

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

“Júlio Mesquita Filho”

Campus de Ourinhos

FRANCIELE MARIA CABELO

**USO DA TERRA NA CABECEIRA DA MICROBACIA DO CÓRREGO
BOA VISTA E IMPACTOS NA ÁGUA DO LAGO MUNICIPAL “JOSÉ
NICOLAU”, IPAUSSU-SP.**

OURINHOS/SP

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

“Júlio Mesquita Filho”

Campus de Ourinhos

FRANCIELE MARIA CABELO

**USO DA TERRA NA CABECEIRA DA MICROBACIA DO CÓRREGO
BOA VISTA E IMPACTOS NA ÁGUA DO LAGO MUNICIPAL “JOSÉ
NICOLAU”, IPAUSSU-SP.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Banca examinadora para obtenção do título de
Bacharel em Geografia pela UNESP – Campus de
Ourinhos.

Orientador: Prof. Adj. Dr. Edson Luís Piroli

OURINHOS/SP

2016

Banca Examinadora

Prof. Adj. Dr. Edson Luís Pirolí (Orientador)

Profª. Dra. Marcilene dos Santos

Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione

Ourinhos, 08 de junho de 2016.

Dedicatória

Dedico esta conquista a minha mãe M^a de Lourdes e a meu pai Décio, que sempre com muito amor e dedicação me apoiaram e incentivaram.

Dedico também ao meu companheiro Alex e aos meus irmãos Adriane, Marquinhos e, em especial ao nosso caçula e guerreiro Dener que, mesmo enfrentando tantas adversidades na vida sempre se manteve firme e forte.

Meu eterno amor e gratidão a vocês!

Agradecimentos

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades que surgiram nos últimos anos e por tornar essa conquista possível.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Edson Luís Piroli, pela confiança em mim depositada, pelo constante incentivo, dedicação e paciência, por contribuir com suas ideias e ensinamentos, e, sobretudo por sua amizade.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manziane pelas sugestões, por disponibilizar os materiais e equipamentos para as análises e por aceitar compor a banca avaliadora deste trabalho.

A Prof.^a Dra. Marcilene dos Santos pelos ensinamentos, pela amizade e por também aceitar compor a banca avaliadora deste trabalho.

Aos meus pais por proporcionar tudo que foi necessário para minha formação.

Ao meu noivo Alex Adorno pelo amor, apoio, paciência, companheirismo e por toda ajuda durante esses anos de graduação.

Aos meus irmãos pelo imenso apoio e pelas incansáveis caronas até o ponto de ônibus. Aos meus sobrinhos, em especial a Alessa (sobrinha/irmã) pela companhia nas madrugadas de análises e estudos.

Aos cunhados, sempre na torcida e, em especial a minha Vózinha Ana Pedro Giacomini, analfabeta, que sempre incentivou seus netos a estudarem.

Ao biólogo e técnico do laboratório da UNESP Jakson José Ferreira pelas instruções técnicas, esclarecimentos, auxílios e por sempre se dispor a ajudar.

Aos proprietários e moradores próximos dos locais monitorados, entre eles, a Jane Nicolau, a Suzi, o Jair Dálvio, a M^a José, o Sidnei, a Luana, a D. Maria e as crianças da Vila do Sapo (que me fizeram companhia nas coletas no córrego S. Luiz), todos sempre prestativos.

Aos que deixaram seus compromissos de lado para me acompanhar nas coletas: Diego, Luan, Ricardo, Mayra, Mário, Glazieli, Alessa, Ana, Tiago, Dener, Alex, Décio e a Lourdes, a mais presente nos campos (não podia deixar de mencionar nenhum de vocês).

Ao meu amigo Mário Sérgio Oliveira que muito me auxiliou na elaboração dos mapas. A minha querida comadre Daiane Vaz, que tanto se esforçou em diversos momentos a me ajudar e que confiou a mim seu bem mais precioso (Arthur) para que fosse meu afilhado.

A minha amiga (irmã de coração) Glazieli Ezaú, com quem partilhei momentos bons e ruins e que, por vezes, me ajudou em Ourinhos e me recebeu e hospedou com todo carinho em sua casa juntamente com o Gustavo da Silveira (in memoriam), pessoa muito especial que nos deixou sábios ensinamentos.

Aos meus amigos: Fernando Machado (que nos diversos momentos sempre soube ouvir e aconselhar), ao Edeval (que me ajudou muito durante a graduação e que se solidarizou nos momentos difíceis) e à sua esposa Agaildes (uma mulher adorável), a Jaine (minha Sobrinhusca que sanou dúvidas sobre as leis), a Gabriela (Judô), ao Celso, a Gislane (Gi) e Helena (Leninha), pessoas maravilhosas que tive oportunidade de me aproximar nos últimos anos e que marcaram o final de minha graduação.

A Fátima, a Edna, ao Olímpio, aos colegas da 9^a turma da UNESP Ourinhos e aos que estiveram juntos em sala de aula, seminários, pesquisas, estágios, intervalos, eventos e nos trabalhos de campos (inesquecíveis).

À UNESP Ourinhos, a todos servidores e funcionários, em especial ao Rafa e Rodrigo (que renovaram por dezenas de vezes os atrasos na biblioteca), ao Fabião, aos guardinhas, ao Júlio e à Adriana.

A todo corpo docente da UNESP Ourinhos, em especial aos professores: Leandro, Fabiana, Marcelo, Luciene, M^a Cristina e ao Paulo.

É difícil mencionar em linhas todas as pessoas que de algum modo, fizeram ou fazem parte da minha vida e de minha formação acadêmica, por isso agradeço a todos de coração.

*“Ambiente limpo não é o que mais se limpa, e, sim,
o que menos se suja”.*

(Francisco Cândido Xavier)

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 <i>Objetivo geral</i>	19
2.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 <i>Uso da terra</i>	20
3.2 <i>Definição do termo Microbacia</i>	21
3.3 <i>Definição do termo qualidade da água</i>	23
3.4 <i>Qualidade da água segundo a legislação vigente</i>	26
3.5 <i>Indicadores da qualidade / parâmetros</i>	29
3.5.1 <i>Oxigênio Dissolvido</i>	29
3.5.2 <i>Turbidez</i>	30
3.5.3 <i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i>	31
3.5.4 <i>Condutividade Elétrica</i>	32
3.5.5 <i>Temperatura</i>	33
3.5.6 <i>Dureza</i>	34
3.5.7 <i>Amônia</i>	35
3.5.8 <i>Ferro</i>	36
3.5.9 <i>Ortofosfato</i>	37
3.5.10 <i>Cloreto</i>	38
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
4.1 <i>Área de estudo</i>	41
4.2 <i>Caracterização física do município de Ipaussu</i>	43
4.3 <i>Mapeamentos dos usos da terra, delimitação das APP, declividade e hipsometria.</i>	45

4.4 Pontos amostrais.....	46
4.5 Monitoramento das águas	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
5.1 Análises dos usos da terra na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista.....	50
5.2 Drenagem da cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista	53
5.3 Hipsometria da cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista.....	55
5.4 Usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APP) da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista	56
5.5 Declividades na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista	57
5.6 Pluviosidade registrada durante o período de monitoramento.....	63
5.7 Pontos de Coleta (P).....	64
5.7.1 Ponto 1 (P1).....	67
5.7.2 Ponto 2 (P2).....	68
5.7.3 Ponto 3 (P3).....	71
5.7.4 Ponto 4 (P4).....	73
5.7.5 Ponto 5 (P5).....	74
5.7.6 Ponto 6 (P6).....	75
5.7.7 Ponto 7 (P7).....	76
5.7.8 Ponto 8 (P8).....	77
5.7.9 Ponto 9 (P9).....	78
5.7.10 Ponto 10 (P10).....	80
5.7.11 Ponto 11 (P11).....	81
5.7.12 Ponto 12 (P12).....	81
5.8 Avaliações da qualidade da água da cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista.....	82
5.8.1 Oxigênio Dissolvido.....	82
5.8.2 Turbidez	85
5.8.3 pH.....	90
5.8.4 Condutividade Elétrica.....	93
5.8.5 Temperatura da água	95
5.8.6 Dureza Total.....	98

5.6.7 Amônia.....	100
5.6.8 Ferro.....	102
5.6.9 Ortofosfato.....	105
5.6.10 Cloreto.....	107
5.9 <i>Propostas de manejo</i>	109
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Ipaussu/SP.....	41
Figura 2 - Delimitação da área de estudo e corpos d'água.....	43
Figura 3 - Classificação Climática de Köeppen do Estado de São Paulo.....	44
Figura 4 - Imagem ilustrativa do Ecolite utilizado para análise da qualidade da água.	47
Figura 5 - Medição com o uso do oxímetro.....	48
Figura 6 - Equipamento utilizado para medir condutividade elétrica.	48
Figura 7 - (A) Turbidímetro Hanna (B) Frascos de vidros utilizados para transporte das amostras.....	49
Figura 8 - Fita de pH 0 – 14 MACHEREY-NAGEL.	49
Figura 9 - Mapa de uso da terra na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	51
Figura 10 - Corpos d'água da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	54
Figura 11 - Mapa hipsométrico da cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista.....	55
Figura 12 - Mapa de uso da terra nas APPs dos corpos d'água da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	57
Figura 13 - Mapa de declividade da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	58

Figura 14 - Mapa de uso da terra na classe de declive 0-5% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista	59
Figura 15 - Mapa de uso da terra na classe de declive de 5-12% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	60
Figura 16 - Mapa de uso da terra na classe de declive de 12-20% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	61
Figura 17 - Mapa de uso da terra na classe de declive de 20-30% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.....	62
Figura 18 - Localização dos pontos de coleta.....	65
Figura 19 - A) Reservatório de concreto; B) Proteção do reservatório (casinha); C) Vazão externa e piscina de peixes ornamentais; D) Tanques de criação de peixes.....	67
Figura 20 - A) Rua Cristiano Rodrigues da Silva; B) Ponte de concreto; C) Resíduos no córrego; D) Capina química realizada na margem do córrego; E) Limite da rua com a ponte que liga ao quintal das casas da outra margem.....	69
Figura 21 - A) Depósito de entulho e galhos; B) Lixo no local destinado ao despejo de entulho.....	70
Figura 22 - A) Plantação de bananeiras; B) Bambuzais.....	70
Figura 23 - (A e B) Manchas de óleo na água; C) Restos de alimentos no córrego; (D e E) Tampas de caixas transmissão de esgoto (F) Depósito de resíduos na margem do córrego	71
Figura 24 - A) Em destaque a galeria de esgoto próxima ao emissário do Córrego São Luiz e do lago; B) Erosões na encosta do lago; C) Capivaras na margem do Lago Municipal (D e E) Placas de alerta as capivaras e de informação sobre a febre maculosa.....	72
Figura 25 - A) Lixo e entulho depositados incorretamente próximo à vala; B) Vala de escoamento	73
Figura 26 - A) Represamento de água; B) Ponto de coleta (P4).....	74
Figura 27 - A) Nascente da perene (P5). B) Nascente intermitente; C) Nascente intermitente com percurso escavado; D) Escoamento durante a chuva.....	75
Figura 28 - A) Emissários (tubulações) para segue as águas das nascentes. B) Vazão durante estações secas; C) Vazão durante estações chuvosas; D) Área alagada durante fortes chuvas (foto dia 28/12/2015).....	76

Figura 29 - A) Margem apresentando processo erosivo; B) Visão geral da localização do P7; C) Emissário P7.....	77
Figura 30 - Fotografia apresentando os diferentes usos que influenciam o P8	77
Figura 31 - A) Ponto de coleta P8 em dias secos; B) P8 em dia chuvoso; C) Lixos diversos; D) Sacos com palha de milho.	78
Figura 32 - Pichação feita no muro onde é realizada a feira	79
Figura 33 - A) P9 onde as águas do P8 deságuam no Lago Municipal, B) restos de lixo encontrados no ponto de coleta.	80
Figura 34 - A) Abertura da galeria fluvial, B) Área próxima ao P10.....	80
Figura 35 - A) Ponto 11 (P11); B) Nascente com aspecto alaranjado e oleoso.	81
Figura 36 - A) Ponto de coleta P1 B) Vazão do Ribeirão Brillhante em dias chuvosos C) Vazamento nas caixas esgoto	82
Figura 37 - A) Foto do dia 13/08/15 - Água apresenta transparência e uma quantidade significativa de plantas aquáticas; B) 13/08/15 - Grande quantidade de algas; C) Foto do dia 12/11/15 – Diminuição das plantas; D) Foto do dia 12/11/15 – decomposição das algas.	87
Figura 38 - A) Plantas aquáticas; B) Espécie de alga submersa; C) Plantas e algas retiradas do corpo d'água.....	88
Figura 39 - A e B) Chuvas do dia 28/12/2015 c e d) 15/03/2016.....	90
Figura 40 - A) Surgimento de mancha no lago (12/11/15); B) Peixe morto (12/11/15); C) Aumento da mancha pelo lago (13/05/15); D) Peixe morto (13/05/15).....	96
Figura 41 - A) Caramujos coletados no fundo do lago no P3; B) Caramujos na margem do lago no P3; C) Presença de caramujos no P7; D) caramujos o P9.	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pluviosidade mensal (abril/2015 a março/2016).....	64
Gráfico 2 – Índice de Oxigênio Dissolvido obtido nas coletas em dias secos	84
Gráfico 3 – Índice de Oxigênio Dissolvido obtido em dias chuvosos.	85
Gráfico 4 – Índices de Turbidez (UNT) obtidos nas coletas em dias secos	86
Gráfico 5 - Índices de turbidez obtidos em dias chuvosos	89
Gráfico 6 - pH obtidos nas coletas em dias secos.....	91
Gráfico 7 - pH obtidos nas coletas em dias chuvosos.	92
Gráfico 8 - Condutividade obtida nas coletas em dias secos.....	93
Gráfico 9 - Condutividade obtida nas coletas em dias chuvosos	94
Gráfico 10 -Temperaturas em dias ensolarados	96
Gráfico 11 - Temperatura em dias chuvosos	97
Gráfico 12 - Dureza Total obtida nas coletas em dias secos	98
Gráfico 13 - Dureza Total obtida nas coletas em dias chuvosos.....	99
Gráfico 14 - Amônia obtida nas coletas em dias secos.	101
Gráfico 15 - Amônia obtida nas coletas em dias chuvosos	102
Gráfico 16 - Ferro obtido nas coletas em dias secos	103
Gráfico 17 - Ferro obtido nas coletas em dias chuvosos	104
Gráfico 18 - Ortofosfato obtidos nas coletas em dias secos	106
Gráfico 19 - Ortofosfato obtido nas coletas em dias chuvosos	107
Gráfico 20 - Cloreto obtido nas coletas em dias secos	108
Gráfico 21 - Cloreto obtido nas coletas em dias chuvosos.....	109

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das águas doces conforme a Res. CONAMA 357/05.	27
Quadro 2 - Padrões de qualidade de água estabelecidos pela Res. CONAMA n.º 357/05.	28
Quadro 3 - Principais características dos parâmetros analisados	39
Quadro 4 - Intervalo de classes de declive para fins de conservação de solos.....	58
Quadro 5: Descrição dos pontos amostrais na cabeceira da MBH do Córrego Boa Vista.....	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição das classes de uso da terra da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista	51
Tabela 2 - Usos da terra nas APPs.....	56
Tabela 3 - Classes de declividades ocorrentes na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.	59
Tabela 4 - Classes de uso da terra versus classes de declividade	63
Tabela 5 - Valores de Oxigênio Dissolvido (expressos em mg L-1) obtidos em dias secos....	83
Tabela 6 - Valores de Oxigênio Dissolvido (expressos em mg L-1) obtidos em dias chuvosos	84
Tabela 7 - Valores do indicador Turbidez (UNT) obtidos nas coletas em dias secos.....	85
Tabela 8 - Valores do indicador Turbidez (UNT) obtidos nas coletas em chuvosos	88
Tabela 9 - Valores do indicador pH obtidos nas coletas em dias secos	91
Tabela 10 - Valores do indicador pH obtidos nas coletas em dias chuvosos	92
Tabela 11 - Condutividade (expressos em μScm^{-1}) obtidos nas coletas em dias secos	93
Tabela 12 - Condutividade (expressos em μScm^{-1}) obtida nas coletas em dias chuvosos	94
Tabela 13 - Temperaturas obtidos nas coletas em dias secos (expressas em °C).....	95
Tabela 14 - Temperaturas obtidas nas coletas em dias chuvosos (expressas em °C).....	97
Tabela 15 - Dureza Total obtida nas coletas em dias secos (expressas em $\text{CaCO}_3 \text{ mg.L}^{-1}$)....	98

Tabela 16 - Dureza Total obtida em dias chuvosos (expressas em CaCO ₃ mg.L ⁻¹).....	99
Tabela 17 - Valores de amônia (expressos em mg.L ⁻¹) obtidos nas coletas em dias secos...	100
Tabela 18 - Amônia (expressos em mg.L ⁻¹) obtida em dias chuvosos.....	101
Tabela 19 - Valores de Ferro (expressos em mg.L ⁻¹ Fe) obtidos nas coletas em dias secos...	102
Tabela 20 - Valores de Ferro (expressos em mg.L ⁻¹ Fe) obtidos em dias chuvosos.....	104
Tabela 21 - Valores de Ortofosfato (expressos em P; mg.L ⁻¹) obtidos em dias secos.....	105
Tabela 22 - Ortofosfato obtidos em dias chuvosos.....	106
Tabela 23 - Valores de Cloreto (expressos em mg L ⁻¹) obtidos nas coletas em dias secos ...	107
Tabela 24 - Valores de Cloreto (expressos em mg L ⁻¹) obtidos em dias chuvosos.....	108

RESUMO

O presente trabalho utilizou a integração de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, bem como de informações de uso da terra da microbacia do Córrego Boa Vista, com o monitoramento da qualidade da água na mesma, que é localizada no município de Ipaussu-SP. Teve como principal objetivo a verificação da associação da qualidade da água do lago municipal “José Nicolau” com os respectivos usos na microbacia. Foram realizadas avaliações temporais das águas para obtenção do seu índice de qualidade, classificando-as de acordo com aspectos físicos (temperatura, turbidez, cor e condutividade elétrica), químicos (oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico (pH), dureza, amônia, ferro, ortofosfato e cloreto) e biológicos (presença de algas, peixes, plantas aquáticas). As análises foram realizadas durante o período 27 de abril de 2015 a 10 de abril de 2016 (abrangendo as quatro estações) com coletas de dados e avaliações mensais. O contínuo monitoramento gerou uma quantidade significativa de dados, que depois de organizados, foram sintetizados e analisados. Verificou-se nos resultados que a Cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista abrange 453,3 hectares, sendo os usos agrícola e urbano, aquele que mais se destacam na cobertura da área de estudo, influenciando assim na qualidade da água, apesar de que o lago também recebe efluentes pluviais oriundos dos demais usos. A altitude da área tem uma variação de 50 metros da menor cota para a maior. Verificou-se que cerca de 40% (13,7 hectares) das APP dos corpos d’águas estão ocupadas por área urbana (infraestrutura, construções) o que pode comprometer a qualidade e o uso sustentável da água e sua disponibilidade em longo prazo. Constatou-se que aproximadamente 97% da área possui relevo plano e suave ondulado, sendo a declividade inferior a 30%. Os parâmetros estudados foram enquadradas nos padrões estabelecidos para águas doces classe 2. A qualidade da água das nascentes está dentro do estabelecido pela legislação, porém o pH de todos os pontos se manteve ácido por características naturais. Os pontos 2, 3, 7, 8 e 9 apresentaram mais variações dos parâmetros e os demais se mantiveram dentro do determinado, salvo algumas exceções. Por meio dos resultados obtidos neste trabalho pode-se afirmar que muitos problemas encontrados na área de estudo poderiam ser sanados por meio da restauração e conservação da mata ciliar nos corpos d’água, da destinação correta de lixos e entulhos, de um plano de manejo integrado da área e do constante monitoramento e manutenção da rede de esgoto.

Palavras Chave: Uso da terra, Microbacia do Córrego Boa Vista, Monitoramento da Qualidade da Água, Lago Municipal “José Nicolau”, geoprocessamento.

ABSTRACT

This study used the integration of remote sensing and GIS and land use information of the Boa Vista Stream watershed, with the monitoring of water quality in it, which is located in the municipality of Ipaussu-SP. Aimed to verify the association of water quality in the municipal lake "Joseph Nicholas" with their uses in the watershed, there were temporal assessments of water to obtain your quality score, classifying them according to physical (temperature , turbidity, color and electrical conductivity), chemical (dissolved oxygen, hydrogen potential (pH), hardness, ammonia, iron, orthophosphate and chloride) and biological (presence of algae, fish, aquatic plants). Analyses were conducted during the period April 27, 2015 the April 10, 2016 (covering the four seasons) with data collection and monthly evaluations. Continuous monitoring has generated a significant amount of data, which then organized were synthesized and analyzed. It was the results that Headboard Watershed Boa Vista Stream covers 453.3 hectares, the agricultural and urban uses, that stand out on the roof of the study area, thus influencing the quality of water, although the lake also receives rainwater effluents from the other uses. The altitude of the area has a range of 50 meters from the lower quota for most. It was found that about 40% (13.7 hectares) of APP of bodies of water are occupied by urban areas (infrastructure, buildings) which can compromise the quality and sustainable use of water and its availability in the long run. It was found that approximately 97% of the area has raised plane and undulated, with the lower slope 30%. The parameters studied were classified into the standards established for fresh water class 2. The quality of the spring water is within the established by the legislation, but the pH of all points remained acid by natural features. Sections 2, 3, 7, 8 and 9 were the ones that showed variations of the parameters, the others remained within the given, with some exceptions. Through the results of this study can be said that many problems encountered in the study area could be resolved through the restoration and conservation of riparian vegetation in water bodies, the proper disposal of waste and debris, a comprehensive management plan the area and the constant monitoring and maintenance of the sewage system.

Keywords: Land use, Watershed Boa Vista Stream, Quality Monitoring Water, Town Lake "José Nicolau", geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

A humanidade passa por um momento crítico, vivencia-se uma crise ambiental, ainda não muito bem delineada, nem muito bem compreendida (PHILIPPI JR, 2005, p. 389), a escassez hídrica é um dos reflexos dessa crise.

Os últimos foram marcados por prolongadas estiagens, que resultaram na redução dos volumes de água nos rios e reservatórios, modificando a paisagem de diversas cidades e afetando a distribuição de água para a população em diferentes localidades.

A água é um recurso natural limitado indispensável para a vida humana. Com a escassez hídrica, emerge uma preocupação constante com este recurso, desde as microbacias às grandes bacias hidrográficas e com os caminhos tomados por ele por conta da incessante intervenção antrópica.

O conhecimento do caminho percorrido pela água é essencial para o manejo de bacias hidrográficas e da conservação das nascentes (VALENTE & GOMES, 2005, p. 32), pois as influências exercidas no seu trajeto podem vir a interferir ou até mesmo prejudicar toda a sua rede de drenagem. Exemplo disso é o incremento de lixo urbano nas últimas décadas, devido às embalagens plásticas, que resultou em rios e em todo o sistema de drenagem cheios de garrafas tipo *pet*, além das embalagens de plástico de todo o tipo (PHILIPPI JR, 2005, p. 389).

A qualidade da água é proveniente de fenômenos e processos naturais, como escoamento, lixiviação, infiltração e da interferência antropogênica, que pode ser pelos efluentes urbanos, agrícolas, industriais ou pluviais. Outro fator que pode influenciar é a produção de sedimentos, cujas principais consequências ambientais são o assoreamento, a diminuição da capacidade de escoamento dos cursos d'água e o transporte de poluentes agregados ao crescimento do volume de sedimentos que contaminam as águas (PHILIPPI JR, 2005, p.389).

Pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005, p. 12).

Tendo em vista que a qualidade da água em um meio está completamente relacionada com os usos existentes ao seu redor, há a necessidade de um levantamento dos mesmos, para que assim haja um planejamento eficiente e eficaz, seja para preservação, para medidas de prevenção ou manejo.

Diante disso, o presente trabalho visou fazer um levantamento dos principais usos da cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista e das possíveis influências que estes usos geram nos corpos d'água, em especial nas águas do Lago Municipal "José Nicolau", principal ponto turístico do município de Ipaussu, interior de São Paulo. Esse levantamento foi realizado através de um monitoramento da qualidade da água no período de um ano em pontos estratégicos, considerando o meio pesquisado e as inter-relações que eram mantidas com a comunidade e as atividades nele desenvolvidas.

O monitoramento é o primeiro passo importante para a elaboração de um banco de dados confiável e adequado que possa ser útil ao planejamento e gerenciamento (TUNDISI, 2003, p. 128), por meio dele são verificadas as alterações das características físicas, químicas e biológicas nas águas, que podem estar associadas a causas naturais e, sobretudo às atividades antrópicas.

Apesar de a ênfase ser dada no meio aquático, o monitoramento tende a ser, sobretudo ambiental, pois, insere em suas investigações toda a área de captação e de influência da microbacia, nesta pesquisa, abrangendo toda a cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e mapear os usos da terra da cabeceira da microbacia hidrográfica do Córrego Boa Vista e realizar o monitoramento da qualidade da água do Lago Municipal “José Nicolau” no município de Ipaussu. Buscou identificar durante o período a influência do uso da terra sobre a qualidade da água. Visou ainda levantar os principais impactos ambientais das atividades antrópicas na bacia e a elaboração de mapas temáticos e propostas de manejo conservacionista da área.

2.2 Objetivos específicos

- Levantar quais são os usos da terra predominantes na área da cabeceira da microbacia;
- Averiguar quais são as influências que os usos podem causar na água;
- Verificar a existência de uma associação da qualidade da água do lago municipal “José Nicolau” com o uso da terra na microbacia;
- Identificar as classes de declividade da área de estudo;
- Por meio do monitoramento dos indicadores, realizar um diagnóstico dos resultados obtidos;
- Colaborar com propostas de manejo e com produções cartográficas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Uso da terra

O termo cobertura e uso da terra são definidos como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado, quer por aspectos naturais quer por atividades desenvolvidas pelo homem (PEREIRA, 1989, p.1), deste modo abrangendo a totalidade dos usos e variáveis que extrapolam a área física, que dizem respeito às relações do homem com o meio, como exemplo fatores econômicos e sociais.

Quanto ao levantamento dos usos, Pereira (1989), afirma que:

O levantamento da cobertura e uso da terra é indispensável para o planejamento racional que irá superar problemas de desenvolvimento descontrolado e de deterioração da qualidade ambiental pela perda das terras agrícolas. Dados sobre cobertura e uso da terra são necessários para a análise de processos e problemas ambientais. Esta análise permite decidir sobre a conveniência de manter ou melhorar as condições de uso (PEREIRA, 1989, p.2)

Tendo em vista a dinâmica dos usos, que está em constante modificação, a exemplo da urbanização, da implantação de tecnologias nas agriculturas, no avanço incessante do desmatamento e das diversas mudanças que ocorrem o tempo todo nos ambientes naturais, Pereira (1989) acredita que, torna-se

Imprescindível a atualização constante dos mapas temáticos correspondentes, uma vez que apenas com o acompanhamento das alterações de uso da terra ocorridas no tempo é possível uma avaliação dos efeitos, na organização do espaço provenientes da atividade humana (PEREIRA, 1989, p.3).

