa Dorigon e Rodolfo. Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha e aos colegas do laboratório de Geologia pelo acolhimento.

Agradeço especialmente à Mariana Ribeiro Fernandes pelo tempo e dedicação no laboratório TIE, no qual tive grande aprendizado nas análises físico-químico da água. Meus agradecimentos pela simpatia e amizade. Contigo aprendi muito e posso repassar esse conhecimento, você foi um anjo em minha trajetória acadêmica e serei eternamente grata.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 131486/2016-0).

Por fim, agradeço a todos que no momento não lembro de citar os nomes. À todos os amigos que de alguma forma contribuíram me dando força para prosseguir essa jornada. Esse trabalho contribuirá, de alguma forma, para melhorar a perspectiva da sociedade quanto as mazelas que causam na natureza, especialmente no quesito de qualidade da água e uso da terra.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

USO E COBERTURA DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM, MUNICÍPIO DE SANTO ANASTÁCIO, SÃO PAULO, BRASIL.

RESUMO

A motivação que nos levou à escolha desse tema para a elaboração do projeto, ora proposto, foi a preocupação com a conservação e recuperação dos recursos hídricos, estes vêm sendo degradados por atividades decorrentes dos diferentes usos da terra e pelo desmatamento. A retirada da mata ciliar dos cursos d'água, leva à sua desproteção e compromete a qualidade da água. A intervenção humana sobre o ambiente ocasiona alterações na superfície terrestre, interferindo nos processos naturais de maneira contínua e intensa. Pretende-se com este trabalho avaliar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, com foco especial na sub-bacia constituída pelo Córrego Sete de Setembro, pelo fato dele passar pela área urbana de Santo Anastácio e por percorrer um trecho de área rural, o que permitirá que se associe o uso da terra e a qualidade água. Foi utilizado o software ArcGis10.3, para mapear o uso e cobertura da terra espacializar e quantificar informações, verificando-se a intervenção nas APPs, segundo o definido pelo novo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012). Para avaliar a qualidade da água, foram utilizados os seguintes indicadores: Oxigênio Dissolvido, Temperatura, pH, Condutividade Elétrica, Turbidez, Material em Suspensão Total, Fósforo Total, Fósforo Total Dissolvido, Ortofosfato e Amônia, para averiguar a relação do uso da terra e a qualidade da água na sub-bacia do Córrego Sete de Setembro, um dos afluentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, além da utilização do método de Análise de Componentes Principais (ACP) que reduziu o número de indicadores de qualidade da água, selecionando aqueles mais significativos nas variações das características dos ambientes. Pretende-se apresentar os resultados deste trabalho para os gestores da administração municipal, de modo a contribuir para a melhoria da gestão da qualidade do uso dos recursos naturais no município.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos. Uso da terra. Áreas de Preservação Permanente (APP). Qualidade da Água.

**USE AND EARTH COVERAGE AND WATER QUALITY IN HYDROGRAPHIC
BASIN FROM THE STREAM VAI-E-VEM,
MUNICIPALITY OF SANTO ANASTÁCIO, SAO PAULO, BRAZIL.**

ABSTRACT

The motivation that led us to choose this theme for the elaboration of the project, as proposed, was the concern with the conservation and recovery of water resources, these have been degraded by activities resulting from different uses of land and deforestation. The removal of the ciliary forest from the water courses, leads to its lack of protection and compromises the quality of the water. Human intervention on the environment causes changes in the earth's surface, interfering with natural processes in a continuous and intense manner. This work intends to evaluate the environmental quality of the Ribeirão Vai-e-Vem river basin, with a special focus on the sub-basin constituted by Sete de Setembro Stream, due to the fact that it passes through the urban area of Santo Anastácio and through a stretch of rural areas, which will allow to associate land use and water quality. The software ArcGis10.3 was used to map the land use and coverage to spatialize and quantify information, verifying the intervention in the APPs, as defined by the new Brazilian Forest Code (Federal Law 12.651, dated May 25, 2012) . In order to evaluate the water quality, the following indicators were used: Dissolved Oxygen, Temperature, pH, Electrical Conductivity, Turbidity, Total Suspended Material, Total Phosphorus, Total Dissolved Phosphorus, Orthophosphate and Ammonia, to determine the relationship between land use and water quality in the sub-basin of Córrego Sete de Setembro, one of the tributaries of the Ribeirão Vai-e-Vem basin, in addition to the use of the Principal Components Analysis (PCA) method, which reduced the number of quality indicators water, selecting those most significant in the variations of the characteristics of the environments. It is intended to present the results of this work to the managers of the municipal administration, in order to contribute to the improvement of the management of the quality of the use of natural resources in the municipality.

KEY WORDS: Water resources. Land use. Areas of Permanent Preservation (APP). Water quality.

ÍNDICE

Índice de Figuras

Figura 1 Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem e da sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.	18
Figura 2 Seção 1 nos meses de Janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.....	26
Figura 3 Seção 2 nos meses de Janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.....	26
Figura 4 Seção 3 nos meses de Janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.....	26
Figura 5 Lagoa de tratamento de efluentes na Seção 3 cheia no mês de Janeiro, e seca nos meses de Agosto e Dezembro de 2017.....	27
Figura 6 Seção 4 nos meses de janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.	28
Figura 7 Seção 5 nos meses de janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.	28
Figura 8 Seção 6 nos meses de janeiro, Agosto e Dezembro de 2017	28
Figura 9 Cores das Amostras de água em cada Seção, em Dezembro de 2017	29
Figura 10 Amostras de água de cada seção amostral no mês de Agosto (esquerda) e Dezembro (direita).....	30
Figura 11 Fluxograma dos Procedimentos metodológicos utilizados na elaboração da dissertação.	31
Figura 12 Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos	40
Figura 13 Componentes que integram o SINGRH conforme a esfera de atuação	44
Figura 14 Divisão do Estado de São Paulo, em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs	56
Figura 15 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 – Pontal do Paranapanema	57
Figura 16 Obtenção do Material em Suspensão (forno Mufla (a), dessecador (b), pesagem (c), filtragem (d)).....	78
Figura 17 Tubos de ensaios com a solução na amostra (a), e o agitador de tubos (b).	81
Figura 18 Autoclave (a) e tubos (b) com as amostras dentro.	82
Figura 19 Cubeta óptica (a) e espectrofotômetro (b).....	82
Figura 20 Pipetagem com a pera de sucção (a) e provetas prontas para a leitura óptica (b)..	83
Figura 21 Variáveis de qualidade da Rede Básica (água doce) utilizada pela CETESB.	104
Figura 22 Análise de Componentes Principais, tendências Temporais, software Statistica 7.	108
Figura 23 Análise de Componentes Principais, tendências espaciais, software Statistica 7.	110

Índice de Equações

Equação 1 Material em Suspensão Total.....	79
Equação 2 Material inorgânico.....	79
Equação 3 Material orgânico.....	79

Índice de Tabelas

Tabela 1 Localização geográfica das seções amostrais	23
Tabela 2 Uso e Cobertura da Terra e suas respectivas áreas percentuais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, Santo Anastácio – SP.....	90
Tabela 3 Uso e Cobertura nas Áreas de Preservação Permanente.....	93
Tabela 4 Resultados das variáveis limnológicas conforme as seções e meses.....	101
Tabela 5 Valores de Fósforo Total em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.	103
Tabela 6 Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade de água no Ribeirão Vai-e-Vem.	105

Tabela 7 Estatística descritiva das variáveis limnológicas avaliadas (mg/l).	106
Tabela 8 Autovalores (%).	107
Tabela 9 Correlação de Pearson entre as variáveis e os componentes principais CP1, CP2).	107
Tabela 10 Pluviosidade nos dias que antecederam o campo.	109

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Material em Suspensão	80
Gráfico 2. Uso e cobertura da terra na Bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, Santo Anastácio, SP.	91
Gráfico 3. Pluviosidade no mês de Janeiro de 2017.	100
Gráfico 4. Pluviosidade em Agosto de 2017.	109
Gráfico 5. Pluviosidade em Dezembro de 2017.	109

Índice de Mapas

Mapa 1. Seções amostrais de monitoramento das variáveis limnológicas na área pesquisada.	24
Mapa 10. Seções na bacia hidrográfica do Córrego Sete de Setembro e no Ribeirão Vai-e-Vem.	99
Mapa 2. Seções amostrais 1 e 2, monitoramento das variáveis limnológicas.	25
Mapa 3. Seções amostrais 3,4 e 5, monitoramento das variáveis limnológicas.	27
Mapa 4. Classes de enquadramento da água nas bacias hidrográficas do Ribeirão Vai-e-Vem e do Córrego Sete de Setembro.	66
Mapa 5. Localização e usos da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, município de Santo Anastácio /SP, com destaque para a sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.	86
Mapa 6. Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, em Santo Anastácio.	89
Mapa 8. Situação das Áreas de Preservação Permanente na bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, com destaque para a sub-bacia do Córrego Sete de Setembro	95
Mapa 9. Tipos de Uso e Cobertura da Terra nas Áreas de Preservação Permanente, com destaque para a sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.	97

Índice de Quadros

Quadro 1. Objetivos da PNRH.....	39
Quadro 2. Interesses sobre os usos da água conforme cada perspectiva do interessado.	41
Quadro 3. Categorias de classificação da Qualidade da água.	50
Quadro 4 – Definições e requisitos dos Códigos Florestais de 1965 e de 2012	61
Quadro 5. Faixa de Recomposição em áreas rurais consolidadas.....	62

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 SANTO ANASTÁCIO E SEUS CURSOS D'ÁGUA	16
1.2 OBJETIVOS	19
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	20
2.1 MATERIAIS.....	20
2.2 PROCEDIMENTOS	21
2.3 PONTOS DE MONITORAMENTO DO CÓRREGO SETE DE SETEMBRO	23
2.4 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS	29
CAPÍTULO 1 ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS	32
1. RELATÓRIOS DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE A ÁGUA	32
1.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	37
1.2.1. <i>POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS</i>	38
1.2.1.1 A AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA.....	46
1.3 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA: CONAMA 357/2005.....	48
1.4 POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO	52
1.5 LEGISLAÇÕES RELEVANTES PARA A PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	58
1.5.1 <i>CÓDIGO FLORESTAL E AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE</i>	59
1.6 A IMPORTÂNCIA DA MATA CILIAR PARA A QUALIDADE DE ÁGUA.....	63
CAPÍTULO 2 QUALIDADE DA ÁGUA	65
2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	68
2.1 PARÂMETROS FÍSICOS.....	68
2.2 PARÂMETROS QUÍMICOS.....	70
2.3 BACIA HIDROGRÁFICA E FONTES DE POLUIÇÃO.....	73
2.3.1 <i>TIPOS DE POLUIÇÃO</i>	74
2.4 USO E COBERTURA DA TERRA.....	76
2.5 MATERIAL EM SUSPENSÃO TOTAL: STANDARD METHODS	77
2.6 FÓSFORO TOTAL, FÓSFORO TOTAL DISSOLVIDO, ORTOFOSFATO E AMÔNIA.....	80
2.7 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	83
CAPÍTULO 3 AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM E CÓRREGO SETE DE SETEMBRO	85
3. LOCALIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM 85	
3.1 CÓRREGO SETE DE SETEMBRO	87
3.2 USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM.....	88
3.2.1. <i>ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E SUA VEGETAÇÃO</i>	93
3.3 QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SETE DE SETEMBRO 98	
3.3.1 <i>ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS: ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL</i>	106
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
BIBLIOGRAFIA.....	114

1. INTRODUÇÃO

A água é a nossa principal riqueza, pois este recurso é a base fundamental para a vida terrestre. Sem a água não há vida. O Brasil possui uma vasta rede hidrográfica bem distribuída por todo o território nacional. Entretanto, apesar de possuir essa grande reserva, possui problemas em relação à qualidade da água, uma vez que a população está mais concentrada em algumas regiões do país. (ANA, 2018).

A Região Nordeste¹ possui menor disponibilidade de água, devido a fatores climáticos (região semiárida, baixa precipitação). Com a intensificação das atividades industriais, agropecuárias e de mineração houve uma progressiva degradação da qualidade das águas dos rios. Tem-se também os problemas na região Centro-Oeste² por conta da disparidade entre disponibilidade de água e população, por falta de gestão/gerenciamento dos recursos hídricos, que ocasionou o quadro de “crise hídrica” em Goiás e na região Sudeste³, especialmente em São Paulo, ou seja, nos grandes centros urbanos em diversas regiões do Brasil (ANA⁴, 2018).

A questão hídrica é um problema atual, juntamente com a questão dos resíduos sólidos. O descarte em aterros em valas, faz com que no processo de decomposição da matéria orgânica (resíduos doméstico) seja produzido o líquido conhecido como “chorume” que pode atingir as águas subterrâneas através da infiltração e as águas superficiais através do escoamento superficial, contaminando-as. A decomposição da matéria orgânica também contamina o ar através da produção de gases, especialmente o gás metano, que pode afetar a saúde de pessoas e animais.

O descarte inadequado de resíduos nos cursos d'águas, especialmente nos rios que cortam a área urbana, em que resíduos ficam acumulados às margens, e os resíduos que chegam aos rios através das galerias de águas pluviais podem provocar enchentes e alagamentos em pontos mais baixos das cidades devido à alta pluviosidade.

Os rios possuem um importante papel sociocultural, econômico e estratégico, o que é confirmado pela história da instalação de muitas cidades. Apesar dos cursos de água terem importância fundamental para o processo de ocupação humana, eles vêm sendo usados, desde a antiguidade, como receptor de resíduos sólidos, esgoto doméstico e industrial, dentre outros.

¹Bahia (A); Sergipe (SE); Alagoas (AL); Pernambuco (PE); Paraíba (PB); Rio Grande do Norte (RN); Ceará (CE); Piauí (PI); Maranhão (MA).

²Distrito Federal (DF); Goiás (GO); Mato Grosso (MT); Mato Grosso do Sul (MS).

³Espírito Santo (ES); Minas Gerais (MG); Rio de Janeiro (RJ); São Paulo (SP).

⁴ Apostila EAD. Curso: Lei das Águas. Disponível em:

https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/121/3/ANA_OS11_Mod1_Unid123_V1.1.pdf

Para Mota (1995) a poluição dos recursos hídricos decorrente do lançamento de resíduos sólidos, é uma alteração ambiental que acarreta sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente.

Segundo Kuntschik et al. (2011, p.37) “para qualquer município brasileiro, há pelo menos um corpo d’água com fundamental importância à sua população”. Nesse sentido, a qualidade da água de um manancial, além dos seus usos, depende das atividades que se desenvolvem em suas margens, e que estão diretamente relacionadas com o uso que se faz do solo na bacia hidrográfica.

No contexto da degradação de corpos hídricos que atravessam áreas urbanizadas, Leal (1995) afirma que a cidade causa alteração ao sistema bacia hidrográfica, com a subtração ou adição de elementos, matérias e energias. Por exemplo, as vertentes e os fundos de vales são desmatados e impermeabilizados, isso diminui a infiltração e a recarga do lençol freático e acelera o escoamento superficial para os rios. (CALHEIROS et al., 2004).

Na área rural a degradação ambiental também tem destaque em relação à qualidade da água, especialmente pelo uso de agrotóxicos⁵ e fertilizantes nas atividades de agricultura, contaminando os rios, solos e o ar, e podendo afetar a saúde humana⁶.

Atualmente, a maioria dos cursos d’água, no município de Santo Anastácio encontra-se assoreado, devido aos históricos de processos ocasionados pelo desmatamento, queimadas e falta de técnicas de conservação de solos, além das mudanças na paisagem advindas do tipo de uso e cobertura da terra (agricultura), o que pode inviabilizar o uso da água para fins mais nobres.

As legislações ambientais como a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei nº. 9.433/1997, conhecida como a Lei das Águas e o Código Florestal Brasileiro - Lei nº. 12.651/2012 em nível nacional, dado o seu caráter protetivo, trazem definições e regulamentações importantes que, se cumpridas, podem contribuir para melhorar a relação da sociedade com a natureza.

A nível estadual tem-se a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, instituída pela Lei Estadual nº.7.663/91, que tem por objetivo assegurar que a água possa ser controlada e utilizada em padrões de qualidade satisfatória em todo território do Estado de

⁵Canal contamina pesqueiros e rios do interior de SP com agrotóxicos. Disponível em: <https://deolhonosruralistas.com.br/2017/05/14/canal-contamina-pesqueiros-e-rios-interior-de-sp-com-agrotoxicos/>

⁶ Radio Brasil Atual: Interior de SP registra até 1000% mais casos de câncer que cidades industrializadas. Disponível em: <https://soundcloud.com/redebrasilatual/interior-de-sp-registra-ate-1000-mais-casos-de-cancer-que-cidades-industrializadas>

São Paulo (Art. 2º). Assim, define alguns princípios, como: o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, o reconhecimento do recurso hídrico como um bem público de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada conforme os aspectos de quantidade e qualidade, além da adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento.

Alguns anos depois, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei nº 9.433/1997 define, no Art.1º, Inciso V: “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. A bacia hidrográfica é uma área de drenagem topograficamente delimitada e formada por um rio principal e seus afluentes ou tributários. Segundo Santos (2004, p.85)

Uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes. Seu conceito está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade (SANTOS, 2004, p. 85).

Dessa forma, optamos pela escolha da bacia hidrográfica como recorte territorial da área de estudo, como forma de trabalhar a integração dos componentes presentes na bacia, aspectos físicos e humanos, uma vez que uma atividade antrópica pode afetar a bacia como um todo, por exemplo, o lançamento de esgotos nos corpos d’água sem o devido tratamento.

Conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011 que complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005, e que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, os esgotos sanitários são “denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos” (Art. 4º, Inciso VII).

No Código Florestal, Lei Federal nº. 4.771/1965, foram criados os conceitos de Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), com a finalidade de se proteger os cursos d’água e de se garantir a proteção de fragmentos de biomas constituídos de espécies nativas:

II - área de preservação permanente: área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas

Esse Código foi um grande avanço na legislação de proteção das matas. Porém, alavancado pelo confronto ideológico entre a bancada ruralista (que argumentava que o Código Florestal de 1965 era um empecilho ao crescimento econômico do país) e os ambientalistas, após anos de discussões, em 2012, surgiu o “novo” Código Florestal Brasileiro.

A Lei Federal nº.12.651/2012, Código Florestal Brasileiro, define as Áreas de Preservação Permanentes (APP) “são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Art. 3º, Inciso II).

A referida lei trouxe uma mudança em relação ao início de faixa marginal a ser preservada, passando a contar da borda do leito regular, reduzindo as faixas a serem recuperadas nas propriedades rurais com uso consolidado, além de trazer a impunidade para os que já desmataram a vegetação das APPs e as Reservas Legais. (CRIADO, 2012).

Nery et. al (2013) trabalha o conceito de restauração na literatura científica e na legislação brasileira. Segundo os autores, o conceito legal de “restauração⁷” consiste em uma prática obrigatória, que atende as necessidades impostas pela Constituição Brasileira para a reparação de danos ambientais, enquanto que a “recuperação” é um conceito com objetivos mais flexíveis, considerada uma atividade obrigatória no Código Florestal.

No Código Florestal Brasileiro “toda e qualquer ação de reparação de danos ambientais com fins de restaurar os ecossistemas após quaisquer tipos de impactos antrópicos está referida como “recuperação” (NERY et. al, 2013, p.49). Conforme os autores, os gestores ambientais devem agregar conhecimentos sobre a dinâmica de sistemas naturais, estes podem ajudar a incorporar a restauração como a prática de recuperação mais adequada para manter os sistemas naturais e serviços ecossistêmicos.

Nos processos de recomposição é fundamental que as áreas de APPs estejam protegidas com cercas para que retomem o processo de restauração natural e para que seja evitado o pisoteio de gado, que pode levar à instalação de processos erosivos, bem como o

⁷ Procura-se restaurar, em relação aos ecossistemas originais (características de estrutura, biomassa, ciclagem de matéria e energia), mas não necessariamente a mesma composição de espécies. (NERY et. al, 2013, p.44-45).

assoreamento dos rios. As matas ciliares funcionam como uma barreira física e como uma esponja.

A vegetação densa e diversa na margem do rio é fundamental, porque retém a água da chuva, liberando-a gradativamente para o lençol freático e ao corpo d'água. Elas contribuem para a qualidade da água dos rios e para a recarga de aquíferos, além de reter parte da carga de poluentes químicos, como agrotóxicos, evitando assim, a contaminação de rios e córregos, e colaborando para que menos resíduos cheguem aos oceanos (KUNTSECHIK et al., 2011).

Outra importante função da vegetação é a diminuição da velocidade do escoamento superficial das águas da chuva, uma vez que parte dessa água é absorvida pelo solo e incorporada ao lençol freático, outra parte da água da chuva tem parte interceptada pelas plantas, evapora e retorna para a atmosfera e, por fim, a outra parte esco superficialmente formando enxurradas que percorrem a bacia através de rios ou córregos, formando-se o ciclo hidrológico (CALHEIROS et al., 2004).

Embora o novo Código Florestal defina que não há necessidade de que a vegetação das matas ciliares, seja constituída por espécies nativas, cabe destacar que as espécies vegetais presentes nas margens dos rios tem outras finalidades como proporcionar sombreamento na água e também pelo fato de frutas e sementes poderem servir de alimento, para peixes e outros animais aquáticos. No caso de não serem nativas, podem não cumprir esse papel, comprometendo a biodiversidade dos cursos d'água.

Apesar do aparato legal, normas e regulamentação para respeitar as Áreas de Preservação Permanente (APPs), o desmatamento das matas ciliares é constante, causando a degradação ambiental.

Desse modo, esse estudo busca verificar a qualidade das águas na bacia hidrográfica correlacionando com as atividades que nela ocorrem, principalmente em relação ao uso e cobertura da terra, à presença da vegetação ciliar, a fim de contribuir e subsidiar ações para a proteção dos recursos naturais de maneira a minimizar a degradação ambiental na bacia. Faz-se importante relacionar além da falta de vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), o tipo de uso da terra na bacia, como por exemplo, a pastagem que, com o pisoteio do gado pode levar à instalação de processos erosivos, e conseqüentemente ao assoreamento, à poluição e degradação dos recursos hídricos, afetando assim, a qualidade da água.

1.1 Santo Anastácio e seus cursos d'água

O município de Santo Anastácio está localizado no extremo Oeste do Estado de São Paulo, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema – UGRHI 22. Segundo o IBGE (2017), a estimativa⁸ da população residente para o município de Santo Anastácio em 2017, foi de aproximadamente 21.030 habitantes. Segundo PIATO e SANDÃO (2002), o uso e cobertura da terra no município se constitui de indústrias de grãos, de refino de óleo de soja, fábrica de ração animal, pastagem, agricultura, cobertura vegetal, malha urbana, solo exposto, corpos d'água.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem possui uma área com aproximadamente 88 km² e o Ribeirão deságua no Rio Santo Anastácio que, por sua vez, é um dos afluentes do Rio Paraná. Ambos estão localizados na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22).

De acordo com a classificação climática de Koppen⁹, e Boin (2000) a região do Oeste Paulista tem o clima tropical - do tipo Aw, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco, e temperatura média do mês mais frio de 18 °C. Assim, essa região tem a sazonalidade definida, caracterizada pela presença de um período seco (inverno), sob influência dos Sistemas Polares e um período chuvoso (verão), influenciado pelos sistemas tropicais (MONTEIRO, 1973).

Segundo Boin (2000, p.23) “as características pluviométricas têm uma importância fundamental quando são consideradas as suas relações com os solos e o relevo existente na região, bem como com os tipos de atividade de uso do solo”. Portanto, a dinâmica pluvial causa ações sobre o meio físico, ocasionando processos erosivos.

A referida bacia, está inteiramente inserida no município de Santo Anastácio (SP), que faz divisa com o município de Presidente Bernardes, à Leste, Piquerobi à Oeste, Ribeirão dos Índios ao Norte. O Rio Santo Anastácio é área de vários estudos do Grupo de Pesquisa de Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial (GADIS), pela importância de ser um dos mananciais de abastecimento público da cidade de Presidente Prudente e que, atualmente, encontra-se fortemente degradado.

A bacia do Ribeirão Vai-e-Vem é constituída por afluentes importantes para a formação de seu curso principal, a saber: Córrego da Figueira e Córrego Sete de Setembro, no

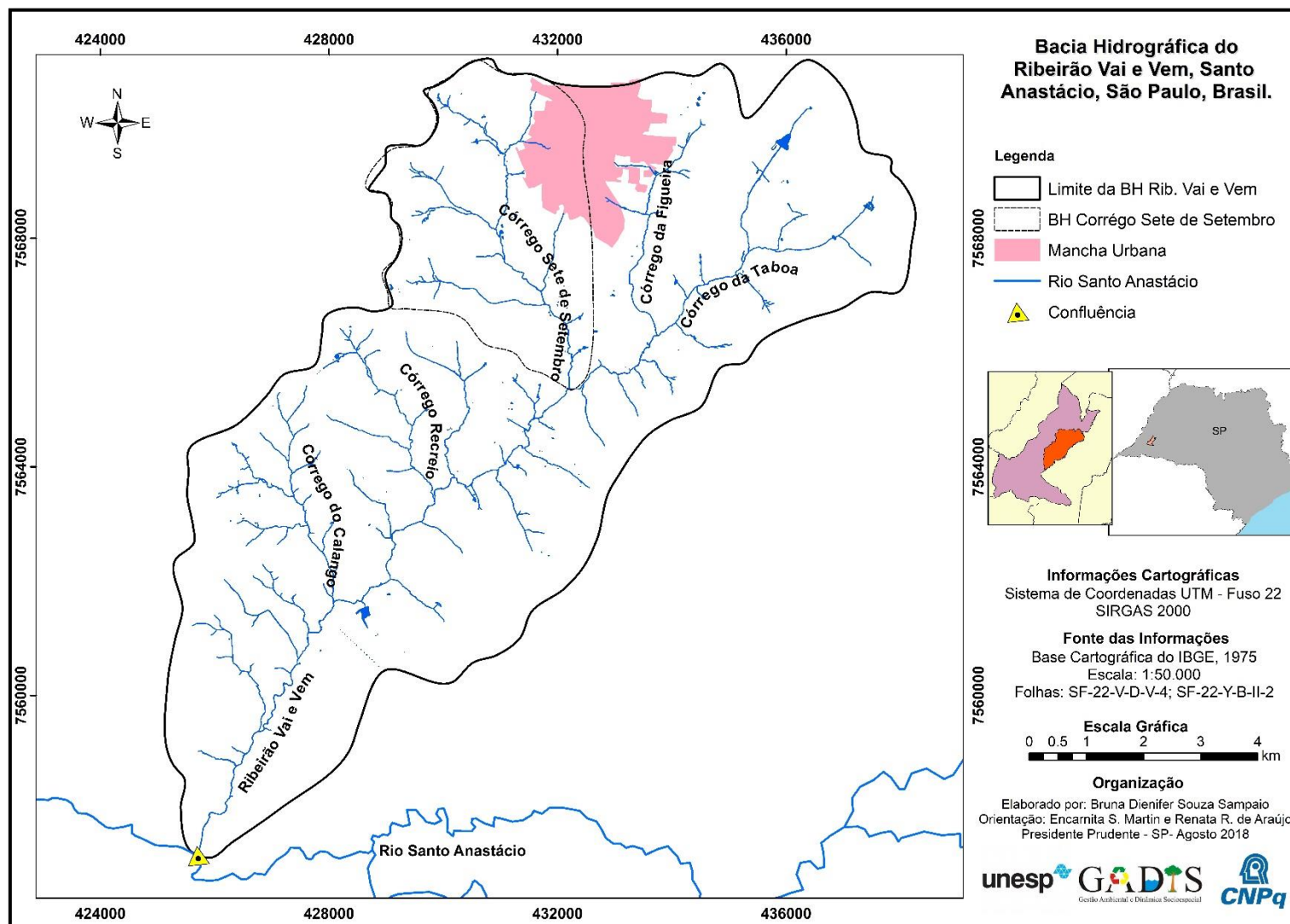
⁸ Estimativa em 1º de julho de 2015. Disponível em:

http://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_2015_TCU_20160211.pdf

⁹ https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica_o_Clim_tica_Koppen.pdf

espigão dos quais está localizada a malha urbana e ainda, o Córrego da Taboa, Córrego do Recreio e Córrego do Calango.

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem e da sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.



Organização: SAMPAIO, 2018.

O recorte territorial escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa é a bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, com foco especial na sub-bacia constituída pelo Córrego Sete de Setembro.

Na Figura 1, pode-se observar que a cidade de Santo Anastácio está localizada no espigão formado pelas sub-bacias dos Córregos Sete de Setembro e Figueira. As indústrias e a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) (cujo sistema é o de lagoas de estabilização) estão localizadas na sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.

A presença de indústrias potencialmente poluidoras e da ETE, cujos lançamentos são feitos no Córrego Sete de Setembro, aliadas à falta de planejamento urbano, torna necessária a proposição de ações efetivas para minimizar o quadro de degradação atual, principalmente, em relação à recuperação das matas ciliares e proteção dos cursos d'água.

Segundo Guerra (2011), o crescimento acelerado e desordenado das cidades, que ocorreu ao longo do século XX, levou e vem levando a diversos problemas ambientais. Portanto, é necessário entender a dinâmica do meio físico das cidades e propor formas racionais de ocupar o ambiente urbano, minimizando os danos ambientais, o que pode se dar por meio de um planejamento que considere as características e atributos ambientais dos municípios e das cidades.

Na bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, o processo de ocupação humana desconsiderou a dinâmica da natureza, de forma que o uso e ocupação da terra ocasionaram problemas ambientais que afetam a qualidade de vida da população, em alguns bairros da cidade, por exemplo, na Vila Esperança tem-se pontos de alagamentos. O Córrego Sete de Setembro sofre interferência desde a implantação desordenada da Vila Esperança com consequências como a presença de resíduos sólidos em suas margens. (SANTOS, 1998).

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a qualidade da água e o uso da terra na bacia do Ribeirão Vai-e-Vem e na sub-bacia do córrego Sete de Setembro, pelo fato deste último ter parte de seu curso na área urbana de Santo Anastácio e por percorrer um trecho de área rural, a fim de associar o uso da terra e a qualidade água.

Como objetivos específicos foram definidos:

a) Verificar qual a relação entre o uso e cobertura da terra e qualidade da água na bacia do Ribeirão Vai-e-Vem e do Córrego Sete de Setembro;

b) Analisar e espacializar as APPs da bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem e do Córrego Sete de Setembro, verificando se a faixa de vegetação atende às definições da Lei

Federal nº. 12.651/2012, conhecida como Código Florestal Brasileiro, e se há intervenção nas referidas áreas;

Para a consecução desses objetivos, a pesquisa desenvolveu-se em diferentes etapas, com a parte da definição do referencial teórico-metodológico, planejamento do material a ser utilizado no campo, trabalhos de campos nas seções amostrais, parte de análises no laboratório, mapeamento, dentre outros.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente tópico foi estruturado para explicar os procedimentos metodológicos organizados, a partir dos objetivos traçados, que ajudaram na investigação do problema apresentado na dissertação. Apresentam-se os materiais e os procedimentos utilizados.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi fundamental o aprofundamento no conhecimento de alguns conceitos e definições, além da compreensão de metodologias fundamentais para obtenção das informações sobre as variáveis limnológicas.