O levantamento dos usos da terra é essencial ao planejamento urbano, visto que, por meio dele é possível averiguar as áreas mais necessitadas de intervenção, designar áreas viáveis para expansão urbana, elaborar propostas de conservação de áreas florestadas, quando na ausência, pra criação dessas áreas, bem como para implantação de praças, bosques verdes, centros de recreação, para delimitar áreas que possam abrigar complexos industriais ou comerciais, e, além disso, promover a proteção de nascentes, rios e córregos por meio da mata ciliar, nem sempre presente nas áreas urbanas.

Enfim, são inúmeras as possibilidades que a delimitação dos usos pode oferecer além de facilitar o gerenciamento dos espaços urbanos, de forma que não haja conflito de

interesses, permitindo que “nenhum desses usos influa de maneira drástica sobre o outro, podendo comprometer de alguma forma a dinâmica urbana”. OLIVEIRA (2015, p. 21).

3.2 Definições do termo Microbacia

Lanna (1995, p. 149) define microbacia hidrográfica como “a área geograficamente delimitada pelos divisores de água, que alimentam pequenos tributários” e afirma ainda que para a reabilitação de uma microbacia ter êxito “demanda da participação dos seus habitantes e proprietários, de forma integrada, num programa de trabalho comunitário, visando ao desenvolvimento econômico da população envolvida”. Numa abordagem similar Valente & Gomes afirmam que “todas as pessoas precisam ter a consciência de que estão morando em uma bacia hidrográfica e que suas atividades têm influencia importante no comportamento da mesma.” (GOMES, 2005, p. 29).

As bacias, sub-bacias e microbacias para Piroli (2014, p. 2) podem ser descritas como áreas da superfície terrestre delimitadas por um divisor de águas, onde a chuva cai e escorre para um mesmo córrego temporário ou perene, carregando detritos e sedimentos contidos no mesmo e/ou infiltrando no solo, contribuindo com o lençol freático e para formação das nascentes. Um conjunto de microbacias formam uma sub-bacia e estas, somadas, formam as bacias hidrográficas.

Aparecem como derivações, usualmente, os termos *sub-bacia* e *microbacia* (e também *minibacias* e *bacias de cabeceira*) (MACHADO e TORRES, 2012, p. 42). Já Valente & Gomes (2005) consideram que:

As bacias pequenas posicionadas nas extremidades de bacias maiores, geralmente em áreas de maior declividade, são conhecidas como bacias hidrográficas de cabeceiras, ou simplesmente bacias de cabeceiras. São elas responsáveis pela formação de córregos, essencialmente, ou mesmo de riachos e ribeirões, conforme denominações populares (VALENTE & GOMES, 2005 p. 29).

Faustino (1996 apud Teodoro et al., 2007), faz uma classificação dos termos de acordo com o tamanho da área, conforme segue:

As sub-bacias possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km² [...] a microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km². (FAUSTINO, 1996 apud TEODORO et al., 2007, p. 138 e 139).

Piroli (2014, p. 2) considera que a microbacia é a área ideal para análises ambientais por ser o espaço onde as relações entre as atividades humanas e os fluxos físico, químico e biológico ocorrem de maneira mais intensa e próxima.

Para que haja um reconhecimento da qualidade de um rio são necessários além de análises da água, um levantamento da origem e caminho percorrido pela água e pelos córregos, que segundo Ribeiro (2004):

percorrem diferentes terrenos, sujeitos a diferentes usos: matas, plantações, hortas, pastagens, granjas e currais, fábricas, cidades, etc., recebendo, em cada uma dessas porções da bacia, diferentes tipos de contribuições que alteram a qualidade da água. Além disso, as próprias chuvas, precipitando-se sobre a bacia, dissolvem e arrastam terra, lixo e outros resíduos de diferentes regiões, de acordo com os diferentes usos que são feitos do solo (RIBEIRO, 2004, p. 94).

Da mesma forma Valente & Gomes (2005) afirmam que a nascente é um fenômeno natural que transcende o ponto onde se manifesta, sendo resultado de um processo hidrológico que ocorre em uma área de contribuição chamada bacia hidrográfica (VALENTE & GOMES, 2005, p. 176).

Por este motivo, é necessária a realização de um levantamento da área da bacia, reconhecendo desde a cabeceira, sua área de captação, as nascentes e todo o percurso tomado pela água, assim como, um meticoloso e completo levantamento sanitário, que visa:

localizar principalmente os pontos que contribuem com: esgotos, adubos e agrotóxicos, resíduos de estábulos e granjas, lixo, despejos industriais e áreas desmatadas sujeitas à erosão e ao transporte de terra pelas chuvas (RIBEIRO, 2004, p. 94).

A caracterização da superfície da microbacia e o levantamento dos seus respectivos usos podem ser feitos por meio das técnicas de geoprocessamento, que segundo Piroli (2010):

pode ser separado em geo (terra – superfície – espaço) e processamento (de informações – informática). Dessa forma, pode ser definido como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra (PIROLI, 2010, p. 5).

Os subprodutos gerados a partir do geoprocessamento e dos SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) podem promover o melhor conhecimento das áreas, bem como aferir medidas, levantamento de dados de monitoramento, dentre outras opções que tendem a facilitar a pesquisa e projetos de diversas áreas, sejam elas, públicas ou privadas.

3.3 Definição do termo qualidade da água

A qualidade da água proveniente de nascentes, poços, córregos e rios, decorrem de processos naturais e também da interferência antropogênica, conforme afirma Von Sperling (2005, p. 12) onde “a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.”.

Para Valente & Gomes (2005, p. 169), a qualidade da água pode ser considerada como “o resultado de um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos que descrevem a sua natureza. Dependendo da qualidade, a água poderá ser usada diretamente ou necessitar de tratamento.” Dessa forma, a qualidade da água de determinado manancial, estará relacionada com todo uso que existe ao seu redor.

Quando se trata de áreas com vegetação e características naturais conservadas, a qualidade de suas águas tende a ser superior a uma área antropizada. Valente & Gomes (2005, p. 171) afirmam ainda que:

o mais importante em se tratando de conservação de nascentes, é que a água tenha a sua qualidade preservada desde a origem. Isso pode ser conseguido com a coleta, tratamento e/ou destinação adequada dos resíduos produzidos na área formadora da nascente, sejam domésticos ou provenientes das atividades agrícolas nela exercidas (VALENTE & GOMES, 2005, p. 171).

Nos casos onde a água encontra-se em áreas preservadas, sua qualidade pode ser alterada, a exemplo do escoamento superficial por meio do deslocamento de partículas de solo em suspensão, matéria orgânica ou sedimentos, enquanto nos casos onde há interferência antropogênica, a alteração da qualidade pode se dar por resíduos sólidos ou por águas residuais, que correspondem aos efluentes urbanos, agrícolas, industriais e pluviais tendo sua gênese em áreas urbanas, industriais ou agrícolas.

As fontes de poluição podem ser classificadas como “fontes pontuais ou localizadas, como os esgotos domésticos e os efluentes industriais, ou de fontes dispersas, não localizadas, como as águas de escoamento superficial, as águas de infiltração, etc.” (MACHADO e TORRES, 2012, p. 151).

Os efluentes líquidos urbanos podem ser domésticos (incluindo residências, comércios em geral, prestadores de serviços), “caracterizados por águas residuárias contaminadas, basicamente, por fezes humanas e animais, restos de alimentos e sabões e detergentes” (ARCHELA et al., 2003, p. 518). Esses tipos de efluentes podem provocar as seguintes contaminações das águas:

- Contaminação por bactérias: principalmente por coliformes presentes nas fezes humanas, responsáveis pela grande incidência de diarreias e infecções.
- Contaminação por substâncias orgânicas recalcitrantes, ou de difícil degradação. Como exemplo podemos citar os detergentes sulfônicos, cuja ação tóxica não é muito acentuada, mas os efeitos secundários são graves. Destroem as células dos microorganismos aquáticos, impedindo a oxidação microbiológica dos materiais biodegradáveis contidos nos esgotos. Reduzem também a taxa de absorção de oxigênio, diminuindo a velocidade de autodepuração dos rios (ARCHELA et al., 2003, p. 518).

Já os efluentes industriais são oriundos de diferentes ramos de atividades das fábricas, podendo conter detergentes e metais pesados e podem causar os seguintes tipos de contaminação:

- Contaminação por compostos orgânicos: os compostos fenólicos representam um dos principais poluentes das águas residuárias de origem industrial. São provenientes de indústrias químicas e farmacêuticas e dos esgotos hospitalares que, mesmo em baixas concentrações, alteram a potabilidade da água e o sabor dos peixes contaminados. Outro importante resíduo contaminante é os detergentes para limpeza de equipamentos, utilizados por várias indústrias. Esses compostos afetam principalmente a fauna dos corpos receptores.
- Contaminação por compostos inorgânicos: Os principais compostos inorgânicos que ameaçam a integridade dos recursos hídricos são basicamente os metais pesados, provenientes de indústrias químicas e farmacêuticas, de usinas siderúrgicas, indústrias de fertilizantes, além das atividades de mineração (ARCHELA et al., 2003, p. 518 e 519).

Os efluentes de origem agrícola decorrem das atividades rurais, sendo que muitos deles podem ser despejados em rios sem o devido tratamento, muitas vezes por meio do escoamento pluvial ou pelas águas de retorno. Nos casos onde há um constante despejo de agrotóxicos, fertilizantes e adubos (que acabam sendo incorporados ao solo), ao chover, pode ocorrer o processo de lixiviação (com destaque aos solos preparados ou desnudos) são carregados compostos como nitrogênio, fósforo e enxofre, além das partículas de solo.

Os poluentes agrícolas atingem as águas penetrando no solo e alcançando o lençol freático, prejudicando assim, a qualidade da água para consumo e abastecimento. Isso pode ocorrer de forma mais intensa, quando há chuva em um curto período de tempo após o lançamento dos insumos agrícolas, que acabam sendo levados pelas águas que, ao lavarem os solos, acabam os contaminando e em seguida, fazendo o mesmo nos corpos d'água a jusante.

As águas residuárias pluviais são denominadas por Archela et al. (2003) como efluentes pluviais, onde:

As águas meteóricas, após passarem pelos telhados, quintais, calçadas, ruas, praças e jardins podem, e devem ser consideradas águas residuárias. Esse

tipo de efluente, apesar de normalmente com, relativamente, boa rede de captação (bocas-de-lobo, galerias, interceptores, etc.), não passa por tratamento algum; sendo lançado integralmente na rede hidrográfica mais próxima (ARCHELA et al., 2003, p. 519 e 520).

Ao estudar a cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista foi possível aferir que a maior interferência na qualidade da água se dá pelos efluentes pluviais, embora haja coleta de lixo regular, data pré-estabelecida para a coleta de entulhos (advindos de construções) e galhos (resultante de podas e cortes de árvores) e o serviço de limpeza das ruas e calçadas por garis, ainda assim estes efluentes podem conter, segundo Archela et al., (2003):

folhas, flores, frutos, galhos, insetos e pequenos animais mortos, fezes e urinas de animais domésticos, resíduos de comidas, resíduos de materiais de limpeza, embalagens diversas e papéis em geral, além de restos de cigarros, deveremos concluir que tais efluentes não recebem a devida atenção que os outros (domésticos e industriais) recebem. Tal fato configura-se numa grande falha, ocorrendo em quase a totalidade das cidades brasileiras, que carecem de bom sistema de varrimento, coleta de lixo, e higiene por parte dos habitantes (ARCHELA et al., 2003, p. 520).

Ainda segundo Archela et al. (2003), o principal causador de problemas de esgotos pelas áreas urbanas e industriais são:

os resíduos de derivados de petróleo, provenientes de atividade automotiva, tais como: lava-rápidos, retificadoras, recuperadora de peças, oficinas mecânicas, auto elétricas e postos de combustíveis. Esses estabelecimentos, comerciais e industriais, costumam receber os Alvarás de Funcionamento, emitidos pelas prefeituras locais, sem que haja uma fiscalização com relação ao perfeito funcionamento dos dispositivos retentores de óleo e lama [...] pois eventualmente podem permitir o extravasamento do poluente diretamente à rede pluvial, ou clandestinamente à rede coletora doméstica.[...] Existem ainda resíduos industriais de natureza inorgânica, compostos essencialmente por substâncias químicas do grupo dos metais pesados. Esses efluentes são produzidos por determinadas indústrias, sobretudo do ramo de cromagem, fertilizantes, equipamentos para refrigeração, etc. Se essas indústrias não procederem ao pré-tratamento físico e químico necessários para reter esses resíduos inorgânicos s, os mesmos serão lançados diretamente nos corpos aquáticos ou nas redes de coletas dos esgotos domésticos (ARCHELA et al., 2003, p. 523).

Os efluentes merecem atenção, principalmente os pluviais, uma vez que na área de estudo, tendem a cair nos emissários e em seguida nos córregos e no lago municipal, em especial nos casos onde a rua acaba no córrego (como é o caso da Rua Cristiano Rodrigues da Silva). Nestes casos, onde os efluentes não encontram nenhuma barreira natural ou artificial, tende a haver o transporte de todo material orgânico e inorgânico disponível nas ruas e calçadas e até mesmo em áreas agrícolas, para os córregos.

Nas áreas de expansão urbana e terrenos onde estão sendo realizadas construções ou que estão passando por manutenções, há o constante depósito de materiais nas calçadas e ruas (como por exemplo, de areia, terra e pedriscos), que estando desprotegidos, tendem a assorear se forem carregados pelos efluentes pluviais, ou contribuir com o assoreamento dos mananciais.

Uma maneira de aprimorar a forma como são tratados os efluentes pluviais é apresentada por Archela et al. (2003):

Um procedimento para a captura da rede pluvial pela rede de coleta de efluente doméstico, através de comportas manipuláveis, nos momentos de chuvas torrenciais, em seus primeiros minutos, com consequente captura das primeiras águas de limpeza mais poluídas e posterior tratamento conjunto, poderia reduzir os níveis de poluição desse efluente. ARCHELA et al. (2003, p. 523 e 525).

Essa proposta contribuiria com a preservação dos mananciais, com captação e redirecionamento dos resíduos sólidos, além disso, seria uma forma de prevenir o entupimento de emissários, e transbordamento de galerias, fato facilmente visto em dias com alta pluviosidade.

3.4 Qualidade da água segundo a legislação vigente

As águas são classificadas segundo sua qualidade e, a partir disso são determinados os seus possíveis usos e o padrão de qualidade a ser seguido. Para isso, existe a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 que: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Essa resolução determinou a classificação dos corpos hídricos em águas doces, salinas ou salobras, conforme Capítulo II, Artigo 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” (CONAMA, 357/05).

As classes das águas doces são categorizadas no Art. 4º (Res. CONAMA nº 357/05) segundo seus usos preponderantes em cinco classes: Especial, Classe I, II, III e IV, conforme está apresentado no Quadro 1.

Classe Especial
a) abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I
a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) 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 e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe II
a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) 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 e) aquicultura e a atividade de pesca.
Classe III
a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e e) dessedentação de animais.
Classe IV
a) navegação; e b) harmonia paisagística.

Quadro 1 - Classificação das águas doces conforme a Res. CONAMA 357/05.

Fonte: Resolução CONAMA nº 357, de 17/mar.2015.

Organizado pela autora.

Após investigação da área de interesse e dos usos que possuem para a comunidade local, os corpos d'água da microbacia foram enquadrados na Classe II, cujos usos preponderantes podem ser: abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças plantas frutíferas e de parques, aquicultura e a atividade de pesca.

O Quadro 2 informa os padrões de qualidade exigidos pelo CONAMA (357/05), de forma sintetizada, que estabelece os valores exigidos de todos os parâmetros de qualidade para as classes de água doce, neste caso dando ênfase as classes de interesse para o estudo.

Parâmetro	Limites determinados pela Resolução 357/2005 CONAMA				Portaria MS 2.914/2011
	Especial	Classe I	Classe II	Classe III	
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.	6,0	5,0	4,0	-
Turbidez (UNT)		40	100	100	5,0*
Potencial Hidro-geniônico (pH)		6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9*
Condutividade Elétrica (µScm ⁻¹)		100**	100**	100**	-
Temperatura (°C)		-	-	-	-
Dureza Total (CaCO ₃ mg.L ⁻¹)		500	500	500	500*
Amônia (N-NH ₃ mg.L ⁻¹)		3,7 ∇ pH ≤ 7,5 2,0 ∇ 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 ∇ 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 ∇ pH > 8,5	3,7 ∇ pH ≤ 7,5 2,0 ∇ 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 ∇ 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 ∇ pH > 8,5	13,3 ∇ pH ≤ 7,5 5,6 ∇ 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 ∇ 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 ∇ pH > 8,5	1,5*
Ferro solúvel (mg.L ⁻¹)		0,3	0,3	5,0	0,3*
Ortofosfato (mg.L ⁻¹)		0,3	0,3	0,3	-
Cloreto (mg.L ⁻¹)		250	250	250	250*

Quadro 2 - Padrões de qualidade de água estabelecidos pela Res. CONAMA n.º 357/05.

Notas: (-) Limite não mencionado pela legislação ambiental; (∇) para todo e qualquer;

(*) Limite conforme a Portaria MS n.º 2.914/2011 (revisão da portaria n. 518/2004) – Ministério as Saúde; (**) Limite estabelecido pela CETESB, 2014.

Fonte: CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 2005. Organizado pela autora

Para correlação aos padrões de qualidade da água potável estabelecidos para consumo, foram adicionados ao Quadro 2 os valores informados pela Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (revisão da portaria n.º 518, de 25 de março de 2004) do Ministério da Saúde (MS) que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e de aceitação para o consumo humano.

3.5 Indicadores da qualidade / parâmetros

O uso de indicadores de qualidade na água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002, p.181). Com as informações quantificadas, é possível prever ações rápidas interdisciplinares no manejo da água em uma bacia hidrográfica e propor soluções dos recursos hídricos de uma região (FRANCO; HERNANDEZ, 2012, p.62).

A caracterização físico-química da água e de soluções aquosas tem como objetivo:

identificar e quantificar os elementos e espécies presentes nesses compostos e associar os efeitos de suas propriedades às questões ambientais, permitindo a compreensão dos processos naturais ou alterações no meio ambiente. O conhecimento dessas propriedades permite responder a questões como, quais e em que níveis eles podem ser prejudiciais aos ecossistemas e à saúde humana (EMBRAPA 2011, p. 10).

Von Sperling (2005, p. 18) entende as características da água (ou parâmetros da qualidade) como: físicas, quando as impurezas estão associadas aos sólidos presentes na água (em suspensão, coloidais ou dissolvidos), químicas, que podem ser interpretadas através das classificações de matéria orgânica ou inorgânica e, em biológicas, que representa os seres presentes na água, sendo eles vivos ou mortos, pertencentes aos reinos animal e vegetal ou protistas.

Os parâmetros utilizados para este estudo da qualidade da água foram: físicos (temperatura, turbidez, cor e condutividade elétrica), químicos (oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico (pH), dureza, amônia, ferro, ortofosfato e cloreto) e biológicos (presença de algas, peixes, plantas aquáticas).

3.5.1 Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido na água é de fundamental importância para a manutenção da vida aquática. Para Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008):

A respiração de plantas e animais aquáticos e a atividade bacteriana de decomposição são fontes importantes de perda de oxigênio dissolvido. No caso da interface sedimento-água, podem ocorrer perdas substanciais de oxigênio da água, em razão da atividade bacteriana e da oxidação química. [...] A agitação que ocorre em lagos rasos pela ação do vento produz também uma diminuição considerável da concentração de oxigênio da água, por causa da ressuspensão de sedimentos e matéria orgânica. Essas perdas de

oxigênio podem estar relacionadas com a intensa mortalidade de organismos aquáticos. TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI (2008, p. 111).

A restituição do oxigênio na água é feita pelas plantas aquáticas e pelas algas na fotossíntese durante o dia, sendo que a noite ocorre o decréscimo por conta do consumo do OD pelas algas que, neste período, passam a produzir gás carbônico. Esse decréscimo pode ocorrer durante o dia nos casos de aumento da temperatura da água ou de poluição (ALFAKIT, 2009).

Em um meio aquático eutrofizado, o crescimento exacerbado de algas, pode encobrir a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido (CETESB, 2014, p.23). Perante esta perspectiva, as águas com baixa concentração de oxigênio dissolvido podem ser um indicativo de águas poluídas, essa perda de oxigênio ocorre por conta do grande consumo necessário para a decomposição das matérias orgânicas presentes no meio, enquanto os corpos d'água que apresentam altas concentrações (valor abaixo da saturação) são um indicativo de que a água é limpa.

No entanto, um corpo d'água com crescimento excessivo de algas pode apresentar, durante o período diurno, concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade da água, nos quais podem se formar crostas verdes de algas à superfície (CETESB, 2014, p. 23).

Portanto, águas com aspecto esverdeado (com a presença aparente de algas), podem estar nesta situação.

3.5.2 Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma (Von SPERLING, 2005, p. 24). Para obter este indicador foi utilizado o turbidímetro, cujos valores são representados em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) na escala de 0 (zero) a 1.000 (mil) UNT, segundo COUTO (sem ano e paginação) o turbidímetro

compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez (COUTO, sem ano e paginação).

A forma dos constituintes responsáveis são os sólidos em suspensão que podem ter sua origem natural (partículas de rocha, argila, silte, algas ou microorganismos) ou antropogênica (despejos domésticos, industriais, microorganismos, erosão) (Von SPERLING, 2005, p. 24).

É esperado que a turbidez aumente durante as chuvas intensas e no período úmido do ano (SILVA, 2015, sem paginação), conforme também apresentado pela CETESB (2014):

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas [...]. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro (CETESB, 2014, p. 5).

A grande quantidade de materiais em suspensão acaba reduzindo a passagem de luz na água o que tende a prejudicar o ambiente aquático, pois, pode causar distúrbios aos ecossistemas aquáticos devido à redução da penetração da luz (VIANA et al., 1999, p. 55).

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (CETESB, 2014, p.5)

Nos casos dos mananciais que possuem alta turbidez como característica natural, esse parâmetro não causará danos ao meio.

3.5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma grandeza com variação de 0 a 14 “que indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução aquosa (EMBRAPA, 2011) podendo indicar o tipo de solo pelo qual a água percorreu ou se recebeu algum tipo de poluente.

O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração hidrogeniônica. Em uma escala que indica acidez ou alcalinidade, pH entre 0 e 7 indica acidez e entre 7 e 14 indica alcalinidade (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2008, p. 115).

“A maior parte das águas de rios e lagos possuem valores na faixa de 4 a 9 [...] o pH baixo faz com que metais dissolvam, e, valores altos, induzem toxicidade por amônia nos peixes” (SILVA, 2015, sem paginação). Quando a água está alcalina, isto pode estar relacionado à presença de carbonatos ou bicarbonatos, indicativos do tipo de solo que percorreu. A Resolução CONAMA nº 357/2005 define que para águas doces, o pH deve estar entre 6,0 e 9,0. Para Couto (sem ano e paginação),

O pH da água determina a solubilidade (quantidade que pode ser dissolvida na água) e a disponibilidade biológica (quantidade que pode ser usada pela biota aquática) dos constituintes químicos [...] Uma ligeira acidificação da água aumenta a solubilização dos fosfatos, fazendo com que maiores quantidades de fósforo solúvel passem à água em menos tempo (COUTO, sem ano e paginação).

As alterações naturais de pH nos corpos d'água decorrem da presença de ácidos carbônicos e húmicos dissolvidos (VIANA et al., 1999). Os ácidos carbônicos são decorrentes da diluição do gás carbônico na água, podendo ser encontrados na água da chuva, por exemplo, pois, durante a precipitação há a dissolução do gás carbônico presente na atmosfera deixando-a levemente ácida. Já os húmicos dissolvidos, são decompostos de matéria orgânica, por exemplo: folhas vegetais (depositadas nos fundos dos leitos, que aos poucos vão sendo decompostas e dissolvidas no meio aquático) e do húmus na terra (decompostos e transportados para os corpos d'água) que são oxidados e sintetizados por micro-organismos e que podem alterar o pH, deixando as águas mais ácidas, alterando também a cor da água, escurecendo-a (a exemplo da cor escura do Rio Negro).

Santos et al. (2003), afirma que as algas também podem influenciar no pH da água:

Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem a fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez na água (Santos et al., 2003, p. 70).

Podem ocorrer também, alterações do pH de forma antropogênica, principalmente quando muito ácido, que pode estar associado a despejos industriais ou domésticos.

3.5.4 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica na água representa a capacidade que ela possui em conduzir eletricidade e está relacionada à quantidade de íons presentes na água, podendo variar com a temperatura. Em águas doces varia de 30 a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C (VIANA et al., 1999, p. 54), mas os níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2014, p.1).

Este parâmetro não identifica exatamente os íons presentes na água, mas, pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorrem na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc (Santos, et al., 2003, p. 71), pois, a condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados (CETESB, 2014, p. 1).

Altos valores de condutividade podem apresentar características corrosivas da água, que pode ser considerado um indicativo das possíveis modificações ocorridas na água, principalmente no que se referem à concentração sais minerais. Dessa forma, representa uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2014, p. 1).

3.5.5 Temperatura

A temperatura da água é determinada pela radiação solar, e é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2014, p. 3). Ela pode sofrer alterações por conta do “desmatamento de faixas marginais de rios ou lagos o que pode levar a incidência direta de radiação, alterando o padrão de aquecimento das águas.” (SILVA, 2015, sem paginação) ou pelo recebimento dos diferentes tipos de efluentes, como exemplo despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoeletricas (CETESB, 2014, p. 3) que elevam a temperatura dos corpos d’água, implicando diretamente em seu meio e nas espécies que ali vivem. Para Couto (sem ano):

[...] peixes, insetos, zooplâncton, fitoplâncton e outras espécies aquáticas, todas têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se essa faixa for ultrapassada (para menos ou para mais), o número de indivíduos das espécies diminui até se extinguirem totalmente (COUTO, sem ano e paginação).

Segundo SILVA (2015, sem paginação), a capacidade de reter oxigênio dissolvido pode ser reduzida com o aumento do calor da água. Picos de temperatura podem ser mortais para alguns seres. De acordo com as informações apontadas pela CETESB (2014):

Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2014, p. 3).

A temperatura varia naturalmente nas águas de acordo com a temperatura do ar, apresentando no Brasil valores entre 12 a 30° C (VIANA et al, 1999, p. 54). Essas variações provocam uma série de alterações físico-químicas:

à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam (CETESB, 2014, p. 3).

O oxigênio dissolvido também é influenciado, assim como os compostos tóxicos presentes na água, conforme afirma Couto (sem ano).

A água fria, por exemplo, contém mais oxigênio dissolvido do que a água quente. Por outro lado, alguns compostos são mais tóxicos para a vida aquática nas temperaturas mais elevadas (COUTO, sem ano e paginação).

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) não informa os valores de referência para temperatura mínima e máxima para águas naturais na Resolução 357/05.