Foram realizadas revisões bibliográficas sobre o tema estudado, em livros, dissertações e teses, artigos, legislações e sites governamentais, a fim de estabelecer a base de dados e dar suporte para a elaboração da dissertação. Assim, teve-se como suporte fundamental deste trabalho a Legislação Ambiental, especificamente, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Código Florestal Brasileiro.

2.1 Materiais

Os principais materiais utilizados foram: notebook; pacote de aplicativos Microsoft Office (Word, Excel); aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS) da marca Garmin, Software ArcGis®10.3, cartas topográficas, imagens de satélite RapidEye, câmera fotográfica e Software Statistica 7.

Para análise da água utilizou-se luvas, galochas, galões (5 litros) e potes (500 ml); os equipamentos: oxímetro da marca Hanna, modelo HI9146, para medir o Oxigênio Dissolvido, o pHmetro da marca Hanna, modelo HI8424 para medir o pH e a temperatura da água, o condutivímetro portátil mCA-150p para a condutividade elétrica e o turbidímetro da marca Hanna, modelo HI98703 para a turbidez, com vistas a identificar os aspectos qualitativos da água.

Para obtenção do Material em Suspensão utilizou-se os filtros de fibra de vidro (membrana Whatman GF/C 47mm), balança analítica de precisão, papel alumínio, etiquetas, pinça, forno mufla, cilindro graduado, dessecador, estufa.

Na análise laboratorial foram utilizados soluções, vidrarias e equipamentos básicos do Laboratório de Tecnologia da Informação Espacial - TIE, localizado na FCT-UNESP. Para obtenção da absorbância do fósforo total (amostras não filtradas) e fósforo total dissolvido (amostras filtradas) foram utilizadas a autoclave, agitador de tubos, 26 tubos de ensaio de vidro, pipeta, beakers, pera de sucção, solução de sulfocrômica, solução saturada de Persulfato de potássio, reagente misto: mistura do reagente D (tartarato de antimônio e potássio, molibdato de amônia, ácido sulfúrico diluído) com o ácido ascórbico (vitamina c), água destilada, pipeta, papel alumínio, luvas, jaleco, etiquetas, espectrofotômetro 700Plus, cubeta. Para a obtenção da absorbância do Ortofosfato (amostras filtradas) foram utilizados os mesmos equipamentos e reagentes, exceto a autoclave. Para a obtenção da amônia foram utilizados as soluções Citrato e Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,4N, solução Estoque de Hipoclorito de Sódio e fenol, após 3 horas de repouso no escuro foram realizadas as leituras no espectrofotômetro.

2.2 Procedimentos

Além da revisão bibliográfica, a pesquisa contou com a parte prática que consistiu no mapeamento das APPs e do Uso e Cobertura da terra, preparação pré-campo dos equipamentos e materiais, e dos procedimentos em laboratório.

Com o auxílio do Software ArcGis®10.3, com licença disponível na Faculdade de Ciências e Tecnologia, das cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 e das imagens RapidEye com a resolução espacial¹⁰ de 6,5 e 5 metros nas ortoimagens, através da fotointerpretação¹¹ criou-se os shapes (*shapefile*. Shp) necessários para o mapeamento.

O mapeamento das faixas de Áreas de Preservação Permanente foi feito com base na Lei Federal nº. 12.651/2012, Código Florestal Brasileiro. Tendo em vista que os canais da bacia hidrográfica são menores do que 10 metros de largura, foram gerados buffers de 30 metros para cada lado do curso d'água e buffer de 50 metros para as nascentes. Foi feito o levantamento da presença ou ausência da vegetação no entorno das nascentes e ao longo dos recursos hídricos.

¹⁰ <http://www.amskepler.com/rapideye-info/>

¹¹ Imagens do ano de 2012.

Para o mapeamento do Uso e Cobertura da terra, utilizou-se como base o Manual Técnico de Uso da terra¹² de 2013, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a fim de, interpretar e padronizar as cores (RGB) no mapeamento. Com isso, realizou-se a fotointerpretação¹³ das imagens RapidEye e criou-se os shapes (*shapefile. Shp*) da drenagem, vegetação, solo exposto, pastagem, agricultura, rodovias e estradas, malha urbana, áreas úmidas, indústrias de refino de óleo e de indústria de suplementos de nutrição animal, aterro em valas e Estação de Tratamento de Esgoto - ETE. Considerou-se as seguintes padronizações para o uso pastagem (R:205/G:137/B:0), malha urbana ou área urbanizada (R:255/G:168/B:192), agricultura (R:255/G:255/B:0), área de vegetação natural ou florestal (R:115/G:168/B:0).

Para obtenção de dados e informações sobre a qualidade da água, realizou-se trabalhos de campos em pontos específicos na bacia hidrográfica. Através da utilização do pHmetro foram obtidas as variáveis do pH e temperatura da água, com o oxímetro mediu-se o Oxigênio Dissolvido, com o condutivímetro mediu-se a condutividade elétrica e o turbidímetro obteve-se a turbidez da água.

Coletou-se também amostras de água em galões de 5 litros que foram filtrados no Laboratório de Geologia da FCT-UNESP para obtenção do Material em Suspensão Total. Além disso, foram armazenadas, em potes (500 ml), amostras de água filtradas e não-filtradas para análises laboratorial (TIE) de outras variáveis limnológicas (fósforo total; fósforo total dissolvido; ortofosfato e amônia) que contribuíram para melhor análise da situação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Após a coleta dos dados e informações das variáveis limnológicas, utilizou-se o Software Statistica 7 com as variáveis em log10+1, exceto o pH, acionou-se o comando “*Multivariate Exploratory Techniques*” seguido do comando “*Factor Analysis*”, a fim de obter os gráficos de Componentes Principais (CP) com maior relevância e interdependência entre as variáveis.

¹² <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>

¹³ As imagens foram interpretadas visualmente, a partir da chave de interpretação elaborada pelo GADIS.

2.3 Pontos de monitoramento do Córrego Sete de Setembro

O trabalho de campo visou identificar e correlacionar os padrões da imagem de satélite com a verdade terrestre, assim também, serviu para coletar dados e informações através da coleta de amostras de água.

Para o monitoramento limnológico foram realizados trabalhos de campo, que consistiram nas coletas de amostras de água para avaliação dos indicadores de qualidade em seis seções, sendo uma localizada no Ribeirão Vai-e-Vem, e cinco localizadas no Córrego Sete de Setembro pelo fato deste passar na malha urbana e por receber o esgoto tratado da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), no município de Santo Anastácio – São Paulo.

As amostragens foram realizadas nos dias 27 de janeiro de 2017, 30 de agosto de 2017 e 5 de dezembro de 2017, e as imagens de satélite obtidas nos meses de agosto e novembro de 2012.

As Seções amostrais S1, S2, S3, S4 e S5 localizam-se no Córrego Sete de Setembro e a Seção S6 localiza-se no Ribeirão Vai-e-Vem. O critério de escolha dos pontos consistiu pela proximidade com malha urbana e os diversos tipos de uso. A Tabela 1 apresenta a localização geográfica (UTM) das seções amostrais.

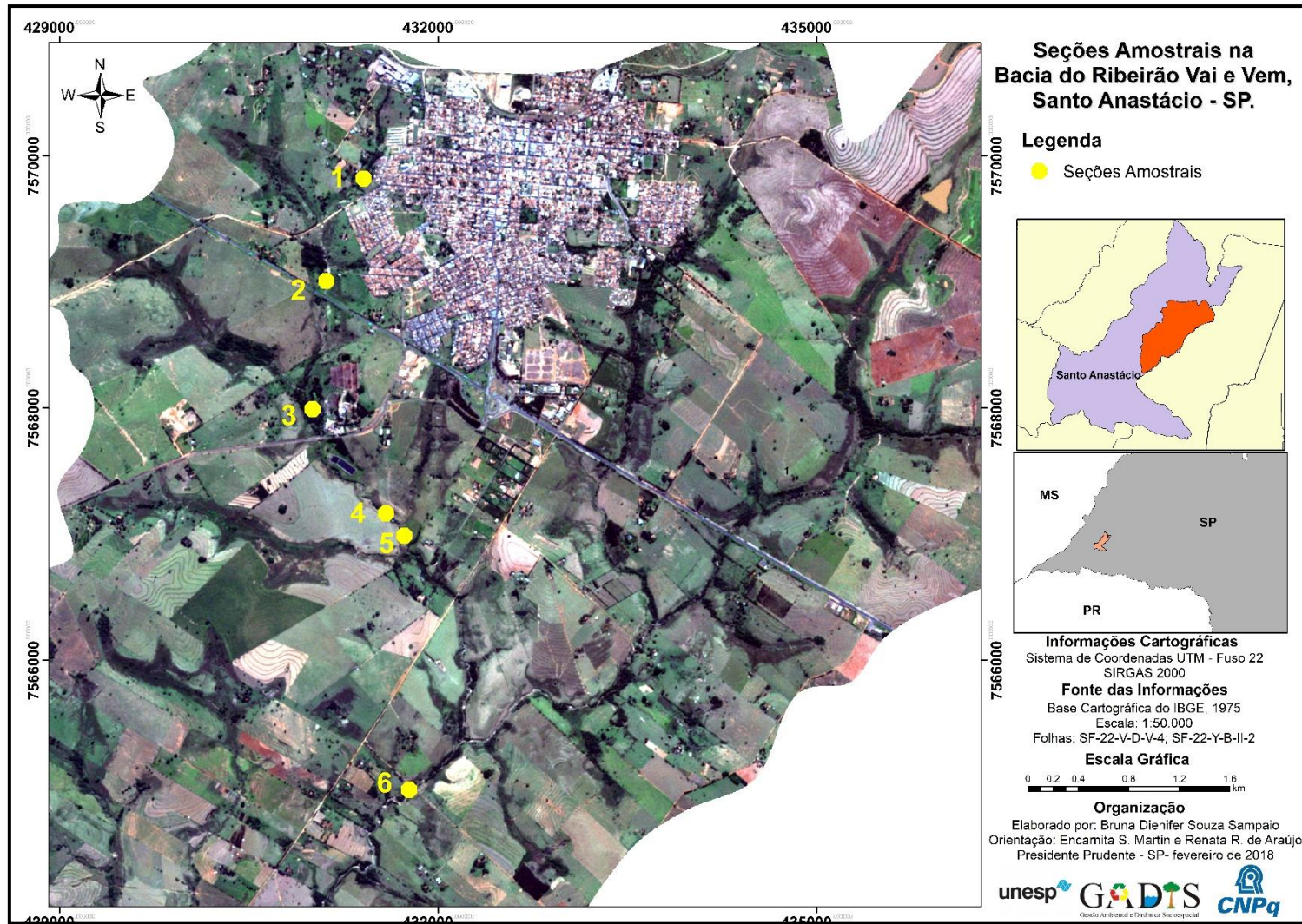
Tabela 1. Localização geográfica das seções amostrais

Seções	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Altitude (M)
S1	457873	7553742	362
S2	431099	7568954	350
S3	430957	7568038	359
S4	431621	7567142	361
S5	431706	7567048	359
S6	431803	7564986	344

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

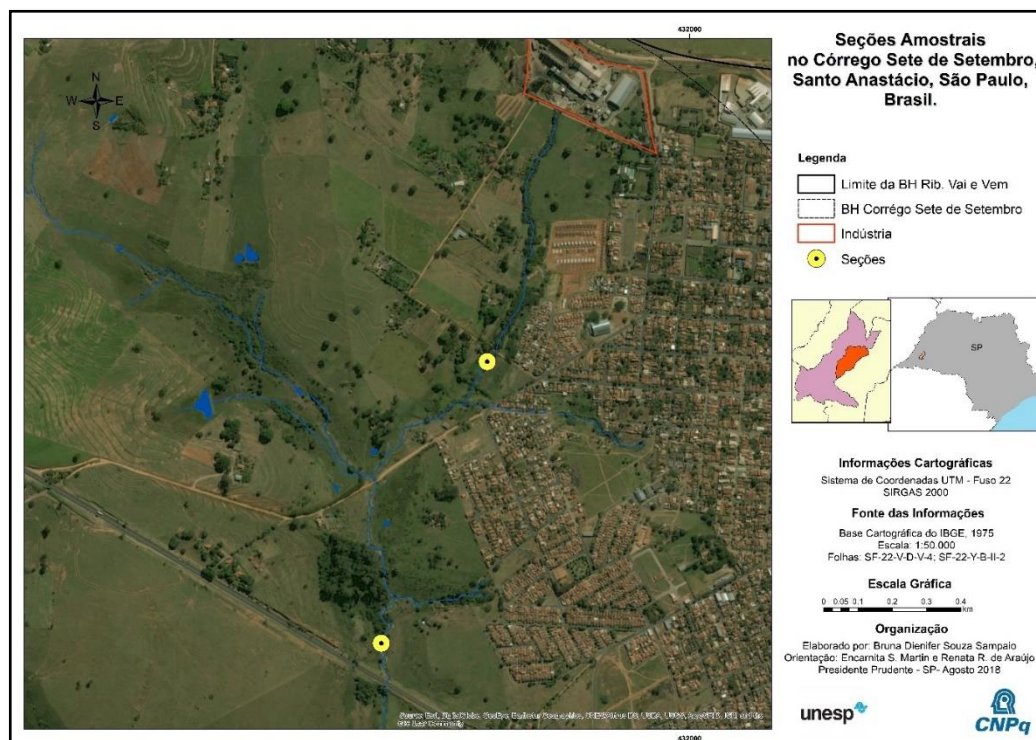
O Mapa 1 apresenta a localização das seções amostrais no Córrego Sete de Setembro, da bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, no município de Santo Anastácio – São Paulo.

Mapa 1. Seções amostrais de monitoramento das variáveis limnológicas na área pesquisada.



A Seção 1 está localizada próxima da nascente, da Vila Esperança e da malha urbana, em Santo Anastácio – SP (Mapa 2). Neste ponto o curso d'água é corpo receptor de resíduos advindos das galerias pluviais, e tem interferência das atividades urbanas, além do fato de existirem em sua bacia hidrográfica os sítios e chácaras de lazer e de criação de gado.

Mapa 2. Seções amostrais 1 e 2, monitoramento das variáveis limnológicas.



A Seção 2 está localizada próximo à Rodovia Raposo Tavares (sentido Presidente Venceslau), o uso da terra nesse trecho da bacia hidrográfica consiste de propriedades rurais com pastagem. Na coleta realizada em Dezembro observou-se que o proprietário tinha feito o cercamento da APP ao longo do trecho correspondente à sua propriedade e que estava realizando o plantio de mudas na faixa de APP.

Figura 2. Seção 1 nos meses de Janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.



Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

Figura 3. Seção 2 nos meses de Janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.



Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

A seção 3, localiza-se na Rodovia Demétrio Zacarias (SPV-29) dentro da propriedade particular de uma indústria de suplementos de nutrição, engorda e confinamento de bovinos. Em Dezembro de 2017, quando foi realizada a última coleta, observou-se que as lagoas de tratamento de efluentes estavam secas, ou seja, não estavam sendo usadas para o tratamento. Conforme relatos de moradores do Residencial Village e do Jardim Santa Helena, a ação do vento ocasionava mau odor nesses bairros (Mapa 4).

Figura 4. Seção 3 nos meses de Janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.



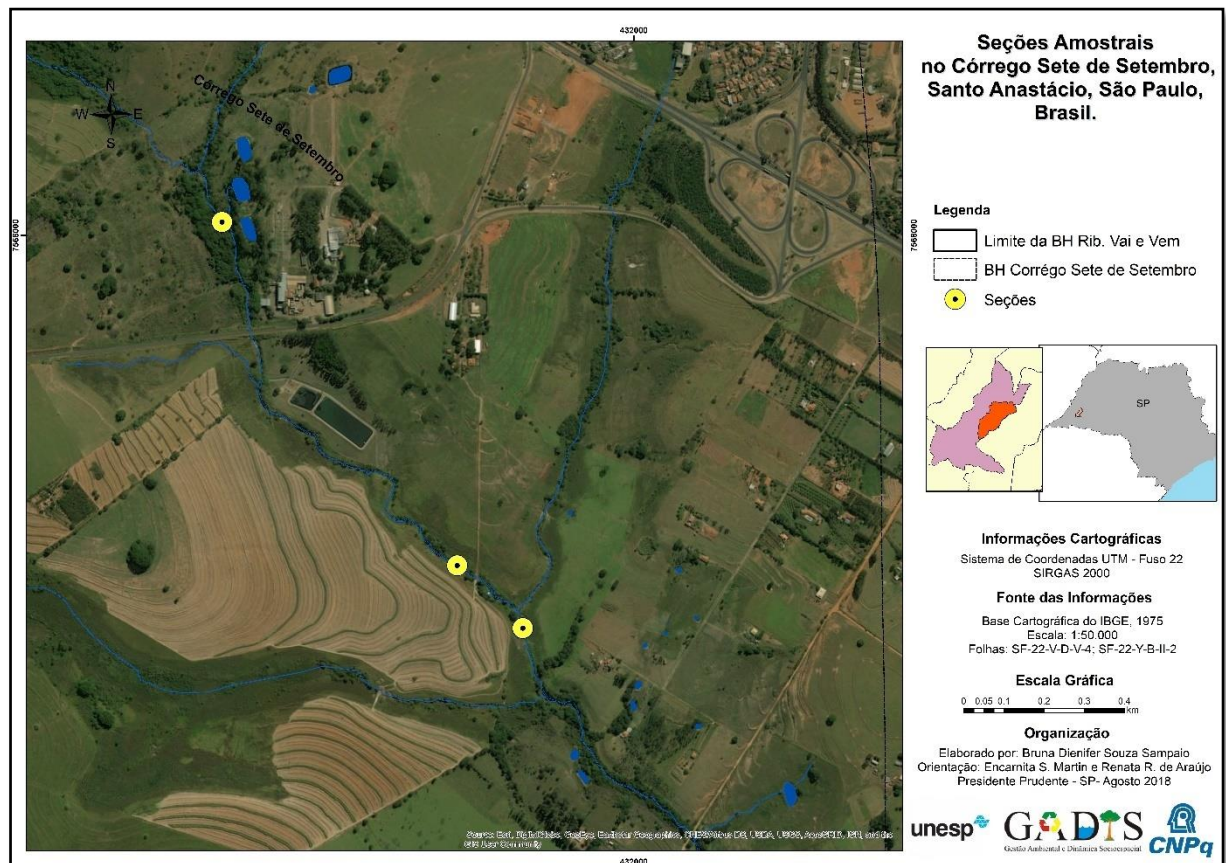
Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

Figura 5. Lagoa de tratamento de efluentes na Seção 3 cheia no mês de Janeiro, e seca nos meses de Agosto e Dezembro de 2017.



Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

Mapa 3. Seções amostrais 3,4 e 5, monitoramento das variáveis limnológicas.



As seções 4 e 5 estão localizadas após o lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, composta por lagoas de estabilização. Foi possível notar a presença espuma branca na água do Córrego, nos meses de Janeiro e Agosto.

Figura 6. *Seção 4 nos meses de janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.*



Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

A seção 5 encontra-se após o lançamento da ETE e após a confluência do afluente do Córrego Sete de Setembro que contribui para a diluição do esgoto tratado e que é lançado no Córrego.

Figura 7. *Seção 5 nos meses de janeiro, Agosto e Dezembro de 2017.*



Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

A seção 6 encontra-se no Ribeirão Vai-e-Vem, esse trecho da bacia hidrográfica possui propriedades rurais e uso do solo é o de pastagens. Este ponto é o mais distante da malha urbana.

Além dos resultados obtidos a partir das coletas, serão utilizados também, os valores obtidos pela CETESB no ponto VVEM 04700 implantado em 2016.

Figura 8. *Seção 6 nos meses de janeiro, Agosto e Dezembro de 2017*



Fonte: autora, 2018. (Jan., Ago., Dez.).

Após a realização dos trabalhos de campo foi possível observar a existência de diferenças nas cores das amostras de água obtidas em cada uma das seções que ocorre devido à presença de sólidos dissolvidos e em suspensão, tanto de origem orgânica como inorgânica (Figura 9).

Figura 9. Cores das Amostras de água em cada Seção, em Dezembro de 2017



Fonte: autora, 2018.

Observa-se, visualmente, através das amostras de água de cada seção, que as seções 4 e 5 possuem uma cor mais escura em relação as demais. Para comprovação das informações torna-se necessário o monitoramento das seções e análises dos parâmetros de qualidade da água no laboratório.

2.4 Variáveis Limnológicas

Conforme Brasil (2006, p.44-55) o conjunto das principais características físicas, químicas e biológicas da água permitem a avaliação da sua qualidade, quando expressas por meio de concentrações e valores numéricos passam a ser designadas como parâmetros.

A forma de análise dos parâmetros no aspecto físico (Turbidez, Temperatura, Condutividade Elétrica) e no aspecto químico (pH, OD) permitem observações da qualidade da água, sua poluição orgânica, padrão de circulação do curso d'água e seu grau de condutividade. (ANA¹⁴, 2009).

As amostras de água, coletadas em galões de 5 litros (Figura 10), de cada seção amostral, foram preservadas em gelo, em potes de 500 ml (amostras filtradas e não filtradas), no laboratório de Geologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, para posterior análises.

¹⁴ <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>

Figura 10. Amostras de água de cada seção amostral no mês de Agosto (esquerda) e Dezembro (direita).

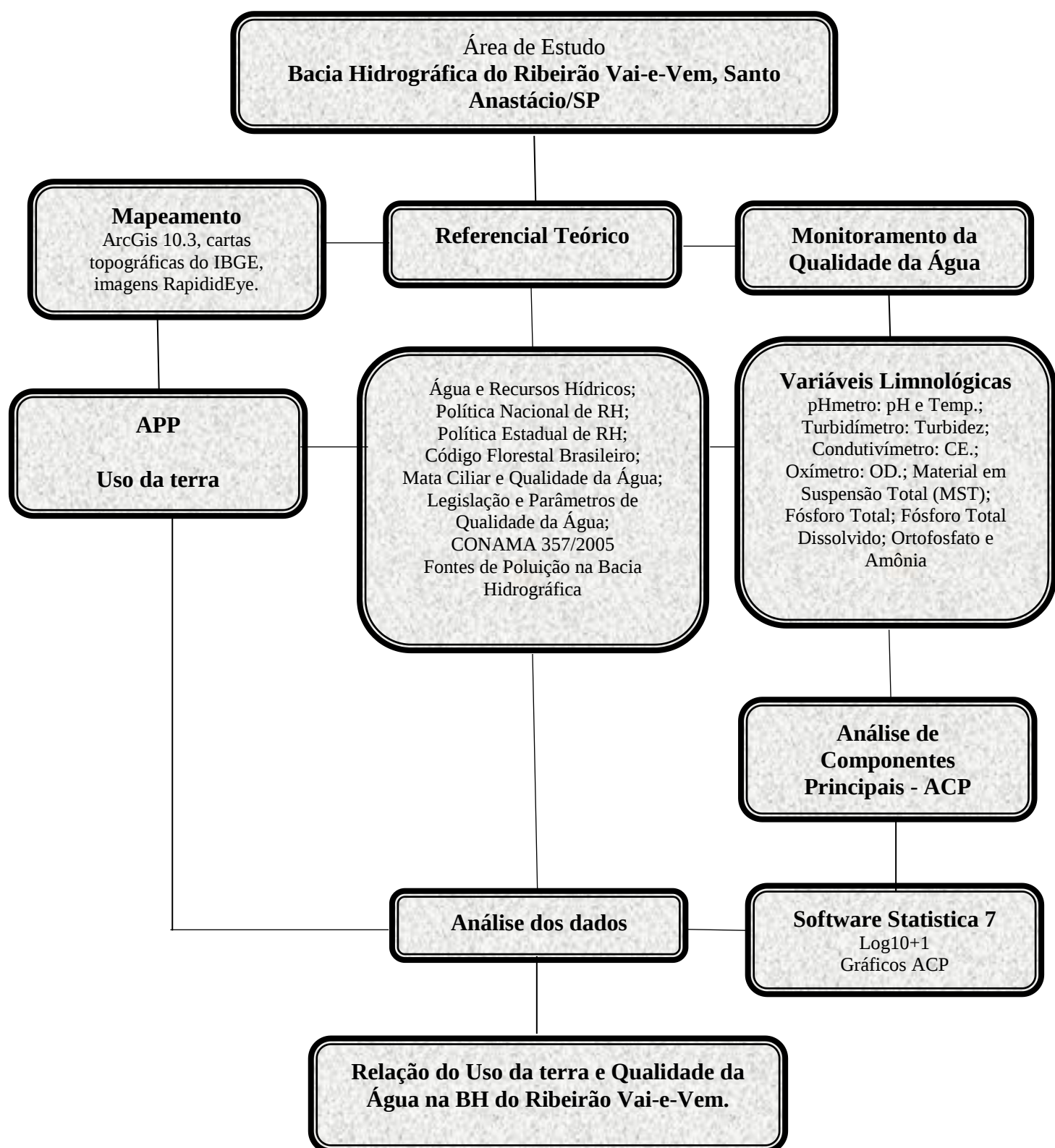


Fonte: Autora, 2018.

Além dessas variáveis, foram utilizados filtros de fibra de vidro para obtenção dos dados sobre Material em Suspensão Total (MST) que consiste no material particulado não dissolvido, suspenso na massa d'água, composto por substâncias orgânicas e inorgânicas.

A Figura 11 mostra o fluxograma dos procedimentos metodológicos utilizados na elaboração da dissertação desde a construção do referencial teórico até a análise dos dados.

Figura 11. Fluxograma dos Procedimentos metodológicos utilizados na elaboração da dissertação.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

CAPÍTULO 1 ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS

A água é considerada uma das riquezas mais valiosas do mundo, possui valor biológico, ecológico e filosófico, tem um valor inestimável para a vida com importância no contexto social, cultural, humanístico, histórico, territorial. Assim, todas as pessoas devem ter acesso à água com qualidade e que nenhuma pessoa sofra com a escassez hídrica ou doenças vinculadas ao acesso à água com qualidade ruim (BEREZUK, IORIS, 2017).

Respeitar a água é tão sagrado quanto respeitar o outro ser humano. Deve-se refletir sobre o jeito com que se trata a natureza, sobre a forma de olhar o mundo. Atualmente, a relação entre homem e natureza devido à uma postura dissociada, acarreta grandes prejuízos por conta da exploração dos recursos naturais sem limites.

A crise “global” está presente, e tem como um dos principais temas a crise atual da água, já presente em muitos países em que, as pessoas mais pobres e os animais são afetados mais intensamente. A escassez de água afeta a produção energética, o funcionamento de indústrias e principalmente a agricultura, considerada a maior consumidora de água, através da irrigação. Portanto, a disponibilidade global da água, configura-se como uma das mais sérias questões geopolíticas do século XXI. (BEREZUK, IORIS, 2017, p.36-47).

1. Relatórios da Organização das Nações Unidas sobre a Água

O relatório “Água para todos, Água para vida” da Organização das Nações Unidas¹⁵ - ONU(2003), trata sobre a escassez hídrica e traz o dimensionamento e mapeamento da disponibilidade (quantitativa e qualitativa) da água doce no mundo, considerada como “ouro azul”. Diante da crise mundial de água doce, esses debates a nível mundial são os mais importantes do século, pois, a água norteia a sobrevivência humana e do planeta¹⁶.

Os Relatórios¹⁷ da ONU sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (World Water Development Report – WWDR) são publicados anualmente. Trata-se de uma revisão sobre o quadro geral do estado dos recursos de água doce no mundo com foco nas questões estratégicas sobre os recursos hídricos. Esses relatórios são mecanismos de monitoramento nos recursos e gestão, para acompanhar o alcance das metas definidas pelos Objetivos de

¹⁵ Em julho de 2010 as Nações Unidas reconhecem formalmente a existência do direito humano à água.

¹⁶ Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo (WWDR1): “Água para todos, Água para vida”.

¹⁷ <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/wwdr/>

Desenvolvimento do Milênio (ODM, 2000-2015), e agora as definidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2016-2030).

Desde 2003 a ONU tem elaborado esses relatórios que estão disponíveis em seu site¹⁸. O Relatório Mundial de Desenvolvimento da Água 2003 teve como tema “Água para as pessoas, Água para a vida”; em 2006 o tema foi “Água, uma responsabilidade compartilhada”; em 2009 “Água em um mundo em mudança”; em 2012 “Gerenciando água sob incerteza e risco”; em 2014 o tema foi “Água e Energia”; em 2015 “Água para um mundo sustentável”; em 2016 “Água e empregos”; o Relatório em 2017 teve como tema “Águas residuais: o recurso inexplorado¹⁹ e o Relatório em 2018 tem como tema “Soluções para a água baseadas na natureza”.

Conforme o relatório do Programa Mundial de Avaliação das Águas das Nações Unidas - WWAP/UNESCO (2015), intitulado “Água para um mundo sustentável”, tem havido falhas no modelo de desenvolvimento causando pressões sobre os recursos hídricos e afetando a qualidade e disponibilidade da água.

Com o crescimento populacional, urbanização, industrialização, aumento da produção e consumo tem-se uma demanda maior pela água doce. Esses processos contribuem para a poluição dos recursos hídricos. Desse modo, o crescimento econômico resulta em grande custo social e ambiental.

Un sustainable development path ways and governance failures have generate dimmense pressures on water resources, affecting its quality and availability, and in turn compromising its ability to generate social and economic benefits[...] Population growth, urbanization, migration and industrialization, along with increases in production and consumption, have generate dever-increasing demands Forfresh water resources. Theses ame processes have also contributed to the olluting of water resources [...]And much of this economic growt has come at a significant social and environmental cost. (WWAP/UNESCO, 2015, p.10).

Segundo o WWAP/UNESCO (2015, p.11), o setor agrícola é o maior usuário de recursos hídricos, retira aproximadamente 70% de toda água doce mundial, principalmente em países menos desenvolvidos. Assim, a agricultura e a produção energética, à base de biomassa vegetal cultivada para tal finalidade, podem agravar ainda mais a escassez de água, afetando a nível local e nacional.

O Relatório das Nações Unidas (WWAP/UNESCO, 2017) possui um capítulo que destaca o cenário da América Latina e Caribe, além de discutir os benefícios do tratamento das

¹⁸ http://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/

¹⁹ <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/wwdr/>

águas residuais que hoje se constituem como um grande problema urbano, especialmente o esgoto urbano que é uma das preocupações dos governos, juntamente com a crise hídrica.

Na geografia contemporânea brasileira é recente o debate sobre crise hídrica mundial. Segundo Bordalo (2017):

“São poucos os geógrafos que se envolvem com o tema água. Visto que, ao longo de décadas, a água vinha sendo tratada equivocadamente como um recurso natural abundante e inesgotável. Visão errônea esta que ocultou por muitos anos, os verdadeiros valores: sanitário, cultural, social, econômico e geopolítico que a água possui e possuirá ainda mais neste século, pois para muitos ela já é considerada o “ouro azul” (BORDALO,2017, p.17).

Assim, os grandes debates atuais têm tido como foco a água como direito humano universal versus a água como mercadoria. Conforme Bordalo (2017) há uma crise eminente para o abastecimento de água doce ainda neste século, podendo ocorrer a escassez, pela falta de água (no aspecto quantitativo) ou pela perda de disponibilidade devido à contaminação por fontes poluidoras (no aspecto qualitativo), portanto, a falta de água para diferentes usos.

Conforme Tucci e Chagas (2018) o conceito de segurança hídrica está associado à gestão de risco que pode ser de quatro tipos: o risco da escassez da falta de água para atender à demanda; risco da perda da qualidade da água pela deterioração por contaminação dos sistemas hídricos; risco de ocorrência de inundações; e riscos à sustentabilidade de sistemas hídricos e ambientais. Observa-se que os autores abordam os riscos da gestão sustentável da água quanto à oferta, em quantidade e qualidade, impactos sobre a sociedade, na infraestrutura e nos ambientes.

Berezu e Ioris (2017, p.35) criticam o modo simplista de conceber a água como mercadoria e dotada de valor econômico, pois “tende a identificá-la como uma commodity, o que significa facilitar a ocorrência de discriminação, entre aqueles que podem e os que não podem pagar, deveriam pagar por este recurso”.

Trata-se de um imperativo moral que todas as pessoas tenham acesso à água com qualidade, para que nenhum cidadão sofra com escassez hídrica ou sofra com doenças vinculadas ao acesso à água com qualidade ruim, principalmente aquelas que não podem pagar por ela. Pelo contrário, deveriam pagar por este recurso, especialmente, as corporações, as indústrias e as atividades comerciais que são os maiores usuários do hídrico mundial. (BEREZU; IORIS, 2017, p.35).

A ideologia da água como mercadoria e as estratégias em infraestrutura hídrica fazem com que o recurso hídrico seja apropriado pelo capital. Assim, deve-se formular políticas públicas com uma concepção mais humanista, social e justa da água em que a taxa e cobrança pela água não impeça das populações mais carentes terem acesso ao recurso hídrico. (BEREZUK, IORIS, 2017, p.38-48).

Segundo Chávez, Mauro e Moretti (2017) as normas internacionais de direitos humanos determinam que os serviços de água e saneamento devem ser física e financeiramente acessíveis. Os autores tratam da questão sobre a relação entre o direito à água e as políticas públicas destinadas a implementar este direito na América Latina nas últimas duas décadas, em que predomina a desigualdade e a injustiça social (na questão dos direitos humanos à água e ao saneamento) nesta região. (CHÁVEZ, MAURO, MORETTI, 2017).

Um relatório da Organização Pan-americana de Saúde (Opas) informa que, na América Latina, cerca de 40 milhões de pessoas, ou seja, 7% da população, não possuem água segura para o consumo humano, enquanto mais de 20% (cerca de 117 milhões de pessoas) carecem de instalações sanitárias que cumpram com as condições mínimas necessárias, das quais 36 milhões (mais de 6% da população da região) ainda praticam a defecação ao ar livre, com graves consequências sociais e ambientais (Opas, 2011, p. 10-11). (CHÁVEZ, MAURO, MORETTI, 2017, p.13).

Nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, a maior parte do uso da água é destinada à agricultura (82%), uso industrial (10%) e para o uso doméstico (8%). (BORDALO, 2017, p.18). Torna-se necessária a implementação de políticas públicas orientadas a aprofundar a democratização da gestão e do acesso à água no Brasil e no mundo.

Utilizar de modo sábio e organizado os recursos hídricos não se trata somente de respeito aos recursos do planeta ou de otimizar o potencial hídrico, energético, produtivo e econômico de uma determinada nação, mas de um sincero e honesto ato de respeito do país que possui recursos para a nação que tem carência destes, e de um grande exemplo do país que tem carência destes para com aquele que ainda a possui com abundância. (BEREZUK, IORIS, 2017, p.50).

Conforme Chávez, Mauro e Moretti (2017, p.14-20) no México há um confronto entre dois projetos políticos e visões de gestão da água divergentes “por um lado, uma posição dominante que considera a água como um bem fundamentalmente econômico, por outro, uma posição emergente e, na prática, marginal, que considera o acesso à água como um direito humano”. Outro exemplo foi o confronto da “Guerra da Água em Cochabamba (1999-2000) e em La Paz-El Alto (2005-2006), Bolívia, que contribuíram para a queda do regime político neoliberal que governava o país naquele momento”.

Deste modo, no início do século XXI, na América do Sul²⁰ registrou-se um notório avanço no campo das políticas públicas destinadas a promover e assegurar o direito pela água” (CHÁVEZ, MAURO, MORETTI, 2017, p.15).

²⁰ Incorporação do direito à água nas constituições do Equador (2008) e da Bolívia (2009), e, posteriormente, em 2010, o reconhecimento deste direito pela Nações Unidas.

Segundo o WWAP/UNESCO (2015, p.23, tradução do autor) o abastecimento de água (quantidade e qualidade) no lugar onde o usuário necessita tem que ser confiável e previsível, para comportar investimentos sustentáveis financeiramente em atividades econômicas. Isto requer tanto infraestrutura material como imaterial que é financiada, operada e confiavelmente mantida. Além disso, infraestrutura para reduzir risco de escassez de água e para gerenciar os desastres relacionados à água, como enchentes e seca, pode fazer os esforços para o desenvolvimento mais sustentáveis, reduzindo a vulnerabilidade e/ou aumento a resiliência das economias a eventos extremos.

Em relação à quantidade e qualidade da água, a crise da água é entendida pela falta de água potável e de boa qualidade, uma vez que há doenças ligadas à degradação da qualidade da água dos rios. (WWDR1/UNESCO²¹/ONU, 2003, p. 9).

Bordalo (2017) trata o tema “crise hídrica mundial” numa perspectiva da geografia política da água. O autor dialoga com outras áreas como a ecologia política e hidropolítica, que permitem compreender e explicar essa crise hídrica sob novos e diferentes olhares.

Em reflexão sobre crise hídrica no mundo, Bordalo (2017, p.17) afirma que “existem diferentes cenários hidro políticos de estresse e escassez hídrica em vários países em todos os cinco continentes, afetando principalmente a população mais pobre que reside não só na zona rural, mas também na periferia das grandes cidades”.

Conforme a ONU²², existem várias formas de crise hídrica no mundo:

Que envolve a quantidade suficiente de água doce, sejam as superficiais contidas nas bacias hidrográficas, ou as subterrâneas armazenadas nos aquíferos ou precipitadas na forma de chuva, e que envolve a sua qualidade em relação aos desejáveis parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos para diversas formas de uso. Assim, “a crise mundial da água doce, está diretamente relacionada às diferentes formas de apropriação, uso e conservação dos recursos hídricos.

Assim, a crise da água passa a ser concebida como um problema muito mais de gestão e governabilidade, do que, essencialmente, a escassez do recurso. Bordalo (2017) salienta ainda que a “proposta de gestão dos recursos hídricos, de forma integrada, participativa, e descentralizada, através de políticas públicas que priorizem, a aplicação de leis e instrumentos que regulem as diferentes formas de apropriação, uso e poluição, surgem como principal mecanismo de regulação entre o estado e a sociedade, capaz de gerenciar e minimizar as mazelas provocadas pela escassez hídrica.” (BORDALO,2017, p.23).

²¹ <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf>

²² ONU. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Agua para todos, agua para vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo – ONU/WWDR. Paris: Unesco/ONU/WWAP, 2003.

Os países que desejam evitar ou superar suas crises de água deverão implantar formas e mecanismos de gestão que permitam uma governabilidade em conjunto com a sociedade, a fim de permitir um desenvolvimento sustentável dos seus recursos hídricos. Com propostas de melhorias nos desperdícios e furtos na infraestrutura dos serviços de abastecimento de água, tratamento dos efluentes industriais e domésticos, incentivos ao reuso das águas oriundas das Estações de Tratamento de Esgoto, ao reflorestamento das margens e nascentes dos rios e mananciais, fiscalização e combate ao desmatamento e a poluição dos corpos hídricos, atividades de educação ambiental e na criação e consolidação dos comitês de bacias hidrográficas. (BORDALO,2017, p.24).

Além disso, é importante que exista um alinhamento entre as políticas, legislação e medidas fiscais para planejar as decisões que utilizam os recursos hídricos, como no caso relativo ao preço da energia ou utilização de insumos agrícolas que podem comprometer a qualidade e quantidade de água, resultando na sua escassez (WWAP/UNESCO, 2015).

1.2 Legislação Brasileira

De acordo com a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (BRH, 1986), a gestão de recursos hídricos consiste em uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes para a tomada de decisões que tem por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos.

A **Política Nacional de Recursos Hídricos** apresenta princípios doutrinários para a regulamentação ou modificação nos usos, controle e proteção das águas: o **Plano de Recursos Hídricos** com o estudo prospectivo que busca adequar o uso, controle e o grau de proteção dos recursos hídricos, através da coordenação, compatibilização, articulação e/ou projetos de intervenções – com o Planejamento dos Recursos Hídricos; o **Gerenciamento dos Recursos Hídricos** que consiste no conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso e o controle dos RH; o **Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos** (organismos, agencias e instalações governamentais e privadas para executar a política dos RH), são elementos fazem parte desta atividade de **Gestão dos Recursos Hídricos**. (TUCCI et al., 2009, p.744).

Desse modo, tem-se as Políticas de Recursos Hídricos como forma de gestão para o controle e proteção do recurso hídrico brasileiros.

1.2.1. Política Nacional de Recursos Hídricos

O Brasil é um país que dispõe de maior quantidade de recursos hídricos endógenos, de superfície e subterrâneo, devido à sua dimensão continental e localização tropical e equatorial (PEREIRA JR., 2004, p.9). Diante disso, fez-se necessário criar a Lei Federal nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, a fim de, realizar uma adequada gestão dos recursos hídricos no país e equacionar os conflitos gerados pela disponibilidade-demanda em função do crescimento urbano, agrícola e industrial que ocasiona o quadro de degradação ambiental dos cursos d'águas (ANA, 2018, p.3).

Os fundamentos (Art.1) da Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH são:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a *bacia hidrográfica* é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, PNRH, 1997).

Observa-se o uso da bacia hidrográfica como unidade territorial da PNRH e da Atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH.

A água torna-se “bem de domínio público”, e o Poder Público Federal e Estadual tem o poder para gerir esse bem, em nome do interesse de todos – coletividade. A água doce é um bem limitado, pois o tipo de uso do solo e o grau de poluição dos cursos d'água, podem comprometer sua qualidade e quantidade levando ao risco de escassez hídrica²³, particularmente, no caso da água doce imediatamente disponível que compreende 0,01% de toda a água do planeta. Portanto, a água não está acabando, mas sim, a sua qualidade e que está sendo deteriorada.

A Lei Federal nº.9.433, de 1997 atribuiu um valor econômico à água, com o seu uso mensurado a partir dos preceitos da economia, em que “quanto mais escasso um recurso, maior valor econômico ele tem”. Porém, como a água é considerada de “domínio público”, no Brasil

²³ A quantidade de água do planeta é praticamente a mesma em 2 bilhões de anos. O que está diminuindo é a quantidade de água em qualidade apropriada para o consumo. (ANA, 2018, p.6).

ela não pode ser negociada no mercado, logo, o seu valor não pode ser definido pela relação oferta e procura, mas sim através de metodologias estabelecidas pela PNRH, como a cobrança pelos usos dos recursos hídricos (BRASIL, 1997, Art.19), afim de mostrar para a sociedade que a água é um bem limitado e que deve ser valorizado (ANA, 2018, p.9).

A Política Nacional de Recursos Hídricos tem seus objetivos (Quadro 1, Art.2) que condizem com os princípios do “Desenvolvimento Sustentável” (usuário-pagador; reparação; acesso equitativo aos recursos naturais; prevenção), visando assegurar a igualdade de acesso aos recursos naturais às gerações futuras, a utilização racional e integrada, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, em que reconhece a responsabilidade humana sobre os eventos que ocorrem, como enchentes, inundações e estiagens, dentre outras causas intimamente relacionadas ao uso inadequado do solo, desmatamento das matas ciliares, ocupação irregular de encostas e o assoreamento do leito dos rios (ANA, 2018, p.21).

Quadro 1. Objetivos da PNRH

Objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos	
I	Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
II	A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
III	A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
IV*	Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

IV*: (Incluído pela Lei nº. 13.501, de 2017) Fonte: PNRH, 1997.

Conforme o Art. 5º da Lei Federal nº. 9.433 de 1997 e representado na Figura 12, os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos são: “I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - a compensação a municípios; VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos”.

Figura 12. Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos



Fonte: PNRH, 1997. Org.: SAMPAIO, B.D.S., 2018.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores, elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País, que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, que devem conter (BRASIL, 1997, Art.6 e 7):

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- VI e VII - vetados
- VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

O Enquadramento dos corpos de água em Classes, segundo os usos preponderantes da água, (BRASIL, 1997, Art.9) tem como princípios: I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Para tanto, tem-se uma legislação ambiental específica, Resolução CONAMA nº. 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos

corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

O enquadramento se aplica a qualquer corpo d'água (não somente aos rios), representa o estabelecimento de meta de qualidade da água a ser lançada, ou mantida, em um segmento de corpo d'água, de acordo com os usos pretendidos.

Conforme a Resolução CONAMA nº. 357/2005, as águas doces possuem 5 categorias (Classe Especial e as Classes de 1 a 4) em ordem decrescente de qualidade, em que a Classe 4 é a de pior qualidade e para usos menos exigentes. Já para as águas salobras e salinas, foram criadas 4 categorias (Classe Especial e as Classes 1 a 3), porém, focaremos nas categorias das águas doces.

Os usos múltiplos da água são muitos, dentre eles: o consumo humano; dessedentação animal; abastecimento público; diluição, transporte ou a disposição final de efluentes; aproveitamento de potenciais hidrelétricos; transporte aquaviário; além do uso em indústrias para fabricação de produtos e na irrigação para a produção de alimentos (ANA, 2018, p.10). Para cada uso da água requer um determinado padrão de qualidade, “por exemplo, uma água para abastecimento humano precisa de uma qualidade superior à da água utilizada para o transporte aquaviário.

Com base no Quadro 2, observa-se os diferentes interesses dos interessados que possuem determinada perspectiva. Como compatibilizar todas essas visões e interesses sobre o recurso hídrico numa determinada bacia hidrográfica?

Quadro 2. Interesses sobre os usos da água conforme cada perspectiva do interessado.

Interessados	Perspectiva/interesses
Ecologista	Qualidade e quantidade de água para garantir a conservação do ecossistema aquático.
Setor Energético	Quantidade de água necessária para mover as turbinas das usinas e garantir a produção de energia.
Irrigantes	Garantia de água em quantidade e qualidade para o desenvolvimento de suas culturas.
Lazer e Turismo	Ambiente aquático que corresponda aos anseios dos visitantes, como as práticas esportivas, banhos ou contemplação.
Empresa de Saneamento	Qualidade e quantidade de água para a distribuição à população
Empresas de Navegação	Condições das vias de navegação: nível da água e condições das calhas dos rios.
Pescadores	Possibilidade do rio em manter as espécies de peixes e em quantidade adequada para a pesca.

Fonte: ANA-EAD, 2018. Org.: SAMPAIO, B.D.S., 2018.

A Outorga de Direitos de uso dos 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 (BRASIL, 1997, Art.11-18), e deverá preservar seus usos múltiplos.

Os seguintes usos independem de outorga: §I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural; II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

A outorga de Direitos de uso dos Recursos Hídricos deve considerar os usos múltiplos da água. Conforme o Art. 12, estão sujeitos a 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 para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- 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;
- V - *outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água. (Grifo nosso).*

É importante ressaltar, em caso de escassez, de acordo com a PNRH, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação dos animais. Evidenciam-se a importância da vida humana que se sobressai quanto aos interesses econômicos, definindo-se assim o compromisso social.

Outro instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos diz respeito ao Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – SIRH, que coleta, trata, armazena e recupera as informações sobre os recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (BRASIL, 1997, Art.25). O SIRH tem como princípios básicos a: I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações; II - coordenação unificada do sistema; III - acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.

Os objetivos (BRASIL, 1997, Art.27) do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos são:

- I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

As decisões a respeito da gestão dos recursos hídricos são tomadas por diversas instituições de governo e de setor privado, formados por um sistema, em vez de um único órgão centralizador. Assim, a União criou em 1988, a partir da promulgação da Constituição Federal (BRASIL, 1997, Art.21) – o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGRH.

Esse sistema de gestão de recursos hídricos é descentralizado, integrado e participativo, capaz de abarcar toda a complexidade que envolve a questão hídrica, por meio de ações compartilhadas entre usuários de água, sociedade civil e governos das esferas federal, estadual e municipal.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem enorme importância para a gestão dos recursos hídricos no país. O SINGRH tem como objetivos: coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (BRASIL, 1997, Art.32).

Os componentes (Figura 13) que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997, Art.33), são: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; a Agência Nacional de Águas; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; as Agências de Água. As instâncias de deliberação de políticas relacionadas à gestão dos recursos hídricos (conselhos e comitês) contemplam espaços de diálogo adequados à resolução de conflitos relacionados aos recursos hídricos.

Figura 13. Componentes que integram o SINGRH conforme a esfera de atuação.



Fonte: ANA-EAD/Curso Lei das Águas, 2018.

Na escala Nacional, tem-se o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH que compreende a instância mais alta da hierarquia do SINGRH, e que estabelece as estratégias e diretrizes maiores para a implementação da política de recursos hídricos no país. É composto (art.34) pelos representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos; representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; representantes dos usuários dos recursos hídricos; e representantes das organizações civis de recursos hídricos. Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997, Art.35):

- I - promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;
- II - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- III - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;
- IV - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- V - analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;
- VI - estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VII - aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;
- IX - acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- X - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.
- XI - zelar pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
- XII - estabelecer diretrizes para implementação da PNSB,

aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); XIII - apreciar o Relatório de Segurança de Barragens, fazendo, se necessário, recomendações para melhoria da segurança das obras, bem como encaminhá-lo ao Congresso Nacional.

Além das competências previstas na Lei Federal nº. 9.433, de 1997, o Decreto nº. 4.613 de 11 de março de 2003, regulamenta as ações do CNRH que tem por competência: Aprovar o enquadramento dos corpos d'água; Definir valores a serem cobrados pelo uso da água; Autorizar a criação de Agências de Água; dentre outras.

Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos – CERH tem a mesma função do CNRH, exercem funções de caráter normativo e deliberativo, sendo assim as instâncias máximas dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos na esfera estadual. Portanto, são limitados pelo respectivo domínio da água dos Estados, sendo disciplinados por legislação específica de cada Estado, considerando os preceitos da Constituição Federal e Estaduais (ANA, 2017).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica tem como área de atuação Art.37: a I -totalidade de uma bacia hidrográfica; II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas. São compostos art.39 por representantes: da União; dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; dos usuários das águas de sua área de atuação; das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. (BRASIL, 1997).

Assim, os Comitês de Bacias Hidrográficas expressam uma figura da concepção política de gestão participativa, pois são fóruns de decisão política no âmbito de cada bacia Hidrográfica que contam com a participação de vários atores sociais²⁴e visa a promoção de um espaço para “negociação social” a respeito da utilização dos recursos hídricos inseridos na bacia hidrográfica em questão é considerada a instância “chave” para o sucesso da PNRH (ANA, 2017).

As Agências de Água são entes do SINGRH e cumprem, a função de secretaria executiva dos respectivos comitês, tendo as competências de cunho técnico e administrativo

²⁴Relevantes na gestão das águas, como prefeituras, governos estaduais, diversos usuários de recursos hídricos e entidades da sociedade civil organizada.

para efetivação da gestão da água na bacia. Segundo o Art.44 da Lei das Águas, compete às Agências de Água:

- I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;
- II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;
- III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;
- V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;
- VI - gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação;
- VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;
- VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;
- X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;

Também compete às Agências de Água, (XI) propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:

- a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes;
- b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;
- c) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- d) o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Portanto, a Agência de Água é a entidade que presta o apoio técnico, administrativo e financeiro necessário ao bom funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, viabilizando a implementação das políticas traçadas pelos comitês, sendo o órgão executivo vinculado a eles.

1.2.1.1 A Agência Nacional das Águas – ANA

A Agência Nacional das Águas – ANA foi criada pela Lei nº. 9.984, de julho de 2000, como entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Ela tem o papel de fazer cumprir os objetivos, as diretrizes e a implementação da Lei das Águas, de modo a regular o acesso e uso do recursos hídrico, fiscalizar as outorgas, monitorar os rios do Brasil por meio da rede de informação para planejar o uso das águas no

país (Art.4). A ANA tem o papel de órgão executor da PNRH, com autonomia administrativa e financeira, está vinculada ao Ministério do Meio Ambiente – MMA e possui várias competências, dentre elas:

- I. Supervisionar: Supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades que dizem respeito aos recursos hídricos;
- II. Disciplinar: Disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- III. Outorgar: Outorgar o direito de uso de recursos hídricos e fiscalizar os usos em corpos de domínio da União;
- IV. Subsidiar: Subsidiar o Conselho Nacional de Recursos Hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- V. Implementar: Implementar, em articulação com os Comitês da Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União; VI. Implementar: Estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos.

A Lei das Águas que institui a PNRH e o SINGRH proporcionou o movimento da criação da ANA, que tem como a principal função regular o uso dos recursos hídricos da União e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, de modo que garanta o uso sustentável, evitando assim, a poluição e assegurando qualidade e quantidade de água suficiente, conforme os preceitos da Constituição Federal de 1988, para as futuras gerações.

Portanto, a ANA regula o acesso e o uso dos recursos hídricos para garantir o acesso de todos à água, sendo responsável pelo monitoramento dos rios no Brasil, juntamente com os Estados da Federação. Coordena a implementação da PNRH, participando dos Planos de Bacias Hidrográficas com a colaboração do poder público, usuários e comunidade, na forma de gestão participativa, democrática e descentralizada.

Ressalta-se que a ANA participa indiretamente da gestão das águas subterrâneas, está por sua vez, é de competência dos Estados, que fornece a licença de perfuração de poços e a autorização do uso das águas subterrâneas. Já as águas classificadas como minerais são geridas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

A meta da ANA é promover a regularização dos cursos d'água, a sua distribuição e reduzir a poluição hídrica, além de elaborar o planejamento dos recursos hídricos e classificar os corpos hídricos, de modo, a garantir a qualidade da água conforme os diferentes usos a que são destinadas.

Por vez, a classificação dos usos preponderantes das águas encontra-se na Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 e na Resolução do Conselho Nacional de Recursos

Hídricos (CNRH) nº. 91, de 05 de novembro de 2008 que dispõe sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de águas superfícies e subterrâneas, de modo, a considerar o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os seus usos. Isto, constitui em um instrumento de gestão de recursos hídricos na esfera do planejamento, com o estabelecimento de metas a serem alcançadas e considerando a integração na gestão das águas brasileiras.

1.3 Padrões de Qualidade da Água: CONAMA 357/2005

A qualidade da água é representada por características intrínsecas, geralmente mensuráveis, de natureza física, química e biológica, que são mantidas dentro de certos limites, viabilizam determinados usos. Os limites constituem os critérios ou padrões da qualidade da água (DERÍSIO, 2000, p.31).

A Resolução CONAMA nº. 357/2005 dispõe sobre a classificação da água e dá as diretrizes para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Tem-se as classes de água para os usos mais exigentes (preservação) até o menos exigentes (como a navegação).

A classificação é a “qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros” (CONAMA 357/2005, Art.2, Inciso X).

Conforme o Art. 3º “as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade”. Entretanto, as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas para uso menos exigentes, desde que não prejudique a sua qualidade.

No Quadro 3 são apresentadas as categorias de enquadramento dos cursos d’água. Para águas doces, foram criadas 5 categorias, a classe especial e as classes de 1 a 4, em uma ordem decrescente de qualidade, ou seja, a classe especial é a que tem melhor qualidade da água e a classe 4 é a de pior qualidade. Já para as águas salinas tem-se 4 categorias, ou seja, a classe especial e as classes de 1 a 3, com as suas diferentes destinação.

Conforme Resolução nº. 357/2005, no Art. 4º, as águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5) enquadradas como Classe Especial podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; as águas Classe 1 podem ser destinadas: a) ao abastecimento

para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à proteção das comunidades aquáticas em terras Indígenas.

Por vez, as águas Classe 2 podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Já a Classe 3 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais (Inciso IV); e a Classe 4 podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística (Inciso V).

Quadro 3. Categorias de classificação da Qualidade da água.

Classes	Destinação	
	Águas Doces	Águas Salinas
Classe Especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.	a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à proteção das comunidades aquáticas em terras Indígenas.	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; b) à proteção das comunidades aquáticas; e c) à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca	a) à pesca amadora; e b) à recreação de contato secundário.
Classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e) à dessedentação de animais.	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.
Classe 4	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.	

Fonte: Resolução CONAMA nº. 357/2005. Org. SAMPAIO, 2018.

No Brasil tem-se a Emenda Constitucional (PEC) em tramitação no Congresso Nacional: a PEC 39/2007²⁵ e a PEC 213/2012, que dão nova redação ao artigo 6º da Constituição Federal, que inclui o acesso à água entre os direitos sociais da população brasileira, porém essas PEC ainda, em 2018, não foram aprovadas²⁶.

Em relação à situação dos serviços de saneamento no Brasil, Britto (2017) destaca dois aspectos: por um lado, “a permanência das desigualdades de acesso atingindo os grupos mais vulneráveis”, e por outro, “o surgimento de novas desigualdades sociais no acesso aos serviços

²⁵http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=DFDC44C75023543351C12EB230A4AC18.proposicoesWebExterno1?codteor=1238291&filename=Parecer-CCJC-24-03-2014

²⁶ Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (Artigo com redação dada pela Emenda Constitucional nº 90, de 2015 que introduziu o transporte como direito social).

de saneamento, geradas tanto pelo impacto diferenciado dos custos dos serviços sobre a renda familiar, quanto pela qualidade dos serviços diretamente associados às áreas mais valorizadas e privilegiadas das cidades”.

Segundo a autora, ter as redes no seu bairro não significa que o morador de baixa renda terá acesso com qualidade aos serviços. Isto acontece porque uma parcela expressiva da população não tem condições de pagar pelo custo dos serviços, e, portanto, fica dependente de formas irregulares de acesso à água, frequentemente clandestinas e não seguras [...] “tarifas sociais, mesmo buscando garantir o direito de cidadania, não escapam à lógica da água como mercadoria”, o que constitui um dos principais desafios para o reconhecimento, na prática, do acesso à água enquanto um direito humano no Brasil.” (BRITTO, 2017, 20-21).

Chávez, Mauro, Moretti (2017, p.18) enfatizam o caso da cidade do Recife, que está sujeita a um regime de racionamento da provisão de água desde 1983. “O sistema de abastecimento de água contribui para a reprodução das condições de desigualdade social na cidade, expondo as populações mais carentes a situações de vulnerabilidade social”. Assim, a água, a saúde e o meio ambiente, encontram-se com o seu direito público questionado.

Diante dessas questões de gestão da água socialmente justa, Britto (2017) aborda os modelos tarifários efetivamente inclusivos ou de formas de subsídios para garantir a continuidade do acesso aos serviços pela população de baixa renda. Ela considera fundamental a discussão dos custos dos serviços sobre a renda familiar.

São exatamente esses aspectos de mercantilização da água que estão na base das novas desigualdades sociais no acesso a este bem fundamental para a reprodução humana. Este estudo refere-se ao uso da água para as necessidades humanas fundamentais, tais como: beber, cozinhar, tomar banho, fazer a higiene pessoal etc. Ou seja, fala-se da água como um direito humano coletivo, direito de cidadania, que deve ser garantido a todos e a todas, relacionado a questões de saúde pública, em quantidade socialmente definida como necessária para cobrir todas as necessidades básicas de reprodução social, sem qualquer distinção de classe, cor, sexo, idade[...]Para esta finalidade, a água não pode ser tratada como mercadoria, portanto, não pode ser objeto de compra e venda segundo o poder aquisitivo dos consumidores”(BRITTO, 2017, p.223).

Além disso, observa-se que a missão principal da Lei das Águas é garantir o acesso de todos à água, e efetivar uma gestão integrada dos recursos hídricos, além da sua articulação e integração com outras áreas, adequando as diversidades físicas, bióticas, demográficas, sociais e culturais das diversas regiões. Conforme a realidade e conflitos em cada bacia hidrográfica, busca solucionar os problemas em diferentes contextos, de maneira descentralizada, com a participação de vários segmentos, como a sociedade civil, usuários de recursos hídricos e representantes dos governos. Porém, ainda existem desafios a serem enfrentados na gestão dos

recursos hídricos, como, pois a autonomia do domínio sobre águas dos rios e demais corpos d'água se restringe aos Estados e União (ANA, 2018).

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos objetiva (BRASIL, 1997, Art.19): I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água; III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

1.4 Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

A Lei Estadual nº. 7.663, em 30 de dezembro de 1991, estabelece as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e também sobre o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Define em seu art. 2ºo objetivo de:

Assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possa 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 (SÃO PAULO, 1991).

A PERH tem como princípios norteadores (Art.3):

- I - gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos e das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico;
- II - adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento;
- III - reconhecimento do recurso hídrico como um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observados os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades das bacias hidrográficas;
- IV - rateio do custo das obras de aproveitamento múltiplo de interesse comum ou coletivo, entre os beneficiados;
- V - combate e prevenção das causas e dos efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos d'água;
- VI - compensação aos municípios afetados por áreas inundadas resultantes da implantação de reservatório e por restrições impostas pelas leis de proteção de recursos hídricos;
- VII - compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente.