3.5.6 Dureza

A dureza de uma água é a medida da sua capacidade de formar espumas e de precipitar sabão, ou seja, nas águas que a possuem os sabões transformam-se em complexos insolúveis, não formando espuma até que o processo se esgote (CETESB, 2014, p. 15).

Para Silva (2015, sem paginação), a dureza está associada com as quantidades de sais minerais e outros elementos dissolvidos na água. Segundo a CETESB (2014), a dureza:

É causada pela presença de cálcio e magnésio, principalmente, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio, hidrogênio, etc, associados a ânions carbonato (mais propriamente bicarbonato, que é mais solúvel) e sulfato, principalmente, além de outros ânions como nitrato, silicato e cloreto. São quatro os principais compostos que conferem dureza às águas: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio (CETESB, 2014, p. 15).

A dureza pode ter origem natural na dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio (ex: rocha calcária) ou antropogênica pelos despejos industriais (VON SPERLING, 2005, p. 29), embora a alteração da dureza pela atividade industrial seja pouco significativa e sua principal origem se dê na passagem pelo solo (dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água) (CETESB, 2014, p. 15)

Em resumo, a dureza corresponde a “concentração de cátions multimetálicos em solução.” (VON SPERLING, 2005, p. 29). Na água, ela pode impactar a vida aquática, pois, a toxicidade de várias substâncias e elementos varia com o grau de dureza da água (SILVA, 2015, sem paginação). O fato de a dureza reduzir a formação de espuma (no caso do uso doméstico ou industrial) acaba dificultando o banho e a lavagem de objetos em geral. Em áreas industriais onde há caldeiras ou aquecedores poderá haver incrustações nos encanamentos e tubulações.

3.5.7 Amônia

O nitrogênio por si é um elemento fundamental à vida aquática, chega muitas vezes a ser escasso. Suas principais fontes são:

o ar (assimilado por algumas algas), adubos e matéria orgânica em decomposição (folhas ou esgotos). O nitrogênio, proveniente da decomposição de vegetais, animais e esgotos, passa por uma série de transformações. No caso de vegetais e animais, o nitrogênio se encontra na forma orgânica. Ao chegar na água, é rapidamente transformado em nitrogênio amoniacal, passando depois para nitrito e, finalmente, nitrato. Essas duas transformações só ocorrem em águas que contenham bastante oxigênio dissolvido, pois são realizadas por bactérias essencialmente aeróbicas – as nitrobactérias (SANTOS et al., 2003, p. 70).

Em áreas agrícolas, os solos fertilizados podem conter diversas formas de nitrogênio, assim como nas áreas urbanas, onde, a drenagem das águas pluviais, associada às deficiências do sistema de limpeza pública, constitui fonte difusa de difícil caracterização (CETESB, 2014, p. 27).

O nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgoto (CETESB, 2014, p. 27), em excesso na água “significa que há matéria orgânica em decomposição e que o ambiente é pobre em oxigênio” (SANTOS et al., 2003, 70), pois amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente (CETESB, 2014, p. 27).

A amônia é encontrada em pequenas concentrações naturalmente nos corpos d’água resultante da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos, do solo ou da água, podendo também ser resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por micro-organismos ou por trocas gasosas com a atmosfera (REIS e MENDONÇA, 2009, p. 353), embora Viana et al. (1999) afirma que são resultantes da decomposição de matéria orgânica de origem predominantemente animal (VIANA et al., 1999, p. 55).

A amônia é um parâmetro que pode ser influenciado pelo pH. É um composto comumente encontrado no esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (REIS e MENDONÇA, 2009, p. 353), portanto, grandes concentrações podem ser consideradas um indicador de contaminação recente por efluentes domésticos ou com características orgânicas.

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 (REIS e MENDONÇA, 2009, p. 353).

Os altos teores de amônia podem causar sérios danos à vida aquática, Vianna et al. (1999, p. 55) salientam que favorece a proliferação de bactérias e que concentrações acima de 2,5 mg/L são tóxicas para algumas espécies de água doce. Os relatórios da CETESB (2014, p. 27) apresentam que amônia restringe a vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Já o padrão de aceitação para consumo humano exigido pela Portaria n.º 2914/2011 do Ministério da Saúde é de 1,5 mg/L.

3.5.8 Ferro

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Em águas superficiais pode ser encontrado sob formas bivalente (ferro ferroso) e trivalente (ferro férrico), como solução, coloide, suspensão ou em complexos orgânicos e minerais (VIANA et al., 1999, p. 57), podendo ter origem natural na dissolução de compostos do solo e origem antropogênica nos despejos industriais (VON SPERLING, 2005, p. 30).

em águas naturais o ferro ocorre na forma de partículas de hidróxido de ferro ou na forma complexada orgânica (cor). [...] A solubilidade do Fe em água depende do pH. Em condições ácidas (águas poluídas, por exemplo) a água pode conter altas concentrações de Fe, tanto na forma férrica como na ferrosa. Amostra de água contendo altas concentrações de Fe pode, ao ser coletada, apresentar aspecto normal, mas torna-se turva e levemente castanha com o armazenamento, que resulta na precipitação do hidróxido de Fe (LIMA, 2008, p. 220).

No caso dos despejos industriais existe a contribuição devido ao processamento dos metais, onde:

muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido (CETESB, 2014, p. 16).

Os teores de ferro estão relacionados à litologia, e em períodos chuvosos, o nível de ferro em águas superficiais pode aumentar devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens (CETESB, 2014, p. 16). Não são nocivos ou tóxicos, mas, em baixo teor já podem alterar a cor da água (coloração avermelhada), que nos casos de abastecimento público pode provocar manchas em roupas e utensílios sanitários, com concentrações altas pode apresentar sabor e odor. Além disso, traz o problema do

desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferros-bactéria, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2014, p.16).

3.5.9 Ortofosfato

O ortofosfato é uma forma inorgânica do fósforo, advindo de decomposição biológica (GUIDOLINI et al., 2010, p. 3). O fósforo é um nutriente importante para os processos metabólicos no meio aquático. É um dos chamados macro nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (LONGO JR, 2011, p. 26). Pode provenir dos compostos orgânicos (restos de alimentos, excreções humanas e animais) bem como do “solo, detergentes, fertilizantes, despejos industriais e esgotos domésticos” (VON SPERLING, 2005, 73), embora a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte (CETESB, 2014, p.18) que, ao sofrerem decomposição dão origem aos ortofosfatos.

As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (ANA, 2005, p. 149).

O fósforo é um dos nutrientes essenciais nos processos biológicos, no crescimento e reprodução dos micro-organismos responsáveis por promover a estabilização da matéria orgânica presente nas águas, podendo ocorrer sob várias formas, orgânica (proteínas) ou mineral (ortofosfatos e polifosfatos) (VIANA et al., 1999, p. 57). É um parâmetro imprescindível em programas de caracterização de efluentes industriais que se pretende tratar por processo biológico (CETESB, 2014, p. 18).

Por contribuir com o crescimento das algas poderá, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas (VON SPERLING, 2005, 74).

O fósforo pode estar presente na água em três formas distintas: fosfatos orgânicos, ortofosfatos e polímeros de ortofosfato (polifosfato).

Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. No entanto, os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. essa terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (ANA, 2005, p. 149).

Nas águas naturais o ortofosfato é a forma ionizada comumente encontrada, no que se refere às análises de amostras,

usualmente expressam os resultados em mg/l de PO_4^{-3} . Nesta forma estão incluídos os três produtos de ionização do ácido fosfórico (H_3PO_4), cujas concentrações relativas são função do pH da água (LIMA, 2008, p. 219).

O ortofosfato pode ser considerado um parâmetro problemático por ser indicio do excesso de lançamento de matéria orgânica nos corpos d'água, que pode ocorrer devido à ineficácia no tratamento de efluentes ou dos esgotos. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constitui a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas (ANA, 2005, p. 149), além disso, o “uso excessivo de fertilizantes e adubos químicos, descarte inadequado de resíduos sólidos e a ausência de mata ciliar que facilita o escoamento e lixiviação.” (GUIDOLINI et al., 2010, p. 3). Quando há excesso de matéria orgânica a alta proliferação de algas promove a desestabilização do ecossistema, causando grandes alterações nas condições físico-químicas das águas e nas comunidades aquáticas (VIANA et al., 1999, p. 57).

3.5.10 Cloreto

Os cloretos na forma iônica Cl^- são oriundos da dissolução de sais pela percolação da água nas rochas e solos (ex: cloreto de sódio) e intrusão de águas salinas, podendo também, ser decorrentes de despejos domésticos e industriais ou de águas usadas em irrigação (VON SPERLING, 2005, p. 30 e 31). Outras fontes são as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos (CETESB, 2014, p. 9), por conta disso, já foi utilizado por muito tempo para o diagnóstico de contaminação por esgotos sanitários.

Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição além de conferir sabor às águas (ANA, 2005, p. 150), dando um aspecto salgado, podendo causar dureza na água (VIANA et al., 1999, p. 56). O cloreto apresenta também influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (CETESB, 2014, p. 9).

Para auxiliar na interpretação de cada parâmetro estudado, foi feita uma síntese quanto às principais características de cada um deles, apresentando as suas origens, os fatores que podem alterá-los, os inconvenientes e a toxicidade (o que pode representar ao meio aquático e aos seres vivos), conforme Quadro 3.

Parâmetro	Características Gerais	Origem nas águas e fatores de alteração	Inconvenientes e toxicidade
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Essencial para manutenção da vida aquática varia em relação à temperatura da água. Sua restituição é feita naturalmente pela fotossíntese e por plantas aquáticas e algas.	O despejo exacerbado de material orgânico pode promover perda gradativa de oxigênio dissolvido nos corpos d'água. O aumento da temperatura da água provoca a diminuição do oxigênio dissolvido e vice-versa.	É um fator significativo na corrosão de tubulações de ferro e aço ¹ . Concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, em temperaturas superiores a 20°C, caracterizam uma situação de supersaturação, nos quais podem se formar crostas verdes de algas na superfície ⁵ . Pode causar mortalidade de organismos aquáticos ² .
Turbidez (UNT)	Mede a resistência da água à passagem da luz ¹ , podendo aumentar em períodos chuvosos.	Advém da presença de materiais em suspensão, que pode ter origem natural ou antropogênica.	Afeta esteticamente os corpos d'água, podendo causar distúrbios aos ecossistemas aquáticos devido à redução da penetração da luz solar ¹ .
Potencial Hidrogeniônico (pH)	É uma grandeza com variação de 0 a 14 que indica a intensidade da acidez (pH<7,0), neutralidade (pH=7,0) ou alcalinidade (pH>7,0) de uma solução aquosa. ³	Alterações naturais advêm da presença de ácidos carbônicos e húmicos dissolvidos ¹ , podendo ser um indicativo do tipo de solo e dos caminhos pelo qual a água percorreu.	Águas com pH abaixo de 6 (ácidas) são corrosivas e acima ou do 9 (alcalinas) são incrustativas. O pH baixo faz com que metais dissolvam, e, valores altos, induzem toxicidade por amônia nos peixes ⁴ , podendo causar o desaparecimento de espécies.
Condutividade Elétrica (µScm ⁻¹)	Determina a quantidade de íões na água (partículas eletricamente carregadas), ou seja, indica a capacidade que a água possui em conduzir eletricidade. Pode sofrer variações com a temperatura.	Está relacionada à quantidade de íons presente na água, podendo variar com a temperatura. Pode ser um indicativo de despejos industriais ou esgotos domésticos.	Representa uma medida indireta da concentração de poluentes ⁵ . Em águas doces varia de 30 a 2000 µS/cm a 25° ¹ , mas os níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados ⁵ .
Temperatura (°C)	A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade ⁵ . Influencia processos biológicos, reações químicas e bioquímicas ¹ .	Varia naturalmente nas águas de acordo com a temperatura do ar, apresentando no Brasil valores entre 12 a 30° C ¹ . Desmatamento de faixas marginais de rios ou lagos pode levar a incidência direta de radiação, alterando o padrão de aquecimento das águas ⁴ .	Picos de temperatura podem ser mortais para alguns seres ⁴ , pois, os sistemas aquáticos se adaptam a pequenas variações e cada espécie possui uma faixa preferida de temperatura. Muitos compostos se tornam mais tóxicos em temperaturas elevadas e podem causar danos a vida aquática.
Dureza Total (CaCO ₃ mg.L ⁻¹)	Dureza de uma água é a medida da sua capacidade de precipitar sabão ⁵ . Está associada com as quantidades de sais minerais e outros elementos dissolvidos na água (cálcio, magnésio e ferro) ⁴ . Quanto maior a dureza, maior a condutividade.	São quatro os principais compostos que conferem dureza às águas: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio. A principal fonte de dureza nas águas é a sua passagem pelo solo (dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água) ⁵ .	O alto teor de dureza tende a reduzir a formação de espuma (no caso do uso doméstico ou industrial), dificultando o banho e a lavagem de objetos em geral. Em áreas industriais onde há caldeiras ou aquecedores poderá haver incrustações nos encanamentos e tubulações. Gera sabor característico nas águas.

¹ VIANA et al. (1999); ²TUNDISI & MATSUMURA TUNDISI (2008); ³EMBRAPA, 2011; ⁴ SILVA, 2015; ⁵ CETESB, 2014; ⁶ COUTO; ⁷ REIS e MENDONÇA, 2009; ⁸ SANTOS et al., 2003, ⁹VON SPERLING, 2005; ¹⁰ GUIDOLINI et al., 2010.

Organizado por: VIANA et al., (1999, p. 54 a 60). Adaptado pela autora.

Quadro 3 - Principais características dos parâmetros analisados

Amônia (N-NH ₃ mg.L ⁻¹)	Resultante da decomposição do nitrogênio por bactérias aeróbicas (nitrobactérias).	Presente naturalmente em baixas concentrações corpos d'água como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água, resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por micro-organismos ou por trocas gasosas com a atmosfera ⁷ .	Indicador de contaminação recente por efluentes domésticos e orgânicos. Em excesso na água significa que há matéria orgânica em decomposição e que o ambiente é pobre em oxigênio ⁸ . Pode causar sérios danos à vida aquática: concentrações acima de 2,5 mg/L são tóxicas para espécies de água doce ¹ e acima de 5 mg/L restringe a vida dos peixes ⁶ . Favorece a proliferação de bactérias ¹ .
Ferro solúvel (mg.L ⁻¹)	Os teores de ferro estão relacionados à litologia da região. Em águas superficiais pode ser encontrado sob formas bivalente (ferro ferroso) e trivalente (ferro férrico), como solução, coloide, suspensão ou em complexos orgânicos e minerais ¹ .	Sua concentração em águas superficiais pode ter origem natural na dissolução de compostos do solo e origem antropogênica nos despejos industriais ⁹ . Em períodos chuvosos, o nível pode aumentar devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens ⁵ .	Não são nocivos ou tóxicos, em baixo teor já pode alterar a cor da água (coloração avermelhada). Nos casos de abastecimento público pode provocar manchas em roupas (durante a lavagem) e objetos sanitários. Em concentrações altas pode apresentar sabor e odor. Traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferros-bactéria, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição ⁵ .
Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	O ortofosfato é uma forma inorgânica do fósforo, advindo de decomposição biológica ¹⁰ , que se trata de um nutriente essencial para o crescimento e reprodução dos micro-organismos que promovem a estabilização da matéria orgânica presente nas águas ¹ .	Pode prover dos compostos orgânicos (restos de alimentos, excreções humanas e animais) bem como do solo, detergentes, fertilizantes, despejos industriais e esgotos domésticos ⁹ , embora a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte.	Altas concentrações são indicio do excesso de lançamento de matéria orgânica nos corpos d'água, podendo conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas ⁹ , por conta da proliferação de algas, promovendo a desestabilização do ecossistema, causando grandes alterações nas condições físico-químicas das águas e nas comunidades aquáticas ¹ .
Cloreto (mg.L ⁻¹)	O cloreto na forma iônica Cl ⁻ é um dos principais ânions inorgânicos presentes na água e em efluentes ¹ . Altas concentrações pode ser um indicativo de contaminação por esgotos sanitários.	Os Cloretos na forma iônica Cl ⁻ são oriundos da dissolução de sais pela percolação da água nas rochas e solos (ex: cloreto de sódio) e intrusão de águas salinas, podendo também, ser decorrente de despejos domésticos (principalmente os sanitários), industriais e do retorno de águas usadas em irrigação.	A concentração de cloreto em águas de abastecimento público constitui um padrão de aceitação, pois provoca sabor salgado na água. Influencia nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos ⁵ . Causam dureza ¹ e corrosividade em estruturas hidráulicas.

¹ VIANA et al. (1999); ²TUNDISI & MATSUMURA TUNDISI (2008); ³EMBRAPA, 2011; ⁴ SILVA, 2015; ⁵ CETESB, 2014; ⁶ COUTO; ⁷ REIS e MENDONÇA, 2009; ⁸ SANTOS et al., 2003, ⁹VON SPERLING, 2005; ¹⁰ GUIDOLINI et al., 2010.

Organizado por: VIANA et al., (1999, p. 54 a 60). Adaptado pela autora.

Quadro 3 - Principais características dos parâmetros analisados (continuação).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista, localizada no município de Ipaussu, interior do Estado de São Paulo no centro-sudoeste paulista. A Figura 1 apresenta a localização da área de Estudo no município e no estado.

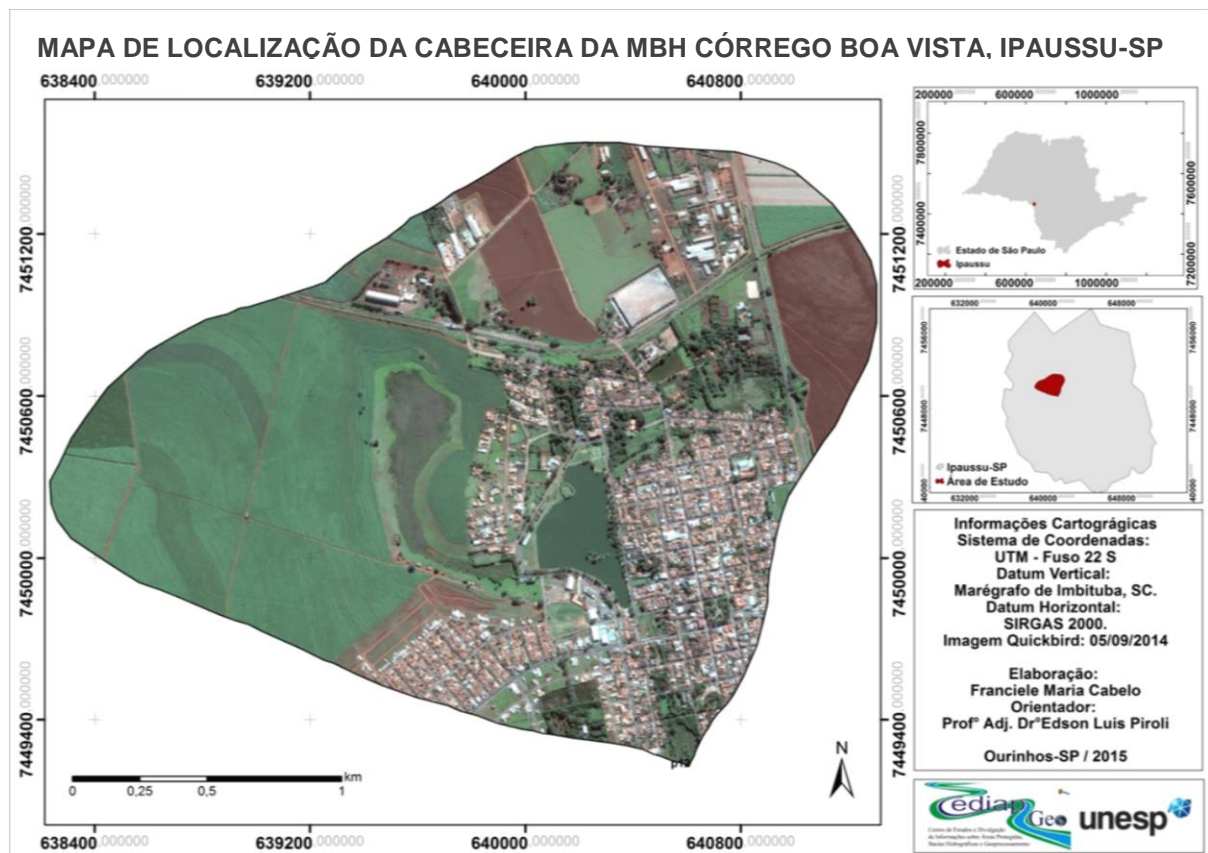


Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Ipaussu/SP

Elaborado pela autora.

Este município localiza-se nas margens do Rio Paranapanema, cujo bioma característico é a Mata Atlântica e sua área territorial é de 209,554 km², abrangendo uma população estimada em 14.483 habitantes (IBGE, 2014).

O principal atrativo turístico da área urbana do município é o Lago Municipal “José Nicolau”, por sua beleza paisagística e por conta das opções oferecidas ao seu redor para atividades de lazer e esporte, como o parque infantil (“parquinho”), a academia ao ar livre, a pista de skate, a Praça da Bíblia, o Aquário Municipal, os pedalinhos, o calçadão (utilizado

para caminhadas), a Ilha do Idoso, além da pesca realizada por moradores. Ele está localizado em uma área composta por nascentes difusas, que segundo Valente & Gomes (2005, p. 42) são manifestadas “por pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresenta encharcada (brejo) e que vai acumulando água em poças até dar início a fluxos contínuos” que correm para o Ribeirão Brilhante.

A partir dos anos de 1970, nesta área, houve uma desapropriação de terras para a implantação do lago artificial, que foi sendo moldado esteticamente até a sua configuração atual para embelezamento e para servir de atrativo turístico pelo município. Conforme registros obtidos por Generoso e Maistro (1995) este fato foi noticiado no Jornal “O Ilha Grande” pelo redator João de Campos Vianna, no dia 03 de janeiro de 1971:

A Câmara Municipal aprovou sexta-feira o projeto que desapropria uma vasta área de terra na Rua João dos Santos para a realização do lago artificial. Será um motivo de maior embelezamento da cidade que cada vez mais se torna uma cidade turística (GENEROSO e MAISTRO,1995, p. 51)

O lago em questão, localizado na microbacia Córrego Boa Vista, está situado a sudoeste da cidade, sendo limitado pelas ruas Sete de Setembro, João dos Santos e pela Avenida Antonio Carlos de Abreu Sodré.

No que se refere à área e à profundidade, o lago possui uma batimetria característica de lagos artificiais, com aumentos gradativos das profundidades, uma área igual a 97.345,02 m² e maior profundidade em 2,5m (RODRIGUES; BRITO 2009, p. 11).

Esse local é utilizado pela população para pesca de espécies como piau, carpa, tambaqui, pacu, curimatá e lambari (RODRIGUES; BRITTO, 2009, p. 4) e para atividades de lazer. Ele contém duas ilhas, sendo que a ilha central abriga o Aquário Municipal.

A Figura 2 apresenta a delimitação da área de estudo, bem como os corpos d’água tributários, incluindo o Lago Municipal “José Nicolau”.

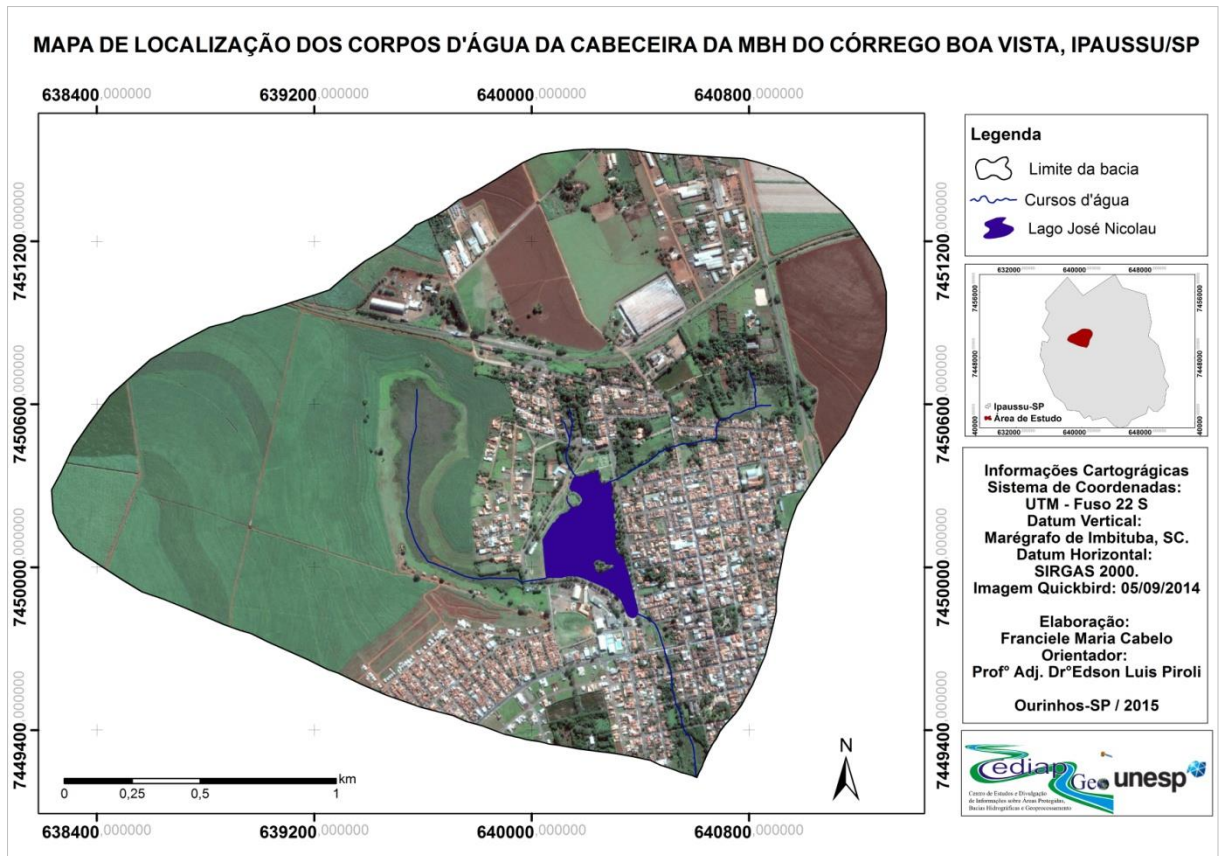


Figura 2 - Delimitação da área de estudo e corpos d'água
 Elaborado pela autora.

A área de estudo recebe influência urbana, rural e industrial, seja pela poluição direta ou indireta, por meio do escoamento superficial.

4.2 Caracterização física do município de Ipaussu

Consultando a composição geomorfológica do município no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), foi possível constatar que a área do município está localizada na Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná e sua Unidade Morfoescultural localiza-se no Planalto Centro Ocidental, possuindo relevo levemente ondulado, cujos modelos dominantes são de colinas amplas e baixas com topos convexos.

No que diz respeito à geologia, responsável por definir a morfologia, foi realizada uma pesquisa no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), e verificou-se que o município está implantado sobre uma área de rochas sedimentares com grande ocorrência de derrames basálticos, pertencentes ao Grupo São Bento, Formação Serra Geral, que compreende um conjunto de derrames de basaltos toleíticos (JKsg) de coloração cinza e

negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intertrapianos finos a médios (IPT, 1981). Os afloramentos basálticos são facilmente vistos no município.

Quanto à composição pedológica, segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (EMBRAPA, 1999), o solo predominante do município é o Latossolo Vermelho (LV1) - (latossolos roxos + latossolos vermelho-escuros), que possui características eutroféricas e distroféricas a moderada, com textura argilosa, com relevo característico plano e suave ondulado (OLIVEIRA et al., 1999).

Conhecidos como “terras roxas”, os solos da região desenvolveram-se de rochas básicas (basalto e diabásio), sua cor indica alta concentração de ferro, são ricos em nutrientes e possuem alta fertilidade, porém, são muito lixiviados e suscetíveis a erosão (SILVA, 2013, p. 37).

De acordo a classificação climática de Köeppen, embasada nos dados mensais pluviométricos e termométricos, o clima do município de Ipaussu é do tipo Cwa, (conforme Figura 3), caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. A temperatura média anual gira em torno de 21,7°C, podendo atingir a média mínima de 15,3°C e a média máxima de 24,7°C. A pluviosidade anual pode chegar a aproximadamente 1.468,6 mm, podendo ter a mínima mensal de 43,4 mm e a máxima mensal de 215,1 mm (CEPAGRI/UNICAMP, 2013).

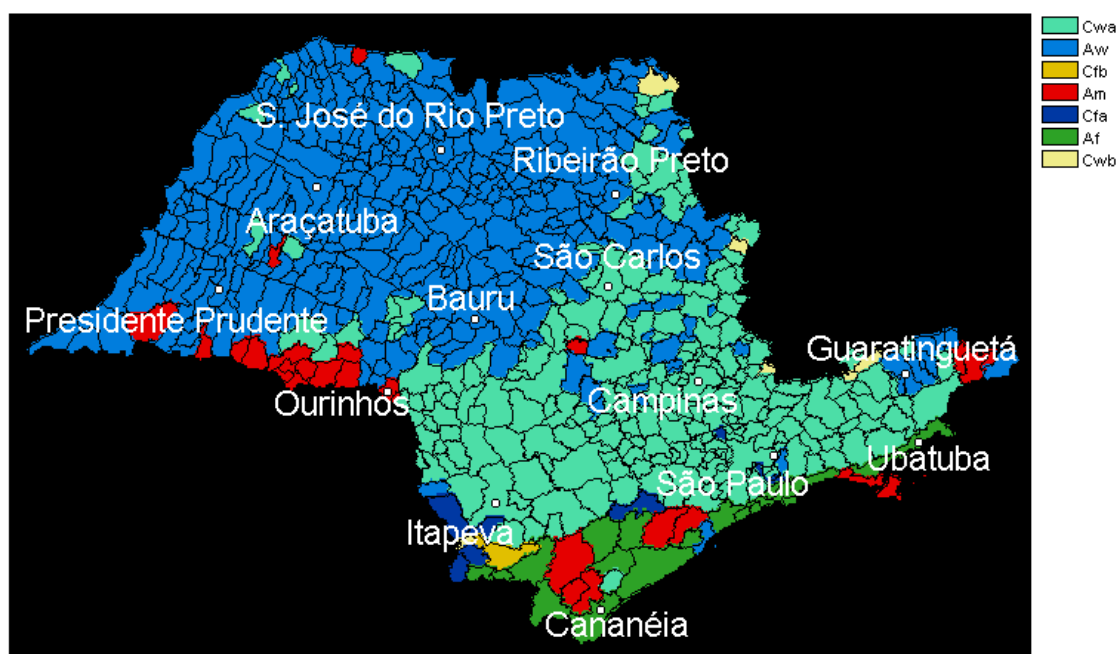


Figura 3 - Classificação Climática de Köeppen do Estado de São Paulo

Fonte: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI, 2011).

4.3 Mapeamentos dos usos da terra, delimitação das APP, declividade e hipsometria.

Os materiais utilizados para elaboração cartográfica foram: um computador com 8GB de memória RAM com capacidade de armazenamento superior a 4GHz de velocidade de processamento, armazenamento superior a 500GB e placa de vídeo compatível, aplicativos computacionais, como a Microsoft Office Word 2007 (editor de texto), o Microsoft Office Excel 2007 (editor de planilhas), impressora, scanner, plotters. Como base de dados, foi utilizada uma carta topográfica do município de Ipaussu (Folha SF-22- Z-C-III-S), Folha de Ipaçu (IBGE, 1971) com escala de 1:50.000, imagem do satélite QuickBird do dia 05 de setembro de 2009, disponibilizada pelo aplicativo Google Earth Pro.

A declividade foi obtida através do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir de dados gerados pelo ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), realizado por meio de uma parceria entre o Ministério de Economia, Indústria e Comércio do Japão (METI - Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry) e pela Agência Espacial Norte-Americana (NASA- National Aeronautics and Space Administration), disponibilizado gratuitamente na internet no site <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/> com resolução espacial de 30 metros.

O mapa hipsométrico, também chamado de mapa de altitude foi realizado a partir das curvas de nível extraídas do ASTER. A elaboração dos mapas, contou com uma base de dados georreferenciados, processados e armazenados no aplicativo Arcgis 9.3.1 e 10.3.1. As classes de uso da terra foram adaptadas do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

A primeira etapa do trabalho consistiu no georreferenciamento da imagem e dos dados ASTER. Em seguida foram vetorizados o limite da cabeceira da microbacia, nascentes e córregos sobre a carta topográfica digital georreferenciada.

Na sequência foram elaborados os mapas de uso da terra por meio da classificação supervisionada com interpretação visual da imagem.

Com o uso dos modelos ASTER foram gerados os mapas de declividade e hipsometria.

A elaboração cartográfica foi realizada em aplicativos disponíveis nos computadores do Laboratório de Geoprocessamento e no Laboratório de Cartografia do Campus UNESP Ourinhos.

4.4 Pontos amostrais

O presente estudo realizou monitoramento de doze pontos amostrais na cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista, durante o período de um ano.

O primeiro trabalho de campo foi realizado dia 10 de abril de 2015 no intuito de fazer um levantamento dos respectivos pontos de interesse, destacando os locais para a coleta e análise da água, assim como os aspectos e as áreas que mereceriam uma atenção e acompanhamento especial durante a pesquisa.

Neste primeiro contato percebeu-se necessidade de no mínimo 10 pontos para acompanhamento, outros 2 pontos foram definidos posteriormente, conforme as necessidades foram sendo encontradas, totalizou-se então 12 pontos. O campo é essencial para uma pesquisa, pois é através dele que se tem contato direto com o objeto de estudo, o que possibilita uma visão mais abrangente da área estudada e da sua importância.

4.5 Monitoramento das águas

Para elaboração deste estudo, foi necessária uma vasta pesquisa acerca dos temas, para auxiliar na apreensão dos conceitos trabalhados e os procedimentos a serem tomados.

Os equipamentos utilizados para análises da água foram: condutivímetro, oxímetro, peagâmetro, fita de pH 0-14, conjunto de testes de qualidade da água do fabricante Ecolit, composto por termômetro, frascos, reagentes e materiais necessários para realização das análises físico-químicas (amônia, ferro, ortofosfato, cloreto, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez e dureza total), garrafas pet 510 ml, frascos (20 ml) e bolsa térmica para transporte das amostras, turbidímetro, câmera fotográfica e GPS. Os equipamentos foram emprestados do Laboratório de Hidrologia e do Laboratório de Geologia do Campus UNESP Ourinhos.

O trabalho realizou o monitoramento da qualidade da água em 12 pontos amostrais da cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista durante o período de 27 de abril de 2015 a 10 de abril de 2016. Para isso avaliou-se mensalmente os parâmetros pré-determinados, foram realizadas 12 coletas em dias ensolarados e 9 em dias chuvosos durante o período citado, totalizando 21 coletas.

Os parâmetros foram analisados nos doze pontos de coleta. Com o uso do Ecolit foram avaliados os seguintes indicadores: temperatura, oxigênio dissolvido, amônia, ferro, ortofosfato, cloreto e dureza.

O ecolit contém além de diversos reagentes para testes, os seguintes itens: maleta para transporte, luvas, termômetro (medindo até 70° C), papel filtro, frascos, cartelas colorimétricas, manual de instruções, recipientes para coleta (Figura 4).



Figura 4 - Imagem ilustrativa do Ecolit utilizado para análise da qualidade da água.
Fonte: ALFAKIT.

Para a realização da análise do oxigênio dissolvido foram utilizados o oxímetro (Figura 5) e os reagentes do Alfacit. O equipamento foi calibrado considerando a pressão atmosférica média de 967,4 hectopascal (hPa) e a altitude de 568 metros.



Figura 5 - Medição com o uso do oxímetro
Fotografia de Mário Sérgio Oliveira, 2015.

As análises como temperatura e oxigênio dissolvido foram feitas in loco, as demais foram feitas posteriormente. Para transporte das amostras foram utilizadas garrafas de água minerais recicladas (510 ml) e bolsa térmica. As garrafas foram trocadas mensalmente e a cada uso, era realizado o procedimento de três lavagens com a água do local da coleta.

A condutividade elétrica foi avaliada com o condutivímetro Logen Scientific (Figura 6), os resultados foram observados diretamente nos aparelhos, após introdução do eletrodo na amostra.



Figura 6 - Equipamento utilizado para medir condutividade elétrica.
Fotografia de Mário Sérgio Oliveira, 2015.

A análise da turbidez foi realizada no laboratório de hidrologia no Campus da UNESP/Ourinhos com o uso do turbidímetro portátil Hanna Instruments HI 93703 (Figura 7A). Para transporte das amostras, foram utilizados frascos de vidro, mantidos refrigerados (Figura 7B).

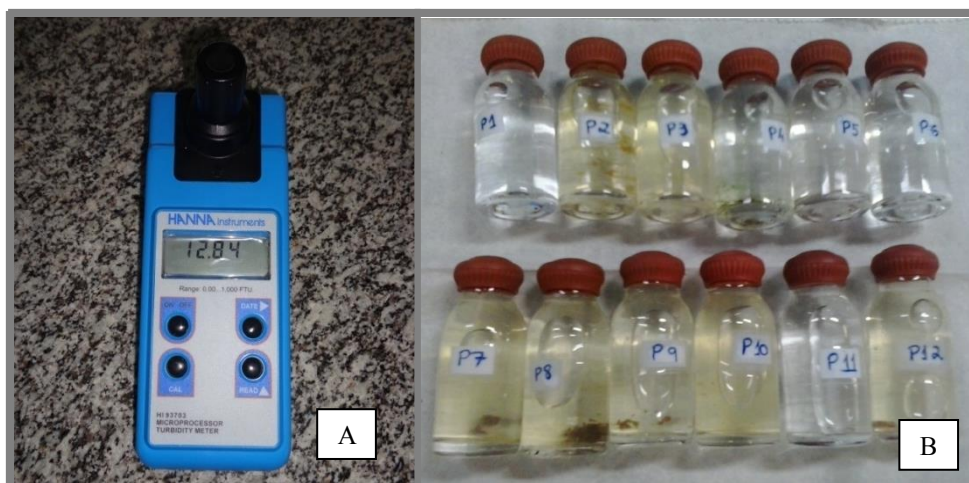


Figura 7 - (A) Turbidímetro Hanna (B) Frascos de vidros utilizados para transporte das amostras
Fotografia da autora, 2015.

Para análise do potencial hidrogeniônico (pH), foram utilizadas as tiras indicadoras de pH Fix-teste MACHEREY-NAGEL, escala de 0 a 14 (Figura 8).

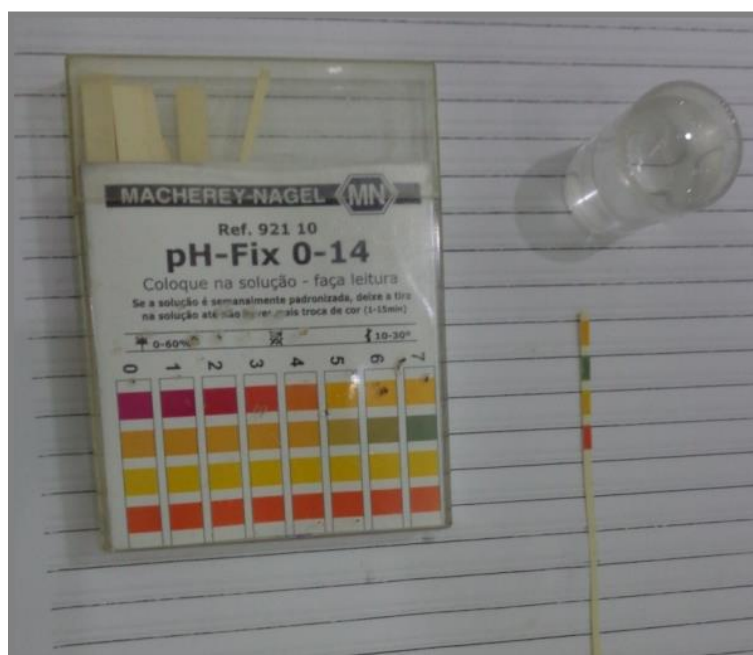


Figura 8 - Fita de pH 0 – 14 MACHEREY-NAGEL.

Fotografia da autora, 2016.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises dos usos da terra na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista

Por meio das técnicas de geoprocessamento, foi realizada a delimitação da área de estudo e identificou-se que a cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista possui 453,3 hectares. Em seguida, foram identificados os usos da terra na área de estudo, bem como as classes de declividade e das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Foram identificadas e mapeadas 15 classes de uso da terra, cada qual considerando um aspecto:

- Campestre: áreas úmidas e capoeiras, composta por gramíneas e arbustos;
- Chácaras e sedes: corresponde a presença de infraestrutura em chácaras e afins;
- Cultura permanente: culturas agrícolas que permanecem no solo e proporcionam mais de uma colheita, num longo período de tempo;
- Cultura temporária: culturas agrícolas sujeitas ao replantio após a colheita, num curto período de tempo;
- Expansão urbana: áreas destinadas ao crescimento urbano;
- Ferrovia: linha férrea;
- Pecuária: pastagem com vegetação do tipo rasteira;
- Erosão hídrica acelerada: área degradada;
- Reflorestamento: apresenta plantio de espécies nativas para fins ambientais;
- Rodovia: infraestrutura rodoviária;
- Solo exposto: solo desnudo ou solo preparado para cultivo;
- Água: corpos d'água naturais ou artificiais;
- Área industrial: complexo industrial;
- Área urbana: locais que apresentam infraestrutura urbana;
- Áreas verdes: arborização urbana.

A partir do mapa de uso da terra gerado (Figura 9), verificou-se que os usos predominantes da área de estudo são da cultura temporária com 144,6 hectares (31,9%) e área urbana com 123,5 hectares (27,3%), seguidos pela classe solo exposto com 42,4 hectares (9,3%), campestre 37,6 hectares (8,3%) e área industrial 32,3 hectares (7,1%), conforme é possível verificar na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição das classes de uso da terra da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista

Classes de uso da terra	Área (ha)	(%)
Água	9,3	2,1
Área industrial	32,3	7,1
Cultura permanente	2,4	0,5
Cultura temporária	144,6	31,9
Pecuária	22,7	5,0
Reflorestamento	1,9	0,4
Expansão urbana	4,0	0,9
Chácaras e sedes	10,6	2,3
Rodovia	1,2	0,3
Ferrovia	2,7	0,6
Áreas verdes	14,9	3,3
Campestre	37,6	8,3
Solo exposto	42,4	9,3
Erosão hídrica acelerada	3,3	0,7
Área urbana	123,5	27,3
Total	453,3	100,0

Organizado pela autora.

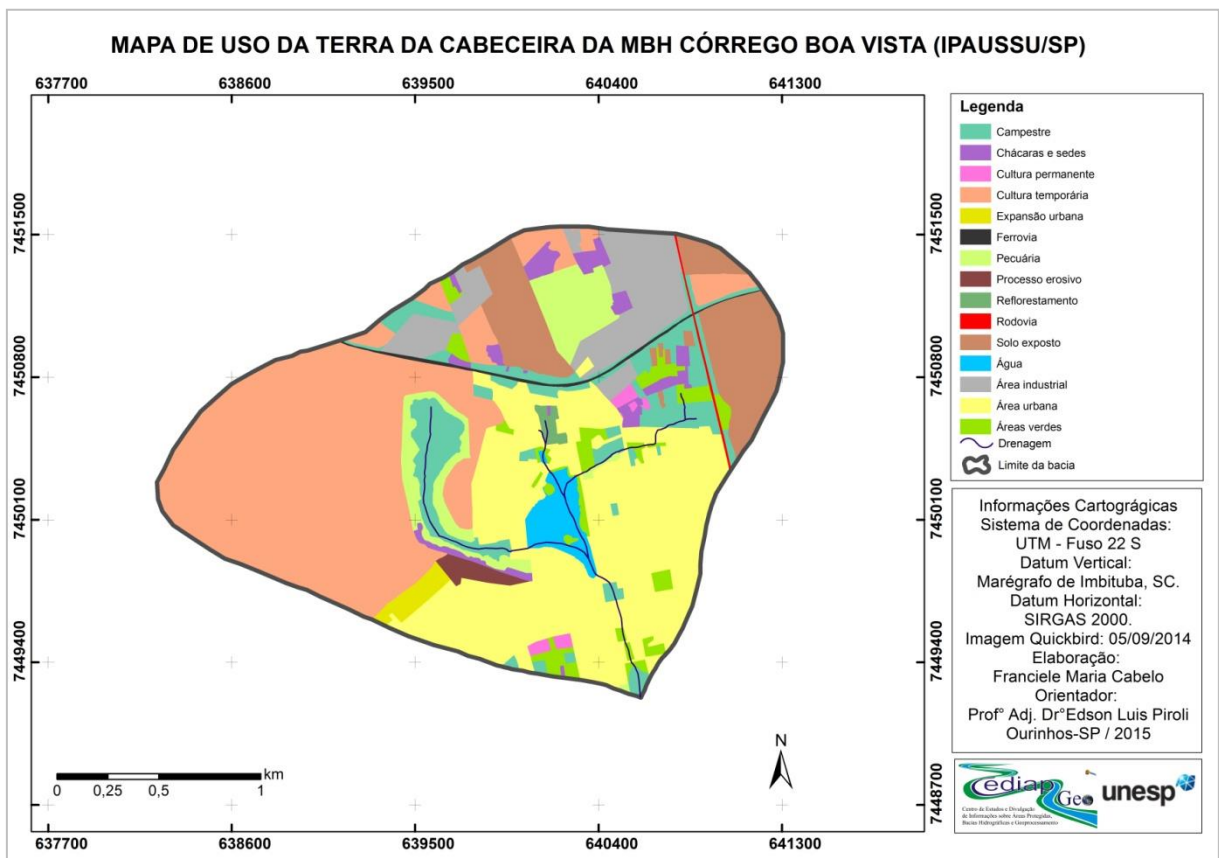


Figura 9 - Mapa de uso da terra na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.
 Elaborado pela autora.

Quanto à área correspondente à cultura temporária, em maior parte em áreas rurais onde é realizada agricultura intensiva, podendo ser: cana-de-açúcar, milho, trigo e soja (IBGE, 2013). Conforme pesquisa realizada em campo, foi constatada que estas áreas possuem um manejo adequado, por conta das curvas de nível e da rotação de cultura, que consiste em alternar espécies vegetais no correr do tempo, numa mesma área agrícola (EMBRAPA SOJA, 2011).

A rotação de cultura é importante para a preservação ambiental, pois, além de contribuir na recuperação, manutenção e melhoria dos recursos naturais:

Viabiliza produtividades mais elevadas, com mínima alteração ambiental, além de preservar ou melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e auxiliar no controle de plantas daninhas, doenças e pragas. Além disso, repõe restos orgânicos e protege o solo da ação dos agentes climáticos ajudando a viabilização da semeadura direta e seus efeitos benéficos sobre a produção agropecuária e o meio ambiente como um todo (EMBRAPA SOJA, 2011).

A área urbana exerce influência na microbacia. Ela é principal causa da impermeabilidade dos solos (por conta do asfalto e das construções), responsável pela diminuição da capacidade de infiltração, e, que conseqüentemente amplia a geração de escoamento superficial para o lago.

Nesta área, encontram-se diferentes tipos de empreendimentos cujos efluentes pluviais tendem a ser destinados aos emissários ou a desaguar diretamente nos córregos e/ou no lago. São estabelecimentos como: lava-carros, autopeças, bicicletarias, pet shops, postos de gasolina, prestadores de serviços em manutenção de veículos (como troca de óleo), lanchonetes, além de pastos, criações, entre outros.

Os principais poluentes encontrados no escoamento superficial de áreas urbanas incluem sedimentos, nutrientes, substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido, metais pesados, hidrocarbonetos do petróleo, bactérias e vírus patogênicos (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007, p. 68).

O homem modifica as características da bacia hidrográfica, principalmente quando suprime a cobertura vegetal e implanta obras que impermeabilizam o solo, como a construção de prédios, pavimentação de ruas, de quintais, etc. Assim, avolumam-se as águas que chegarão aos rios e, portanto, os prejuízos com as enchentes também são maiores. Para evitá-las, é preciso,

primeiramente, não ocupar as áreas de inundação. Não se deve também alterar – ou, pelo menos, modificar o menos possível – as características físicas da bacia hidrográfica (LEÃO, J. F. M.; LEÃO, M. M., 2013. p. 62).

O monitoramento e a manutenção da qualidade da água na microbacia são necessários para conservação de seu ecossistema, visto que,

A utilização incorreta e não sustentada que conduzem à deteriorização dos recursos hídricos ocasionam diversos impactos, com destaque para contaminação de populações dependentes da pesca, modificação da qualidade e quantidade da água destinada ao abastecimento dos ecossistemas naturais e artificiais, alterações dos padrões de vazão devido ao assoreamento, modificação da geomorfologia fluvial e a destruição de áreas de recarga de aquíferos e habitats marginais (PEREIRA-SILVA et al., 2011, p. 372).

5.2 Drenagem da cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista

A rede de drenagem é formada por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados (CHRISTOLETTI, 1980, p. 102), esses canais são dispostos em hierarquias. Seguindo essa classificação, verificou-se que a hierarquia fluvial da área estudada se trata de uma microbacia de 2ª ordem (STRAHLER, 1952 *apud* CHRISTOLETTI, 1980), pois, há o encontro de canais de 1ª ordem.

Quanto aos padrões de drenagem, Christoletti (1980) afirma que:

referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOLETTI, 1980, p. 103).

A Figura 10 apresenta o padrão de drenagem identificado na área de estudo.

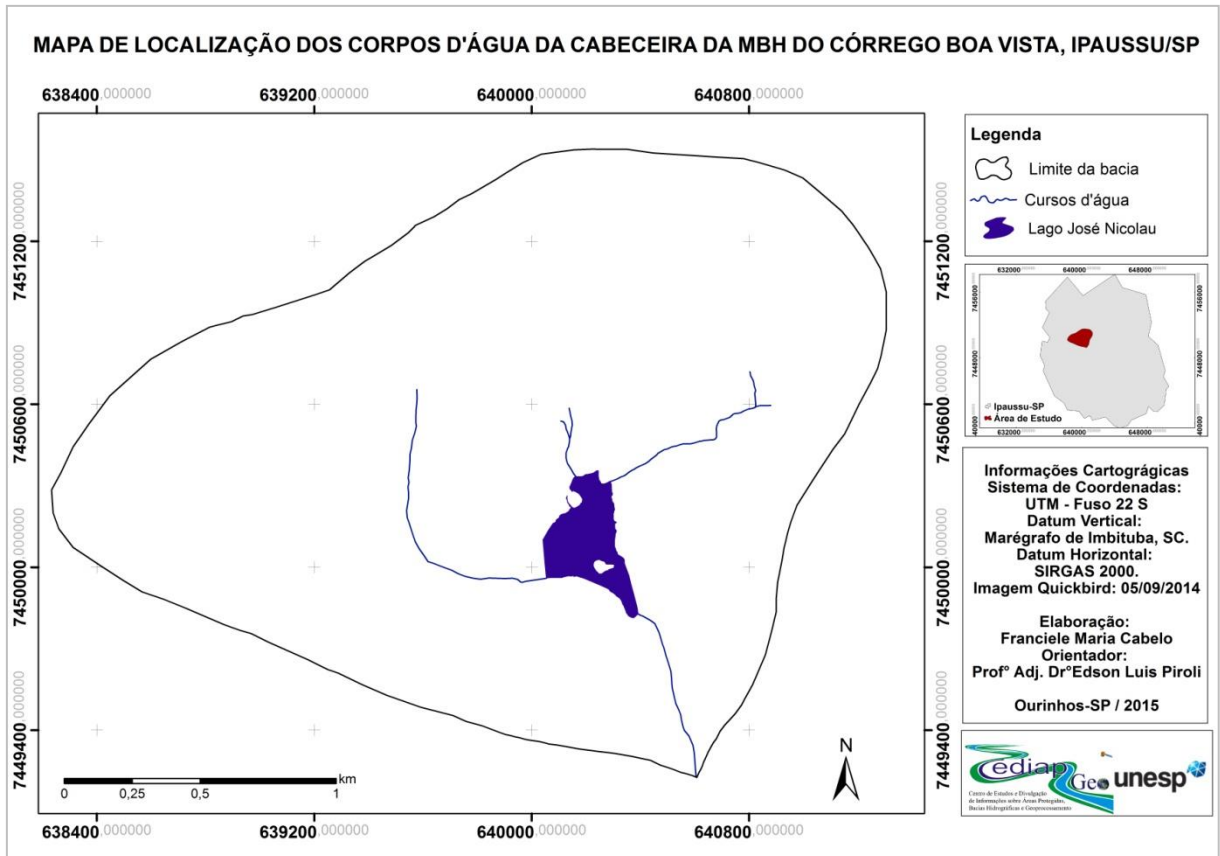


Figura 10 - Corpos d'água da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.
 Elaborado pela autora.

Ao realizar o mapeamento dos corpos d'água (nascentes, córregos e lago) da cabeceira da MBH do Córrego Boa Vista e em consulta à rede de drenagem completa do Córrego Boa Vista, pode-se verificar que a drenagem corresponde a um padrão dendrítico, também conhecido como arbóreo, por se assemelhar a uma árvore, conforme apresentado por Christofolletti (1980) a seguir:

Utilizando-se dessa imagem, a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas. Da mesma maneira como nas árvores, os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar nunca a um ângulo reto (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

A principal característica desse padrão é que ele é tipicamente desenvolvido sobre rochas de desenvolvimento uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

5.3 Hipsometria da cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista

A hipsometria é um produto importante para levantamento das características geomorfológicas de uma microbacia, pois, conforme aponta Christoletti (1980),

preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação às faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variações altimétricas a partir de determinada isoípsa base (CHRISTOLETTI, 1980, p. 117).

Ela é apresentada por meio de curvas hipsométricas, cuja finalidade é exprimir a maneira pela qual o volume rochoso situado abaixo da superfície topográfica está distribuído, desde a base até o topo (CHRISTOLETTI, 1980, p. 118). Além disso,

é usada para expressar a descrição do relevo, mostrando proporcionalmente a quantidade de material que possivelmente existia na bacia antes do trabalho executado pela erosão superficial e a quantidade relativa do material que ainda existe (FELTRAN FILHO; LIMA, 2007, P. 76).