Conforme o Artigo 6º, “o Estado promoverá ações integradas nas bacias hidrográficas tendo em vista o tratamento de efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, antes do lançamento nos corpos d'água, com os meios financeiros e institucionais”. Vale destacar, no Artigo 7 sobre os programas do Estado em conjunto com os municípios, de forma a cooperar e oferecer assistência técnica e econômico-financeira, com vistas à:

I - *instituição de áreas de proteção e conservação das águas* utilizáveis para abastecimento das populações;
II - *implantação, conservação e recuperação das áreas de proteção permanente* e obrigatória;
III - *zoneamento das áreas inundáveis*, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas à inundações frequentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo;
IV - *implantação de sistemas de alerta e defesa civil* para garantir a segurança e a saúde públicas quando de eventos hidrológicos indesejáveis;
V - *racionalização do uso das águas destinadas ao abastecimento urbano, industrial e à irrigação*
VI - *combate e prevenção das inundações e da erosão*; VII - *tratamento de águas residuárias, em especial dos esgotos urbanos*. (Grifo nosso). (SÃO PAULO, 1991).

Conforme a Lei Estadual nº. 7.663/91, da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH estabelece diretrizes e critérios de gerenciamento das águas na escala estadual, de modo a refletir as necessidades regionais expressas nos planos de bacia. De acordo com o Portal Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SigRH²⁷, o primeiro Plano foi elaborado em 1990 e encontra-se em atualização para o quadriênio 2016-2019.

Com vista à execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e a formulação, atualização e aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos tem-se a criação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, congregando órgãos estaduais e municipais e a sociedade civil. Como órgãos colegiados, consultivos e deliberativos, de nível estratégico criam-se o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH, de nível central e os Comitês de Bacias Hidrográficas, com atuação em unidades hidrográficas estabelecidas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 1991, Art.21-22).

A Política Estadual de Recursos Hídricos tem como suporte financeiro o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, que define que as aplicações dos recursos deverá ser orientada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos, compatibilizada com o Plano Plurianual, a Lei de Diretrizes Orçamentárias e com o orçamento anual do Estado. De modo que o produto decorrente da cobrança pela utilização dos recursos hídricos será aplicado em serviços e obras hidráulicas e de saneamento, de interesse comum, para proteção e controle da poluição das águas (SÃO PAULO, 1991, Art.35-37).

Conforme Trombeta (2015, p.42), a PERH representa um grande avanço na legislação dos recursos hídricos, pois destaca a importância da gestão descentralizada no contexto das águas, em que todos atores devem estar envolvidos, visto que a água atravessa fronteiras.

²⁷ <http://www.sigrh.sp.gov.br/planoestadualderecursosohidricos>

A legislação federal da Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política Estadual de Recursos Hídricos prevê a elaboração de planos de recursos hídricos, a Outorga de Direitos de uso dos Recursos Hídricos, as infrações e penalidades, a cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos, Rateio de Custos das Obras.

Em relação à Outorga de Direitos de uso dos Recursos Hídricos é requerida a autorização ou licença prévia dos órgãos e entidades competentes para a implantação de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, a execução de obras ou serviços que alterem seu regime, qualidade ou quantidade (Art.9), como por exemplo, o lançamento de efluentes nos corpos d'água (SÃO PAULO, 1991, Art.10).

Na legislação Estadual, são estabelecidas infrações e penalidades, que deverão ser aplicadas nas seguintes situações Art.11:

- I - derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;
- II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade e qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes;
- III - deixar expirar o prazo de validade das outorgas sem solicitar a devida prorrogação ou revalidação;
- IV - utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras ou serviços relacionados com os mesmos em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;
- V - executar a perfuração de poços profundos para a extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização;
- VI - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;
- VII - infringir normas estabelecidas no regulamento desta Lei e nos regulamentos administrativos, compreendendo instruções e procedimentos fixados pelos órgãos ou entidades competentes. (SÃO PAULO, 1991).

Em relação à Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, o Art.14 apresenta que a “cobrança pelo uso ou derivação, considerará a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo de água onde se localiza o uso ou derivação” e a “cobrança pela diluição, transporte e assimilação de efluentes de sistemas de esgotos e de outros líquidos, de qualquer natureza, considerará a classe de uso em que for enquadrado o corpo d'água receptor”.

O Rateio de Custos das Obras é outro instrumento da Política Estadual de Recursos Hídricos, que considera “as obras de uso múltiplo, ou de interesse comum ou coletivo, dos recursos hídricos, terão seus custos rateados, direta ou indiretamente” de acordo com os critérios estabelecidos. (SÃO PAULO, 1991, Art.15).

Deve-se destacar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, previsto na PERH, é um dos instrumentos de gestão que visa orientar a implementação da política, de modo, a definir as diretrizes para a utilização das águas, com medidas de proteção e conservação para garantir a disponibilidade hídrica, tanto em quantidade quanto em qualidade adequada para os seus diferentes usos. O Plano deve ser elaborado a partir dos planos de bacias hidrográficas, deverá ser aprovado em Lei, com a vigência de 4 anos, proporcionando uma análise da situação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. Os planos de bacias hidrográficas deverão apresentar os seguintes elementos:

- I - diretrizes gerais, a nível regional, capazes de orientar os planos diretores municipais, notadamente nos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção dos mananciais, exploração mineral, irrigação e saneamento, segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias ou regiões hidrográficas correspondentes;
- II - metas de curto, médio e longo prazos para se atingir índices progressivos de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos da bacia, traduzidos, entre outras, em:
 - a) Planos de utilização prioritária e propostas de enquadramento dos corpos d'água em classe de uso preponderante;
 - b) programas anuais e plurianuais de recuperação, proteção, conservação e utilização dos recursos hídricos da bacia hidrográfica correspondente, inclusive com especificações dos recursos financeiros necessários;
 - c) programas de desenvolvimento regionais integrados a que se refere o Artigo 5.º desta lei;
- III - programas de âmbito regional, relativos ao inciso V do Artigo 16, desta Lei, ajustados às condições e peculiaridades da respectiva bacia hidrográfica.

No Art.19 da Política Estadual de Recursos Hídricos, consta que para avaliar a eficácia do Plano Estadual de Recursos Hídricos e dos Planos de Bacias Hidrográficas, serão publicados anualmente sobre “Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo” e os relatórios sobre a “Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas”, de cada bacia hidrográfica, que deverão conter (SÃO PAULO, 1991, § 2.º):

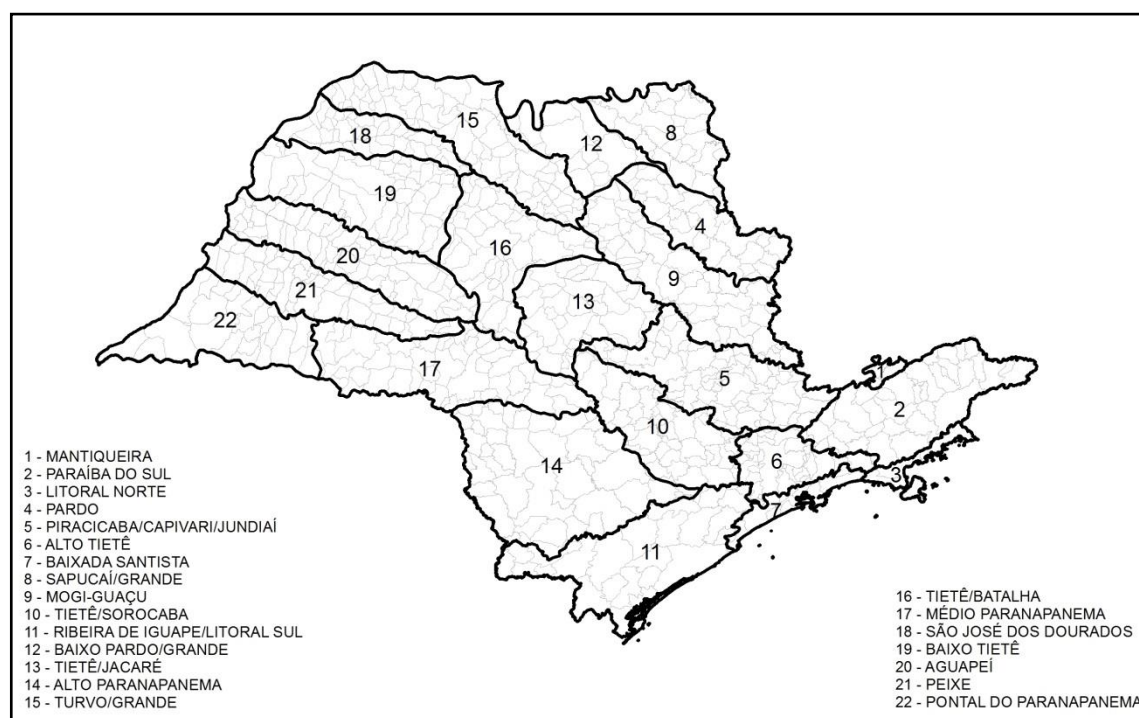
- I - a avaliação da qualidade das águas;
- II - o balanço entre disponibilidade e demanda;
- III - a avaliação do cumprimento dos programas previstos nos vários planos de Bacias Hidrográficas e no de Recursos Hídricos;
- IV - a proposição de eventuais ajustes dos programas, cronogramas de obras e serviço e das necessidades financeiras previstas nos vários planos de Bacias Hidrográficas e no de Recursos Hídricos;
- V - as decisões tomadas pelo Conselho Estadual e pelos respectivos Comitês de Bacias.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos deverá constar a Divisão Hidrográfica do Estado que definirá unidades hidrográficas, com dimensões e características que permitam e

justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos (SÃO PAULO, 1991, Art.20).

Com a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para ações de planejamento e gerenciamento das águas na federação, o Estado de São Paulo tem seu território dividido em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos²⁸ - UGRHI (Figura 14).

Figura 14. Divisão do Estado de São Paulo, em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs



Fonte: Lei nº. 16.337, de 14 de dezembro de 2016.

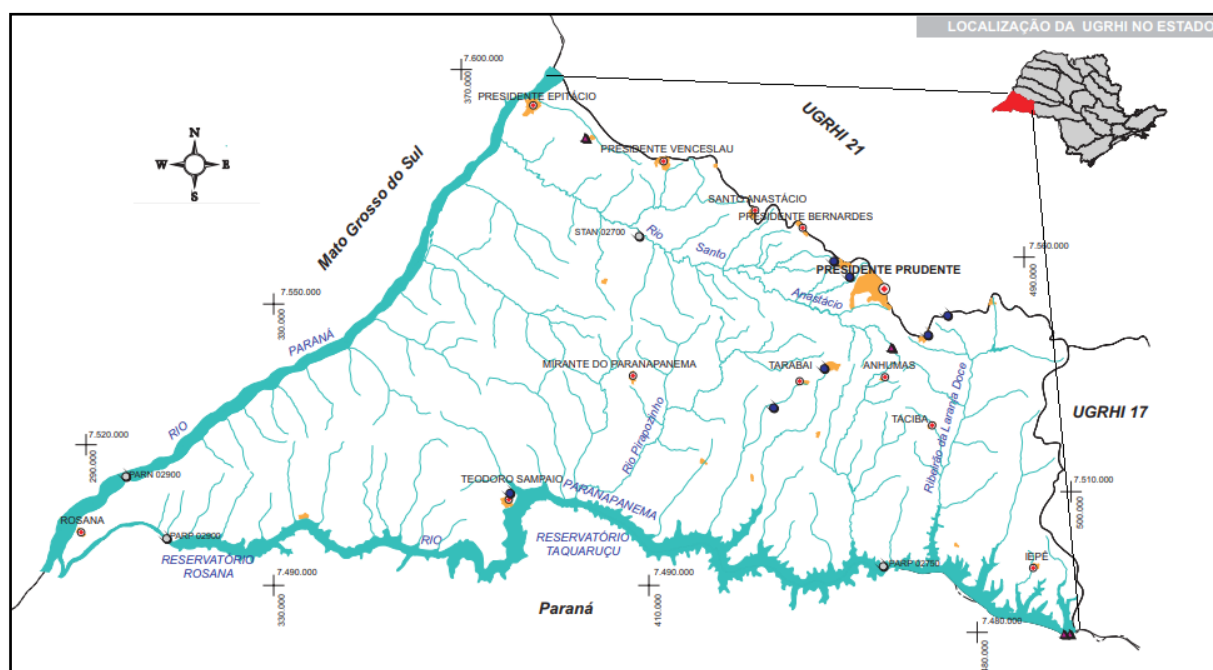
A bacia hidrográfica estudada encontra-se localizada na UGRHI – 22, Pontal do Paranapanema, composta por 21 municípios (com sede na UGRHI): Anhumas, Caiuá, Estrela do Norte, Euclides da Cunha Paulista, Iepê, Marabá Paulista, Mirante do Paranapanema, Nantes, Narandiba, Pirapozinho, Presidente Bernardes, Presidente Epitácio, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Regente Feijó, Sandovalina, Santo Anastácio, Taciba, Teodoro Sampaio.

²⁸<http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dg280202.nsf/ae9f9e0701e533aa032572e6006cf5fd/2c1572fdb9c11b678325808a0046526a?OpenDocument>

Conforme a Lei nº. 16.337, de 14 de dezembro de 2016, a UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema (Figura 15) tem a população de 487.656 habitantes, em que 90,4% da população é urbana e 9,6% da população é rural, possui uma área territorial de 13.301,3 Km² e área de drenagem de 12.395 Km². Tem como rios principais o Santo Anastácio, Paranapanema e Paraná, os Ribeirões Anhumas, Pirapozinho e Laranja Doce e os reservatórios das UHE's de Rosana, Taquaruçu, Porto Primavera, Capivara e Laranja Doce. Porém, o manancial que apresenta uma maior importância é o Rio Santo Anastácio, pelo fato de ser utilizado para o abastecimento público da cidade de Presidente Prudente.

Conforme a Lei Estadual nº. 16.337/2016 a disponibilidade hídrica subterrânea da UGRHI-22 tem reserva explorável²⁹ de 13 m³/s, enquanto que a disponibilidade hídrica superficial tem a vazão média de 92 m³/s; vazão mínima de 34 m³/s e vazão de 47 m³/s. (SÃO PAULO, 2016).

Figura 15. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 – Pontal do Paranapanema



Fonte: PERH³⁰, 2007.

As principais atividades econômicas na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema, caracterizam-se pelo elevado grau de mecanização da agricultura, notadamente nas culturas de

²⁹ Que são passíveis de explorar, de explorar recursos naturais para fins econômicos.

³⁰ ftp://ftp.sp.gov.br/_ftpcomitepcj/PERH/04-07_UGRHI-22.pdf

cana-de-açúcar. Além disso, possui agroindústrias como frigoríficos, indústrias alimentícias, de óleos e gorduras vegetais e atividades relacionadas ao setor de serviços, principalmente em Presidente Prudente. Apresenta 1.000 km² de vegetação natural remanescente (floresta estacional semidecidual e formação arbórea/arbustiva em região de várzea) que ocupa aproximadamente 8% da área da UGRHI 22. Tem-se as Unidades de Conservação de Proteção Integral: Estação Ecológica Mico Leão Preto e os Parques Estaduais do Aguapeí, Morro do Diabo e Rio do Peixe, além das Unidades de Conservação e Uso Sustentável: Área de Proteção Ambiental Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, Reservas Particulares do Patrimônio Natural Mosquito e Vista Bonita. (CBH-PP³¹, 2009; SÃO PAULO, 2016).

1.5 Legislações Relevantes para a Proteção dos Recursos Hídricos

Somente a União e os Estados possuem dominialidade sobre a água, o que não ocorre nos Municípios (ANA, 2018). São considerados bens da união “III - *os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio*, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como *os terrenos marginais e as praias fluviais*” (grifo nosso, CF, 1988, Art.20).

A Lei nº. 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, de modo à proteção da dignidade da vida humana (PNMA, 1981, Art.2), com os seguintes princípios:

- I - ação governamental na manutenção do *equilíbrio ecológico*, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II - *racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar*;
- III - planejamento e *fiscalização do uso dos recursos ambientais*;
- IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - *acompanhamento do estado da qualidade ambiental*;
- VIII - *recuperação de áreas degradadas*;
- IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (grifo nosso).

A Política Nacional do Meio Ambiente traz o conceito de poluição (Art. 3, Inciso III):

³¹ http://cbhpp.org/files/2017/08/Relat%C3%B3rio-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-2009_-anobase_2008.pdf

Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (BRASIL, 1981).

Conforme a Lei nº. 6.938/1981, poluidor é “a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental”.

Além desses aparatos legais, tem-se também outros importantes instrumentos que atuam direta e indiretamente na gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, como o licenciamento Ambiental que consiste na obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente conforme está prevista na Política Nacional de Meio Ambiente e no Código Florestal Brasileiro.

1.5.1 Código Florestal e as Áreas de Preservação Permanente

Pretende-se mostrar a diferenciação em relação à localização das faixas de proteção (APP) definidas pelo Código Florestal, Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 e pelo atual Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012, que em outubro do mesmo ano foi alterada pela Lei Federal nº. 12.727.

A Lei nº. 4.771/1965 foi um avanço, na legislação protetora das matas à época para conter o desmatamento, apesar de sua rigidez não foi possível barrar a destruição das florestas pela falta de fiscalização (CRIADO, 2012; SAMPAIO, 2015).

Para Metzger (2010) os parâmetros e os critérios da Lei Federal nº. 4.771/65 têm embasamento científico, principalmente, sobre a extensão das Áreas de Preservação Permanente (APP). A realidade indica a necessidade de expansão destes valores para limiares mínimos de pelos menos 100 m (50 m de cada lado do rio), independentemente do bioma, do grupo taxonômico, do solo ou do tipo de topografia para que de fato haja a efetividade dessas faixas de vegetação e ofereça o serviço ecossistêmico (METZGER, 2010, p.4).

A Lei Federal nº. 4.771/1965, definiu como Área de Preservação Permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima deve ser:

- 1 - de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 2 - igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distância entre as margens;

3 - de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.

A redação da Lei Federal nº. 7.511 de 7 julho de 1986 fez alterações, sobre a largura mínima da faixa marginal ao longo dos rios e cursos d'água. Em seguida, a Lei Federal nº. 7.803³², de 18 de julho de 1989, alterou a redação da Lei Federal nº. 4.771/65 e revogou as Leis Federais nº. 6.535/1978 e 7.511/1986. Assim, o Art.2º teve a seguinte redação.

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - 3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - 5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; [...]
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

Após décadas desde o primeiro Código Florestal, teve-se a atualização pela Lei Federal nº. 12.651/2012, esta alterada pela Lei Federal nº. 12.727/2012, que trouxe uma inovação para que a União, Estados e Distrito Federal implantem Programas de Regularização Ambiental (PRAs) e criem programas de incentivos à conservação ambiental, permitindo o uso de recursos para o pagamento por serviços ambientais (art. 59), além de criar o Cadastro Ambiental Rural (CAR) (Art. 29-30). (BRASIL, 2012).

As definições de APP e RL estão descritas na Lei Federal nº. 12.651/2012:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;

³² http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm

A Lei Federal nº. 12.651/2012 modifica a localização das faixas mínimas de recomposição conforme o tamanho das propriedades, que é dado em módulos fiscais, que variam entre os estados da federação. Além disso, essas faixas passam a ser medidas a partir da borda da calha do leito regular. No Art.3º (Inciso XIX) o leito regular é compreendido como “a calha por onde correm regularmente as águas do curso d’água durante o ano”. Essa mudança se deu pelo confronto ideológico entre a bancada ruralista e os ambientalistas, após anos de discussões, e por conseguinte, foi aprovada reduzindo, assim, a faixa de recomposição da vegetação conforme o Módulo Fiscal de cada propriedade rural. (BRASIL, 2012).

No quadro 4, são apresentadas as definições importantes para este trabalho.

Quadro 4 – Definições e requisitos dos Códigos Florestais de 1965 e de 2012

	Lei Federal nº. 4.771/65 Alterada pela Lei Federal nº. 7.803/1989	Lei Federal nº. 12.651/2012 Alterada pela Lei Federal nº. 12.727/2012
Área de Preservação Permanente	II - área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)	II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;
Delimitação da faixa a ser protegida	a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura; c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)	Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular , em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura; II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d’água com até 20

		(vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
--	--	--

Org.: autora, 2018.

O Módulo Fiscal³³ (MF) corresponde à área mínima necessária para que a exploração, em uma propriedade rural, seja economicamente viável. Há muitas discussões sobre a insegurança jurídica que o MF ocasiona, desconsiderando a condição social do proprietário e possibilitando o desmembramento dos imóveis. O tamanho do módulo fiscal varia de um estado para o outro, o que faz com que uma propriedade de 1 módulo fiscal no estado do Amazonas, por exemplo, seja muito maior do que uma do estado de São Paulo.

Portanto, o Módulo Fiscal dá tratamento diferenciado aos proprietários rurais, onde é autorizada a continuidade das atividades nas APPs: agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. Assim, é obrigatória a recomposição das faixas marginais, independente da largura do curso d'água, contados da borda da calha do leito regular. O Quadro 5, a seguir, apresenta a faixa de recomposição de margens de cursos d'água em áreas rurais consolidadas em APPs (BRASIL, 2012, art.61-A).

Quadro 5. Faixa de Recomposição em áreas rurais consolidadas

Módulo Fiscal do Imóvel Rural	Até 1 MF	1 a 2 MF	2 a 4 MF	Acima de 4 MF
Faixa de Recomposição de margens de cursos d'água em áreas rurais consolidadas em APPs	5 m	8 m	15 m	20 a 100 m

Para a regularização de áreas consolidadas em APPs de cursos d'água, é necessária a recomposição de uma faixa com largura de 5 metros para propriedades rurais de até 1 módulo fiscal; 8 metros para imóveis rurais maiores do que 1 até 2 módulos fiscais; 15 metros para propriedades rurais de 2 a 4 módulos fiscais; e de 20 a 100 metros para propriedades rurais acima de 4 módulos fiscais.

Conforme Kuntschik et al. (2011) e Criado (2012) essas áreas de proteção devem ter a cobertura das matas ciliares que recobrem as margens dos rios e das nascentes para proteção

³³ Segundo o INCRA (2012), O Módulo Fiscal do município de Santo Anastácio é hectare. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>

dos recursos hídricos. Através da largura da faixa de vegetação tem-se a regulação dos impactos ocasionados pelos efeitos de bordas, que modificam o microclima e ocasionam a perda de espécies. Portanto, as matas ciliares tem importante papel no funcionamento do ecossistema, uma vez que garantem equilíbrio ecológico e a qualidade ambiental dos recursos hídricos.

1.6 A Importância da Mata Ciliar para a Qualidade de Água

Conforme visto no item anterior, a legislação florestal brasileira estabelece uma área mínima de cobertura vegetal nativa em cada propriedade rural. A cobertura vegetal no entorno de nascentes e ao longo dos corpos d'água funciona como uma barreira física e como uma esponja, são conhecidas como “matas ciliares” pois remetem à proteção dos cílios nos olhos.

De acordo com Silveira (2009, p.35) o ciclo hidrológico é o “fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre”. A precipitação que cai sobre um solo com a cobertura vegetal tem parte do volume da água *interceptada* pelas folhas e caules que evapora. Ou por vez, quando se excede a capacidade de armazenamento da água na superfície da vegetação, através da ação do vento “a água interceptada pode-se reprecipitar para o solo”. (Grifo do autor, SILVEIRA, 2009, p.36).

Assim, a água atinge o solo e segue diversos caminhos,

A infiltração e percolação no interior do solo são comandadas pelas tensões capilares nos poros e pela gravidade. A umidade do solo realimentada pela infiltração é aproveitada em parte pelos vegetais, que a absorvem pelas raízes e a devolvem, quase toda, à atmosfera por *transpiração*, na forma de vapor de água. O que os vegetais não aproveitam, percola para o lençol freático que normalmente contribui para o escoamento de base dos rios (SILVEIRA, 2009, p.37).

Dentre os diversos caminhos da água, tem-se o escoamento superficial que é impulsionado pela gravidade para as cotas mais baixas. Conforme Silveira (2009) correspondem a pequenos filetes de água que se moldam ao microrrelevo do solo,

A erosão de partículas de solo pelos filetes em seus trajetos, aliada à topografia preexistente, molda, por sua vez, uma microrrede de drenagem efêmera que converge para a rede de cursos de água mais estável, formada por arroios e rios. A presença de vegetação na superfície do solo contribui para obstaculizar o escoamento superficial, favorecendo a infiltração em percurso. A vegetação também reduz a energia cinética de impacto das gotas de chuva no solo, minimizando a erosão” (SILVEIRA, 2009, p.37).

O escoamento superficial direto das áreas agrícolas altera a qualidade das águas superficiais, pois, contém fertilizantes e agrotóxicos que são utilizados, geralmente, de maneira

indiscriminada e em excesso. Deste modo, Pinto (2011, p.27) ressalta a “importância de se preservar a cobertura vegetal, principalmente no entorno de mananciais de água, para a minimização dos impactos gerados pela ocupação antrópica”. Portanto, os tipos de uso e cobertura da terra afetam diretamente a qualidade da água na bacia hidrográfica.

CAPÍTULO 2 QUALIDADE DA ÁGUA

Conforme o Decreto Estadual nº. 10.755/1977 que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água no estado de São Paulo (Mapa 4), na classificação prevista no Decreto Estadual nº. 8.468/1976, o Rio Santo Anastácio apresenta (desde 1977) os seguintes enquadramentos:

Classe 4: desde a confluência com o Córrego Limoeiro até a confluência com o Ribeirão Vai-e-Vem; e no Ribeirão Vai-e-Vem até a confluência com o Rio Santo Anastácio, no município de Santo Anastácio; do Córrego Sete de Setembro até a confluência com o Ribeirão do Vai-e-Vem, no Município de Santo Anastácio³⁴.

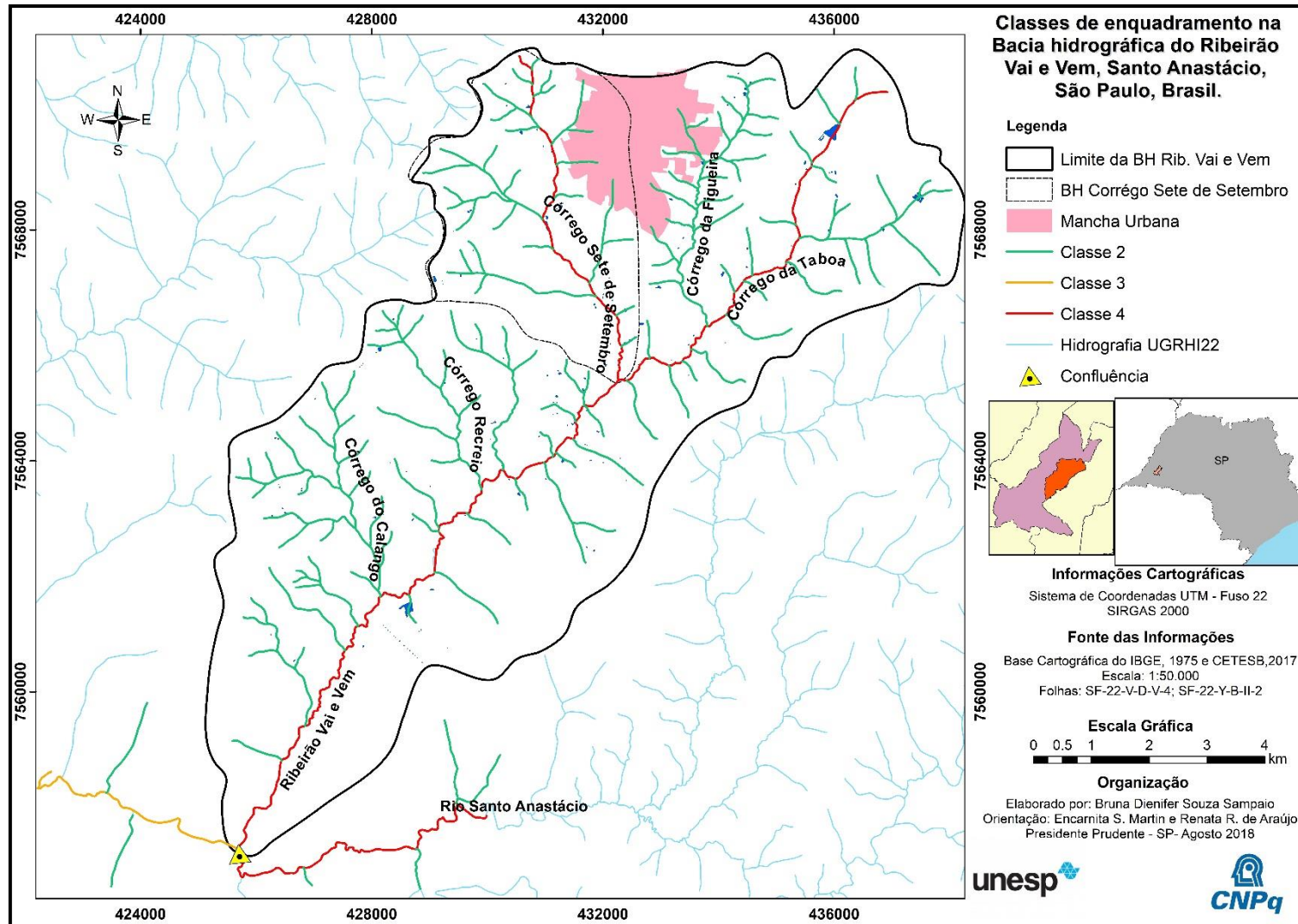
Classe 3: Ribeirão Vai-e-Vem até a confluência com o Ribeirão Claro, no município de Santo Anastácio está enquadrado na Classe 3.

Assim, o enquadramento dos cursos d'água na bacia estudada pertencem à Classe 4.

Observa-se no Mapa 4, que após a confluência com o Ribeirão Vai-e-Vem, o Rio Santo Anastácio passa a ser enquadrado como Classe 3, o que sugere que a carga de poluição do Ribeirão, enquadrado como Classe 4, não tinha uma contribuição relevante para o Rio Santo Anastácio.

³⁴ <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/enquadramento/SaoPaulo.pdf>

Mapa 4. Classes de enquadramento da água nas bacias hidrográficas do Ribeirão Vai-e-Vem e do Córrego Sete de Setembro.



As águas doces de classe 4 deverão observar as seguintes condições e parâmetros (CONAMA 357,2005, Art. 17):

- I - *materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;*
- II - *odor e aspecto: não objetáveis;*
- III - *óleos e graxas: toleram-se iridescências;*
- IV - *substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;*
- V - *fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/l de C₆H₅OH;*
- VI - *OD, superior a 2,0 mg/l O₂ em qualquer amostra; e,*
- VII - *pH: 6,0 a 9,0. (Grifo nosso).*

No Art. 2º da Resolução CONAMA 357/2005 tem-se algumas definições que são usadas na presente pesquisa.