No mapa, as curvas hipsométricas são representadas com escala de cor padronizada, cujos limites são descritos na legenda, tendo como principal objetivo é mostrar a diferenciação do relevo pelas cores.

A Figura 11 apresenta o mapa hipsométrico da área de estudo.

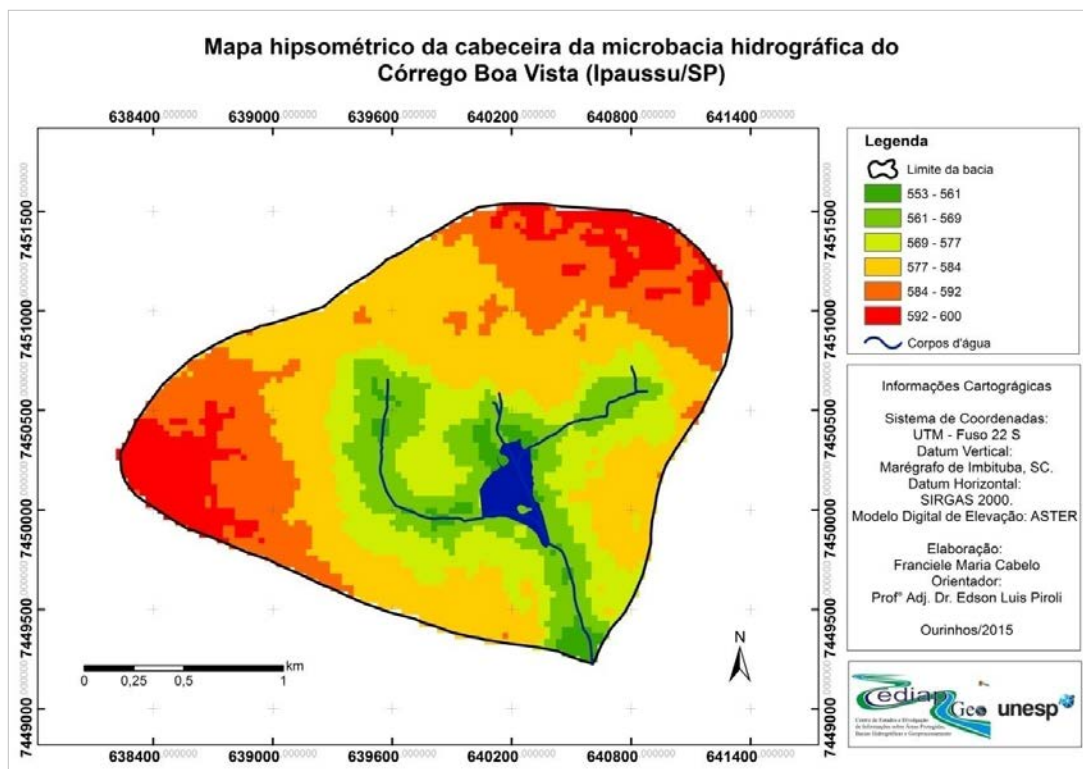


Figura 11 - Mapa hipsométrico da cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista. Elaborado pela autora.

A partir do mapa hipsométrico, foi possível constatar que a cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista possui uma altitude com variação de aproximadamente 50 metros, sendo a menor cota de 553 metros e a maior cota superior a 600 metros. A partir da imagem é possível observar que a área de estudo não possui grandes variações de altitude.

5.4 Usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APP) da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista

Após a delimitação dos corpos d'água da área de estudo, foi gerado um Buffer seguindo as medidas propostas na Lei 12.651/12 e Medida Provisória 571/12, que consideram 30 metros para corpos d'água com largura inferior a 10 metros e 50 metros para nascentes.

Considerando que os córregos possuem largura inferior a 10 metros e o lago se trata de um lago artificial, adotou-se a largura do Buffer de 30 metros para cada lado do lago. Ao redor das nascentes as APPs foram delimitadas a partir da criação de um arquivo vetorial de pontos e gerou-se um Buffer de 50 metros de raio. A partir do cruzamento dessas informações com os usos, podem-se identificar os usos da terra predominantes na APP: área urbana, com 40,3% (13,7 hectares) e campestre com 35,3% (12 hectares), conforme apresentado na Tabela 2 e ilustrado na Figura 12.

Tabela 2 - Usos da terra nas APPs

Classes de usos da terra	Área (há)	Área (%)
Cultura temporária	0,1	0,3
Pecuária	1,5	4,4
Reflorestamento	1,4	4,1
Chácaras e sedes	0,5	1,5
Rodovia	0,1	0,3
Áreas verdes	4,7	13,8
Campestre	12,0	35,3
Área urbana	13,7	40,3
Total	34	100,00

Organizado pela autora.

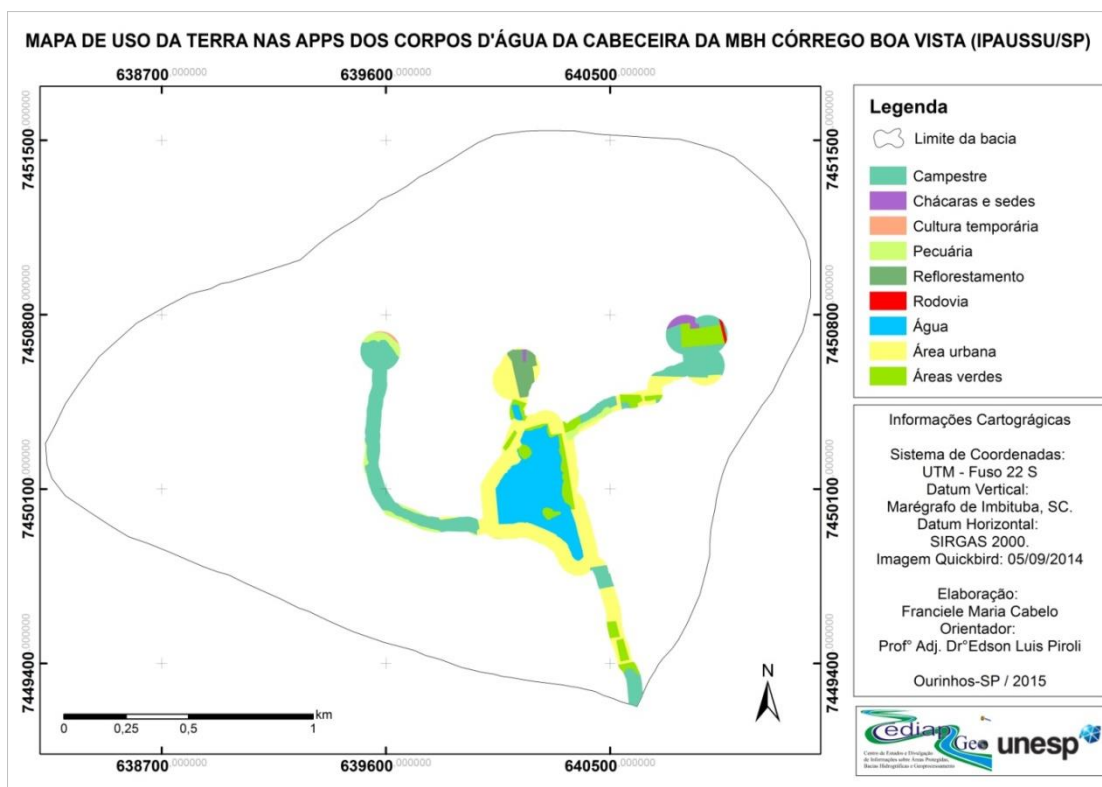


Figura 12 - Mapa de uso da terra nas APPs dos corpos d'água da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP
Elaborado pela autora.

Nesse contexto, a utilização de aproximadamente 41% das APPs com área urbana apresenta um uso inadequado às áreas destinadas a mata ciliar, o que pode vir a comprometer os cursos d'água, alterar a capacidade de infiltração do solo, intensificando o escoamento e promovendo suscetibilidade de erosão nas margens.

Apesar da segunda classe de uso mais presente ser a campestre, que corresponde a áreas úmidas e capoeiras, podem-se notar outros usos incorretos, tais como: pecuária, cultura temporária e chácaras e sedes. Ao realizar uma avaliação geral, podemos considerar que as APPs da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista não estão completamente de acordo com o disposto na legislação ambiental, o que pode ser considerado um fator de comprometimento do uso sustentável da água e do solo.

5.5 Declividades na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista

Para o levantamento da declividade na área de estudo, foi utilizado um modelo digital de elevação ASTER para geração do mapa, calculado em porcentagem, sendo as classes de declive determinadas a partir do seguinte agrupamento de valores: 0-5, 5-12, 12-20 e 20-30%.

Os valores citados são indicados para estudos referentes a conservação do solo e tem suas características descritas no Quadro 4.

Classes de Declividade	Classes de Relevo	Cor característica
0-5	Plano	Verde
5-12	Suave ondulado	Amarelo
12-20	Ondulado	Laranja
20-30	Fortemente ondulado	Vermelho

Quadro 4 - Intervalo de classes de declive para fins de conservação de solos Organizado pela autora. Adaptado de Ramalho Filho; Beek (1995, p. 31).

A Figura 13 apresenta o mapa de declividade da área estudada.

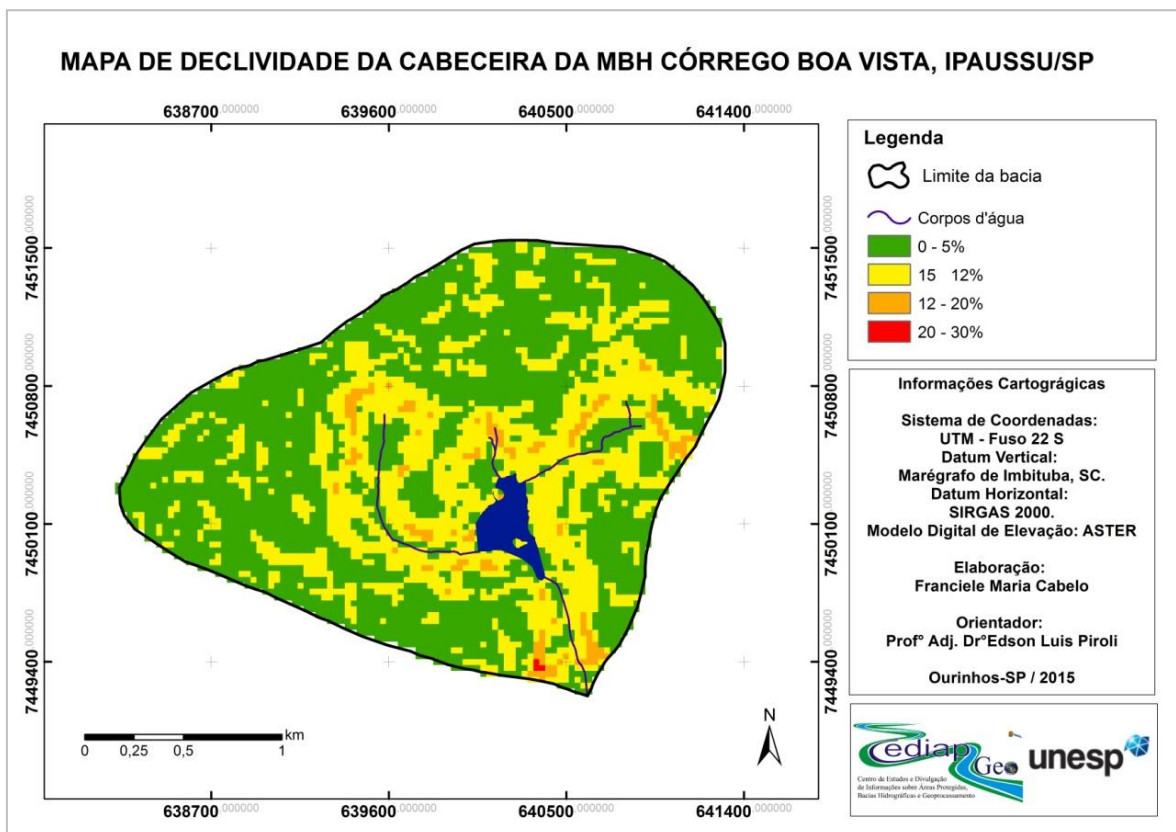


Figura 13 - Mapa de declividade da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP Elaborado pela autora.

A partir do mapa gerado, foi possível constatar que a declividade da Cabeceira da MBH Córrego Boa Vista não ultrapassa de 30%.

A Tabela 3 apresenta a área que cada classe de declividade apresenta.

Tabela 3 - Classes de declividades ocorrentes na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.

Classes de declive	Área (ha)	Área (%)
0-5	272	60,0
5-12	166,7	36,8
12-20	14,1	3,1
20-30	0,5	0,1
Total	453,3	100,0

Organizado pela autora.

A classe de declive de 0 a 5% é a predominante, representa 60% da área estudada que corresponde a 272 hectares, seguida da classe de declive de 5 a 12% que ocupa uma área de 166,7 hectares da área (36,8%). Essas duas compreendem a 96,8% da área estudada, cerca de 438,7 hectares.

A Figura 14 apresenta mapa de uso da terra na classe de declive de 0 a 5%.

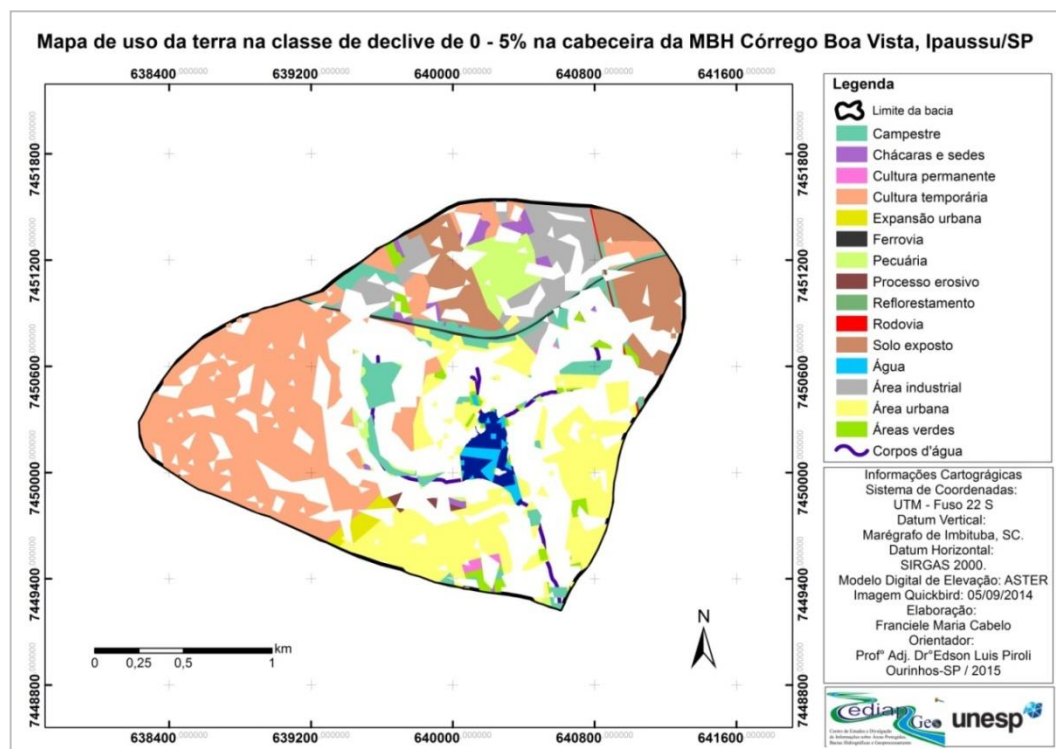


Figura 14 - Mapa de uso da terra na classe de declive 0-5% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista
Elaborado pela autora.

A Figura 15 apresenta os usos na classe de declive 0 a 5% que corresponde a terrenos planos cuja característica principal é o escoamento superficial lento, que contribui para a infiltração no solo e não oferece graves danos, terras não apresentam suscetibilidade à erosão. De Biasi (1992, p. 47) determina este limite como urbano-industrial.

A Figura 15 apresenta os usos da terra na classe de declive de 5 a 12%.

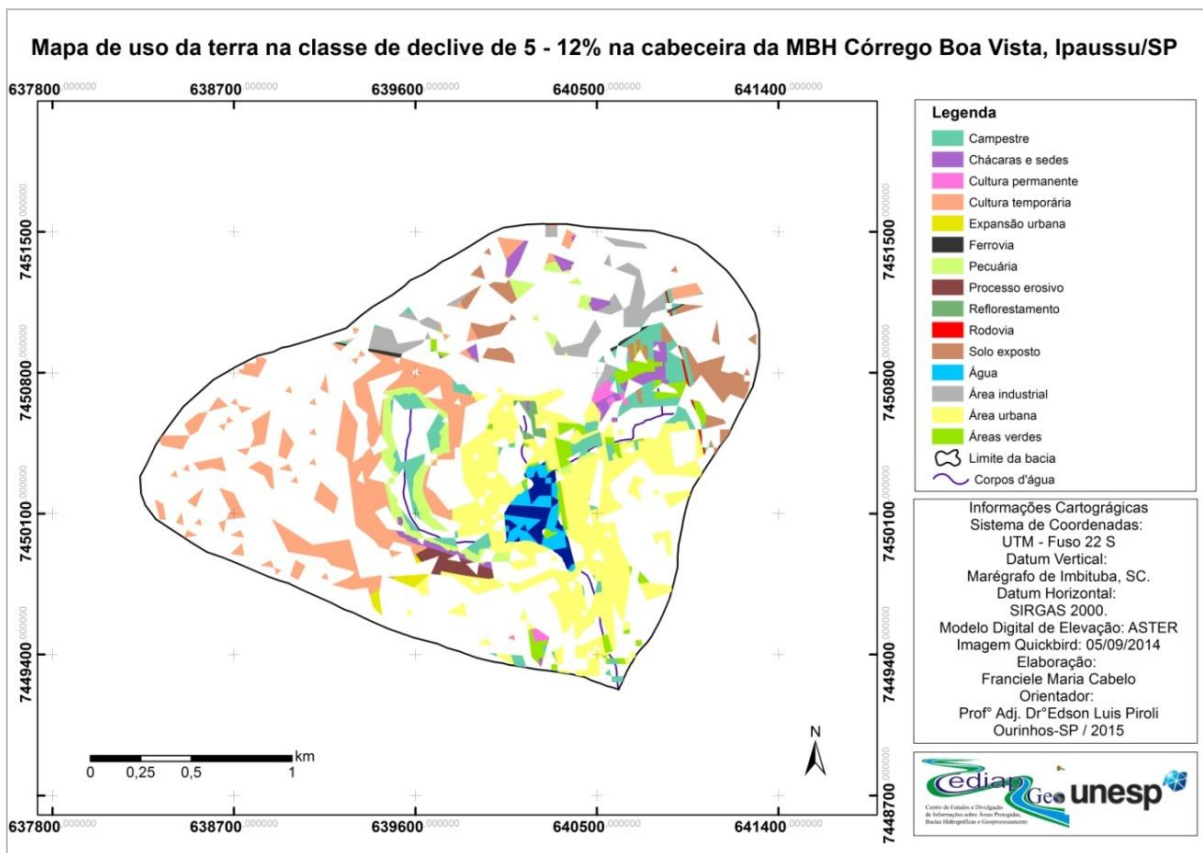


Figura 15 - Mapa de uso da terra na classe de declive de 5-12% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.
 Elaborado pela autora.

Quanto às classes de declividades apresentada na Figura 15, de 5 a 12%, corresponde à classe de relevo suave ondulado, apesar de também não oferecer danos, quando há o aumento da declividade os riscos de erosão podem, dependendo da rampa e do tipo encontra ser maiores, principalmente em áreas agrícolas, com atividades intensivas o que acaba exigindo práticas conservacionistas que tentem a diminuir este tipo de impacto.

Esta faixa determina o limite máximo para o emprego da mecanização agrícola (CHIARINI e DONZELLI, 1973 apud DE BIASI, 1992, P. 47).

Fonseca e Matias (2014 p. 55), afirma que os terrenos com declividade de 0 a 12% apresentam ótimas e/ou boas condições para a expansão urbana com pouca e/ou praticamente nenhuma restrição de ocupação. No que se refere às atividades agrícolas, os declives nestas faixas normalmente não prejudicam o uso de máquinas agrícolas (MACIA, 2009 apud FONSECA E MATIAS, 2014, p. 55).

A Figura 16 apresenta os usos da terra na classe de declive de 12 a 20%.

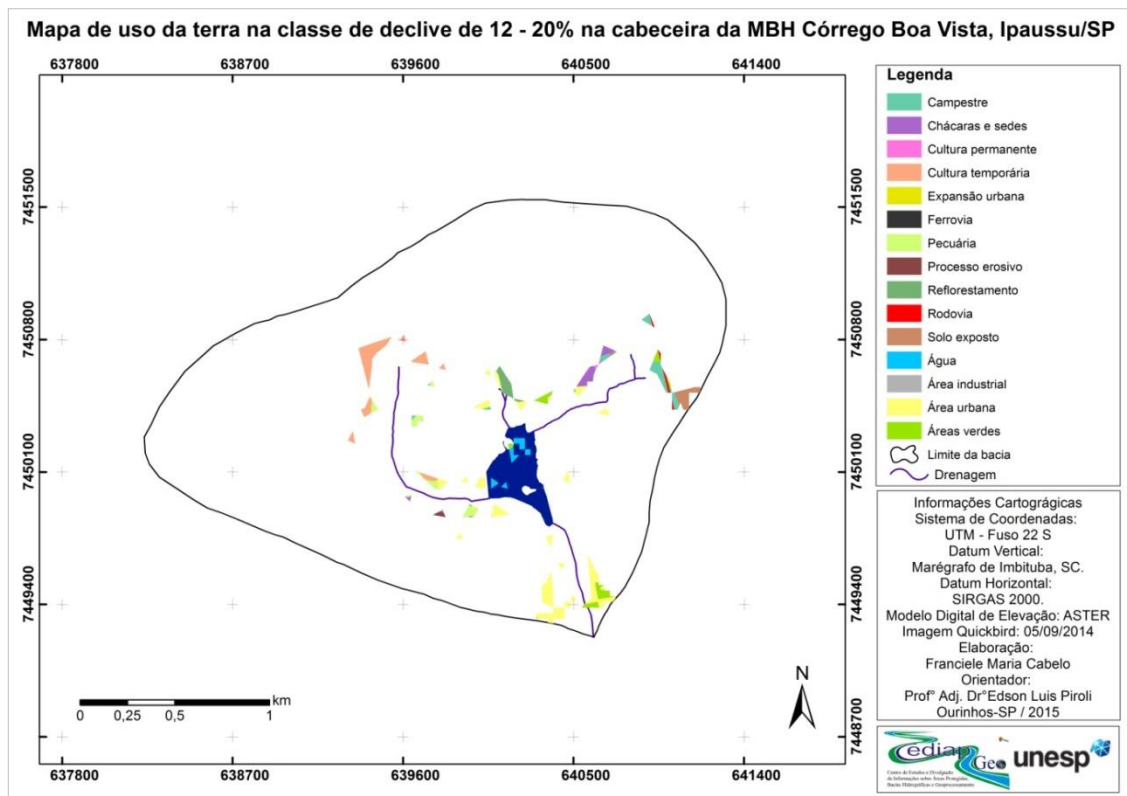


Figura 16 - Mapa de uso da terra na classe de declive de 12-20% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.
 Elaborado pela autora.

Conforme apresentado na Figura 16, as de declive de 12 a 20% representam pequenas áreas com terreno ondulado e quando somada a classes de declive de 20 a 30% correspondem a somente 3,2% da área estudada, que representa 14,6 hectares. A faixa de relevo de 12 a 30% é o definido como limite máximo para urbanização sem restrições (DE BIASI, 1992, p. 47) a partir dessa faixa, deverão ser seguidas exigências específicas para construções.

Segundo Macia (2009 apud Fonseca e Matias, 2014) as classes de declive de 12-30% compreendem:

um relevo passando de ondulado a fortemente ondulado, onde se fazem necessárias medidas construtivas específicas, no caso de ocupações urbanas residenciais e, no caso da atividade agrícola, há necessidade de maiores investimentos em máquinas agrícolas especiais, principalmente quando o cultivo é mais intenso (MACIA, 2009 apud FONSECA E MATIAS, 2014, p. 55).

A Figura 17 apresenta os usos na classe de declive de 20 a 30% da área de estudo.

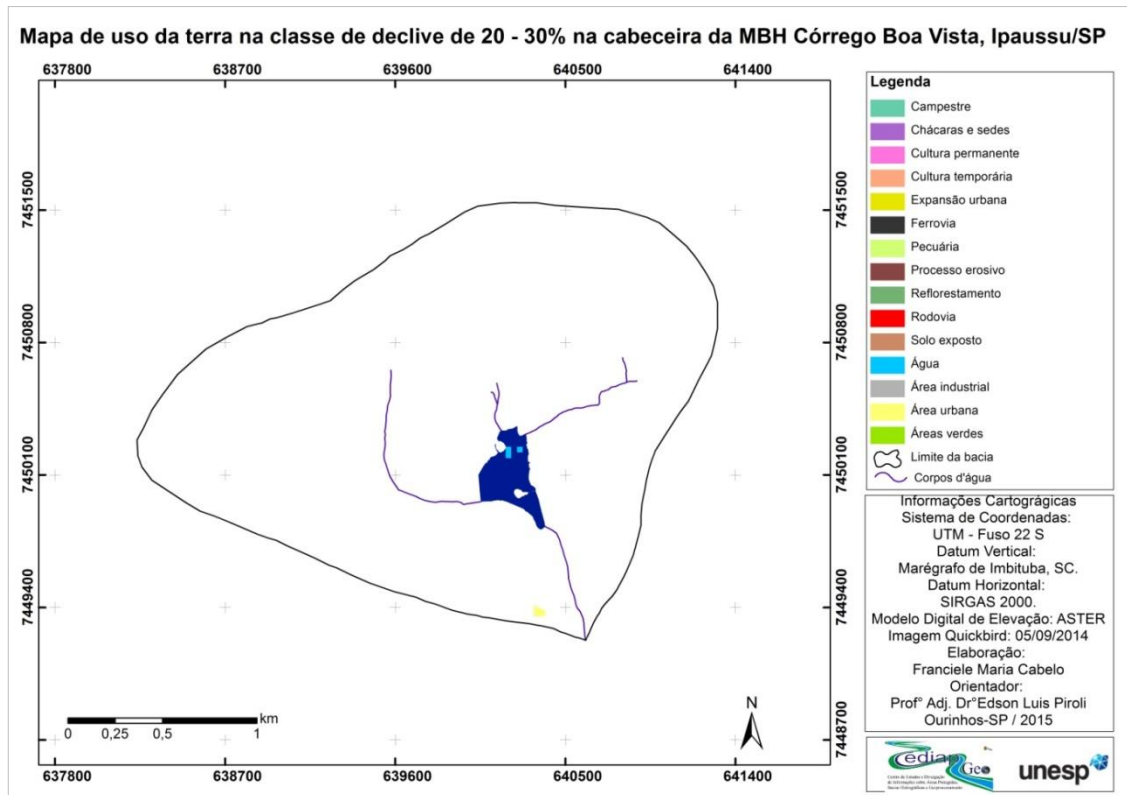


Figura 17 - Mapa de uso da terra na classe de declive de 20-30% na cabeceira da MBH Córrego Boa Vista, Ipaussu-SP.
 Elaborado pela autora.

Referente à classe de 20-30%, se refere ao relevo fortemente ondulado e merece atenção, porém, corresponde a somente 0,1% (0,5 ha), sendo pouco expressiva diante das demais. É ocupada por área urbana (0,27 ha) e pelo Lago Municipal Jose Nicolau (classe água, com 0,27 ha).

Quanto à área urbana, conforme apontado anteriormente, há necessidade de cautela nas construções, utilizando medidas específicas para esse tipo de relevo.

Depois de realizada a coleta de informações detalhadas sobre a declividade e sobre os usos da terra na área de estudo, foi possível realizar uma análise comparativa dos dados por meio do uso do geoprocessamento, pela qual se obteve a Tabela síntese apresentada, na qual constam todos os valores encontrados com a distribuição dos usos da terra em suas respectivas classes de declividade (Tabela 4).

Tabela 4 - Classes de uso da terra versus classes de declividade

Classes de declividade	0-5%		5-12%		12-20%		20-30%	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Água	3,48	1,27	4,83	2,94	0,73	5,19	0,27	49,84
Área industrial	22,82	8,31	9,43	5,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Área urbana	63,19	23,02	55,48	33,78	4,80	34,11	0,27	49,97
Áreas verdes	5,99	2,18	7,79	4,75	1,10	7,79	0,00	0,19
Campestre	21,67	7,89	14,89	9,06	1,29	9,13	0,00	0,00
Chácaras e sedes	4,23	1,54	5,63	3,43	0,76	5,42	0,00	0,00
Cultura permanente	0,91	0,33	1,39	0,85	0,06	0,40	0,00	0,00
Cultura temporária	102,68	37,41	39,36	23,97	2,51	17,85	0,00	0,00
Expansão urbana	2,87	1,05	1,14	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Ferrovía	2,09	0,76	0,62	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Pecuária	12,33	4,49	10,05	6,12	0,98	6,94	0,00	0,00
Processo erosivo	0,73	0,27	2,46	1,49	0,10	0,74	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00	1,11	0,68	0,74	5,22	0,00	0,00
Rodovia	0,54	0,20	0,42	0,25	0,23	1,61	0,00	0,00
Solo exposto	30,93	11,27	9,66	5,88	0,79	5,59	0,00	0,00
Total	274,46	100,00	164,25	100,00	14,07	100,00	0,54	100,00

Organizado pela autora.

5.6 Pluviosidade registrada durante o período de monitoramento

No que concerne ao período de monitoramento, a pluviosidade total foi de aproximadamente 1.574,5 mm no período de abril de 2015 a março de 2016, tendo a média mensal de 131,2 mm no período em questão.

O Gráfico 1 apresenta a pluviosidade registrada mensalmente no período de interesse.

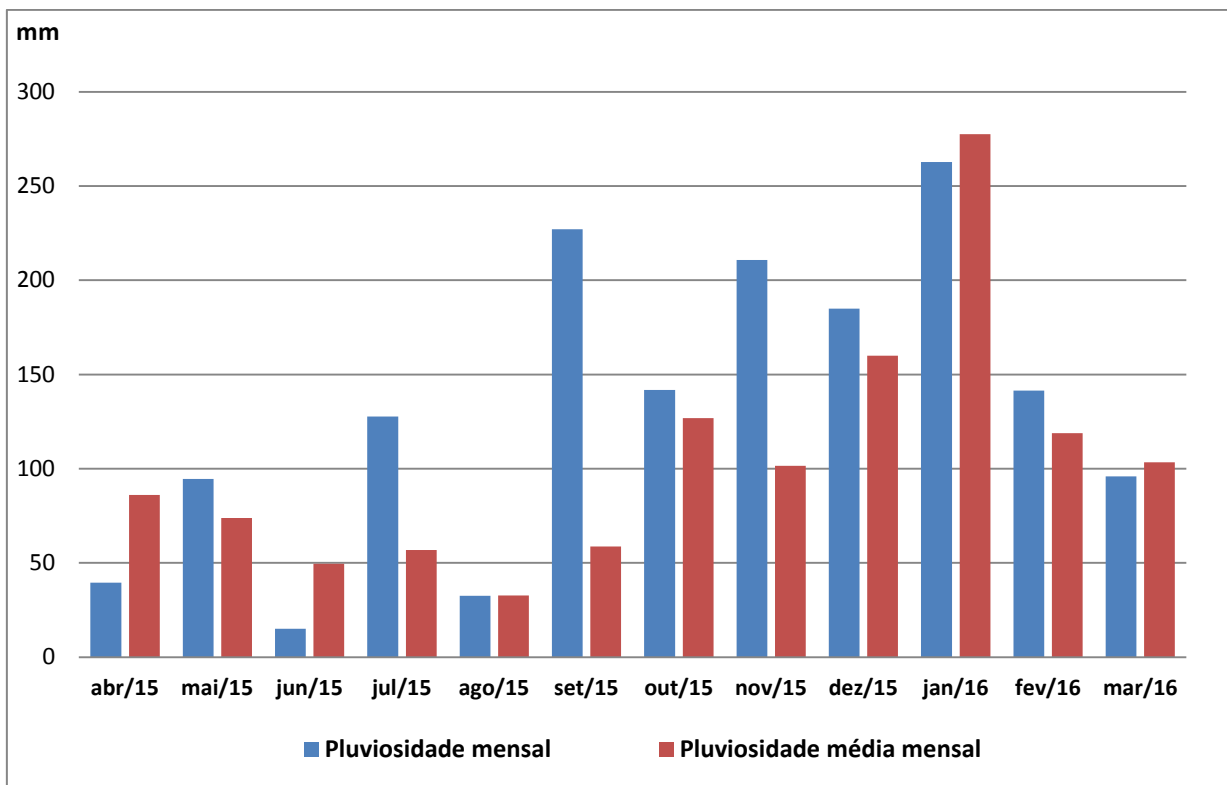


Gráfico 1 - Pluviosidade mensal (abril/2015 a março/2016)
Fonte: CIIAGRO (Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas).
 Adaptado pela autora.

Os meses mais secos corresponderam às estações de outono e inverno, sendo a menor pluviosidade no mês de junho/2015, com apenas 15,1 mm, estando abaixo da média mensal já registrada para o respectivo mês. Já os períodos chuvosos foram de setembro/2015 a fevereiro/2016, correspondendo às estações primavera e verão e a maior precipitação foi registrada no mês de janeiro/2016 com chuva mensal de 262,8mm.

5.7 Pontos de Coleta (P)

O monitoramento da qualidade das águas da cabeceira do Córrego Boa Vista foi realizado nos 12 pontos (apresentados na Figura 18) durante o período de 28 de abril de 2015 a 10 de abril de 2016, todas elas entre as 14 e 18 horas, totalizando 21 coletas, dentre elas, 11 em dias ensolarados e 9 em dias chuvosos (além das visitas em campo em dias aleatórios).

Para a coleta em dias chuvosos foram selecionados 8 dos 12 pontos, que correspondem as nascentes e foz, com exceção do P2 que por ser intermédio e receber grande influência direta e ao P10 que foi selecionado para acompanhamento da qualidade do lago.

A Figura 18 apresenta a atual definição dos pontos de coleta.

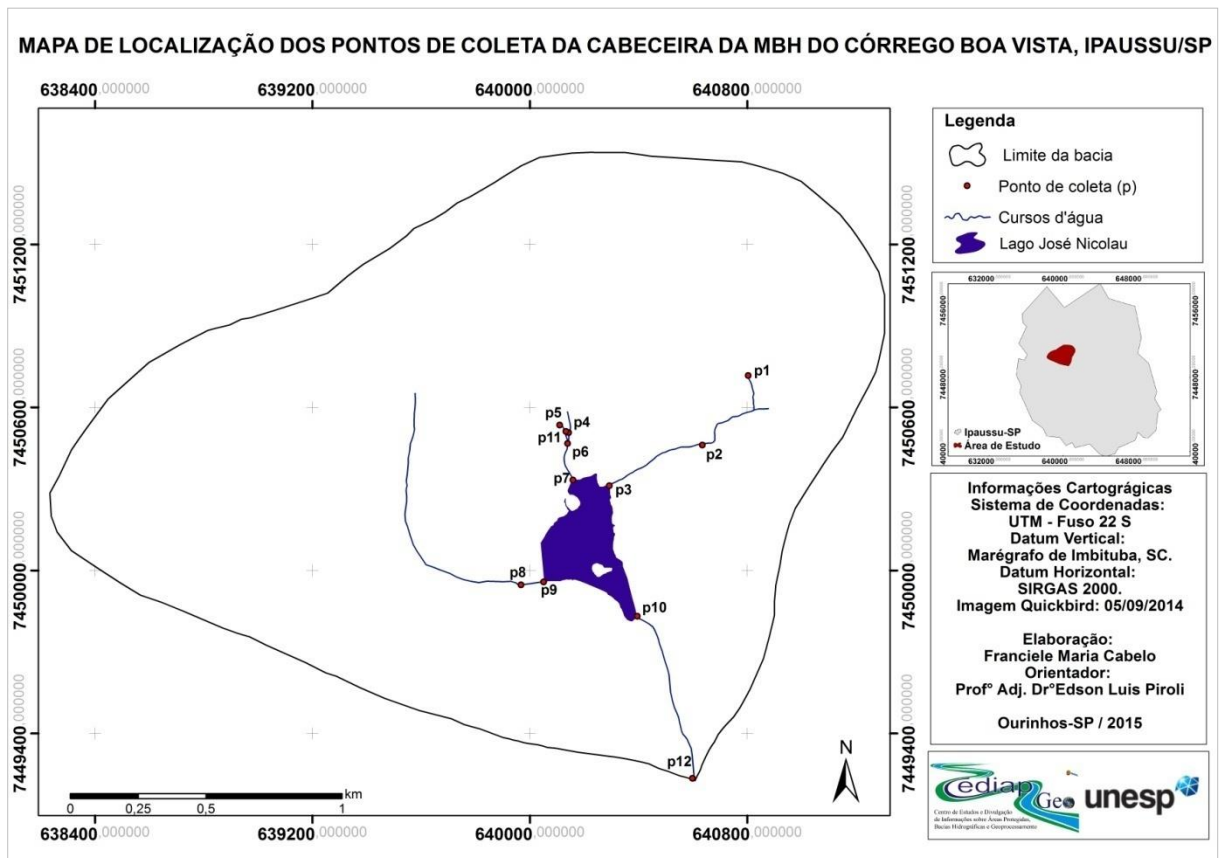


Figura 18 - Localização dos pontos de coleta
 Elaborado pela autora.

Os pontos foram selecionados de acordo com a localização e interesse, a exemplo do primeiro ponto que está localizado em uma chácara na área urbana do município, em uma região de nascentes difusas, que tem suas águas consumidas pelos moradores devido a suas características límpidas.

Os pontos possuem características díspares o que tornou relevante o estudo de cada um deles para posterior análise e comparação dos resultados encontrados.

O quadro 5 apresenta a localização geográfica e as principais características de cada ponto.

	Coordenadas geográficas		Localização	Descrição / Situação Local
	Longitude E	Latitude S		
P1	640804	7450717	Chácara Asteca, área urbana.	Nascente do Córrego São Luiz. Pequeno represamento das águas em tanque de concreto, que seguem para tanques de criação de peixes e, em seguida, auxilia na formação do Córrego São Luiz.
P2	640635	7450461	Área urbana	Intermédio Córrego São Luiz. Neste ponto, o córrego recebeu grande interferência, quantidade expressiva de resíduos, casas próximas ao córrego, encanamentos de esgotos e grande quantidade de emissários que despejam as águas pluviais. Pouca mata ciliar ou nula, muitas vezes composta por bananeiras e por cultivos de milho.
P3	640293	7450311	Área urbana	Foz do Córrego São Luiz no lago, árvores espalhadas (baixa quantidade) e gramíneas, local apresenta pequenas erosões na beira do lago.
P4	640143	7450507	Área urbana, terreno reflorestado	Nascente localizada em terreno recentemente reflorestado com espécies nativas. Neste ponto há um pequeno represamento aparentemente natural de água, por barreiras de terra.
P5	640110	7450535	Área urbana	Nascente localizada em terreno da prefeitura, sem mata ciliar, conta apenas com algumas árvores frutíferas.
P6	640139	7450467	Área urbana, terreno reflorestado	Encontro das águas de nascentes difusas, incluindo as nascentes P4, P5 e P11.
P7	640159	7450332	Área urbana	Águas do P6 que passam por emissários e por um represamento artificial de criação de peixes (situado em terreno particular), que sequentemente encontra com as águas do Lago municipal.
P8	639968	7449984	Área rural/urbana	Encontro das águas de nascentes difusas em área com mata ciliar com característica campestre, rodeada por uma área de pastagem e por uma área com cultivos temporários (milho e soja, por exemplo).
P9	640051	7449957	Área urbana	Águas do P9 que seguem por emissário e encontra as águas do Lago Municipal, local recebe constantemente despejo de resíduos sólidos.
P10	640396	7449963	Área urbana	Foz do Lago Municipal em galeria
P11	640133	7450511	Área urbana, terreno reflorestado	Nascente localizada em terreno recentemente reflorestado, nascente possui cor alaranjada, diferentemente das outras estudadas.
P12	640561	7449215	Área urbana, terreno com resquícios de mata ciliar.	Águas do P10 seguem por galeria formando o Ribeirão Brilhante que deságua no Córrego Boa Vista (conhecido como Ribeirão Bela Vista), durante esse percurso passa por terrenos baldios, chácaras, emissários e áreas onde há criação de animais.

Quadro 5: Descrição dos pontos amostrais na cabeceira da MBH do Córrego Boa Vista
Elaborado pela autora.

5.7.1 Ponto 1 (P1)

O primeiro ponto (P1) corresponde a uma nascente localizada na Chácara Asteca, situada na área urbana do município. As águas da nascente são contidas em um pequeno reservatório feito de concreto (Figura 19A) coberto por uma espécie de casinha (Figura 19B), que após atingir um ponto de escape, segue abastecendo uma piscina de peixes ornamentais e tanques de criação de peixes (Figura 19C e 19D) e na sequência seguem auxiliando na formação do Córrego São Luiz.



Figura 19 - A) Reservatório de concreto; B) Proteção do reservatório (casinha); C) Vazão externa e piscina de peixes ornamentais; D) Tanques de criação de peixes
Fotografia da autora, 2015.

O ponto escolhido corresponde a nascente com maior volume aparente de água, que é consumida pelos moradores locais. Mas, no local também se encontram outras nascentes difusas, algumas contribuem para o abastecimento dos tanques de peixes e juntas, são responsáveis pela formação do córrego.

5.7.2 Ponto 2 (P2)

O segundo ponto está localizado no início da Rua Cristiano Rodrigues da Silva, corresponde ao intermédio do Córrego São Luiz, depois de percorrido aproximadamente 350 metros desde o P1 (uma das nascentes). Por se tratar de uma área com menor declividade, recebe todo escoamento pluvial sem nenhum tipo de proteção ou barreira, seja natural ou artificial (a rua começa/termina no córrego, sem mata ciliar e sem qualquer outro tipo de proteção construída), vide Figura 20A e 20B. Durante o período das coletas foram frequentemente encontrados restos de lixo em sua margem.

Esta área recebe grande interferência por construções em sua margem, encanamentos de esgotos e grande quantidade de emissários e valas, despejam as águas superficiais e pluviais diretamente no córrego, dessa forma, são identificados diferentes focos de poluição: vazamentos de esgoto e uma quantidade expressiva de resíduos sólidos (lixo e entulho constantemente depositados em sua margem), conforme Figura 20C.

Outra questão importante é a limpeza que é realizada pela prefeitura ao longo do curso do córrego, que consiste na retirada do lixo, das capoeiras, gramíneas e das plantas aquáticas, ou seja, a retirada da pequena proteção que o córrego possui em suas margens.

Houve uma ocasião em que algum morador próximo fez a capina química das margens (Figura 20D), prática não autorizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para o controle de plantas daninhas em áreas urbanas, pois os herbicidas são produtos essencialmente perigosos (BRASIL, 2010, p. 1).

O uso de herbicidas é prejudicial à saúde humana. Quando utilizado em área urbana os moradores próximos, em especial às crianças que brincam no local e que, se tiverem em contato com a área tratada, poderão sofrer intoxicação. O contato destes também prejudica significativamente a vida aquática, a flora e a fauna (animais como gatos, cães, cavalos, aves, podem ser intoxicados ao ingerirem a água ou algum alimento que tenha sido contaminado).

No que concerne à mata ciliar, na localidade exata do ponto de coleta, pode-se considerar que ela se encontra nula, pois uma das margens é ocupada pelo quintal e pela garagem de uma residência e na outra se encontra final/início de uma rua, separados por uma pequena “ponte” de concreto (20B e 20E).



Figura 20 - A) Rua Cristiano Rodrigues da Silva; B) Ponte de concreto; C) Resíduos no córrego; D) Capina química realizada na margem do córrego; E) Limite da rua com a ponte que liga ao quintal das casas da outra margem.

Fotografia da autora, 2015.

Além disso, há entulhos de diferentes tipos depositados em um terreno próximo ao córrego (Figura 21A e 21B), sendo eles: galhos, folhas, restos de materiais para construção, madeiras, entre outros, para posteriormente serem retirados pela prefeitura, que faz a coleta dos entulhos nas quintas-feiras.

O empecilho é que nem sempre a população respeita o dia da semana estabelecido, o que faz com que o depósito permaneça por um período maior em locais vulneráveis, outro fator é que junto são depositados erroneamente restos de lixo, que mesmo após a retirada dos entulhos, são vistos espalhados pelo local e podem ser carregados com vento para o córrego, além disso, fortes enxurradas tendem a transportar todo esse material para dentro da água, entupindo emissários e assoreando o manancial e, conseqüentemente o lago.



Figura 21 - A) Depósito de entulho e galhos; B) Lixo no local destinado ao despejo de entulho. Fotografia da autora, 2015.

Salientando, a margem do córrego possui pouca mata ciliar (em alguns trechos é nula), muitas vezes composta por bananeiras, ou cultivos, como exemplo o de milho, bambuzais e gramíneas (Figura 22A e 22B) ao invés da mata nativa.



Figura 22 - A) Plantação de bananeiras; B) Bambuzais. Fotografia da autora, 2015.

Durante o período de coleta, foram vistas manchas oleosas na água (Figura 23A e 23B), o que pode ser um indicativo da existência de vazamento de esgoto causado por encanamentos colocados de forma imprópria, assim como caixas de esgoto e/ou fossas, que foram constatadas in loco a poucos metros do P2, conforme Figura 23D e 23E, que correspondem a uma fonte com grande potencial poluidor.

Neste ponto são encontrados muitos alevinos (filhotes de peixes). Talvez, por este motivo, alguns moradores costumam jogar restos de alimentos no córrego, fato visto durante as coletas (conforme Figura 23C), porém isso pode tornar-se prejudicial para aquele meio.

Além disso, foram encontrados depósitos de lixo e madeira atrás dos muros, na encosta do córrego (Figura 23F).



Figura 23 - (A e B) Manchas de óleo na água; C) Restos de alimentos no córrego; (D e E) Tampas de caixas transmissão de esgoto (F) Depósito de resíduos na margem do córrego
Fotografias da autora, 2015.

As caixas de transmissão de esgoto na margem do córrego podem oferecer perigo de poluição por vazamentos e em dias com alta pluviosidade, por conta do aumento da vazão o nível do córrego sobe, podendo atingir as caixas e carregar detritos.

5.7.3 Ponto 3 (P3)

O terceiro ponto (P3) está localizado à Rua João dos Santos. Neste trecho o Córrego São Luiz após percorrer aproximadamente 380 metros (desde o P2), deságua no lago. Neste trajeto, as águas do córrego recebem diferentes influências, locais com margens ocupadas por chácaras, pastagens e por áreas cultivadas, em alguns trechos é canalizado por emissários.

No ultimo trecho no qual é canalizado, o córrego passa por baixo de uma rua, rente a uma galeria de retenção, bombeamento e elevação de esgoto conforme destacado na Figura 24A. Essa proximidade acaba oferecendo riscos ao manancial, pois, no caso de transbordamento ou vazamentos, todo detrito será carregado para dentro do lago e,

consequentemente irá ocasionar a poluição de suas águas. Isso explica a necessidade de um constante acompanhamento e manutenção por parte dos responsáveis.

O local em questão possui algumas árvores esparsas e gramíneas. Na água são encontrados muitos caramujos que ficam espalhados pela beirada e pelo fundo do lago.

Foram identificadas erosões na margem do lago, principalmente próximo ao ponto de coleta, conforme Figuras 24A e 24B que acabam contribuindo com o assoreamento no corpo d'água.

No lago há uma população de capivaras com cerca de 40 animais. São facilmente vistas neste ponto, pois, costumam subir nas encostas, para se alimentarem das gramíneas, conforme Figura 24C. A prefeitura municipal distribuiu placas ao redor do lago alertando a população da presença dos animais, bem como conscientizando sobre a febre maculosa (Figura 24D e 24E) transmitida por carrapatos estrela contaminados pela bactéria *Rickettsia rickettsii* visto que, a capivara é um hospedeiro desses parasitas.



Figura 24 - A) Em destaque a galeria de esgoto próxima ao emissário do Córrego São Luiz e do lago; B) Erosões na encosta do lago; C) Capivaras na margem do Lago Municipal (D e E) Placas de alerta as capivaras e de informação sobre a febre maculosa. Fotografias da autora, 2015.

Outro fator identificado neste ponto foi o acúmulo de lixo que se dá na margem, que pode ter origem do córrego, ou mesmo dos pescadores, visto que este local é constantemente utilizado para pesca pelos moradores.

Além disso, este ponto está situado próximo ao parquinho público e da academia ao ar livre, que durante os finais de semana, principalmente, reúne munícipes e turistas, que aproveitam do ambiente para fazer piqueniques e consumir alimentos vendidos por ambulantes e por comércios próximos.

5.7.4 Ponto 4 (P4)

Na Rua Natal Orlando está localizada uma Chácara, cujo território é marcado pela presença de um aglomerado de nascentes pontuais e difusas e possui uma área de preservação recentemente reflorestada com cerca de 200 plantas de espécies nativas (conforme o informado pela proprietária), além das árvores frutíferas.

A área da chácara é rodeada por casas e ruas (alguns lugares correspondendo aos finais de ruas sem saída) onde são constantemente encontrados lixos e entulhos descartados incorretamente (Figura 25A).

Rente a uma dessas ruas sem saída, foi feito uma vala de escoamento pluvial por funcionários da prefeitura (segundo informações da proprietária). Esta vala adentra o terreno pertencente à chácara, e finda na área das nascentes. Durante as chuvas, há o transporte do lixo e entulhos para perto das nascentes (conforme Figura 25 B e 25C). Isso acaba dificultando a conservação da mata, devido a constante necessidade de limpeza, atrapalhando o processo de regeneração, sucessão ecológica e o desenvolvimento natural das espécies.



Figura 25 - A) Lixo e entulho depositados incorretamente próximo à vala; B) Vala de escoamento
Fotografias da autora, 2015.

Esta área contempla os seguintes pontos de coleta e monitoramento: P4, P6 e P7.

O P4 corresponde a uma das nascentes que foi represada por barreiras de terra (não foi possível inferir se é de origem natural e foi adaptado – com canos para entrada e saída da água - ou se sua formação se deu naturalmente) que vêm a formar um pequeno lago (Figura 26A e 26B).



Figura 26 - A) Represamento de água; B) Ponto de coleta (P4).
Fotografias da autora, 2015.

5.7.5 Ponto 5 (P5)

O quinto ponto está localizado na Rua Heitor Samadelo, paralela a Rua Natal Orlando, em um terreno baldio, que segundo a moradora vizinha (que cuida e mantém a limpeza do terreno) pertence à prefeitura municipal. Trata-se de uma nascente perene (Figura 27A) cujo curso segue até o sexto ponto (P6).

Esta área não possui mata ciliar, conta apenas com algumas árvores frutíferas. De tempo em tempo é realizada a capina e a retirada de toda a grama e plantas sendo que acarreta, durante as chuvas para esta área um solo praticamente exposto ao receber escoamento superficial (conforme Figura 27D), acaba perdendo solo e as nascentes podem ter a qualidade de suas águas alterada. Em períodos chuvosos ressurgem as nascentes

intermitentes em outras partes do terreno (Figura 27C). A Figura 27B apresenta uma das nascentes intermitentes, cujo canal de drenagem foi feito pelos moradores.



Figura 27 - A) Nascente da perene (P5). B) Nascente intermitente; C) Nascente intermitente com percurso escavado; D) Escoamento durante a chuva. Fotografias da autora, 2015.

5.7.6 Ponto 6 (P6)

O sexto ponto de coleta (P6) está localizado à Rua Natal Orlando. Se refere ao local onde as águas dos pontos 4, 5, 11 e outras nascentes difusas se encontram e deságuam num emissário cujas águas seguem para um represamento onde há criação de peixes e, em seguida, deságua no lago (local onde se encontra o P7).

O P6 recebe influência de um emissário que destina o escoamento oriundo das ruas do bairro (emissário superior da Figura 28A). A água vinda das nascentes é canalizada em um cano de PVC dentro do emissário inferior (Figura 28A). Durante os períodos de chuva essa área acaba sendo alagada, cobrindo o emissário inferior.

Foi possível perceber manchas de espuma e parte com água em tom avermelhado (Figura 28C), semelhante a algumas nascentes com a mesma cor (Figura 28D).



Figura 28 - A) Emissários (tubulações) para seguem as águas das nascentes. B) Vazão durante estações secas; C) Vazão durante estações chuvosas; D) Área alagada durante fortes chuvas (foto dia 28/12/2015).

Fotografias da autora, 2015.

5.7.7 Ponto 7 (P7)

O sétimo ponto está localizado à Rua Antonio Carlos de Abreu Sodré (próximo ao Clube Saci). É para onde as águas do P6 seguem após passar por uma canalização e por um represamento de água do clube, que em seguida deságua no lago municipal (P7) por um emissário (Figura 29A).

Próximo ao ponto também há o processo erosivo conforme o citado no P3 (vide Figura 29B), além disso, este trecho se encontra visivelmente assoreado e com presença de caramujos, vide Figura 29C.