- IV - *ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;*
- V - *ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;*
- VII - *carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;*
- IX - *classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;*
- XIII - *condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;*
- XIV - *controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;*
- XV - *corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;*
- XX - *enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;*
- XXX - *recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;*
- XXXI - *recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);*
- XXXV - *tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;*

Conforme o Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, as águas são classificadas segundo os usos preponderantes: “Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes” (Art.7, Inciso IV).

A RESOLUÇÃO CONAMA nº. 430, de 13 de Maio de 2011 que complementa e altera a Resolução CONAMA nº. 357/2005, e que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, define esgotos sanitários como: “denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos” (Art. 4º, Inciso VII).

O esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas (NBR 9648/1986). Para Von Sperling (1996, p.59) os esgotos domésticos³⁵ são caracterizados por conterem aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos (orgânicos e inorgânicos; suspensos e dissolvidos), além de micro-organismos. Eles são originados de três fontes distintas: esgotos domésticos (residências, instituições e comércio), água de infiltração e despejos industriais. É necessário o tratamento do esgoto, porque ele se constitui em uma importante fonte de poluição e contaminação da água e do solo. A água é um meio de transporte das inúmeras substâncias orgânicas e inorgânicas e microrganismos eliminados pela sociedade diariamente.

Após receber o esgoto tratado, o corpo d'água pode, ainda, sofrer uma degradação da sua qualidade, mas com os mecanismos naturais de autodepuração, a qualidade da água pode ser recuperada, o que depende da extensão do curso d'água e, principalmente de sua vazão média, ou seja, da sua capacidade de diluição e de autodepuração. As observações referentes ao lançamento dos efluentes nos corpos d'águas estão definidas na Resolução CONAMA nº. 357, de 2005. Notoriamente, um rio sem a proteção da vegetação ou canalizado, não terá as mesmas características de um curso natural equilibrado com infiltração e percolação da água no solo, densidade e forma de drenagem, dentre outras características.

2. Parâmetros Físico-Químicos de Qualidade da Água

Os parâmetros de qualidade da água são substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água (Resolução nº. 357/2005, Inciso XXVII), servem para indicar a qualidade da água e evidenciar as impurezas quando os valores são superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Esses parâmetros de qualidade de água são especificados na Resolução CONAMA nº. 357/2005 conforme a classificação dos corpos d'água e define os limites máximos permitidos para as variáveis físicas, químicas e biológicas, que são as seguintes:

2.1 Parâmetros Físicos

A *Temperatura* (°C) é a medida da intensidade de calor que altera a temperatura da água, causada por fontes naturais (radiação, condução e convecção) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). As elevações da temperatura

³⁵ As características dos esgotos variam conforme o clima, situação social e econômica e os hábitos da população

aumenta a velocidade das reações químicas e biológicas nos organismos, e na solubilidade de substâncias. Esse parâmetro é utilizado na caracterização de corpos d'água e na caracterização de águas residuárias (VON SPERLING, 1996, p.25;). Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam em geral temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. (BRASIL, 2006, p.45).

O parâmetro *Temperatura* deve ser analisado considerando o conjunto de parâmetros (juntamente com o Oxigênio Dissolvido), e em caso de tratamento de águas residuárias a temperatura deve proporcionar condições para as reações bioquímicas de remoção de poluentes. (VON SPERLING, 1996).

Outro parâmetro físico importante são os Sólidos nas águas, que podem ser orgânicos e inorgânicos. De acordo com a Norma Técnica Interna SABESP³⁶ – NTS013 (1999): “Sólido é o estado da matéria caracterizado pela rigidez, por uma forma própria e pela existência de um equilíbrio com o líquido proveniente da sua fusão”. Os sólidos são toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (conforme explicado na metodologia aqui apresentada), utiliza-se balança analítica ou de precisão para obter a sua determinação gravimétrica. (TRATAMENTO DE ÁGUA ³⁷, 2009).

Há varias classificações para sólidos (SABESP – NTS013, 1999),

- Sólidos Totais: Todas as substâncias que permaneçam na cápsula após a total secagem de um determinado volume de amostra;
- Sólidos Fixos: Todas as substâncias que permaneçam na cápsula após calcinação em forno-mufla na determinação dos sólidos totais;
- Sólidos Voláteis: Resultado da subtração entre os sólidos totais e os sólidos fixos. Todas substâncias que se volatilizaram após a calcinação no forno mufla.
- Sólidos em Suspensão: Todas as substâncias que após filtração e secagem, permaneçam retidas na membrana (fibra de vidro com porosidade 1,2 µm);
- Sólidos em Suspensão Fixos: Todas as substâncias que permaneçam retidas na membrana (fibra de vidro com porosidade 1,2 µm) após filtração e secagem e calcinação em forno-mufla;
- Sólidos em Suspensão Voláteis: Resultado da subtração entre os sólidos em suspensão totais e os sólidos em suspensão fixos. Todas substâncias que se volatilizaram após a calcinação no forno-mufla.
- Sólidos Dissolvidos: Todas as substâncias que não ficaram retidas na filtração e permaneceram após total secagem de determinado volume de amostra;
- Sólidos Sedimentáveis: Todas as substâncias existentes em 1 (um) litro de amostra que sedimentem pôr ação da gravidade, em Cone.

Os *Sólidos em suspensão* influenciam diretamente na turbidez, pois o material particulado existente na amostra de água faz a luz incidente dispersar em outras direções. Além das partículas advindas da erosão dos solos, os esgotos sanitários e outros efluentes industriais

³⁶ Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts013.pdf>

³⁷ Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>

acrescentam sólidos em suspensão que, por sua vez, elevam a turbidez das águas. (PIVELI³⁸, 2000; CHAGAS, 2015).

A *Turbidez*³⁹ (uT – Unidade de Turbidez em sua forma genérica) representa o grau de interferência à passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva. Essa alteração ocorre pela presença de material (sólidos) em suspensão, ocasionados por origem natural (partículas de rocha, argila e silte; algas e microrganismos) e antrópica (despejos domésticos e industriais, microrganismos, erosão), podendo prejudicar a fotossíntese pela redução da penetração da luz (VON SPERLING, 1996, p.24; SABESP⁴⁰ NTS008, 1999).

Conforme Brasil (2006, p.46) em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem, altos índices pluviométricos e práticas agrícolas inadequadas, as águas de grande parte dos rios brasileiros são naturalmente turvas. Em lagos e represas, onde a velocidade de escoamento da água é menor, a turbidez pode ser mais baixa.

A turbidez natural das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 NTU⁴¹. Esse parâmetro é utilizado para caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas e no controle da operação das estações de tratamento de água. (ANA, 2009).

Por fim, o último parâmetro físico a ser destacado neste trabalho é a *Condutividade Elétrica* que compreende a capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a capacidade em conduzir corrente elétrica. Conforme Brasil (2006, p.47) as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem ultrapassar até 1.000 µS/cm.

2.2 Parâmetros Químicos

O *Potencial Hidrogênio* (*pH*) representa a intensidade de íons hidrogênio H⁺ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas) (ANA, 2009).

³⁸PIVELI, R.P. “Qualidade das Águas e Poluição: aspectos físico-químicos”. Aula 5: Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor – USP, 2000.

³⁹ Pode ser expressa em NTU (Nefelometric Turbidity Unit), FTU (Formazine Turbidity Unit) ou uT (Unidade de Turbidez).

⁴⁰ Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts008.pdf>

⁴¹ Unidades Nefelométricas de Turbidez

Os responsáveis pelas alterações de pH são os sólidos e gases dissolvidos, podem ter origem natural (dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, fotossíntese, oxidação da matéria orgânica) ou origem antrópica (despejos domésticos: oxidação da matéria orgânica e industriais: lavagem ácida de tanques). (BRASIL, 2014, p.20)

O pH indica o padrão do lançamento de efluentes nos corpos d'água, o valor elevado de pH podem estar associado à proliferação de algas, em termos gerais considera-se o pH abaixo de 7 como condições ácidas; pH igual a 7 como neutralidade; e pH acima de 7 como condições básicas. (ANA, 2009).

O valor do pH afastado da neutralidade pode afetar a vida aquática (peixes) e dos microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9. (BRASIL, 2006, p.48).

O *Oxigênio Dissolvido (OD)* expressa a qualidade do ambiente aquático e tem essencial importância para os organismos aeróbios. A dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade, organismos fotossintéticos) e antrópicos (introdução de aeração artificial), os teores de oxigênio dissolvido variam conforme os processos físicos, químicos e biológicos. É expresso em mg/l. (ESTEVES, 1998, p.36)

Os valores de OD nos corpos d'água tem a solubilidade variada conforme a altitude e temperatura, valores de OD superiores à saturação são indicativos da presença de algas (fotossíntese), valores de OD bem inferiores à saturação são indicativos da presença de matéria orgânica. (ANA, 2009).

Conforme Brasil (2006, p.50) para a manutenção da vida aquática aeróbia são necessários teores mínimos de Oxigênio Dissolvido de 2 mg/l a 5 mg/l O₂, de acordo com o grau de exigência de cada organismo. Segundo Von Sperling (1996, p.33-34) o Oxigênio Dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, frequentemente utilizados no controle operacional de estações de tratamento de esgotos e na caracterização de corpos d'água.

O parâmetro supracitado está diretamente relacionado à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que corresponde à quantidade de Oxigênio Dissolvido, consumido por microrganismos aeróbicos, necessários para oxidar a matéria orgânica presente na água. O lançamento de cargas orgânicas, no caso, esgotos domésticos provoca altos valores de DBO e,

consequentemente, leva à diminuição do Oxigênio Dissolvido, podendo provocar a mortandade de peixes e outros organismos (ANA⁴², 2009).

O *Nitrogênio* se destaca como elemento de grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização. Ele pode ocorrer na forma de nitrogênio orgânico, amoniacal⁴³, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causam uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (ANA, 2009).

Uma das principais fontes de nitrogênio, nos corpos d'água são os lançamentos de esgotos sanitários lançados nas águas e efluentes industriais como matadouros, frigoríficos e curtumes que liberam nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas. Além disso, os fertilizantes utilizados nas áreas agrícolas também são fontes de nitrogênio. Assim, o lançamento de nitrogênio em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, ocasionando a eutrofização. (ESTEVEZ, 1998).

O *Fósforo*, apresenta-se na forma de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. É um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Originado da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, ocorre pelo lançamento de despejos domésticos (pela presença dos detergentes superfosfatados e matéria fecal) e efluentes industriais, fertilizantes, alimentícias, frigoríficos e lixiviação de criatórios de animais. (ESTEVEZ, 1998, p.86).

Esses parâmetros de qualidade da água são fundamentais para averiguar a situação do recurso hídrico na bacia estudada. Por sua vez, torna-se necessário acompanhar as alterações da qualidade da água com a realização do monitoramento do recurso hídrico, utilizando os parâmetros de avaliação da qualidade da água que sofrem, diretamente, a influência ocasionada pelo uso do solo na bacia. (MARTIN; ARAÚJO, 2013).

Segundo o Art.17 da Resolução CONAMA nº. 357/2005 (Inciso XXV) o monitoramento consiste na medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínuo ou periódico, utilizado para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água.

⁴² <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>

⁴³ A amônia é um importante componente de fertilizantes. Altas concentrações de amônia em águas de superfície, acima de 0,1 mg/l como N, podem ser indicação de contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo, ou do afluxo de fertilizantes. A concentração excessiva de amônia é tóxica para a vida aquática. <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/parametros-analiticos/>

A qualidade das águas é reflexo das atividades humanas existentes na bacia hidrográfica, e, portanto, a identificação dos tipos de uso e cobertura da terra é imprescindível, juntamente com a avaliação das condições das matas ciliares nas APPs que proporcionam um equilíbrio entre a infiltração e o escoamento superficial, além de proteger os recursos hídricos.

2.3 Bacia Hidrográfica e Fontes de Poluição

A noção de bacias hidrográficas inclui naturalmente a existência de cabeceiras de drenagens ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, dentre outros. Portanto, a bacia hidrográfica é a área geográfica que drena as águas para um mesmo local, geralmente um rio e seus afluentes. Suas vertentes são produtoras de água e de sedimentos, estas tem como destino imediato a rede de drenagem, que se encarrega de transportá-la à seção de saída da bacia, através do escoamento superficial (SILVEIRA, 2009, p.41).

Silveira (2009) enfatiza que o leito maior ou zona de inundação dos cursos de água possui um comportamento ambíguo de produção e transporte: “ora de produção, quando os rios estão inicialmente com níveis de água baixos, funcionando esta zona como vertente, ora de transporte, quando os rios estão em cheia, com a zona de inundação usada para escoamento” (SILVEIRA, 2009, p.40).

Segundo a Lei Federal nº. 6.938/1981, da Política Nacional do Meio Ambiente, poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Portanto, a poluição altera as características físicas e químicas dos corpos d'água com a adição de substâncias prejudicando os usos preponderantes das águas (DERÍSIO, 2000). Para Mota (1995) a poluição dos recursos hídricos decorrente do lançamento de resíduos sólidos é uma alteração ambiental que acarreta sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente.

2.3.1 Tipos de Poluição

As fontes de poluição podem ser classificadas em: fonte pontual e fonte difusa. Segundo o Relatório⁴⁴ nº. 40.674, do SIGRH do Estado de São Paulo, as fontes pontuais estão relacionadas a um ponto específico de descarga, considerando a escala de trabalho adotada. Tem-se como principais fontes de poluição pontuais, de acordo com a atividade geradora de poluentes: cargas poluidoras de origem doméstica (pontos de lançamentos de esgotos); cargas poluidoras de origem industrial; disposição de resíduos sólidos domésticos e industriais; e outras fontes (como aterros e lixões de resíduos sólidos domésticos ou industriais desativados). (Relatório nº. 40.674, p.161).

A poluição difusa provém de atividades que depositam poluentes de forma esparsa, podendo chegar aos corpos d'água de forma intermitente, associada aos períodos de chuvas. Algumas fontes de poluição difusa são: Saneamento in situ (lançamentos diretos em drenagens ou solo, fossas negras, fossas secas e até mesmo sépticas); atividades agrícolas; dentre outras. (RELATÓRIO nº. 40.674, p.178). Tem-se diversas formas de poluição em função do tipo de poluentes, são elas: poluição física, química, físico-química, bioquímica, biológica e radiativa. (DERÍSIO, 2000).

Conforme Derísio (2000, p.20) a poluição das águas se origina basicamente de quatro tipos de fontes:

Poluição natural: causada pelas chuvas e escoamento superficial; salinização; e decomposição de vegetais e animais mortos.

Poluição Industrial: são os resíduos líquidos gerados nos processos industriais, as principais indústrias poluidoras são a de papel e celulose; refinaria de petróleo; usinas de açúcar e álcool; siderúrgica e metalúrgicas; químicas e farmacêuticas; abatedouros e frigoríficos; têxteis; e curtumes.

Poluição urbana: proveniente dos habitantes da cidade, por exemplo, os esgotos domésticos, lançados direta ou indiretamente nos corpos d'água.

Poluição agropastoril: decorrente de atividades ligadas à agricultura e pecuária através de defensivos agrícolas; fertilizantes; de excrementos de animais e de erosão.

A poluição causa uma externalidade negativa ou um custo externo, como exemplifica TUCCI (p.372) em relação à poluição causada por uma fábrica, em que o efeito colateral do empreendimento atinge os usuários da água do trecho fluvial à jusante da emissão. Assim, o

⁴⁴<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6980/cap7pg161a206.pdf>

problema de poluição das águas deve ser considerado conforme os seus usos preponderantes (DERÍSIO, 2000, p.21).

Quando o recurso hídrico encontra-se poluído há uma restrição do seu uso, ou seja, há restrição aos usos nos quais é exigida e necessária uma qualidade melhor da água, tal como o abastecimento público. A ANA (2018) destaca que o principal causador de problemas de qualidade da água no Brasil é o lançamento de esgotos, principalmente sem tratamento.

Um dos grandes problemas de degradação ambiental é a poluição difusa através do carreamento de resíduos de agrotóxicos e outros produtos químicos, utilizados nas atividades agropecuárias.

A poluição hídrica ocorre por vários meios, através da poluição natural causada pelas chuvas e escoamento superficial devido à supressão da vegetação, que ocasiona processos erosivos e interfere na qualidade da água, a poluição industrial que acarreta os resíduos líquidos gerados na indústria, a poluição urbana que são os resíduos sólidos e efluentes domésticos provenientes da população, e a poluição agropastoril decorrente de atividades ligadas à agricultura e pecuária (MOTA, 1999, DERÍSIO, 2012).

Em relação à diluição e depuração em corpos hídricos Tucci et al. (2009) afirma que a água é usada como um meio de transporte dos resíduos gerados pelas atividades humanas.

O lançamento contínuo de resíduos oxidáveis na água pode promover uma demanda acelerada de oxigênio, para sua oxidação biológica, eventualmente superior à taxa de reoxigenação. Sob este desequilíbrio esgota-se o oxigênio e perecem as formas de vida dele dependentes, incluindo peixes. Também cessa o processo de degradação aeróbico e em seu lugar surgem condições anaeróbicas, as quais geram alterações substanciais no ecossistema, caso persista o desequilíbrio. Estas alterações são percebidas como poluição, mas representam unicamente uma adaptação às condições vigentes, sendo que o processo de degradação anaeróbica dos resíduos continua até estabelecer um novo equilíbrio (Tucci, 2009, p.738).

Numa perspectiva global, a bacia hidrográfica é uma unidade básica de gestão, e “a unidade geográfica para o planejamento, avaliação e controle dos recursos hídricos deve ser a bacia hidrográfica” (MOTA, 1995, p. 161). Assim, a bacia hidrográfica torna-se, conforme a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRS), unidade territorial para a preservação dos recursos hídricos, pois, as atividades desenvolvidas nela têm influência em todos seus compartimentos.

A qualidade da água deve ser preservada, de maneira que satisfaça às exigências de saúde pública, as normas e padrões de qualidade que variam conforme os seus diferentes usos (abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais,

preservação da fauna e flora, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação, e diluição de despejos).

2.4 Uso e Cobertura da terra

A delimitação da área de estudo por bacia hidrográfica se deve pelo fato dela ser considerada uma eficiente unidade de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, esse caráter integrador, proporciona uma visão ampla das mudanças introduzidas pelo homem e as respostas da natureza sejam por meio da erosão de solos, movimentos de massas ou enchentes, cujos processos devem ser acompanhados com monitoramento que levam à compreensão de uma natureza integrada (GUERRA; CUNHA, 2000, p.376).

Segundo o IBGE (2013), o levantamento da cobertura e do uso da terra busca identificar a distribuição geográfica da tipologia de uso e identificar os padrões homogêneos da cobertura terrestre. Através dos levantamentos de Uso e Cobertura da terra tem-se os subsídios para as análises e para avaliação dos problemas ambientais, provenientes dos desmatamentos, do processo de urbanização, da presença de indústrias, dentre outros.

O uso da terra está associado às atividades conduzidas pelo homem, com vistas a obter produtos e benefícios, através da exploração e do uso dos recursos naturais. Portanto, está diretamente relacionado às atividades socioeconômicas, como a agricultura, pecuária, produção do espaço urbano e áreas protegidas definidas por instrumentos legais específicos.

Já a cobertura da terra é definida através dos elementos da natureza como a vegetação (natural ou plantada), a água, gelo, rocha nua, areia, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra (IBGE, 2013).

Assim, tem-se a organização da nomenclatura para o levantamento da Cobertura e do Uso da terra, em três níveis hierárquicos, comportando desdobramentos para níveis de maior detalhe, dependendo da escala de trabalho. Portanto, tem-se as Áreas Antrópicas (não agrícolas e agrícolas), Áreas Naturais (florestal e campestre) e Outras Áreas (áreas descobertas). (IBGE, 2013).

As áreas antrópicas não agrícolas (áreas urbanizadas, áreas urbano-industrial, áreas de mineração) são áreas urbanizadas, industriais, comerciais, redes de comunicação e áreas de extração mineral. Já as áreas antrópicas agrícolas (cultura temporária, cultura permanente, pastagem, silvicultura) são todas as terras cultivadas, utilizada para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. (IBGE, 2013).

As áreas de vegetação natural são subdivididas em florestal, que consiste de formações arbóreas com porte superior a 5 m, incluindo-se aí as fisionomias da Floresta Densa, da Floresta Aberta, da Floresta Estacional, Floresta Ombrófila Mista e a subdivisão campestre que se caracteriza por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso, incluídas nessa categoria as Savanas, Estepes, Savana-Estépica, Formações Pioneiras e Refúgios Ecológicos (IBGE, 2013).

O uso e cobertura da terra são fatores determinantes sobre a qualidade das águas na bacia. As relações entre uso do solo e as águas são demonstradas por BONNET et al. (2008, p.312) que relacionou os indicadores de qualidade da água, às diversas métricas de paisagem e ao uso do solo, de maneira, que poderá avaliar a intensidade das alterações antrópicas no âmbito da bacia hidrográfica.

As alterações dos tipo de uso e cobertura da terra, por exemplo, a conversão de florestas para uso agrícola ou urbano estão associadas à diminuição da qualidade da água (TUCCI, 2000). Portanto, é necessário relacionar as condições da cobertura vegetal ou o efeito da vegetação e da paisagem na zona ripária com as variáveis de qualidade da água, conforme o seu uso preponderante, de modo a, subsidiar os instrumentos de planejamento e de uso do solo na bacia (BONNET et al., 2008, p.313).

Assim, a degradação da mata ciliar ocasiona impactos no ciclo da água e repercute em toda a bacia, afetando a diversidade biológica e a interação entre os seres vivos. Portanto, deve-se fazer a conservação dessa vegetação, com vistas ao desenvolvimento sustentável, este conceito, tão difundido, engloba a visão de conjunto do uso da terra, com vista à preservação, conservação e justiça ambiental, pois, a desigualdade e os desequilíbrios sociais contribuem para a degradação ambiental (IBGE, 2013, p.36).

2.5 Material em Suspensão Total: Standard Methods⁴⁵

Conforme Tundisi (1997), a partir do estudo do Material em Suspensão Total - MST é possível determinar a quantidade de partículas vivas e mortas de várias origens presentes na coluna d'água. Os sólidos voláteis representam, portanto, uma estimativa da matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos não voláteis (fixos) representam a matéria inorgânica ou mineral.

Este processo (Figura 16) demandou tempo, pois foram exigidos os seguintes passos:

⁴⁵ https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf

- 1º) Com um lápis de grafite, enumerar os filtros de fibra de vidro;
- 2º) Colocá-los para calcinar no forno mufla por 4 horas a 480° C.;
- 3º) Deixá-los no dessecador por 2 horas para resfriar em temperatura ambiente;
- 4º) Pesá-los na balança analítica de precisão (com 4 casas decimais), etiquetá-los e armazená-los no congelador.

Após a realização do trabalho de campo nas seções, utilizando as amostras de água foi realizado:

- 5º) Filtragem das amostras de água, em duplicata, no cilindro graduado, conforme o volume possível a ser filtrado com o uso do filtro de fibra de vidro previamente pesado;

Figura 16. Obtenção do Material em Suspensão (forno Mufla (a), dessecador (b), pesagem (c), filtragem (d))



Fonte: Autora, 2018.

- 6º) Após a filtragem da amostra, foi realizada a secagem dos filtros de fibra de vidro na estufa por 24 horas a 100°C.

- 7º) Os filtros foram retirados e colocados no dessecador para que esfriassem, por 4 horas e depois pesados.

8º) Assim, os filtros foram calcinados novamente e secados no dessecador. Após esfriá-los por 4 horas, os mesmos foram pesados.

Após os procedimentos da metodologia adequada para a realização das filtrações, foi realizado o cálculo para saber a diferença entre os pesos dos filtros secos e pesados antes e depois da filtração.

Para determinar o Material em Suspensão Total (MST) foi utilizada a fórmula, em que o P2 é o filtro com o material retido na filtração após secagem a 100°C; P1 é o peso do filtro calcinado a 470°C; e o V é o volume da amostra filtrada em litros:

Equação 1. Material em Suspensão Total

$$[\text{MST}] \text{ mg/l} = \text{P2-P1/V}$$

Para determinar o material inorgânico (MI) é necessário realizar a diferença da média do (P1) peso do filtro calcinado sem material e P1R que é a amostra réplica; e a média do (P3) filtro com o material filtrado depois de calcinado a 470°C em mg/l com a sua P3R amostra replica, multiplicar por 100 e por fim dividir pelo MST.

Equação 2. Material inorgânico

$$\text{MI \%} = (\text{P1+P1R}) / 2 - (\text{P3+P3R}) / 2 * 100 / \text{MST}$$

Por fim, para determinar o material orgânico calcula-se a diferença da média do P2 peso do filtro com material filtrado depois de seco a 100°C em mg/l e a sua réplica, com a média do P3 peso do filtro com material filtrado depois de seco a 100° e sua réplica, multiplica-se por 100 e divide-se pelo MST.

Equação 3. Material orgânico

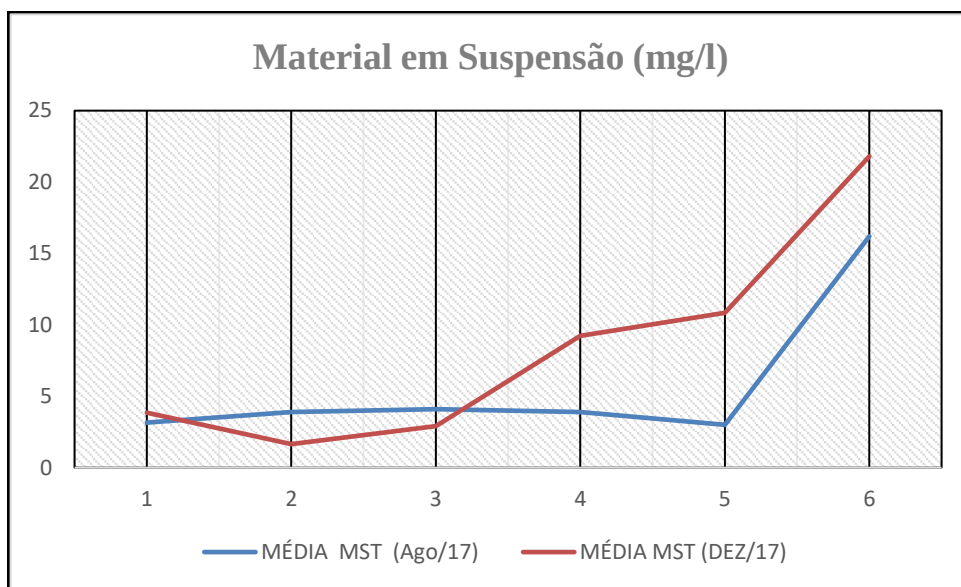
$$\text{MO\%} = (\text{P2+P2R}) / 2 - (\text{P3+P3R}) / 2 * 100 / \text{MST}$$

A diferença de pesos permite conhecer a massa seca total do material em suspensão total em um volume filtrado correspondente. O conteúdo total de minerais pode ser obtido através da determinação do teor de cinzas. Durante o processo de incineração, toda a matéria orgânica é destruída, sendo transformada em CO₂. Dessa maneira, a massa total de matéria orgânica de uma amostra pode ser facilmente calculada, subtraindo-se a massa de cinzas obtida com a amostra seca (Paranhos, 1996).

Foi realizado o cálculo do material em suspensão e do percentual de material inorgânico e material orgânico em duplicata nos filtros de cada seção. Tem-se o Gráfico 1

referente ao material em suspensão das amostras filtradas nos meses de agosto e dezembro de 2017.

Gráfico 1. Material em Suspensão



Com base no Gráfico 1, observa-se o aumento do material em suspensão no mês de dezembro nas seções 4, 5 e 6, no mês de agosto houve uma constância do material em suspensão com um aumento considerável na seção 6.

Diante dessas análises, pode-se observar que o MST é elevado nos pontos após a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, no mês de dezembro.

2.6 Fósforo Total, Fósforo Total Dissolvido, Ortofosfato e Amônia

O Fósforo (P) e o Nitrogênio (N) nas suas diferentes composições, são indicadores de nutrientes que potencializam a eutrofização dos corpos d'água, causando consequências em termos de alterações ambientais. A Amônia (NH_3), o nitrato e nitrito na água são indicadores de poluição. (TUCCI; MENDES, 2006).

Diante disso, aferimos as concentrações de fósforo total, fosforo total dissolvido, ortofosfato e amônia nas amostras dos cursos d'água: Córrego Sete de Setembro e Ribeirão Vai-e-Vem. Seguimos a metodologia utilizada no laboratório TIE, da FCT-UNESP.

Para obtenção do Fósforo Total (PT) e Fósforo Total Dissolvido (PTd) foram utilizados os mesmos procedimentos laboratoriais, com as seguintes adequações: para análise do PT utilizam-se as amostras não filtradas e para o PTd utilizam-se as amostras filtradas.

Inicialmente, as vidrarias foram lavadas com a solução sulfocrômica e enxaguadas várias vezes com água destilada. Utilizamos 26 tubos de ensaios, pois foi realizada a duplicata de cada amostra dos 6 pontos de monitoramento dos dois trabalhos de campo realizados em Agosto e Dezembro de 2017, juntamente com os tubos “brancos” (Figura 17).

Figura 17. Tubos de ensaios com a solução na amostra (a), e o agitador de tubos (b).



Fonte: autora, 2018.

Foi colocado um volume de 30 ml de cada amostra nos tubos de ensaio (duplicata) e adicionados 3,0 ml da solução saturada de Persulfato de potássio preparada na hora. Os tubos foram tampados com papel alumínio para não entrar vapor e contaminar, em seguida foram agitados no agitador de tubos e autoclavados a 120°C e 1Atm. de pressão por 40 minutos (Figuras 18).

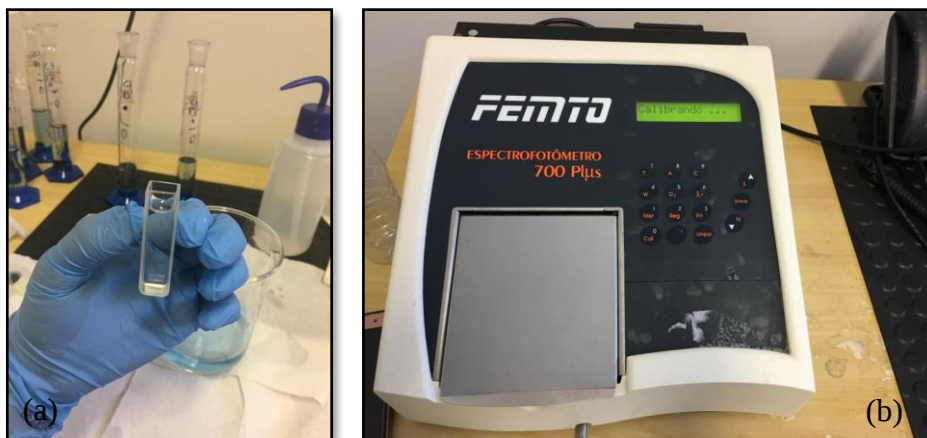
Figura 18. Autoclave (a) e tubos (b) com as amostras dentro.