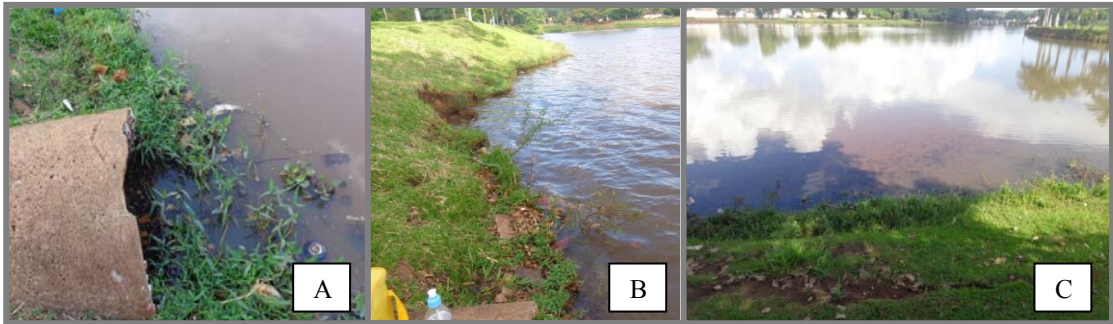


Figura 29 - A) Margem apresentando processo erosivo; B) Visão geral da localização do P7; C) Emissário P7.

Fotografias da autora, 2015.

5.7.8 Ponto 8 (P8)

O oitavo ponto está localizado à Avenida Antonio Carlos de Abreu Sodré (ao lado da Câmara Municipal). Corresponde a uma área com nascentes difusas que se confluem formando um pequeno regato que, ao chegar próximo a rua, é canalizado até o lago.

O encontro das águas de nascentes difusas se dá em área com mata ciliar com característica campestre, rodeada por uma área de pastagem e por uma área com cultivos temporários (milho e soja, por exemplo), que é delimitada pela área urbana (Figura 30).

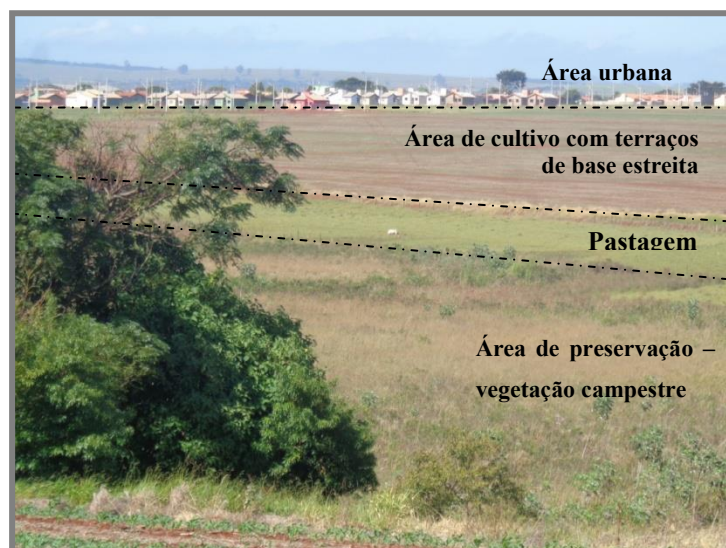


Figura 30 - Fotografia apresentando os diferentes usos que influenciam o P8
Adaptado pela autora (2015).

Nota-se que o produtor rural além de estar realizando a rotação de culturas, o que é benéfico para o solo, fez terraços de base estreita (curvas de níveis) que constituem uma das

técnicas de conservação, pois, além de conter o escoamento, contribuindo para a infiltração de água no solo, evita que haja erosões e assoreamento dos mananciais.

Ainda com estes cuidados, o manancial deste ponto se encontra visivelmente assoreado (vide bancos de terra na Figura 31A). Durante os períodos de alta pluviosidade ele fica alagado, conforme Figura 31B.

O P8 foi considerado durante o período de coleta o mais poluído por resíduos sólidos. Em todos os campos realizados, foi notada a presença de lixos orgânicos e inorgânicos espalhados pela área do manancial (Figura 31C e 31D).



Figura 31 - A) Ponto de coleta P8 em dias secos; B) P8 em dia chuvoso; C) Lixos diversos; D) Sacos com palha de milho.

Fotografias da autora, 2015.

5.7.9 Ponto 9 (P9)

O nono ponto (P9), também localizado à Avenida Antonio Carlos de Abreu Sodré (lago - próximo à pista de skate), corresponde ao encontro das águas do P8 (que seguem por emissários) com as do lago (Figura 33A). Este também é um dos pontos muito utilizado por moradores para pesca. Neste ponto são encontrados na água muitos materiais orgânicos,

sendo eles, frutos de árvores, folhas e galhos, assim como materiais inorgânicos de diferentes origens, caramujos e aguapés.

Próximo a este ponto, realizam-se nas terças-feiras a Feira da Lua, onde os ambulantes comercializam verduras, legumes, frutas, plantas, objetos, acessórios, além de diferentes tipos de bebidas e alimentos prontos e preparados na hora. Alguma pessoa associou a poluição no lago à feira, e, incomodada com a situação, resolveu expor seu desabafo em um muro onde ela atualmente acontece, com a seguinte frase: “Ei feira o lago não é lixeira” (Figura 32). Provavelmente a intenção da pessoa que fez a pichação foi a de conscientizar as pessoas quanto à destinação do lixo, porém, isso foi feito de forma ilícita, mas não deixa de ser uma crítica social.

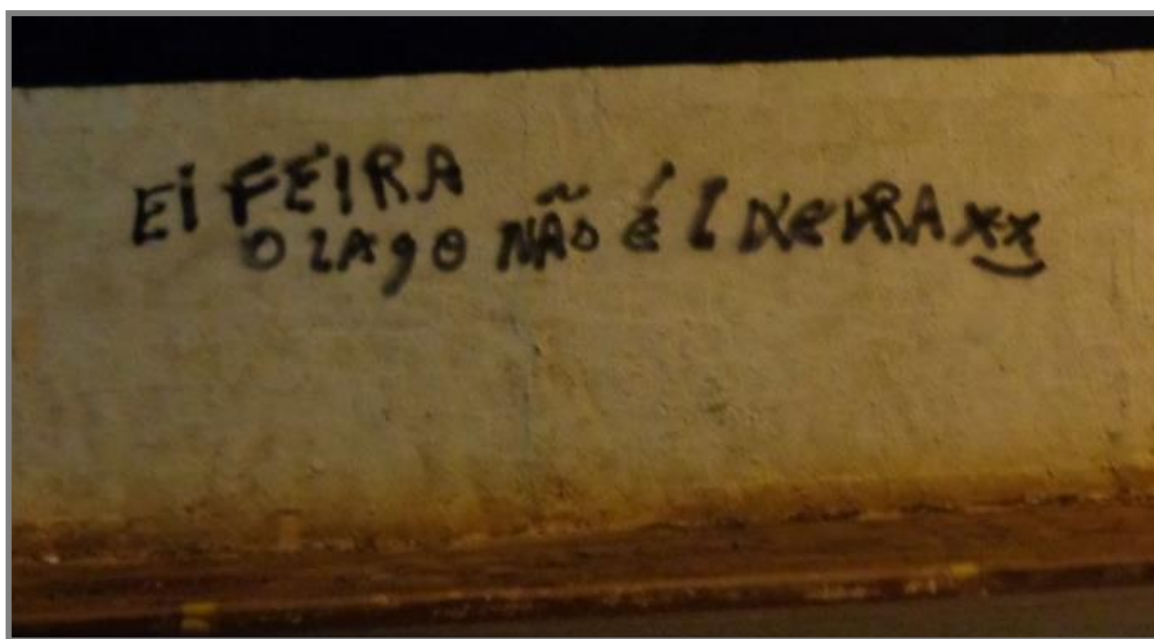


Figura 32 - Pichação feita no muro onde é realizada a feira
Fotografias da autora, 2015.

Toda a comercialização e consumo (principalmente de caráter alimentício) geram resíduos de diferentes tipos (sacolas plásticas, restos de alimentos, copos e pratos descartáveis, garrafas de vidro, garrafas pet, canudinhos, saquinhos e lenços de papel, embalagens, dentre outros, que nem sempre são destinados corretamente).

Esses resíduos ao serem jogados incorretamente no chão ficam vulneráveis a serem carregados (seja pela chuva ou pelo vento) e acabam sendo deslocado para o lago, ficando depositados na margem ou até mesmo atingindo o P8, cujos lixos citados são encontrados frequentemente (conforme Figura 33B).

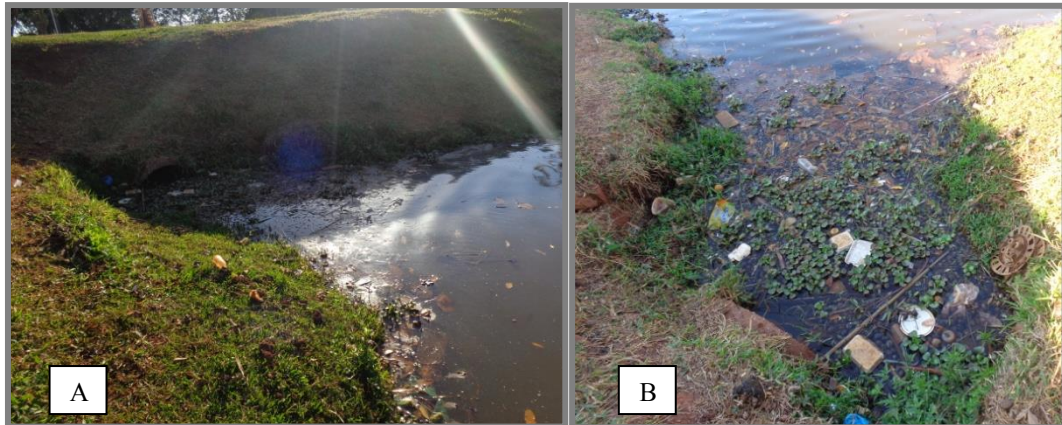


Figura 33 - A) P9 onde as águas do P8 deságuam no Lago Municipal, B) restos de lixo encontrados no ponto de coleta.
Fotografias da autora, 2015.

5.7.10 Ponto 10 (P10)

O décimo ponto (P10), é localizado à Rua João dos Santos. A foz das águas do lago ocorre em uma galeria fluvial que destina todo volume de água, depois de canalizada, para o Ribeirão Brilhante (Figura 34A e 34B).



Figura 34 - A) Abertura da galeria fluvial, B) Área próxima ao P10.
Fotografias da autora, 2015.

5.7.11 Ponto 11 (P11)

O décimo primeiro e o décimo segundo ponto (P11 e p 12) foram inseridos posteriormente conforme o desenvolvimento da pesquisa.

O P11 localizado próximo ao P4 foi inserido por possuir uma característica peculiar que se refere à cor aparente de sua água (Figura 35A), apresentando um aspecto alaranjado, visto também em outras nascentes da área, conforme Figura 35B.



Figura 35 - A) Ponto 11 (P11); B) Nascente com aspecto alaranjado e oleoso.
Fotografia de Mário Sérgio Oliveira, 2015.

5.7.12 Ponto 12 (P12)

O P12 foi inserido por corresponder à foz da cabeceira da microbacia, encontro do Ribeirão Brilhante com o córrego Boa Vista, após percorrer aproximadamente 670 metros (desde o P10) em área urbana e passar por emissários, construções e terrenos com diferentes tipos de criações e cultivos.

Este ponto é marcado pela presença de encanamentos e caixas de esgoto (Figura 36A). Durante as chuvas de grande intensidade, a vazão do Ribeirão Brilhante aumenta e ultrapassa o limite do encanamento (Figura 36B), chegando até mesmo a atingir as tampas das caixas de esgoto, provocando o extravasamento do mesmo, conforme Figura 36C, que apresenta vestígios de recente vazamento de esgoto.



Figura 36 - A) Ponto de coleta P1 B) Vazão do Ribeirão Brillhante em dias chuvosos C) Vazamento nas caixas esgoto
Fotografias da autora, 2015.

5.8 Avaliações da qualidade da água da cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista

As características das águas são influenciadas por diferentes causas, estando elas associadas a fatores geológicos, pedológicos, climáticos, hidrológicos e biológicos, porém a contaminação em si, é originada do uso e cobertura da terra que são praticados na bacia com destaque para as atividades agrícolas, urbanas e industriais (ESPINDULA, 2012, p. 48).

Quando se possui o diagnóstico e a origem de determinada contaminação, existe a possibilidade de uma reversão, seja com propostas de manejo ou com medidas de controle e correção, e, para locais que mesmo não poluídos, mas que cuja localização demonstra um potencial que acaba sendo um indicativo para tal, existe uma forma de precaver, que se dá por medidas preventivas, visto que os gastos com a recuperação dos corpos d'águas são superiores aos de planejamento, manejo e medidas preventivas.

Para realizar o diagnóstico, foi realizado o monitoramento dos pontos apresentados, e, a partir dele foram levantadas uma série de dados e informações, que após serem resumidas, foram utilizadas na geração de Gráficos e Tabelas para melhor análise e interpretação de cada parâmetro, conforme serão apresentados a seguir.

5.8.1 Oxigênio Dissolvido

No que confere ao oxigênio dissolvido, considerando que os horários das coletas (14 às 18 horas) correspondem ao período do dia que a fotossíntese produzida pelos plânctons encontra seu ápice na produção de oxigênio na água a tendência é que os resultados mantenham valores altos nos corpos d'água.

A partir da Tabela 5 e do Gráfico 2 é possível perceber que a maioria dos valores identificados em dias secos está acima do valor mínimo estabelecido pela Resolução

357/2005 do CONAMA (que é de 5 mg/L⁻¹), para este parâmetro, o Ministério da Saúde não estabelece os valores limites para o consumo.

Tabela 5 - Valores de Oxigênio Dissolvido (expressos em mg L-1) obtidos em dias secos

Data	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	10	11	--	8	5	4	5	6	6	7	8
P2	6	6	--	6	3	2	5	5	9	7	6
P3	8	12	--	7	2	2	3	8	7	7	7
P4	25	25	--	8	8	13	9	9	7	6	6
P5	7	15	--	7	5	5	8	7	7	9	7
P6	14	13	--	8	7	7	7	8	9	9	9
P7	59	12	--	8	3	2	7	7	8	7	7
P8	69	6	--	6	4	4	6	7	6	8	8
P9	8	12	--	8	5	4	7	6	7	7	7
P10	8	12	--	8	5	2	3	8	9	7	8
P11	10	13	--	7	5	5	7	7	7	9	8
P12	--	--	--	--	3	3	5	6	7	6	--

p: ponto de coleta; -- não aferido; mudança de equipamento: 02/07/2015.

Organizado pela autora.

Os valores encontrados nas nascentes e em locais próximos delas (P1, P4, P5, p 11, P6 e P8) mantiveram seus valores altos, com exceção ao 15/10/2015 quando o P1 e p 8 apresentaram 4 mg/L⁻¹ e no dia 16/09/15 no qual o P8 também apresentou este valor, que corresponde ao menor encontrado para estes pontos.

Os maiores valores foram encontrados nos dias 15/05/2015 e 20/06/2015, com destaque a 69 mg/L⁻¹ no P8 (dia 15/05/2015) e 25 mg/L⁻¹ no P4 (nos 2 dias), sendo que no dia 20/06/2015 o P8 teve sua taxa reduzida para 6 mg/L⁻¹. Os demais dias apresentaram uma variação de 5 a 9 mg/L⁻¹ nos níveis de oxigênio dissolvido dos pontos em questão, tendo somente uma exceção P4 no dia 15/10/2015, cujo valor encontrado foi de 13 mg/L⁻¹.

Quanto aos picos de oxigênio ocorridos nos dias 15/05/2015 e 20/06/2016, uma das hipóteses é a baixa temperatura, fator que pode ter sido determinante para tais resultados, que também foram encontrados nos outros pontos correspondentes aos intermédios, ao lago e a foz (P2, P3, P7, P9, P10 e P12), que atingiram seus máximos, tendo destaque a 59 mg/L⁻¹ no P7 e uma variação de 8 a 12 mg/L⁻¹ nos demais pontos, com exceção ao P2 mg/L⁻¹ que apresentou o menor valor em relação em comparação aos demais (6 mg/L⁻¹), mas que ainda assim estava dentro do estabelecido.

Nos demais dias os valores variaram de 2 a 9, sendo que no dia 15/10/2015 a maioria dos pontos em questão apresentaram valores abaixo do estabelecido, fato este que pode estar relacionado ao aumento repentino da temperatura e/ou com o excesso de matéria orgânica na água. No Gráfico 2 observam-se os picos de oxigênio dissolvido.

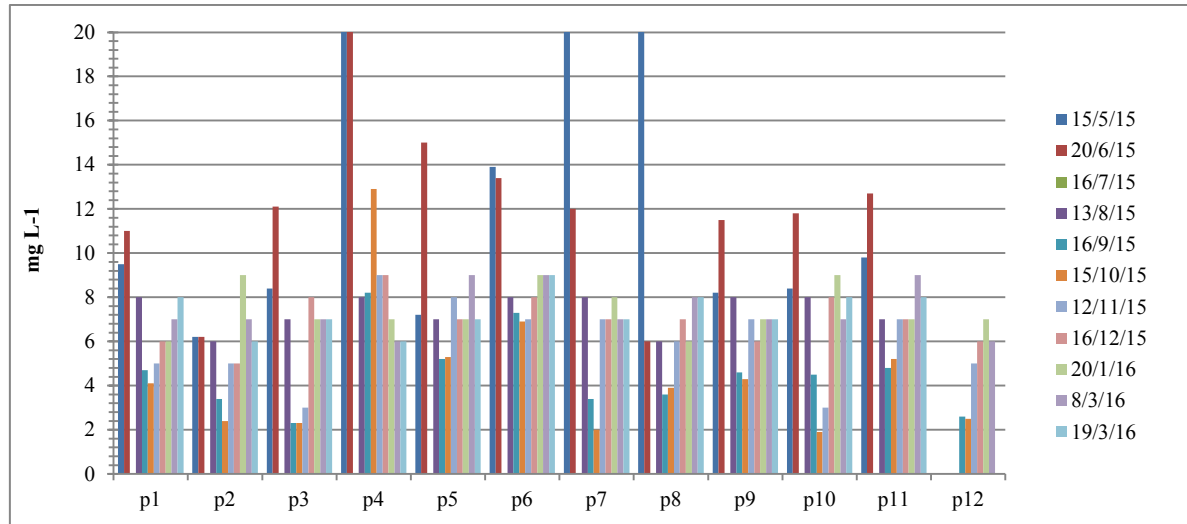


Gráfico 2 – Índice de Oxigênio Dissolvido obtido nas coletas em dias secos
Organizado pela autora.

Nos dias chuvosos, pôde-se perceber um aumento em comparação aos dias secos, conforme observado na Tabela 6 e Gráfico 3. Os valores mais altos foram obtidos no dia 30/05/2015, estando o P4 com 13 e o P11 com 12 mg/L⁻¹ e os menores foram de 3 mg/L⁻¹, obtidos nos pontos 2 e 10 no dia 26/09/2015. Nos demais os valores dos pontos se mantiveram acima do determinado pela legislação, variando de 5 a 9 mg/L⁻¹, com exceção ao P2 que no dia 25/08/2015 apresentou 4 mg/L⁻¹.

Tabela 6 - Valores de Oxigênio Dissolvido (expressos em mg L⁻¹) obtidos em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	9	8	5	4	7	8	6	8	7
P2	5	6	4	3	6	6	7	6	9
P4	13	8	7	8	8	8	9	7	8
P5	9	7	5	4	6	7	7	7	7
P8	5	6	6	5	6	6	7	8	9
P10	7	7	7	3	6	6	7	7	8
P11	12	6	5	6	6	6	8	7	8
P12	--	--	--	7	7	7	--	6	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Mudança de equipamento: 02/07/2015.

Organizado pela autora.

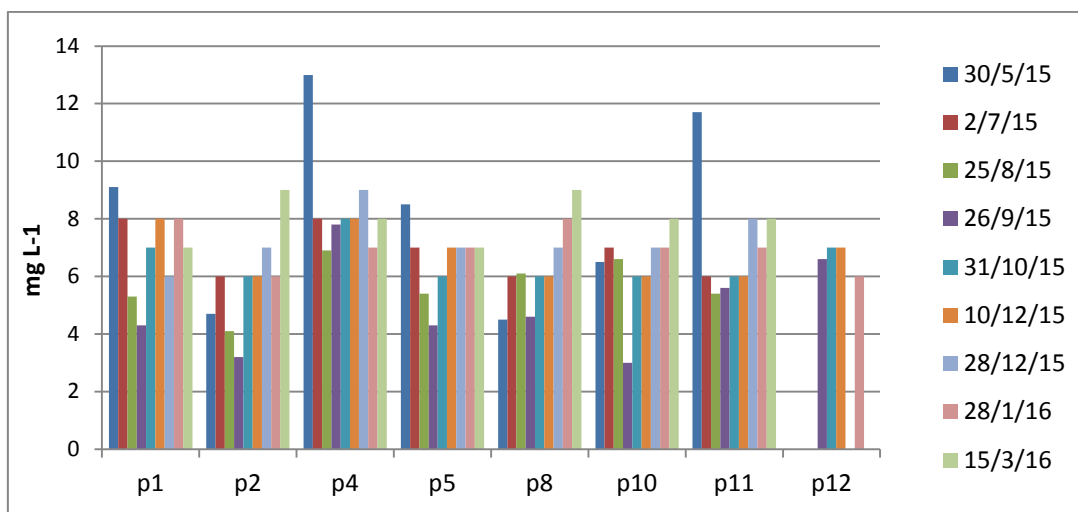


Gráfico 3 – Índice de Oxigênio Dissolvido obtido em dias chuvosos.
Organizado pela autora.

5.8.2 Turbidez

Os limites de turbidez indicados para águas de Classe II são de 100 NTU (Res. 357/CONAMA) e para consumo o limite máximo é de 5 UNT (Portaria MS 2914/2011). Como o P1 é utilizado pelos moradores locais para consumo, ele foi o único ponto comparado com o determinado pelo Ministério da Saúde, e, conforme Tabela 7 e Gráfico 4, o valor mais alto para os dias secos foi de 1,19 UNT e nos dias chuvosos de 3,61, ou seja, se mantiveram dentro do estabelecido pela legislação.

Tabela 7 - Valores do indicador Turbidez (UNT) obtidos nas coletas em dias secos

Data	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	0,91	0,68	0,62	0,64	0,56	0,40	0,86	1,19	1,13	0,03	0,00
P2	32,01	43,73	26,09	7,61	26,32	29,86	38,22	22,48	37,21	10,27	19,38
P3	11,71	12,84	15,44	24,38	18,97	25,02	37,55	35,75	11,22	3,28	18,58
P4	0,91	1,20	2,95	128,00	9,98	1,34	116,00	4,44	36,90	1,52	3,88
P5	1,26	7,97	121,00	6,22	89,00	115,00	56,00	4,01	48,93	21,43	111,00
P6	22,29	33,24	4,11	3,38	3,21	23,36	6,75	5,04	9,71	34,31	14,66
P7	25,96	17,93	16,86	20,41	18,40	37,79	79,00	11,10	12,61	11,87	11,99
P8	216,00	504,00	396,00	211,00	76,00	138,00	118,00	22,90	44,71	12,11	625,00
P9	32,54	66,00	40,17	36,78	35,05	33,54	38,61	16,19	28,14	2,67	3,39
P10	28,59	21,62	22,10	17,26	15,41	30,66	47,55	14,09	7,74	2,24	3,02
P11	247,00	304,00	18,45	16,07	467,00	267,00	4,81	22,57	25,44	161,00	108,00
P12	--	--	--	--	8,57	19,14	61,00	13,17	8,38	307,00	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

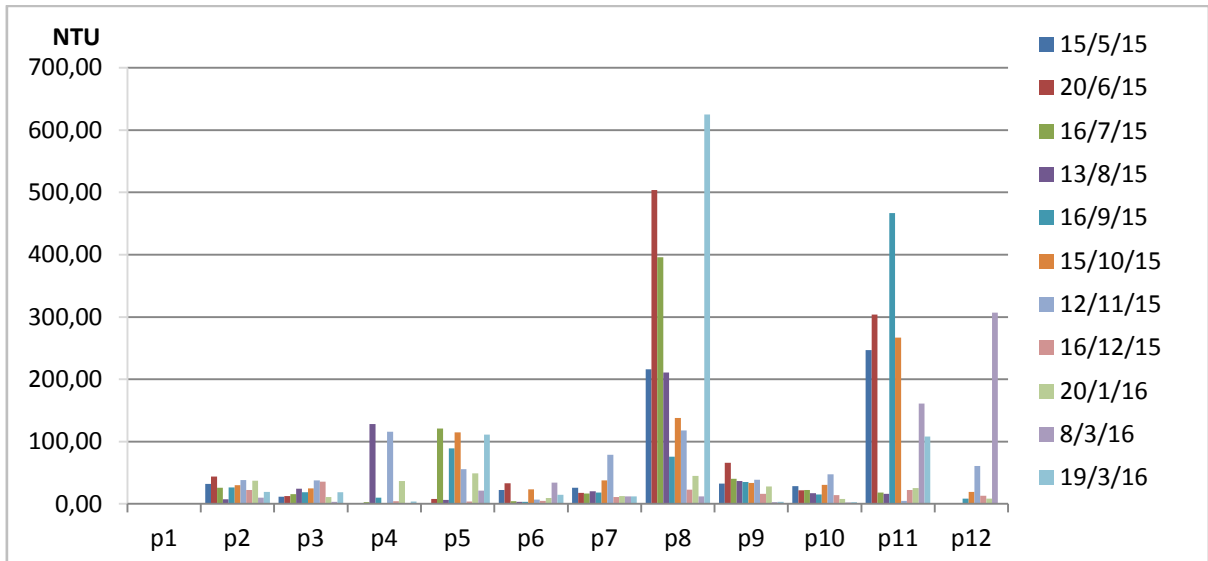


Gráfico 4 – Índices de Turbidez (UNT) obtidos nas coletas em dias secos
Organizado pela autora.

Os demais pontos foram comparados ao limite estabelecido pelo Conama. Nos dias secos, os pontos 2, 3, 6, 7, 9 e 10 tiveram resultados dentro do determinado, já os pontos 4, 5, 8, 11 e 12 apresentaram turbidez acima do esperado.

No P4 as alterações da turbidez se deram no dia 13/08/15 provavelmente por conta da presença de algas flutuantes na amostra, visto que a água estava cristalina neste dia (Figura 37A e 37B) e no dia 12/11/15 por conta da decomposição dessas algas, que inclusive modificou a cor das águas, conforme (Figura 37C e 37D).

A Figura 37 apresenta variações na quantidade de plantas aquáticas, nas algas e na cor da água.