Fonte: autora, 2018.

Após resfriados em temperatura ambiente foram adicionados 3,0ml de reagente misto (preparado na hora), novamente os tubos foram agitados e deixamos de repouso por 30 minutos. Por fim, utilizamos a cubeta de 5cm de passo óptico juntamente com o espectrofotômetro (calibrado) realizamos a leitura a 882nm (Figura 19).

Figura 19. Cubeta óptica (a) e espectrofotômetro (b).



Fonte: autora, 2018.

Para obtenção da absorbância do Ortofosfato, o procedimento consistiu na lavagem do material com a solução sulfocrômica (trata-se de uma solução ácida, constituída por ácido sulfúrico e dicromato de potássio), foram colocados 30 ml de cada amostra nos tubos de ensaio (duplicata/réplica) e adicionados 3,0 ml do reagente misto. Os tubos foram agitados e ficaram em repouso por 30 minutos. Após, foi realizada a leitura a 882 nm com a utilização da cubeta e do espectrofotômetro.

Para obtenção da Amônia foram utilizados 35 ml de cada amostragem nas provetas com tampas, inclusive com amostra “branca”. Realizamos a pipetagem (com o auxílio da pipeta volumétrica) de 1,0ml da solução de citrato de sódio, 1,0 ml da solução de fenol e 1,0 ml da solução diluída de hipoclorito (Figura 20).

Figura 20. Pipetagem com a pera de sucção (a) e provetas prontas para a leitura óptica (b).



As provetas foram tapadas, agitadas e ficaram em repouso por 3 horas em local escuro. Após isso, foram realizadas as leituras em cubeta de passo óptico no comprimento de onda de 630 nm.

Após a obtenção dos dados das variáveis de qualidade da água foram utilizados o Software livre R⁴⁶ 3.4.3 com as funções *princomp* e *prcomp*, e o Software Statística 7 para aplicar a Análise de Componentes Principais (ACP⁴⁷), com os autovalores da matriz de covariância, que permitiram analisar as variáveis e correlacioná-las.

2.7 Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (ACP) ou Principal Components Analysis (PCA) é uma ferramenta da estatística multivariada que permite diminuir a dimensionalidade da matriz de dados, facilitando a sua visualização e compreensão. É muito utilizada em dados no contexto da hidrologia ambiental, especificamente na análise de qualidade de água (PINTO, 2011, p.71-73).

⁴⁶ <https://www.r-project.org/>

⁴⁷ <https://ocefpaf.github.io/python4oceanographers/blog/2014/12/01/PCA/>

A análise estatística multivariada permite o estudo das amostras e distribuição multidimensionais, ou seja, são métodos estatísticos apropriados para estudos em que várias variáveis são consideradas simultaneamente. Por exemplo, com a técnica de avaliação da interdependência tem-se o estudo das relações de um conjunto de variáveis entre si, através da análise de agrupamento ou dos componentes principais (SOUZA, 2012).

A ACP procura explicar a estrutura de variâncias e covariâncias, através de poucas combinações lineares das variáveis originais. Tem como objetivo reduzir os dados, colocá-los numa forma mais adequada para análise, evidenciar as tendências e facilitar sua interpretação, sendo utilizada no ajustamento de um subespaço a uma nuvem de pontos. (SOUZA, 2012).

Segundo CRUZ (1990) o uso da técnica de componentes principais pode atender os seguintes propósitos:

- i) examinar as correlações entre caracteres estudados;
 - ii) resumir um grande conjunto de caracteres em outro menor e de sentido biológico;
 - iii) avaliar a importância de cada caracter e promover a eliminação daqueles que contribuem pouco, em termos de variação, no grupo de indivíduos avaliados;
 - iv) construir índices que possibilitem o agrupamento de indivíduos; e
 - v) permitir o agrupamento de indivíduos com o mais alto grau de similaridade,
- Mediante exames visuais em dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional.

Na caracterização da qualidade dos recursos hídricos podem ser utilizados um grande número de indicadores, e estes, por sua vez estão fortemente correlacionados, dificultando o entendimento de suas inter-relações, com reflexos na tomada de medidas de manutenção e recuperação da qualidade. Dessa forma utiliza-se os métodos de estatística multivariada que permitem a redução do número de dados necessários ao entendimento dos processos estudados, permitindo a extração de informações que serão úteis na avaliação e gestão da qualidade de águas superficiais (PINTO, 2011, p.73).

A aplicação da ACP para análise das variáveis da qualidade da água se faz importante por reduzir o número de indicadores, selecionando os mais determinantes para as variações das características dos ambientes estudados. Além disso, há uma grande variação no tempo e no espaço dos indicadores físicos, químicos e biológicos que caracterizam a qualidade das águas, sendo necessário, conforme Pinto, um programa de monitoramento sistemático para a melhor compreensão da variação espacial e temporal da qualidade das águas superficiais” (PINTO, 2011, p.13).

CAPÍTULO 3 AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM E CÓRREGO SETE DE SETEMBRO

Neste t3pico s3o apresentadas as bacias hidrogr3ficas da 3rea de estudo, bem como, a sua localiza33o e import3ncia. Inicialmente abordamos a bacia hidrogr3fica do Ribeir3o Vai-e-Vem e posteriormente enfatizamos seu afluente – o C3rrego Sete de Setembro por sua localiza33o em rela333o 3 malha urbana e por potenciais fontes de polui33o, localizadas em sua bacia.

3. Localiza33o e Import3ncia da Bacia Hidrogr3fica do Ribeir3o Vai-e-Vem

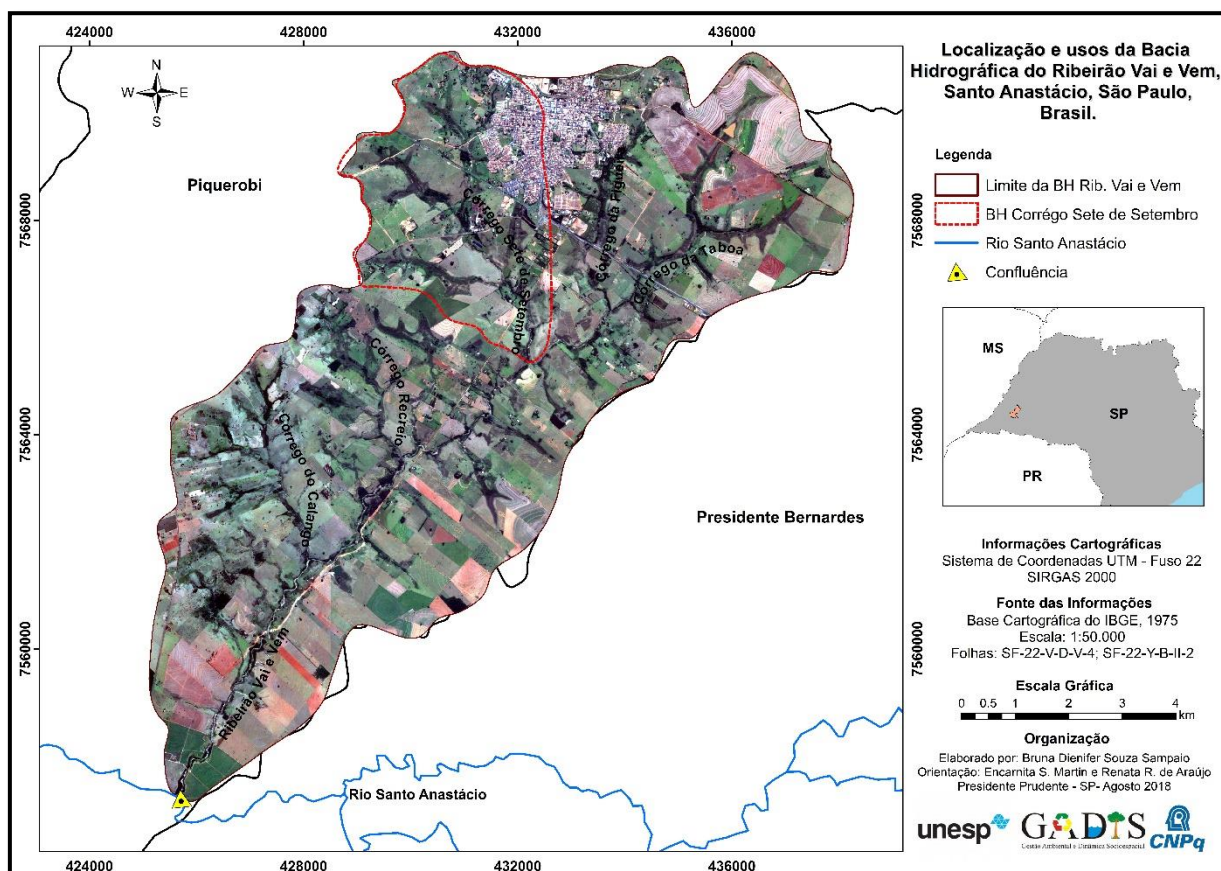
A bacia hidrogr3fica do Ribeir3o Vai-e-Vem, localiza-se no munic3pio de Santo Anast3cio, no Oeste Paulista (Mapa 5). Tem import3ncia porque a malha urbana est3 localizada em sua bacia e sua qualidade 3 importante, tanto do ponto de vista da qualidade ambiental urbana, quanto do ponto de vista paisag3stico.

Conforme a entrevista realizada na SABESP do munic3pio de Santo Anast3cio, o Ribeir3o n3o 3 utilizado como manancial de abastecimento, pois a cidade de Santo Anast3cio se utiliza de po3os subterr3neos. S3o utilizados 11 po3os com a profundidade m3dia de 140 metros, al3m dos 19 po3os particulares na cidade. (Informa33o obtida na entrevista na SABESP).

Para Criado (2012, p.4) o crescimento desordenado dos centros urbanos, em sua maioria est3 localizado pr3ximo aos recursos h3dricos, ocasionando problemas ambientais.

A interven33o humana no meio ambiente, na maioria das vezes tem sido devastadora, desmatando, contaminando a 3gua, degradando os solos, destruindo a fauna e extraindo recursos naturais de maneira predat3ria. Um agravante neste contexto 3 o crescimento desordenado dos centros urbanos, que em sua maioria est3o localizados pr3ximos aos recursos h3dricos. Estes centros utilizam os recursos h3dricos para abastecimento e gera33o de energia, assim como para descarga de efluentes, o que agrava ainda mais a situa33o ambiental.

Mapa 5. Localização e usos da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, município de Santo Anastácio /SP, com destaque para a sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.



Segundo Barreto (2006, p.67) ocorreu o desmatamento das florestas e matas ciliares na bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, com vistas ao desenvolvimento da agropecuária, sem qualquer preocupação com os recursos naturais, resultando em problemas ambientais. Na área rural havia o problema ambiental de queimadas e enterramento de resíduos, ocasionando a poluição causada por resíduos sólidos produzidos nas propriedades. Em trabalho de campo, entrevista com os proprietários rurais e segundo a Secretária da Agricultura e Meio Ambiente de Santo Anastácio, esse problema ainda ocorre pois não existe coleta de lixo nas áreas rurais, muitas vezes os proprietários queimam ou enterram seus resíduos. Já, as embalagens de agrotóxicos são entregues nas campanhas de arrecadação que ocorrem na cidade.

Além disso, foram evidenciados outros problemas ambientais na bacia hidrográfica, como: atividade agropecuária praticada de forma degradadora, provocando problemas de erosão no solo e assoreamento dos córregos. Além disso, a retirada da vegetação e das matas ciliares, leva à desproteção do solo e dos cursos d'água, podendo levar à instalação de processos erosivos que, na região, devido ao fato dos solos serem muito vulneráveis, evoluem rapidamente para sulcos e voçorocas. O manejo do rebanho bovino realizado de maneira inadequada, em que os animais se deslocam até os cursos d'água para saciarem a sede, intensifica o assoreamento dos córregos, através de processos erosivos exógenos.

3.1 Córrego Sete de Setembro

O processo de urbanização que ocorreu na bacia hidrográfica do Córrego Sete de Setembro é enfatizado por Santos (1998). Segundo o autor, houve uma falta de planejamento na implantação do bairro Vila Esperança, em Santo Anastácio, que ocorreu a partir da ocupação irregular com moradias construídas às margens do córrego e dentro de APPs, de maneira que afetou a qualidade de vida da população por conta das consequências negativas no meio ambiente. Conforme Santos (1998, p.66),

O córrego passa a céu aberto por seis pequenas áreas, com aproximadamente 500 metros, até desaguar no Córrego Sete de Setembro, que deságua no Ribeirão Vai-e-Vem, e deste chega ao Rio Santo Anastácio. Por todo esse trajeto, recebe em seu leito os mais variados tipos de dejetos, seja do lixo doméstico e esgoto sanitário na Vila Esperança e arredores, às descargas dos rejeitos no frigorífico existente no município. Quando ainda é Córrego Sete de Setembro, suas águas apresentam um péssimo aspecto e cheiro, principalmente após atravessar o referido frigorífico. Apesar de ainda ser poluído, seu aspecto melhora um pouco mais abaixo, quando este deságua no Ribeirão Vai-e-Vem, que também já vem com a qualidade de suas águas comprometidas, para posteriormente juntar-se ao Rio Santo Anastácio, e buscar a aproximadamente 85 quilômetros abaixo seu leito definitivo de água doce no Rio Paraná.

Neste trecho, Santos (1998, p.60) ressaltou o caminho que o rio percorria até chegar ao seu destino final, em todo o trajeto o rio recebia vários dejetos (resíduos sólidos) que comprometem a qualidade de suas águas. Principalmente, no Córrego Sete de Setembro próximo à Vila Esperança no município de Santo Anastácio. Atualmente, o município possui esgoto tratado que atende todos os bairros, porém o que pode se notar nos trabalhos de campo é que existe descarte inadequado de resíduos sólidos e entulhos na área urbana e nas margens do córrego Sete de Setembro. Além disso, há resíduos que chegam nas galerias pluviais e pelo carreamento pela água das chuvas.

3.2 Uso do Solo na Bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem

O mapeamento do uso e cobertura da terra é importante para entender o espaço geográfico, principalmente, na unidade espacial, bacia hidrográfica, conforme disposto pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

Sendo assim, o uso da geotecnologia é uma importante ferramenta, bem como o Manual do Uso e Cobertura da Terra (IBGE, 2013) como bases que demonstram essa dinâmica da relação homem e meio. Alguns tipos de uso da terra ocasionam degradação ambiental, visto que causam consequências negativas ao meio ambiente, como por exemplo, o desmatamento ou retirada da vegetação para plantio de outras culturas ou mesmo para as atividades de pastagem, que ocasiona problemas de erosão, que por conseguinte, levam ao assoreamento dos canais fluviais (SAMPAIO, 2015).

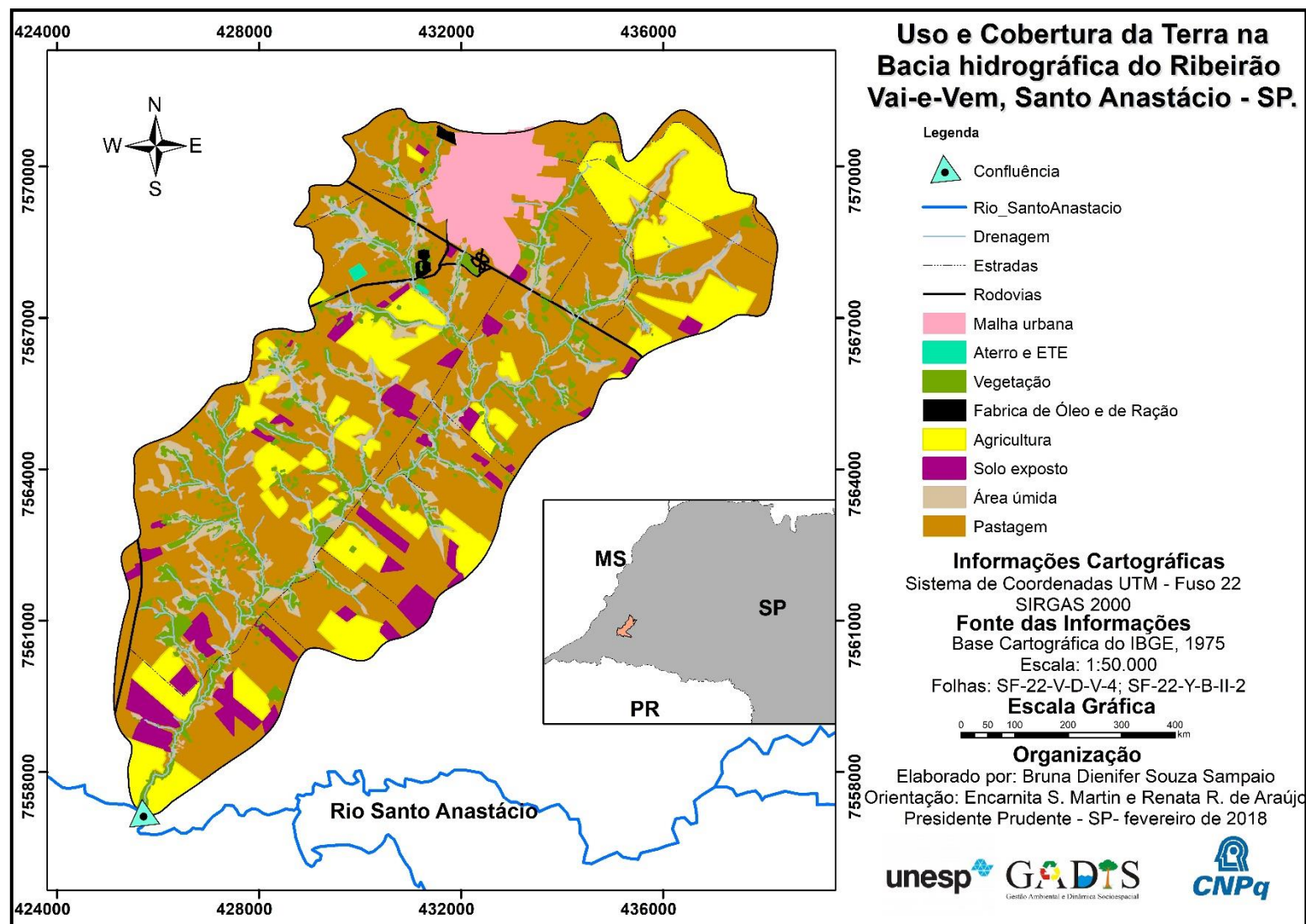
Para Santos (2013) é difícil distinguir o que é uso ou cobertura da terra, pois estão intrinsecamente ligados. Porém, no Manual do Uso da terra do IBGE (2013) tem-se essa distinção, já explicada no tópico (2.2) deste trabalho.

O uso da terra está associado às atividades com vistas a obter produtos e benefícios da natureza e a cobertura da terra está atrelada aos elementos da natureza juntamente com as construções criadas pelo homem. (IBGE, 2013).

Através da interpretação das imagens de satélite e do uso de ferramentas de geoprocessamento, torna-se possível trabalhar com informações atualizadas, uma vez que há imagens atuais disponíveis, captadas por diferentes satélites. A interpretação das imagens deve ser feita com base em critérios pré-definidos, para se evitar avaliações equivocadas e subjetivas por parte do pesquisador, que deverá ter um aparato teórico-metodológico para distinguir as diferentes feições no relevo, de modo a compreender as consequências das formas de ocupação na bacia hidrográfica e realizar a sua contribuição para a recuperação e conservação ambiental da área.

Com base nisso, elaborou-se o Mapa 6 do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem.

Mapa 6. Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, em Santo Anastácio.



Para a elaboração do Mapa 6 foram definidas classes de uso e cobertura da terra: malha urbana; aterro de lixo; Estação de Tratamento de Esgoto; Fábrica de óleo e de suplementos de nutrição animal; e Agricultura e a Pastagem. Além disso, tem-se o solo exposto e a vegetação remanescente/natural. Através da tabela de atributos, foram realizados cálculos no software ArcGis e obtiveram-se os valores de km² e porcentagem das classes.

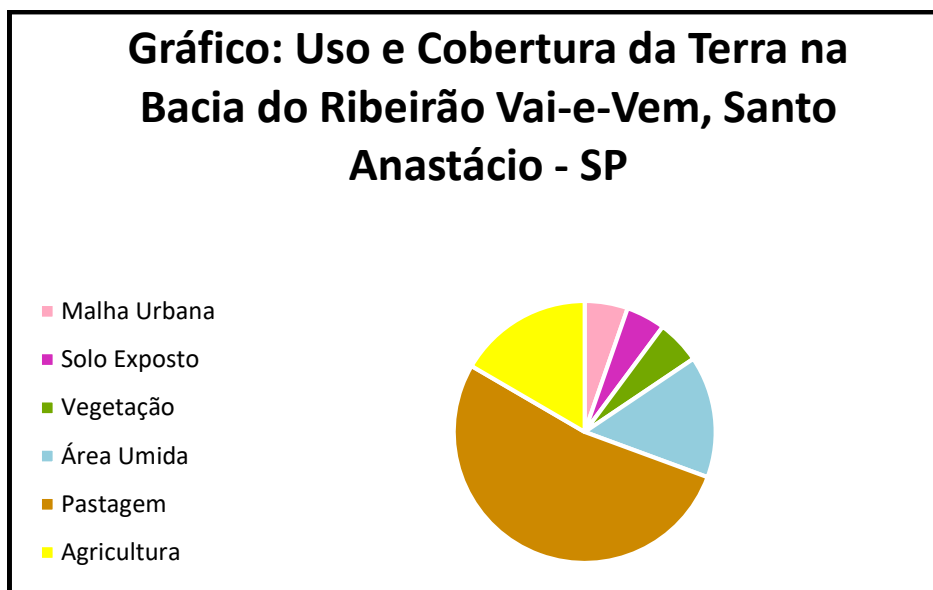
De acordo com a Tabela 2, constatou-se predominância do uso pastagem que compreende 52,7% da área total da bacia hidrográfica, seguido da agricultura (16,6%). Em relação às áreas fundamentais para garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, tem-se 15% da área total da bacia hidrográfica composta por áreas úmidas. Estas áreas são periodicamente inundadas e é o local onde ocorre o afloramento dos aquíferos, além de abrigar flora e fauna específicas deste ambiente de várzea.

Tabela 2. *Uso e Cobertura da Terra e suas respectivas áreas percentuais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, Santo Anastácio – SP.*

Classes	Km ²	% na Bacia Hidrográfica
Malha Urbana	4,68	5,3
Solo Exposto	4,25	4,8
Vegetação	4,75	5,4
Área Úmida	13,23	15
Pastagem	46,42	52,7
Agricultura	14,60	16,6
Área Total da Bacia hidrográfica	87,95	100

Através do Gráfico 2 é mais fácil de visualizar o percentual predominante das classes de uso da terra definidas, conforme as cores padronizadas pelo Manual Técnico de Uso da Terra - IBGE. Consideramos também o percentual (15%) de áreas úmidas na bacia hidrográfica e o seu importante papel.

Gráfico 2. Uso e cobertura da terra na Bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, Santo Anastácio, SP.



Fonte: autora, 2018.

Junk e Piedade (2015, p.22) enfatizam sobre a classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras, seus macrohabitats e suas definições.

Áreas Úmidas (AUs) são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica.

Segundo os autores, nesta definição tem-se a “inclusão de todos os tipos de áreas úmidas, permanentes e temporárias. Isso atribui às AUs a posição de recursos hídricos, o que valoriza os múltiplos benefícios destes ecossistemas para o homem”. Assim,

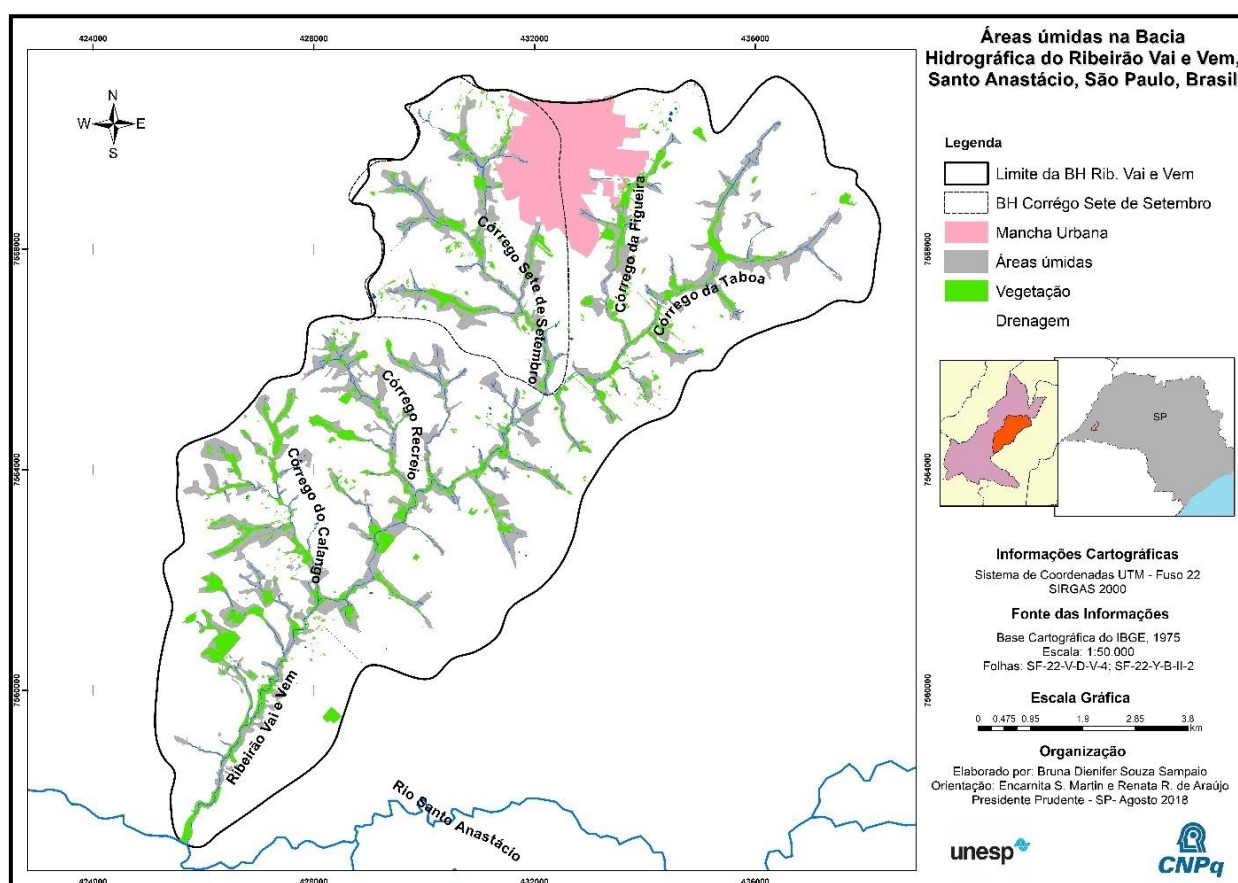
A extensão de uma AU é determinada pelo limite da inundação rasa ou do encharcamento permanente ou periódico, ou no caso de áreas sujeitas aos pulsos de inundação, pelo limite da influência das inundações médias máximas, incluindo-se aí, se existentes, áreas permanentemente secas em seu interior, habitats vitais para a manutenção da integridade funcional e da biodiversidade das mesmas. Os limites externos são indicados pelo solo hidromórfico, e/ou pela presença permanente ou periódica de hidrófitas e/ou de espécies lenhosas adaptadas a solos periodicamente encharcados.

Conforme o Código Florestal Brasileiro – Lei Federal nº. 12.651 (2012), Artigo 3º, Inciso XXV as “áreas úmidas: são pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”. Essas áreas (Mapa 7) tem importante papel ambiental, pois é nelas que encontram-se nascentes difusas, muito comuns na área pesquisada. Portanto, as áreas úmidas proporcionam

benefícios e serviços ambientais como a estocagem de água, limpeza de água, recarga do lençol freático, regulação do clima local, manutenção da biodiversidade, regulação dos ciclos biogeoquímicos inclusive estocagem de carbono, dentre outros. Pelo fato de estarem expostas, as áreas úmidas ficam mais vulneráveis ao tipo de uso da terra.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem observou-se, a partir de imagens de satélites e de trabalhos de campo, a ocorrência de vegetação e áreas úmidas, o que indica a presença de lençóis aflorantes e que, portanto, são vulneráveis à poluição e contaminação (Mapa 7). O mapa 7 foi elaborado a partir da vetorização das classes nas imagens de satélite e trabalhos de campo em pontos específicos na bacia.

Mapa 7. Vegetação e Áreas úmidas na Bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem.



Através dos cálculos⁴⁸ na tabela de atributos do ArcGis, obteve-se as seguintes porcentagens: vegetação natural ou remanescentes tem-se 5,4%, seguido da malha urbana que compreende 5,3% e o solo exposto com 4,8% do total da bacia hidrográfica.

⁴⁸ Os cálculos foram obtidos através da soma da área de cada shape (em km²) que foram transformados em porcentagens.

3.2.1. Áreas de Preservação Permanente e sua vegetação

Com respeito às Áreas de Preservação Permanentes, do total de 45,25km², 88,8% (40,19km²) das áreas de APP, não possuem vegetação. Observa-se na Tabela 3 a predominância do uso pastagem (78,96%) nas APPs, seguido de 10,49% das APPs com vegetação e 7,42% de agricultura.

Tabela 3. *Uso e Cobertura nas Áreas de Preservação Permanente.*

Total de APP	Km ²	% na Bacia Hidrográfica
	45,25	100
Vegetação na APP	4,75	10,49
Solo exposto na APP	0,25	0,55
Agricultura na APP	3,36	7,42
Área urbana na APP	1,13	2,49
Pastagem	35,73	78,96

Fonte: autora, 2018.

Os imóveis rurais que possuem áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais e no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, deverá obrigatoriamente realizar sua recomposição, conforme as faixas marginais definidas, de acordo com a área do imóvel e seu módulo fiscal, além de continuar a manutenção de suas atividades (Lei nº 12.651, 2012, Art.61^a – incluído pela Lei nº. 12.727/2012):

§ 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 2º Para os imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 8 (oito) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 3º Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 4º Para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais:

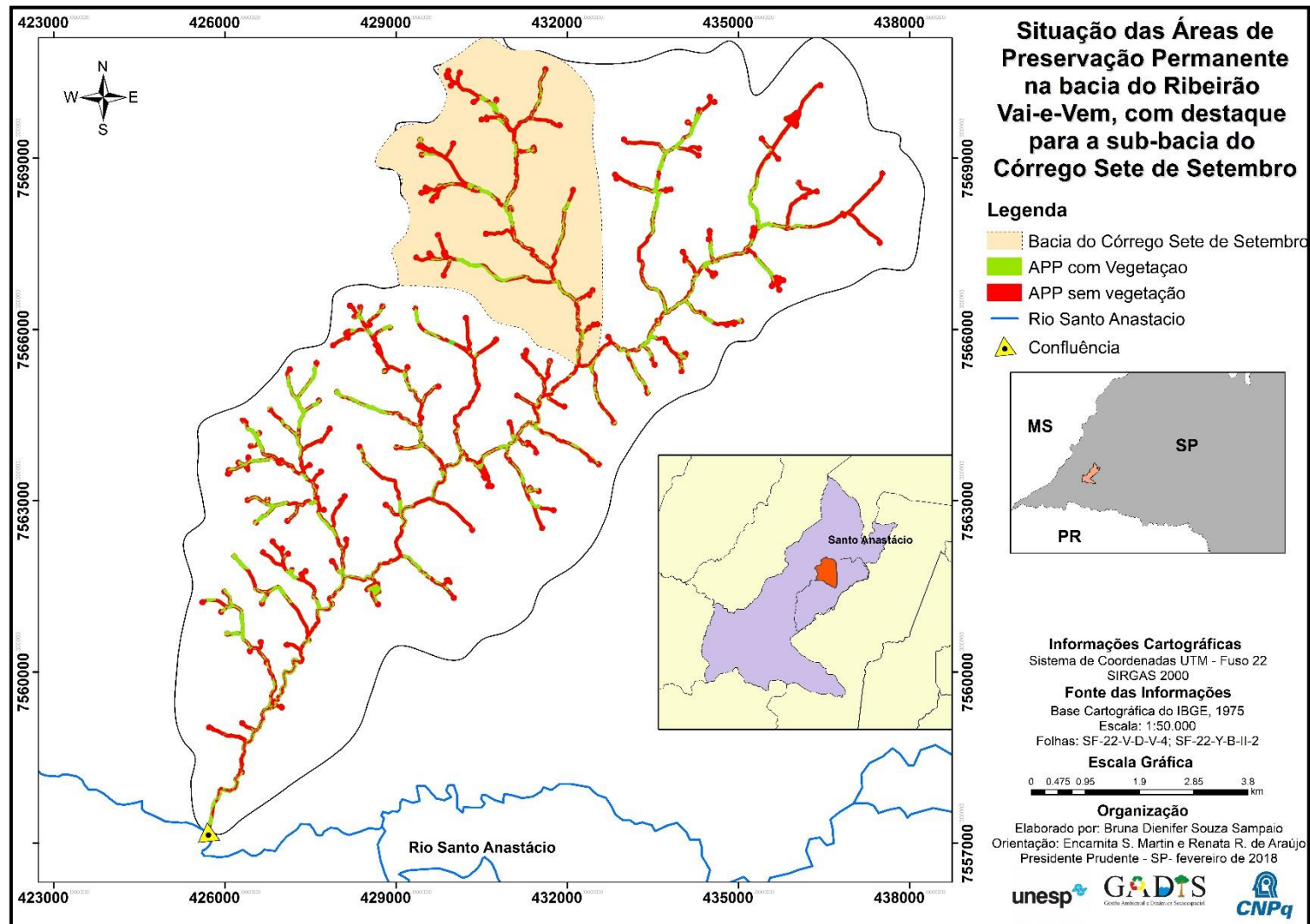
I - (VETADO); e II - nos demais casos, conforme determinação do PRA, observado o mínimo de 20 (vinte) e o máximo de 100 (cem) metros, contados da borda da calha do leito regular.

Foi verificado que a maioria dos cursos d'água da bacia possuem largura inferior a 10 metros, por tal razão optou-se por gerar o buffer⁴⁹ (no software ArcGis) das APPs de 30 metros em cada margem do curso d'água e 50 metros de raio no entorno das nascentes, o que pode ser observado no mapa 8.

Verificou-se que houve expressiva retirada/destruição da vegetação nas APPs, principalmente nas áreas de nascentes, o que leva à desproteção e degradação dos cursos d'água. A retirada da vegetação geralmente tem como razão, a implantação de pastagem, uma vez que a região do Pontal do Paranapanema tem tido essa “vocação”, ao longo da história de ocupação e de uso da terra (AVILA JR., 1995; FERRARI LEITE, 1998).

⁴⁹ Menu *Geoprocessing* → *Buffer* e colocar a metragem conforme a legislação.

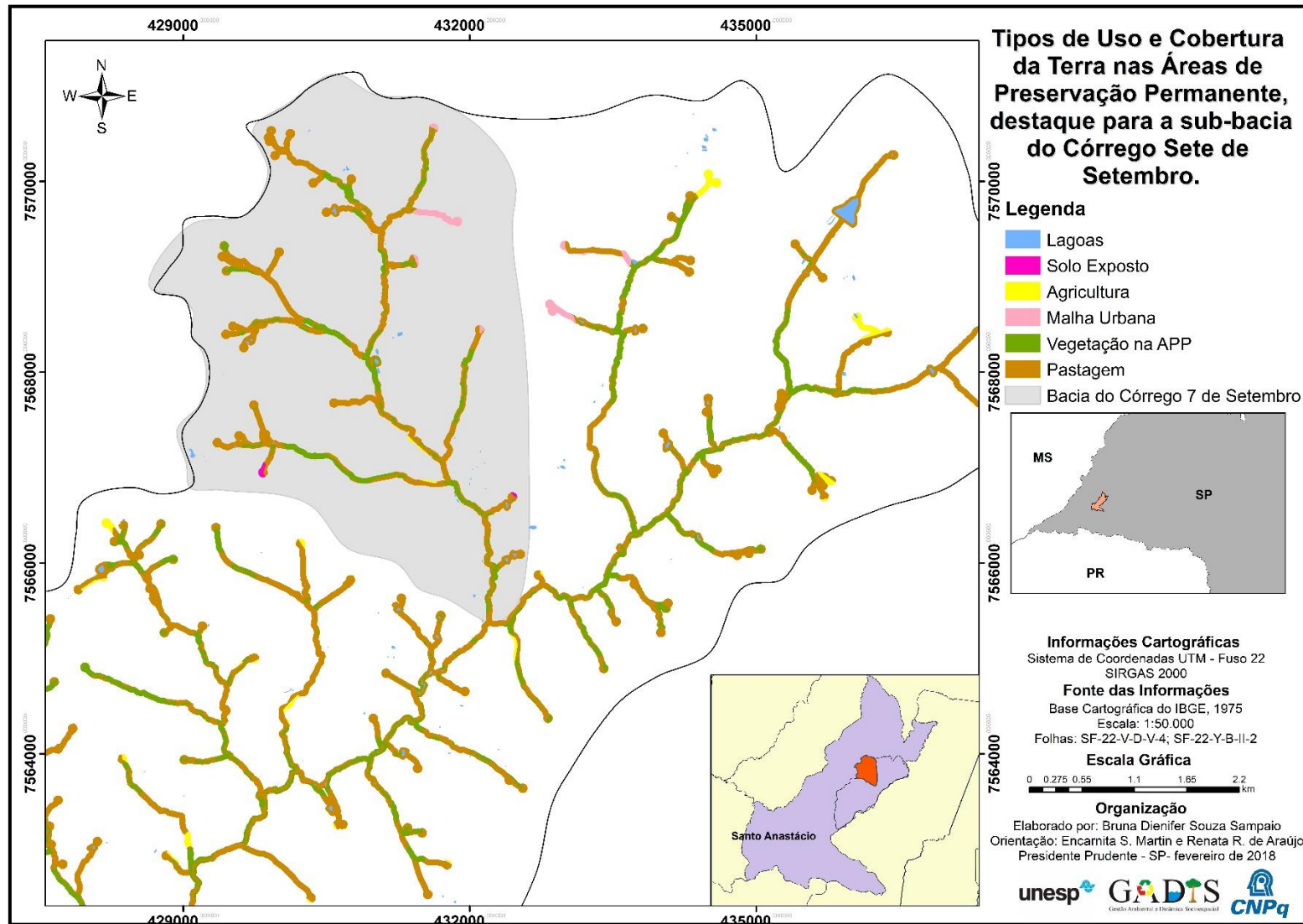
Mapa 8. Situação das Áreas de Preservação Permanente na bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, com destaque para a sub-bacia do Córrego Sete de Setembro



A supressão da vegetação situada em Área de Preservação Permanente é permitida (Art.8) para fins de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. Caso tenha ocorrido a supressão da vegetação na APP por outros motivos, o proprietário deverá obrigatoriamente promover a sua recomposição.

Com base no Mapa 9, dos Tipos de Uso e Cobertura da Terra nas APPs, observa-se grande intervenção nas APPs, verificando-se que há braços do Córrego Sete de Setembro na área urbana, há atividades agrícolas em áreas de nascentes, há predominância de pastagem e há ausência da mata ciliar. O resultado disso é o assoreamento intenso do curso d'água, com perda de volume útil e, portanto, é preciso recompor a vegetação das APPs. Geralmente, há a necessidade do cercamento das faixas de terra onde serão plantadas as mudas, preferencialmente de espécies nativas, para que o gado não as destrua, pisoteando e se alimentando das plantas.

Mapa 9. Tipos de Uso e Cobertura da Terra nas Áreas de Preservação Permanente, com destaque para a sub-bacia do Córrego Sete de Setembro.



A qualidade das águas é reflexo das atividades humanas existentes na bacia hidrográfica, e, portanto, a identificação dos tipos de uso e cobertura da terra é imprescindível, juntamente com a análise das condições das matas ciliares nas APPs, que trazem um equilíbrio entre a infiltração e o escoamento superficial, além de proteger os recursos hídricos do escoamento de resíduos.

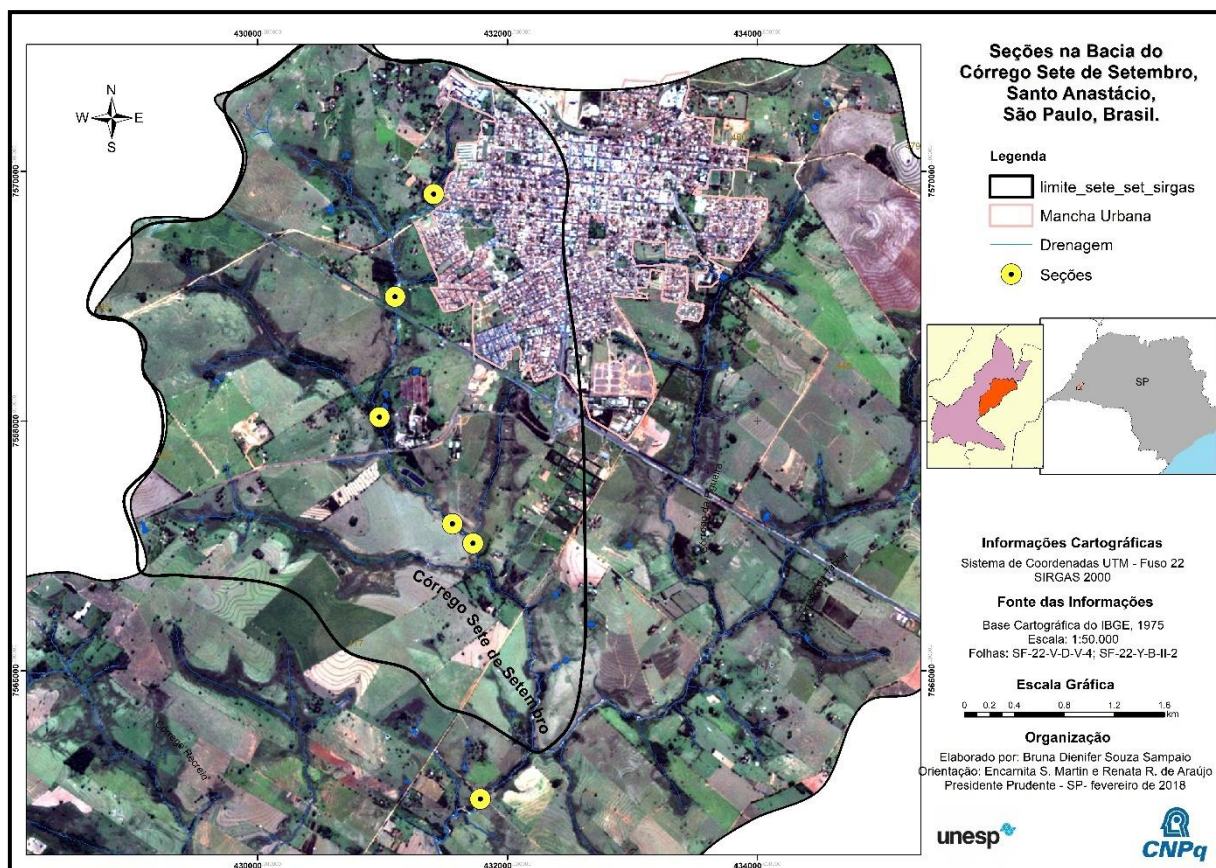
O tipo de uso e cobertura da terra nas bacia hidrográficas influenciam diretamente a qualidade das águas. Portanto, é necessário investigar essas relações considerando a presença ou ausência da mata ciliar como protetora dos recursos hídricos, de modo a garantir a preservação dos mananciais superficiais nas bacia hidrográficas. (BONNET et al., 2008).

3.3 Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Córrego Sete de Setembro

O Ribeirão Vai-e-Vem e seu afluente, o Córrego Sete de Setembro, até a confluência com o Rio Santo Anastácio, no município de Santo Anastácio está enquadrado na Classe 4 (Decreto Nº 10.755/1977; Decreto Estadual Nº 8.468/1976). Conforme os parâmetros para cursos d'águas na Classe 4, estes podem ser destinados à navegação e à harmonia paisagística.

No Mapa 10, é apresentada a localização dos pontos de amostragem, no Córrego Sete de Setembro e no Ribeirão Vai-e-Vem.

Mapa 10. Seções na bacia hidrográfica do Córrego Sete de Setembro e no Ribeirão Vai-e-Vem.

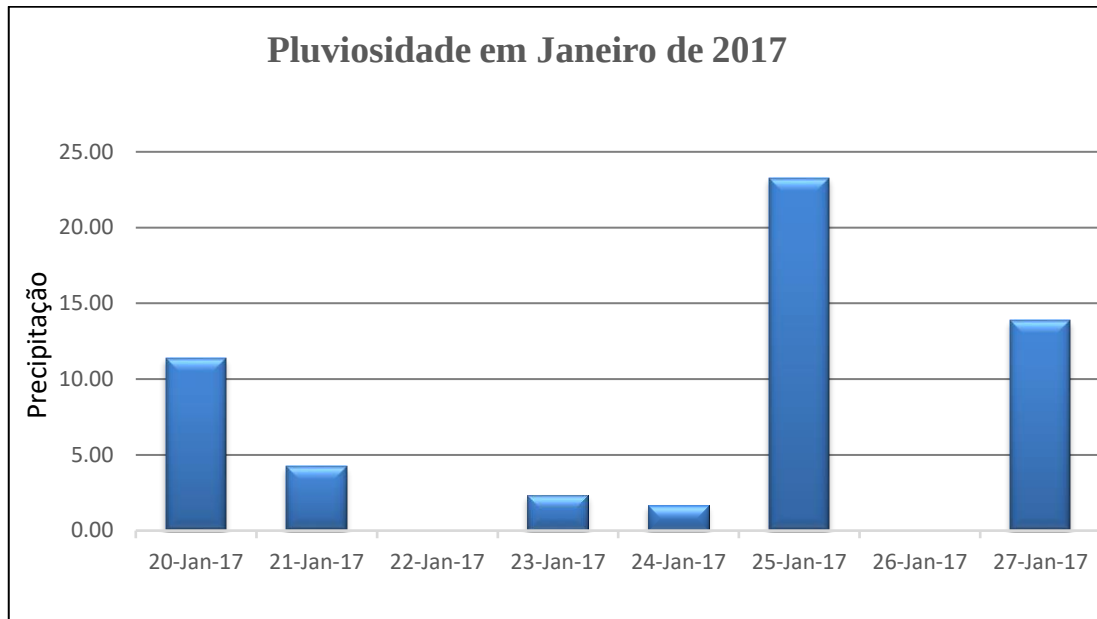


As localizações das seções foram definidas de modo a se poder avaliar a contribuição de diferentes fontes potenciais de poluição e contaminação dos cursos d'água, principalmente as fontes pontuais.

Em campo foram realizadas medições das seguintes variáveis limnológicas: Oxigênio Dissolvido (OD) e temperatura da água (T), Condutividade Elétrica (CE), turbidez (Turb) e pH (Tabela 4).

A análise dos dados das amostras de água, mostrou que na seção 1 a variável turbidez apresentou, na coleta realizada em janeiro de 2017, o valor de 232 NTU (Gráfico 3). Este resultado pode ter sido devido à pluviosidade ocorrida no mês de janeiro, que ocasionou aumento do volume das águas superficiais e consequente aumento da carga de sedimentos no corpo d'água, proveniente de escoamento superficial ou por ressuspensão do sedimento de fundo. Outro destaque é o pH (5,72) no mês de agosto, abaixo do parâmetro (Resolução CONAMA 357) esperado para cursos d'água Classe 4 que deve estar entre 6 a 9. O fato pode ocorrer devido a um lançamento de origem industrial.

Gráfico 3. Pluviosidade no mês de Janeiro de 2017.



Fonte: INPE/CPTEC, 2017.

Na seção 2 a condutividade elétrica (275,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi alta no mês de dezembro, o menor pH (6,65) ocorreu no mês de agosto. Na seção 1 (ago. 313,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e dez. 311,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) seção 4 (ago. 345,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e dez. 328,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e seção 5 (ago. 358,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e dez. 328 $\mu\text{S}/\text{cm}$) destaca-se maiores valores de condutividade elétrica.

Nas seções 4 e 5 têm-se os maiores valores de condutividade elétrica (345,7 e 358 $\mu\text{S}/\text{cm}$) no mês de agosto e em dezembro. Juntamente com o baixo valor de OD (4,2 mg/l e 4,23 mg/l) no mês de dezembro o que pode ser atribuído ao lançamento de esgotos, ainda que tratados, pela ETE.

Por fim, na seção 6 obteve-se o maior valor de condutividade elétrica (241 $\mu\text{S}/\text{cm}$) em agosto e menor pH (6,5) apresentando condições levemente ácidas em dezembro.

Tabela 4. Resultados das variáveis limnológicas conforme as seções e meses.

Seção	Datas	pH	OD mg/l	CE µs	TURB UT	TEMP °C	PT mg/l	PD mg/l	ORTOF mg/l	AMÔNIA mg/l	MST mg/l	MI %	MO %
Seção 1	30/8/17	5,72	9,69	313,1	5,97	20,4	0,19	0,13	0,12	0,067	3,15	61,71	38,28
Seção 1	5/12/17	7,59	7,24	311,4	7,25	24,7	0,15	0,013	0,14	0,082	3,85	50,72	49,27
Seção 2	30/8/17	6,65	8,82	275,3	11,2	21	0,04	0,016	0,011	0,057	3,9	25,46	74,53
Seção 2	5/12/17	7,56	6,77	293,1	9,94	26,7	0,05	0,017	0,017	0,15	1,65	34,78	72,19
Seção 3	30/8/17	7,71	7,11	212,4	12,5	21,1	0,06	0,39	0,038	0,041	4,1	12,61	87,38
Seção 3	5/12/17	7,63	7,14	246,3	17,3	25,7	0,08	0,52	0,050	0,21	2,9	20,83	79,16
Seção 4	30/8/17	7,77	7,2	345,7	24	21,9	0,91	0,38	0,093	2,73	3,9	11,71	88,28
Seção 4	5/12/17	7,34	4,2	328,2	28,5	26,1	0,89	0,16	0,062	2,15	9,23	20,66	79,33
Seção 5	30/8/17	8,01	7,5	358,7	21,7	22,55	1,022	0,28	0,21	2,74	3	5	95
Seção 5	5/12/17	7,49	4,23	328	27,6	26,3	0,92	0,17	0,10	1,72	10,83	15,86	84,13
Seção 6	30/8/17	7,77	8	241	15,1	23,2	0,65	0,55	0,45	2,20	16,2	2,63	96,18
Seção 6	5/12/17	6,5	6,22	221,6	21,6	25,6	0,48	0,33	0,29	1,45	21,8	7,87	92,12

OD: Oxigênio Dissolvido; CE: Condutividade Elétrica; Turb: Turbidez; PT: Fósforo Total; PD: Fósforo Dissolvido; Ortof: Ortofosfato; MI: Material Inorgânico; MO: Material Orgânico. Fonte: Autora, 2018.

Os limites estabelecidos para o Nitrogênio Amoniacal serão utilizados como referência para a Amônia e estão associados aos valores de pH, como segue, e de acordo, com a Resolução CONAMA 357/2005:

3,7 mg/l N, para $\text{pH} \leq 7,5$

2,0 mg/l N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$

1,0 mg/l N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$

0,5 mg/l N, para $\text{pH} > 8,5$

Segundo, Reis e Mendonça (2009, p.253), “Nas soluções aquosas, a amônia pode se apresentar sob as formas ionizada (NH_4^+) ou não-ionizada (NH_3). Essas espécies de amônia são intercambiáveis e a soma de suas concentrações constitui a amônia total ou nitrogênio amoniacal total (termos indistintamente empregados neste trabalho para representar a soma das diferentes espécies de amônia)”.

A “Amônia (nitrogênio amoniacal) pode estar presente em água natural, em baixos teores, devido ao processo de degeneração biológica de matéria orgânica animal e vegetal. Concentrações mais altas podem ser encontradas em esgotos brutos e efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo onde a amônia é um produto do processo de refino. A amônia é um importante componente de fertilizantes. Altas concentrações de amônia em águas de superfície, acima de 0,1 mg/l N, podem ser indicação de contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo, ou do afluxo de fertilizantes. A concentração excessiva de amônia é tóxica para a vida aquática”. (ANA, 2018).

Como pode ser observado na Tabela 4, os valores do parâmetro amônia apresentam-se em desconformidade em apenas 2 amostras: seção 4 e seção 3, nas coletas de 30 de agosto de 2017 em que os valores encontrados foram de 2,73 mg/l N e 2,20 mg/l N, respectivamente. Embora haja valores elevados quando se associa ao pH, estão em conformidades.

“Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d’água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros”. (ANA, 2018).

Os valores de Fósforo Total (PT) encontram-se elevados nas seções 4, 5 e 6, em todas as amostras coletadas, sendo apresentados na Tabela 5. Destaca-se que o valor máximo definido

pela Resolução 357/2005 é de 0,15 mg/l P para ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários.

Tabela 5. Valores de Fósforo Total em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.

LOCAL DA COLETA	DATA	FOSFORO TOTAL mg/l
Seção 4	30/8/17	0,91
Seção 4	5/12/17	0,89
Seção 5	30/8/17	1,022
Seção 5	5/12/17	0,92
Seção 6	30/8/17	0,65
Seção 6	5/12/17	0,48

Fonte: Autora, 2017.

Tal como já mencionado, pelos autores Esteves (1998); Tucci e Mendes (2006); ANA (2018), as principais fontes de fósforo nas águas superficiais são: a drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas e efluentes industriais, é de supor que as fontes potenciais para o lançamento de Fósforo Total e de Amônia, no Córrego Sete de Setembro e, portanto, no Ribeirão Vai-e-Vem sejam a fábrica de suplementos minerais para nutrição animal e a Estação de Tratamento de Esgotos.

Ainda em relação à qualidade das águas, tem-se a série de relatórios elaborados pela CETESB (2017) sobre a “Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo”, baseado em redes de monitoramento da qualidade das águas superficiais doces, desde 1974. O monitoramento tem como principais objetivos: realizar um diagnóstico da qualidade das águas superficiais no Estado e verificar a sua conformidade com a legislação ambiental; avaliar a evolução temporal da qualidade das águas; identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas (trechos de rios com a qualidade comprometida); subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público e seus usos múltiplos; subsidiar a execução dos Planos de Bacias e Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, para a cobrança do uso da água e estudo do enquadramento dos corpos hídricos; e por fim, subsidiar a implementação da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Na figura 21, a seguir, são apresentadas as variáveis de qualidade utilizadas.

Figura 21. Variáveis de qualidade da Rede Básica (água doce) utilizada pela CETESB.

Monitoramento	Grupo	Principais Variáveis*	Variáveis Adicionais**
Rede Básica	Físicos	Condutividade, Sólido Dissolvido Total, Sólido Total, Temperatura da Água, Temperatura do Ar, Turbidez	Cor Verdadeira, Salinidade, Transparência, Vazão
	Químicos	Alumínio Dissolvido, Alumínio Total, Bário Total, Cádmio Total, Cálcio, Carbono Orgânico Dissolvido, Carbono Orgânico Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cobre Dissolvido, Cobre Total, Cromo Total, DBO (5, 20), Dureza, Ferro Dissolvido, Ferro Total, Fluoreto, Fósforo Total, Magnésio, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio-Nitrato, Nitrogênio-Nitrato, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno, Sulfato, Zinco Total	Agrotóxicos*** (Fungicidas, Herbicidas, Inseticidas, Pesticidas Organoclorados, Pesticidas Organofosforados e Raticidas), Alcalinidade Total, Arsênio Total, Boro Total, Cafeína, Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)***, DQO, Fenóis Totais, Fosfato Orto Solúvel, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)***, Microcistinas, Nitrogênio Total, Óleos e Graxas, Potencial de Formação de THM, Saxitoxina
	Hidrobiológicos	Clorofila-a e Feofitina a	Comunidades Fitoplanctônica e Zooplanctônica
	Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i>
	Ecotoxicológicos	Ensaio ecotoxicológico com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio de Toxicidade Aguda com a bactéria luminescente <i>Vibrio fischeri</i> (Sistema Microtox®)
	Testes de Mutagenicidade		Ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames)*** e Ensaio de micronúcleos in vitro
	Bioanalíticos		Atividade Estrogênica por BLYES

Fonte: CETESB, 2017.

A CETESB possui 11 pontos de monitoramento de rede básica na UGRHI-22, que estão localizados no Rio Paraná (3 pontos), Rio Paranapanema (2 pontos), Rio Pirapozinho (1 ponto), Ribeirão Saltinho (1 ponto), Rio Santo Anastácio (3 pontos) e Ribeirão Vai-e-Vem (ponto VVEM 004700) localizado no município de Santo Anastácio (latitude S 22° 03' 38" e longitude W 51° 42' 15"), a aproximadamente 3,5 km à montante da confluência com o Rio Santo Anastácio. Desse modo, utilizaremos as variáveis do ponto VVEM 004700 (Tabela 6) para comparação com as variáveis amostradas em campo (Tabela 4).

Tabela 6. Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade de água no Ribeirão Vai-e-Vem.

Parâmetro	Un.	Limites Resolução CONAMA 357/2005 Classe 4	25/02/16	12/04/16	23/06/16	25/08/16	4/10/16	15/12/16
Coloração	--		Marrom	Incolor	Marrom	Incolor	Marrom	Verde
Condutividade de	us/cm		112	135	134	155	177	159
OD	mg/l	>2	7,2	7,8	8,7	8,6	8,4	6,9
pH	U.pH	6 até 9	7,3	7,5	7,1	7,4	7,7	7,3
Temperatura da Água	°C		24,5	26	18,1	19,2	21,7	25,6
Temperatura do Ar	°C		27,8	27	18,5	21	23,6	24,4
DBO (5,20)	mg/l		2	3	4	6	6	3
Nitrogênio Amoniacal	mg/l		0,35	0,17	0,32	1,09	1,11	0,21
Nitrogênio Kjeldahl	mg/l			0,63				
Nitrogênio Total	mg/l		1,15		2,06	2,35	2,42	4,53
Fósforo Total	mg/l		0,074	0,159	0,134	0,15	0,346	0,172
Manganês Total	mg/l		0,074	0,046	0,0578	0,0721	0,0514	0,0628
Nitrogênio-Nitrato	mg/l		<1	1,4	1,2	1,3	1,7	1,7
Nitrogênio-Nitrato	mg/l		<0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5
Sólido Dissolvido Total	mg/l		104	100	69	114	124	128
Sólido Total	mg/l		168	119	77	128	143	128
Turbidez	NTU		66	10	13	11	8,6	11
Escherichia coli	UFC/100mL		7800	300	560	560	560	960

Fonte: CONAMA, 2017. Dados obtidos em 2016.

O único parâmetro que encontra-se em desconformidade é o Fósforo Total: 0,159 mg/l P (12/4/2016) e 0,172 mg/l P (15/12/2016).

Destaca-se que o Rio Santo Anastácio após a confluência com o Ribeirão Vai-e-Vem muda de classe 4 para classe 3. É importante salientar que o enquadramento é de 1977, quando o uso do solo na bacia, certamente era diferente.

3.3.1 Análise de Componentes Principais: Análise Temporal e Espacial

As variáveis limnológicas foram analisadas utilizando-se a Análise de Componentes Principais (ACP) para identificar padrões temporais e espaciais da qualidade da água. Para tanto, com a utilização do *software Statistica 7* foram determinados a matriz de variância-covariância, a matriz de correlação, os autovalores e os auto vetores.

Em relação aos resultados do monitoramento limnológico dos meses de agosto e dezembro, observou-se considerável amplitude para algumas variáveis. Os valores do Fósforo Total (PT) variaram entre 0,046 a 1,022 mg/L P, Fósforo Dissolvido entre 0,016 a 0,557 mg/L P, Fósforo reativo solúvel (ortofosfato) entre 0,011 a 0,45 mg/L e N-Amoniacal (amônia) entre 0,041 a 2,74 mg/L. A tabela 7 apresenta a análise descritiva dos dados.

Tabela 7. Estatística descritiva das variáveis limnológicas avaliadas (mg/l).

	MÉDIA	VALOR MÍNIMO	VALOR MAXIMO	DESVIO PADRÃO
PH	7,311667	0,0057	8,01	0,67
OD (mg/L)	0,007	0,004	0,009	1,59
CE (µs/)	0,02	0,21	0,35	49,49
TURB	0,016	0,005	0,028	7,75
TEMP	0,002	0,020	0,026	2,33
PT (mg/L)	0,04	0,004	1,022	400,46
PD (mg/L)	0,19	0,16	0,55	167,63
ORTOF (mg/L)	0,13	0,011	0,45	131,00
AMÔNIA (mg/L)	1,13	0,04	2,74	1136,95
MI (%)	19,53	0,78	79,31	26,20
MO (%)	83,51	20,68	99,21	23,26
MST (mg/L)	13,73	2	38,33	14,73

Valores altos da Condutividade ocorreram em todas as seções. Nas seções 1,2 e 3 podem ser devidas a lançamentos industriais. Nas seções 4 e 5, têm como provável fonte de poluição, os lançamentos da ETE, que utiliza do sistema de Lagoas de Estabilização, cujo tratamento biológico, não retira substâncias químicas presentes nos esgotos.

A seleção do número de componentes principais retidos nesta pesquisa, considerou a soma dos primeiros componentes principais gerados, que correspondessem valores acima de 50% da variabilidade total dos dados. Excluímos a variável de material em suspensão total – MST por não evidenciar as correlações com as demais variáveis.

Os componentes principais são combinações lineares das variáveis originais não correlacionadas, cujas variâncias são tão grandes quanto possível. Desta forma, verifica-se entre todos os componentes principais, que o CP1 apresenta a maior variância, CP2 tem a segunda maior e, assim sucessivamente, e independente entre si. (SOUZA, 2012).

A Análise de Componentes Principais (ACP) resumiu o conjunto das variáveis ambientais escolhidas para o estudo. Os componentes principais 1 e 2 foram significativos e, portanto, retidos para interpretação dos dados limnológicos (Tabela 8). Estes dois componentes explicaram 67% (CP1 = 47,7% e CP2 = 17,9%) da variabilidade total dos dados.

Tabela 8. Autovalores (%)

	AUTOVALOR	% VARIÂNCIA TOTAL	AUTOVALOR CUMULATIVO	CUMULATIVO %
CP1	5.256620	47.78746	5.256620	47.78746
CP2	1.977291	17.97537	7.233911	65.76283

Os pesos das variáveis em cada componente principal representaram uma indicação da importância de cada uma delas nas componentes, o que pôde ser confirmado pelo cálculo da correlação de Pearson entre as variáveis e componentes.

Conforme a Tabela 9 os valores acima de 0,7 (em módulo) identificaram os coeficientes de estrutura mais correlacionados com os componentes principais 1 e 2.

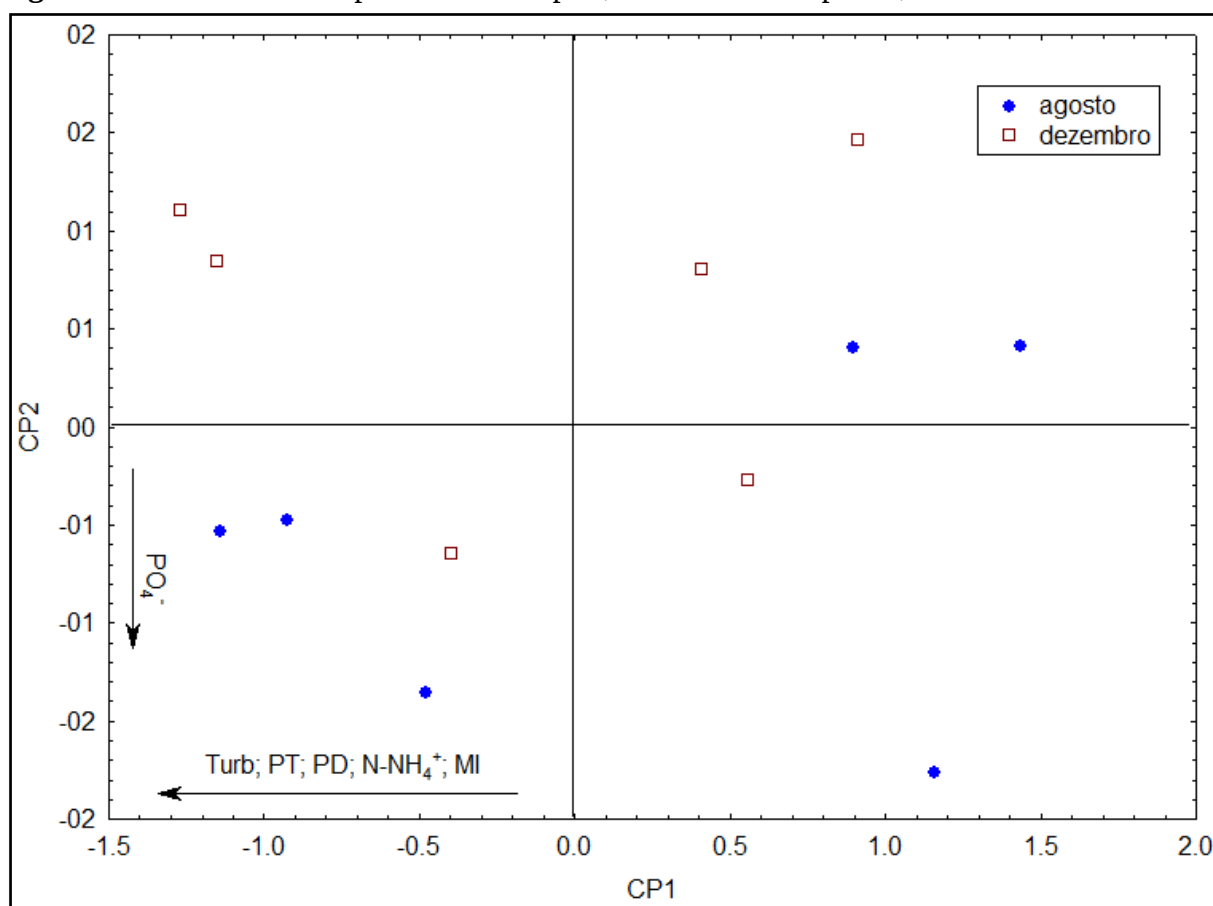
Tabela 9. Correlação de Pearson entre as variáveis e os componentes principais CP1, CP2).

	CP1	CP2
PH	-0,444172	0,369746
OD	0,656778	-0,597886
CE	-0,404853	0,026633
TURB	-0,862352	0,293260
TEMP	-0,384390	0,580660
PT	-0,931659	-0,324990
PD	-0,754894	-0,619565
ORTOF	-0,563632	-0,706166
AMÔNIA	-0,948905	-0,107342
MI	-0,859835	0,238768
MO	0,421177	-0,050514

Segundo a Tabela 9, os coeficientes de estrutura mais correlacionados negativamente com o CP1 foram turbidez, fósforo total, fósforo dissolvido, amônia e material inorgânico. E em relação ao CP2 a variável ortofosfato se correlacionou negativamente.

A Figura 22 apresenta a análise de componentes principais com as tendências temporais.

Figura 22. Análise de Componentes Principais, tendências Temporais, software Statistica 7.



Fonte: SAMPAIO (2018).

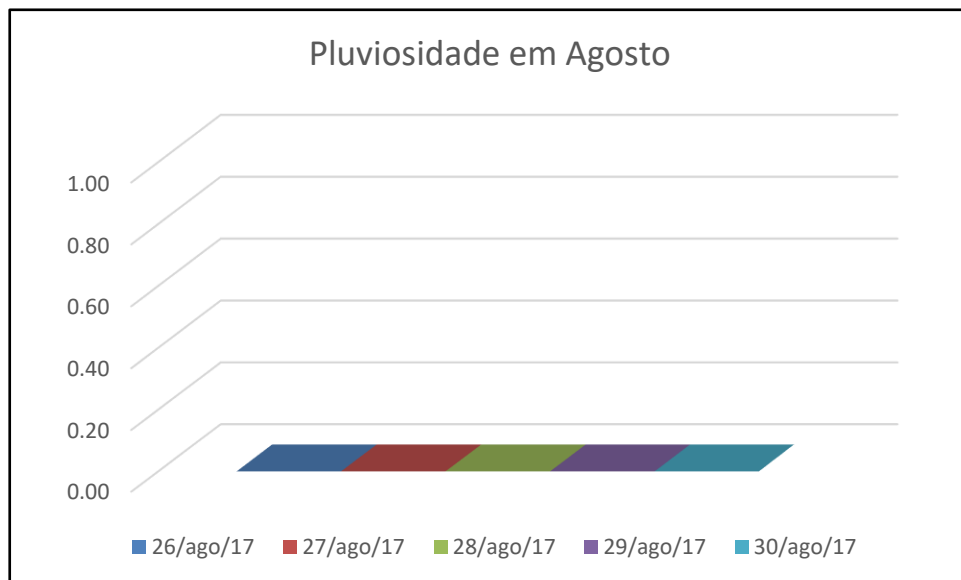
Conforme a análise do gráfico da figura 22, mês de agosto apresentou uma maior incidência do fósforo reativo (ortofosfato) e mês de dezembro, menores valores de fósforo reativo. Esta ordenação pode ter ocorrido pela diluição das águas superficiais no mês de dezembro, onde ocorreu precipitação quatro dias antes da coleta e no mês de agosto não houve chuva. (Tabela 10 e Gráficos 4 e 5).

Tabela 10. Pluviosidade nos dias que antecederam o campo.

Pluviosidade	0	0	0	0	0	0,702395	0	0	0	0
Data	26/08	27/08	28/08	29/08	30/08	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12

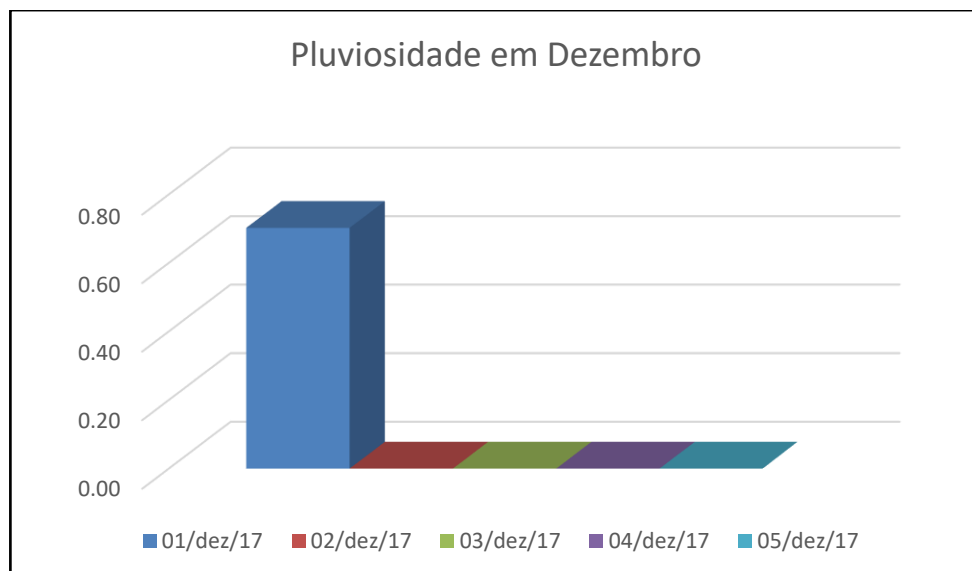
Fonte: Estação Meteorológica - INPE/CPTEC, 2017.

Gráfico 4. Pluviosidade em Agosto de 2017.



Fonte: INPE/CPTEC, 2017.

Gráfico 5. Pluviosidade em Dezembro de 2017.



Fonte: INPE/CPTEC, 2017.

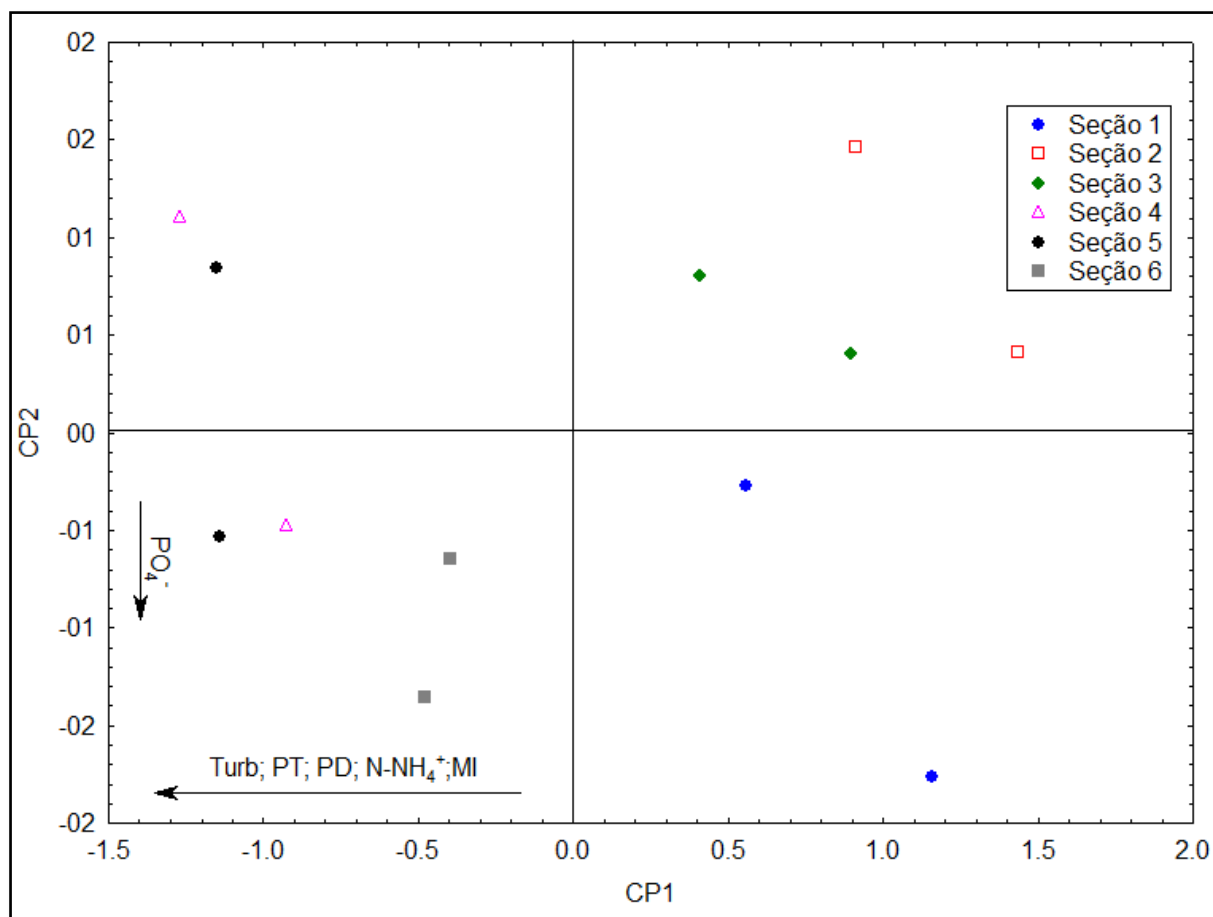
Araújo (et al., 2018) pesquisou a influência da precipitação e do cultivo da cana-de-açúcar sobre a qualidade das águas superficiais, utilizando as variáveis oxigênio dissolvido, pH,

condutividade elétrica, fósforo total, fósforo dissolvido, fósforo reativo, amônia e material em suspensão total (orgânico e inorgânico) em seções de canais fluviais do Pontal do Paranapanema – SP. Os autores constataram que a precipitação é um fator que determina a variação da qualidade da água nos pontos de amostragem, evidenciando a conectividade entre a área de drenagem e os canais fluviais.

Conforme Araújo (et al., 2018) as variáveis limnológicas temperatura da água, pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos em suspensão são mais influenciadas pelas estações do ano. Assim, as investigações da qualidade da água de ambientes fluviais devem ocorrer em consonância com estudos de variáveis hidrológicas e climáticas.

Em relação à análise espacial (Figura 23), observou-se que a Seção 1 e a Seção 6 apresentam maior tendência de valores de fósforo reativo (ortofosfato).

Figura 23. Análise de Componentes Principais, tendências espaciais, software Statistica 7.



Com base no gráfico ACP – análise espacial, observa-se nas Seções 1, 2 e 3 ambientes com menor carga dos nutrientes analisados. Vale ressaltar que a seção 1 apresenta maiores valores de ortofosfato do que as seções 2 e 3. Apesar de estarem próximas à malha urbana e receberem influência da mesma, a carga de nutrientes é menores em comparação com as outras seções. As demais seções (4,5 e 6) possuem maior carga de nutrientes provavelmente porque as águas superficiais vão incorporando as influências das áreas de drenagens, devido os diferentes usos e coberturas da terra.

Conforme Vanotte (1980) sobre a Teoria do Continuum Fluvial, à medida que o material entra nos sistemas fluviais são carregadas rio abaixo, assim, ao longo do rio mudam-se a largura, o volume de água, a profundidade, a temperatura, a quantidade e o tipo de material suspenso transportado. Nota-se uma carga maior de nutrientes nas Seções 4, 5 e 6 devido as fontes pontuais, como o confinamento de gado, indústria de ração e Estação de Tratamento de Esgotos. Portanto, através do gráfico observa-se a ordenação espacial muito bem distribuídas (em alto, médio e baixo curso).

Diante disso, constatou-se que o Córrego Sete de Setembro possui várias atividades que podem interferir na qualidade da água na bacia hidrográfica, dentre elas destaca-se o uso urbano do solo, além das atividades da indústria de refino de óleo de soja, nas seções 1, 2 e 3, fábrica de ração e de estabelecimentos destinados ao confinamento de animal para engorda, além da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, nas seções 4, 5 e 6. Portanto, as intervenções antrópicas na bacia hidrográfica causam interferências na qualidade da água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a execução desta pesquisa, tivemos a oportunidade de conhecer a bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, com a realização de diversos trabalhos de campo e conversas com alguns proprietários rurais.

A presente pesquisa buscou avaliar a relação da qualidade da água com o tipo de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas do Ribeirão Vai-e-Vem e Córrego Sete de Setembro. A hipótese inicial baseava-se na existência de potenciais fontes de poluição da água, no caso, as indústrias de suplementos minerais e de nutrição animal, confinamento de gado, de refino de óleo de soja e o lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto- ETE.

A ocupação nas bacias hidrográficas do Ribeirão Vai-e-Vem e do Córrego Sete de Setembro se deu de forma não planejada, esta última foi a mais afetada pela malha urbana. Em relação ao uso e cobertura da terra tem-se a predominância de áreas de pastagem que, aliado aos solos bastante suscetíveis à erosão, levam ao carreamento de materiais alóctones. O maior problema nas bacias é o assoreamento dos canais fluviais, por causa da ausência de matas ciliares.

De acordo com a análise da espacialização das APPs, conforme o Código Florestal brasileiro (Lei nº12.651/2012), observou-se os seguintes tipos de uso da terra: pastagem com 79%; seguido da vegetação natural com 10,4%; a agricultura com 7,4%; e demais usos. Assim, foi observado processos erosivos nas bacias hidrográficas estudadas, devido à falta de proteção dos cursos d'água.

Os resultados da análise dos dados limnológicos para o Córrego Sete de Setembro, nos permitiram algumas informações: o material em suspensão foi maior nas seções 4, 5, e 6 especialmente no mês de dezembro de 2017. Essas mesmas seções, conforme análise de componentes principais, tiveram maior carga de nutrientes, isso ocorreu devido a presença de fontes pontuais nas bacias. Em relação à ACP temporal, observou-se que houve correlação com a precipitação.

Conclui-se que o comportamento dos parâmetros demonstraram uma qualidade de água razoável, tendo em vista que as variáveis não se encontram dentro dos padrões, apesar dos cursos d'água serem enquadrados na classe 4. Assim, apesar da presença das indústrias não foi verificada poluição e contaminação significativa dos cursos d'água, visto que seu enquadramento é classe 4.

Com essa pesquisa, pode-se concluir que a existência de indústrias na bacia têm uma contribuição para alteração da qualidade da água, apesar dos valores estarem em conformidade com a legislação. Destaca-se que os parâmetros que compõem o Índice de Qualidade das Águas - IQA utilizados não incluem a análise de substâncias, como metais pesados que são acumulativos e tóxicos. Nos suplementos de nutrição animal são usados elementos como manganês, flúor, zinco, selênio, cobre, cobalto e enxofre, dentre outros, em grandes quantidades, o que pode ter consequências severas em termos de poluição da água, dos sedimentos e da contaminação da vida aquática que não foram verificadas aqui. Por tal razão, sugere-se outros estudos nas bacias hidrográficas. Essa pesquisa pode ser utilizada por gestores municipais, a fim de contriuir para o planejamento e gestão ambiental.

BIBLIOGRAFIA

ANA; Agência Nacional de Água. **Lei das Águas: marco legal**. EAD – Capacitação para a Gestão das Águas. 2018. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/121/3/ANA_OS11_Mod1_Unid123_V1.1.pdf

ANA. **Planos de Recursos Hídricos e enquadramento dos corpos d'água**. Brasília: SAG, 2011.

ARAÚJO; Renata Ribeiro de [et al]. **Análise Limnológica em Canais de Pequenas Bacias de Drenagem no Oeste Paulista**. I Simpósio Nacional De Geografia E Gestão Territorial & XXXIV Semana De Geografia Da UEL. 2018.

AVILA JUNIOR, Celso Jaloto. Santo Anastácio: história de uma cidade. 1995.

BONNET, Barbara Rocha Pinto; FERREIRA, Laerte Guimarães; LOBO, Fabio Carneiro. **Relações Entre Qualidade Da Água E Uso Do Solo Em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.311-322, 2008.

BEREZUK, André Geraldo; IORIS, Antonio Augusto Rossotto. Água, Geopolítica e Valores Implícitos. In: CHÁVEZ, Eduardo Salinas; MAURO, Cláudio Antoniodi; MORETTI, Edvaldo Cesar (Orgs.). **Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria**. Tupã: ANAP, 2017.

BOIN, Marcos Norberto. **Chuvas e Erosões no Oeste Paulista: Uma Análise Climatológica Aplicada**. Rio Claro, 2000. 264 p.; il.

BORDALO, Carlos Alexandre Leão. Novos Olhares da Crise Hídrica Mundial. In: CHÁVEZ, Eduardo Salinas; MAURO, Cláudio Antoniodi; MORETTI, Edvaldo Cesar (Orgs.). **Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria**. Tupã: ANAP, 2017. 260 p; il.

BRASIL. **Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: <14 jan. 2018>.

BRASIL. **DECRETO Nº 4.613**, 11 de março de 2003. Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4613.htm

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm

BRASIL. **LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965**. Institui o novo Código Florestal. <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-publicacaooriginal-1-pl.html>

BRASIL. **Lei N.º 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <[http://www2.camara.gov.br/legin/fed/ lei/2012/lei- 12651-25-maio-2012-613076-publicacaooriginal-136199-pl.html](http://www2.camara.gov.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-publicacaooriginal-136199-pl.html)> Acesso em 05 Jan. 2015.

BRASIL. **Relatório nº 40.674**. SIRGHI- SP. Fontes de Poluição.
<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6980/cap7pg161a206.pdf>

BRASIL. ANA. Lei nº 9.984, de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA**, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.
http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/Constituicoes_Brasileiras/constituicao1988.html/Constituiode1988.pdf

Brasil. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p. Disponível em: < http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf.

BRITTO, Ana Lucia. **Tarifas sociais e justiça social no acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil**. In: CHÁVEZ, Eduardo Salinas; MAURO, Cláudio Antoniodi;

CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo; MORAIS, Maria da Piedade (org.). **O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica**. Brasília: Ipea, 2015. 322 p. : il.

CALHEIROS, R. de Oliveira et al. **Preservação e Recuperação das nascentes**. Piracicaba: Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ-CTRN, 2004. XII 40p.: il.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Índices de qualidade da água**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/indice_iva_iet.asp>. Acesso em: 20 de nov. de 2006.

CHÁVEZ, Eduardo Salinas; MAURO, Cláudio Antoniodi; MORETTI, Edvaldo Cesar (Orgs.). **Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria**. Tupã: ANAP, 2017. 260 p; il.

CRIADO, Rodrigo César. **Análise de uso e ocupação da terra nas áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia do córrego espraído como subsídio para pagamentos por serviços ambientais**. Presidente Prudente: [s.n.], 2012. 118 f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia: dissertação de mestrado.

CONAMA. **RESOLUÇÃO No 430, DE 13 DE MAIO DE 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>.

CHAGAS; Denize Sampaio. **Relação entre concentração de sólidos suspensos e turbidez da água medida com sensor de retroespalhamento óptico**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – 2015. Disponível em: <http://www.ufrb.edu.br/pgea/images/Teses/DENIZE-SAMPAIO-CHAGAS.pdf>

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2 ed. São Paulo: Signus Editora. 2000.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 1998. Disponível em:<

http://professor.ufop.br/sites/default/files/roberthfagundes/files/fundamentos_de_limnologia_-_francisco_de_assis_esteves.pdf>.

FILIPIM; Saula Rodrigues Borges. **Ações de educação ambiental para conservação e preservação do Córrego Bela Vista, Piacatu-SP**. FCT Unesp: Presidente Prudente, 2014. Dissertação de mestrado.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 375p. Capítulo 7 – Degradação Ambiental

GUERRA, Antonio José Teixeira [org.]. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso Da Terra**. Rio de Janeiro, 2013.

JUNK, Wolfgang Johannes; PIEDADE, Maria Tereza Fernandez. **Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Avanços e Conquistas Recentes**. Boletim ABLimno 41(2), 20-24, 2015. Disponível em:<http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_41_2-6.pdf>.

KUNTSCHIK, Daniela P; EDUARTE, Marina; UEHARA, Thiago H. K. **Matas ciliares**. Secretaria do meio ambiente (SMA). São Paulo. 1ª Ed. Atualizada em 2011. (7 Caderno de Educação ambiental). Coordenadoria de biodiversidade e recursos naturais

LEAL, Antonio Cezar. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca, Campinas, São Paulo**. 1995. 154 p. il. Dissertação de Mestrado em Geociências e Meio ambiente. Rio Claro: IGCE – Campus de Rio Claro.

Lei nº7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à **Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>.

LEITE, José Ferrari. A Ocupação do Pontal do Paranapanema.

MARTIN, E. S. **Poluição no Rio Santo Anastácio**: levantamento e valoração econômica. Rio Claro: IGCE-Cp, UNESP, 2000. Tese de doutorado em Geociências e Meio ambiente. 205 p.; il.

MARTIN, E. S.; ARAÚJO, R. R. de. **Avaliação da qualidade de água em um curso d'água urbano**. Anais do IV Workshop Internacional sobre Planejamento e Desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas. Universidade Estadual Paulista (FCT-UNESP). Presidente Prudente (SP), 2013. 1194-1207 págs.

MARQUES; Ana Paula Moreira da Silva, Henrique Rodrigues, SAMBUICHI; Regina Helena Rosa [org.]. **Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016

MEDEIROS; Paulo Ricardo Petter, Geórgenes CAVALCANTE SEGUNDO; Hilário, MAGALHÃES; Enaide Marinho Melo. **Comportamento da turbidez e material em suspensão, em um rio com vazão regularizada por sistema de barragens em cascata: Rio São Francisco (NE, Brasil)**. Geochimica Brasiliensis 29(1): 35-44, 2015.

METZGER, J. P. **O Código Florestal tem base científica?** Revista natureza & conservação. Editora Cubo: Associação Brasileira de ciência ecológica e conservação (ABEC), 2010.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. Ed., Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MORETTI, Edvaldo Cesar (Orgs.). **Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria**. Tupã: ANAP, 2017.

OLIVEIRA, Everton de. **Hidrogeologia Ambiental: Contaminação de Solo e Águas Subterrâneas**. São Paulo, SP, 2016.

OLIVEIRA; Helena Pereira de. **Avaliação da Qualidade das águas superficiais da microbacia do Córrego do Amargoso – Taciba (SP)**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP): Presidente Prudente – SP, 2002. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Geografia.

PAIVA, João Batista Dias de. PAIVA, Eloiza Maria Cauduro de [org.]. **Hidrologia Aplicada à Gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PARANHOS, R. **Alguns métodos para análise da água**. Rio de Janeiro, Cadernos didáticos UFRJ. 1996.

PIATO, Aline Patrícia; SANDÃO, Patrícia Soraia de Souza. **Análise de áreas verdes e conforto térmico na cidade de Santo Anastácio-SP**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. 71 f.: il.

PINTO; Leandro Campos. **Índice de Qualidade de água com base na normalização dos dados e Análise de Componentes Principais**. Lavras: UFLA, 2011. 89p. il.

REIS, José Antonio Tosta dos; MENDONÇA, Antônio Sérgio Ferreira. **Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água**. Eng. Sanit Ambient. V.14 n.3. 2009. Disponível em:< http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v14n03/RESAv14n3_p353-62.pdf>. Acesso em:<10/out./2018>.

SAMPAIO; B.D.S.S. **Pagamento por Serviços Ambientais nas propriedades rurais do alto curso da bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, município de Santo Anastácio (SP)**. Monografia de Bacharelado em Geografia. Faculdades de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP. Presidente Prudente (SP): [s.n.], 2015. 144 f.:il.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Climatologia. V1, Nº1. Dezembro de 2005.

SANTOS, José Carlos Montagnini dos. **A ocupação e os impactos causados pela Vila Esperança em Santo Anastácio (SP)**. Presidente Prudente, 1998. TCC

SANTOS; Isaac da Silva. **Poluição Dos Recursos Hídricos E Saneamento Básico No Bairro Nossa Senhora Da Vitória, Ilhéus-BA**. 2012. Anais: Geoplan.

SILVA; Ana Paula Moreira da, MARQUES; Henrique Rodrigues, SAMBUICHI; Regina Helena Rosa (Org.). **Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. 359. p.: il.: gráfs. mapas color

SILVEIRA; André L.L. da. Ciclo Hidrológico E Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. da. [Et al.] (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009.

SABESP. **Norma Técnica Interna SABESP NTS 013**. São Paulo, 1999. Revisão 1. Disponível em:< <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts013.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

SABESP. **Norma Técnica Interna SABESP NTS 008**. São Paulo, 1999. Revisão 1. Disponível em:< <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts008.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

SÃO PAULO. **Lei nº16.337**. 14 de dezembro de 2016. **Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH** e dá providências correlatas. Disponível em:< <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dg280202.nsf/ae9f9e0701e533aa032572e6006cf5fd/2c1572fdb9c11b678325808a0046526a?OpenDocument>>.

SÃO PAULO. **Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH 2016-2019**. São Paulo, 2017.http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/ckfinder/files/PERH%202016_2019_MinutaFinal_para_CRH.pdf

SOUZA, Agostinho Lopes de. **APLICAÇÕES DE ALGUMAS TÉCNICAS MULTIVARIADAS (Componentes Principais, Variáveis Canônicas e Correlações Canônicas)**. In: MANEJO FLORESTAL – DEF/UFV: Prof. Agostinho Lopes de Souza. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/80716138/Apostila-UFV-Excel-Utilizado-Para-Manejo-Florestal>. 2012

TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. da. [Et al.] (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009.

TUCCI C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p.

TUCCI C. E.; MENDES, C.A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2006. 302 p.

VANOTE, R. L. et al (1980). **The river continuum concept**. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*.

VON SPERLING, Marco. **Introdução ao tratamento de água e tratamento de Esgoto**. 1ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG; 1996.

WWAP (United Nations World WaterAssessmentProgramme). 2015. **The United Nations World WaterDevelopmentReport 2015: Water for a Sustainable World**. Paris, UNESCO. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>