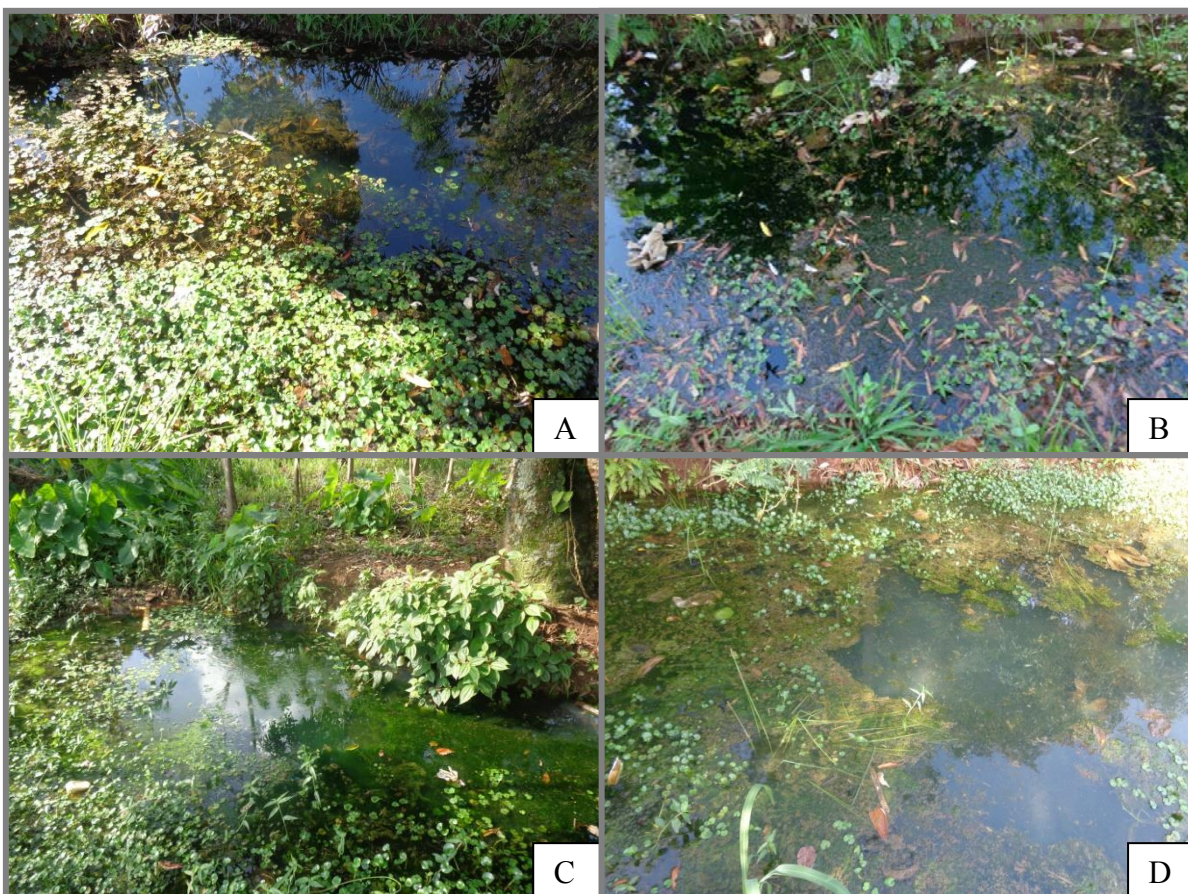


Figura 37 - A) Foto do dia 13/08/15 - Água apresenta transparência e uma quantidade significativa de plantas aquáticas; B) 13/08/15 - Grande quantidade de algas; C) Foto do dia 12/11/15 - Diminuição das plantas; D) Foto do dia 12/11/15 - decomposição das algas. Fotografias da autora (2015).

Nas áreas onde estão localizados os pontos P4, P5, P6 e o P11 notou-se que de tempo em tempo (aproximadamente de 3 em 3 meses) foi realizada a limpeza dos terrenos, cujo método utilizado foi a remoção da grama e também, a remoção das plantas aquáticas e algas submersas presentes nos corpos d'água.

As algas são constantemente removidas juntamente com as plantas aquáticas (Figura 38A e 38C), seja por desconhecimento ou afins, as algas submersas se tratam de uma das espécies que pertencem à família de macroalgas chamada Characeae (Figura 38B). Tendo um porte macroscópico, desempenha uma série de papéis ecológicos, aumentando a transparência da coluna d'água (MEURER, 2011, p. 36) estas espécies são sensíveis à eutrofização por haver a diminuição da luz subaquática nestes ambientes e foi encontrada somente no P4. A Figura 38 apresenta algumas espécies encontradas no P4.



Figura 38 - A) Plantas aquáticas; B) Espécie de alga submersa; C) Plantas e algas retiradas do corpo d'água.

Fotografia da autora, 2015.

Quanto ao P5, seu alto índice sempre se deu por conta da remoção das plantas que serviam de proteção na margem da nascente, que não continha mata ciliar em quantidade expressiva, assim como o P11.

Quanto ao p 10 que corresponde à foz do lago em galeria fluvial, coletas realizadas em dias secos e chuvosos (conforme Tabela 8 e Gráfico 5) os resultados estiveram dentro do previsto pela legislação.

Tabela 8 - Valores do indicador Turbidez (UNT) obtidos nas coletas em chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	0,72	0,44	0,90	2,08	1,58	2,45	3,61	2,00	1,11
P2	65,00	63,00	18,69	8,26	20,86	22,68	139,00	19,07	490,20
P4	0,23	5,23	4,77	4,11	25,48	27,10	160,00	17,99	41,00
P5	105,00	46,91	28,97	21,98	24,84	200,00	203,00	101,00	23,97
P8	421,00	232,00	303,00	74,00	112,00	62,00	78,00	75,00	62,00
P10	22,35	9,72	33,75	21,73	42,71	23,88	28,55	8,88	17,75
P11	114,00	446,00	40,53	17,23	318,00	30,35	89,00	48,34	30,92
P12	--	--	--	12,58	56,00	25,18	--	47,07	18,01

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

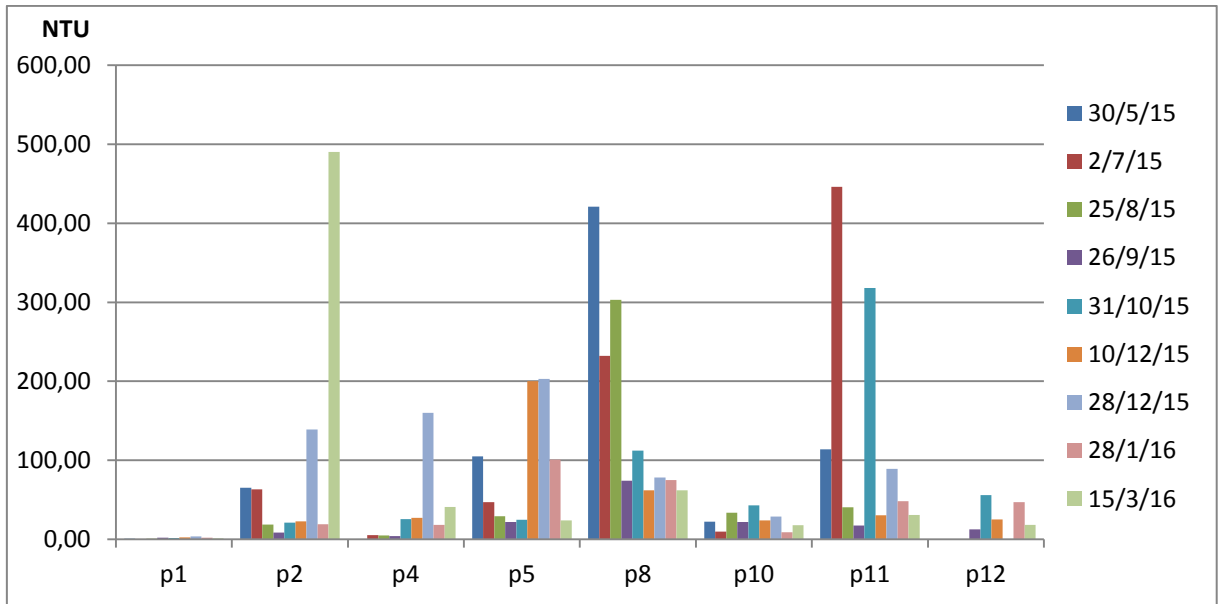


Gráfico 5 - Índices de turbidez obtidos em dias chuvosos
Organizado pela autora.

No que concerne ao P8 que obteve os maiores índices, isso se deve ao seu assoreamento e, mesmo possuindo vegetação, ela ainda está em fase de desenvolvimento e não consegue reter todos os resíduos despejados, tais como, os entulhos para construção e também o solo trazido por efluentes pluviais. Por se tratar de uma área que recebe muito escoamento, grandes chuvas provocam alterações no curso do manancial.

O P2 durante as coletas em dias secos apresentou turbidez dentro do estabelecido, diferentemente do que ocorreu nos dias 28/12/15 e 15/03/16, onde ele apresentou um elevado índice, sendo 139 e 490,20 UNT respectivamente, valor conforme Tabela 8 e Gráfico 5, isso se deu por conta da forte chuva que gerou grande quantidade de escoamento para o córrego e consequentemente grande quantidade de material em suspensão, conforme Figura 39 (A,B,C e D).



Figura 39 - A e B) Chuvas do dia 28/12/2015 c e d) 15/03/2016
Fotografias da autora, 2015 e 2016.

A Figura 39A e 39B apresenta a situação em que o Córrego São Luiz fica durante as fortes chuvas, chegando a transbordar, cobrindo a ponte de concreto e invadindo os quintais dos moradores próximos, oferecendo risco aos mesmos.

Já as Figuras 39C e 39D mostram como fica a rua em dias muito chuvosos que promove a geração de escoamento nas ruas direto para o córrego, com destaque a primeira foto, que apresenta o escoamento pluvial para dentro do córrego ocasionado pela forte chuva do dia 28/12/2015.

5.8.3 pH

Para que o corpo d'água esteja dentro do estabelecido pela legislação, o pH deverá estar entre 6 a 9 para águas de Classe 2, exceto o P1 que por ser utilizado para consumo da população deve apresentar o pH 7. A Tabela 9 e o Gráfico 6 apresentam os valores de pH obtidos em dias secos.

Tabela 9 - Valores do indicador pH obtidos nas coletas em dias secos

Data	28/4/15	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
p1	6,0	6,0	6,5	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
p2	7,0	6,5	7,0	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0
p3	8,0	7,0	7,5	8,0	7,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0
p4	5,5	6,0	6,5	6,5	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
p5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
p6	5,5	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
p7	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0
p8	8,0	6,5	7,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0
p9	7,5	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
p10	8,0	7,5	8,0	7,5	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	6,0
p11	--	6,5	7,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0
p12	--	--	--	--	--	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

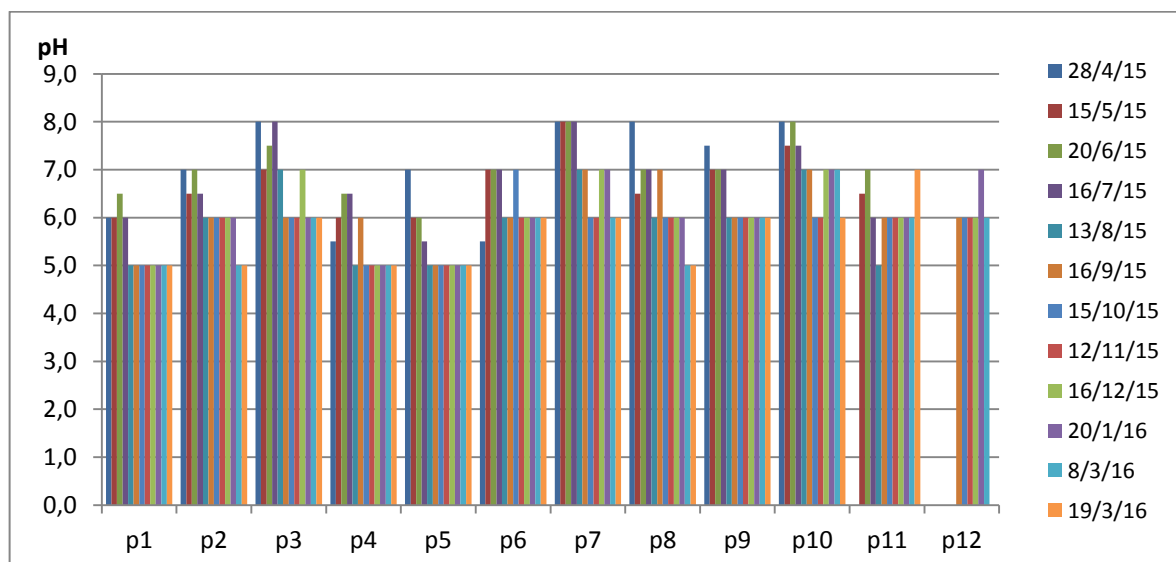


Gráfico 6 - pH obtidos nas coletas em dias secos
Elaborado pela autora.

O P1, P4 e o P5 foram os pontos que mais apresentaram pH abaixo do estabelecido, ou seja, mais ácido, que pode causar corrosividade. O ponto 1 é o que mais merece atenção por ter sua água consumida pelos moradores, pois, o pH fora do estabelecido pode ser prejudicial à saúde, visto que, para consumo humano deve ser neutro (pH 7), neste caso necessita de correção para posterior consumo. Os outros pontos que tiveram uma ou duas variações durante o período, provavelmente se devem ao recebimento de efluentes, conforme apresentados anteriormente (Tabela 9 e Gráfico 6).

A Tabela 10 e o Gráfico 7 mostram os valores de pH obtidos em dias chuvosos.

Tabela 10 - Valores do indicador pH obtidos nas coletas em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
p1	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
p2	7,0	7,0	6,0	5,0	6,0	6,0	7,0	6,0	7,0
p4	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0	6,0
p5	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
p8	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0
p10	7,5	7,5	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0
p11	7,0	6,5	6,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0
p12	--	--	--	6,0	6,0	7,0	--	6,0	7,0

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

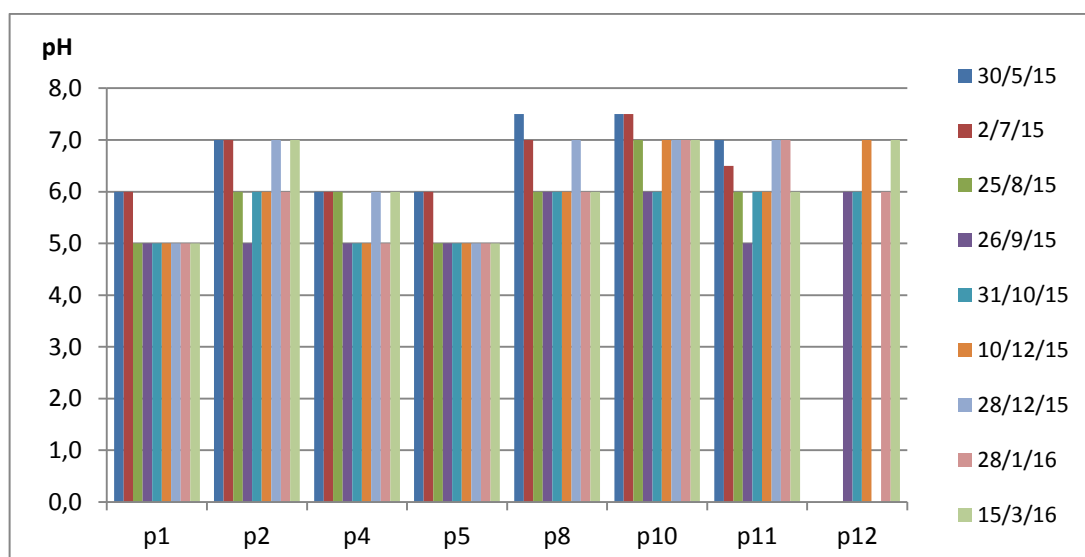


Gráfico 7 - pH obtidos nas coletas em dias chuvosos.
Elaborado pela autora.

Nos dias chuvosos, conforme apresentado na Tabela 10 e Gráfico 7, os pontos levemente ácidos citados anteriormente (P1, P4 e P5) sofrem pouca alteração, continuando praticamente com os mesmos valores (pH 5), isso pode ser um indicativo de que a composição do solo influencia em sua acidez o que corrobora por serem nascentes, com exceção ao P4 que sofre pequena alteração que ocorre provavelmente por conta da influencia das águas do escoamento superficial. Os demais pontos têm poucas variações, com algumas exceções, conforme apresentado anteriormente nos dias ensolarados, porém se mantém dentro do exigido.

5.8.4 Condutividade Elétrica

Este parâmetro não têm limites estabelecidos pelo CONAMA, desta forma os valores foram analisados levando em consideração o padrão determinado pela CETESB (2014) que é de 100 μScm^{-1} . Este parâmetro pode apontar a concentração de poluentes e indicar se o ambiente aquático pode estar sofrendo impactos em seu meio.

A Tabela 11 e o Gráfico 8 apresentam os valores de condutividade obtidos em dias ensolarados.

Tabela 11 - Condutividade (expressos em μScm^{-1}) obtidos nas coletas em dias secos

Data	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	38	33	34	38	33	30	32	34	36	37	45
P2	74	65	69	66	74	65	67	66	65	60	86
P3	87	72	75	81	87	72	74	67	111	67	96
P4	62	54	54	67	57	48	49	50	53	53	68
P5	63	52	55	57	62	50	59	62	86	68	84
P6	82	74	61	98	62	57	51	62	60	62	80
P7	190	169	180	105	362	75	87	72	122	74	89
P8	112	61	77	44	47	53	58	46	55	39	47
P9	69	63	48	43	47	49	58	49	60	53	63
P10	86	69	71	84	73	70	74	65	75	65	90
P11	67	57	57	60	55	49	47	47	51	50	63
P12	--	--	--	--	99	93	87	86	95	108	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

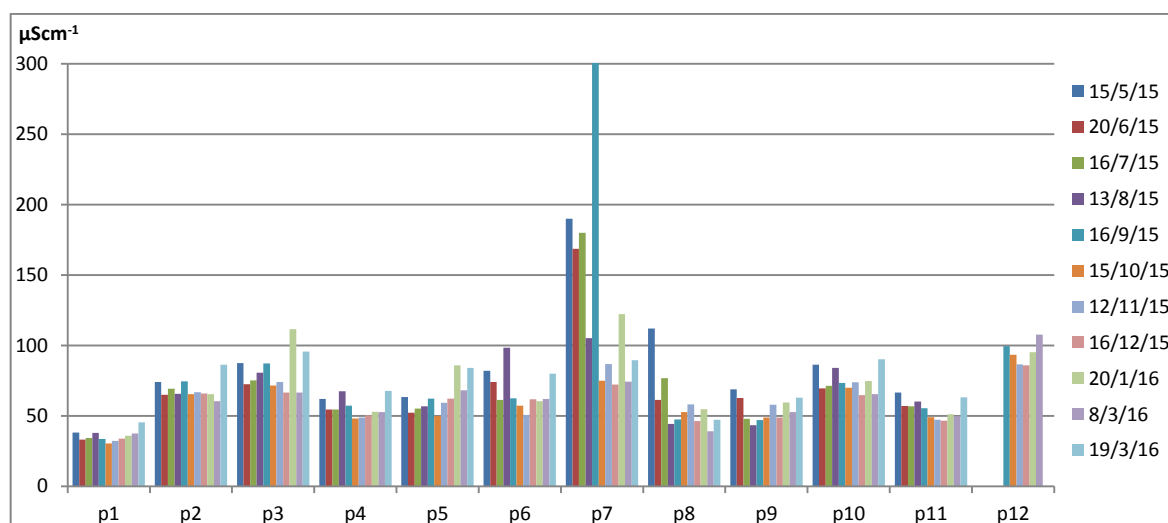


Gráfico 8 - Condutividade obtida nas coletas em dias secos
Elaborado pela autora.

Conforme Tabela 12 e Gráfico 8, os pontos 3, 8 e o 12 tiveram somente uma variação cada, ultrapassando o limite (111, 112 e 122 μScm^{-1} , respectivamente). Já o ponto 7 merece uma atenção especial, pois seus valores no período de maio a setembro de 2015 mantiveram-se altos, chegando a atingir 362 μScm^{-1} , voltando a ter um aumento em janeiro de 2016. Os demais pontos ficaram dentro do limite, ou seja, abaixo de 100 μScm^{-1} .

A Tabela 12 e o Gráfico 9 mostram os valores de condutividade nos dias ensolarados.

Tabela 12 - Condutividade (expressos em μScm^{-1}) obtida nas coletas em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	34	30	34	35	33	35	36	36	49
P2	87	69	79	81	70	71	18	68	49
P4	57	50	59	59	49	48	36	52	75
P5	54	44	53	59	50	60	56	84	88
P8	149	71	89	60	67	37	69	53	58
P10	2	60	83	75	69	66	50	72	84
P11	2	48	61	58	49	47	47	49	64
P12	--	--	--	100	72	89	--	95	97

p: ponto de coleta; -- não aferido Organizado pela autora.

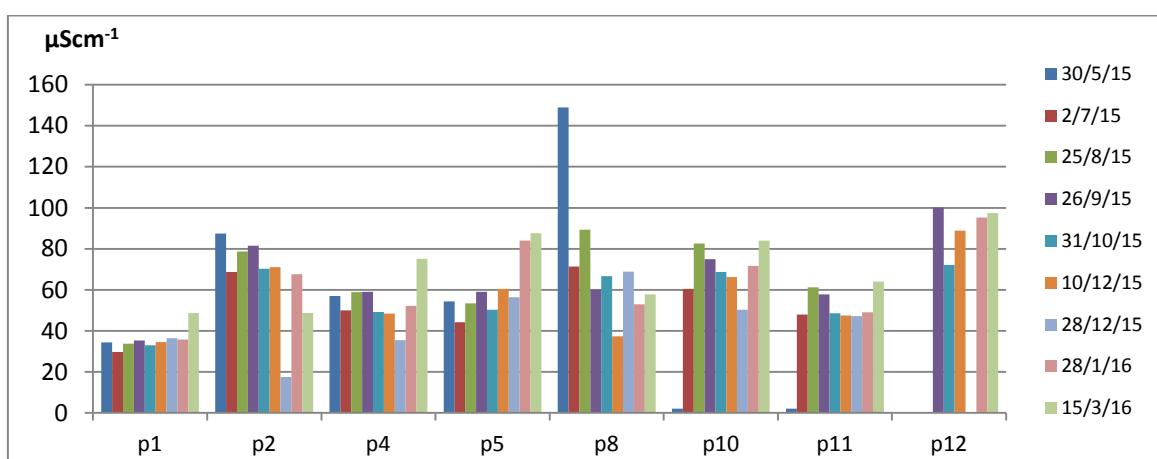


Gráfico 9 - Condutividade obtida nas coletas em dias chuvosos
Elaborado pela autora.

Nos dias chuvosos, teve somente uma exceção, na qual o P8 atingiu 149 μScm^{-1} , (Tabela 12 e Gráfico 9) os demais pontos se mantiveram com valores menores/iguais ao estabelecido.

5.8.5 Temperatura da água

No que concerne à temperatura da água, a legislação não menciona valores máximos e mínimos. Sabe-se que os valores podem variar de 12 a 30° no Brasil (VIANA et al., 1999, p. 54). A temperatura é inversamente proporcional ao teor de oxigênio e que determinadas espécies não resistem a temperaturas superiores a 35°C (por causar uma diminuição do oxigênio), que pode ocasionar na mortandade de peixes. Em locais onde há oscilações de temperatura em um curto período de tempo há o risco de choques térmicos nos mesmos. Baixa temperatura também pode prejudicar a vida no meio aquático.

A Tabela 13 e o Gráfico 10 apresentam as temperaturas obtidas em dias ensolarados.

Tabela 13 - Temperaturas obtidos nas coletas em dias secos (expressas em °C)

Data	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	23,6	23,4	22,0	22,4	22,3	22,4	22,0	23,0	22,0	22,5	22,5
P2	21,5	19,6	20,9	21,8	23,9	24,8	23,0	28,5	24,5	24,5	25,0
P3	21,8	20,1	21,8	22,2	23,4	28,6	33,5	32,0	26,0	31,0	25,0
P4	22,9	22,0	22,6	20,4	23,6	23,3	25,5	25,0	24,5	25,0	24,0
P5	24,3	23,9	23,1	23,3	22,6	22,9	24,0	23,5	24,0	24,0	24,0
P6	22,9	21,8	22,1	21,4	23,4	24,9	25,5	26,0	24,5	25,0	24,0
P7	22,8	20,8	21,7	23,6	23,9	28,1	31,5	28,5	26,0	30,0	25,0
P8	21,6	20,8	21,9	23,1	26,1	26,7	28,0	28,0	26,5	28,0	24,5
P9	22,6	21,7	21,6	22,4	25,5	26,4	28,3	28,0	26,0	27,5	25,0
P10	20,5	20,1	21,5	24,2	25,3	28,7	28,5	27,0	25,0	30,0	26,0
P11	22,8	22,1	21,6	23,4	23,8	24,4	24,0	26,0	24,5	26,5	24,5
P12	--	--	--	--	24,7	27,5	23,4	26,0	23,5	28,5	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

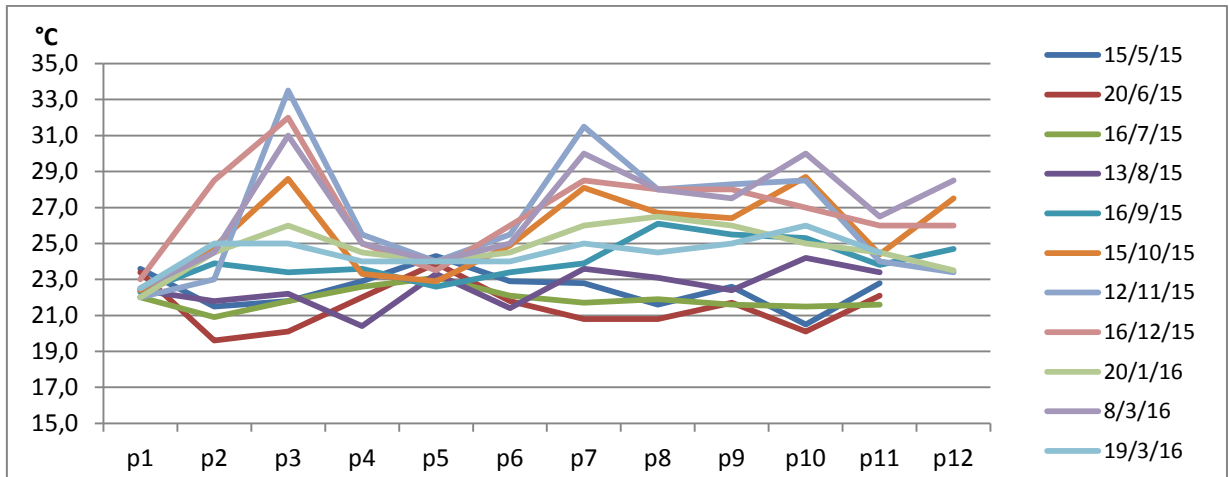


Gráfico 10 - Temperaturas em dias ensolarados
Elaborado pela autora.

Segundo a Tabela 13 e o Gráfico 10, o ponto que tem menor oscilação na temperatura durante o período é a do P1 e o P5 (nascentes) cuja temperatura teve uma variação muito pequena, sendo 22°C a 23,6°C e 22,9°C a 24,3, respectivamente.

A menor temperatura identificada nas coletas nos dias ensolarados foi de 19,6°C no dia 20/06/15 no P2 e a maior temperatura registrada em todo período foi de 33,5°C no P3 e 31,5°C no P7 no dia 12/11/15 e 32°C no P3 no dia 16/12/2015.

A Figura 40 (A, B, C e D) apresenta uma variação nos aspectos visual e na qualidade que pode estar relacionado ao aumento da temperatura.

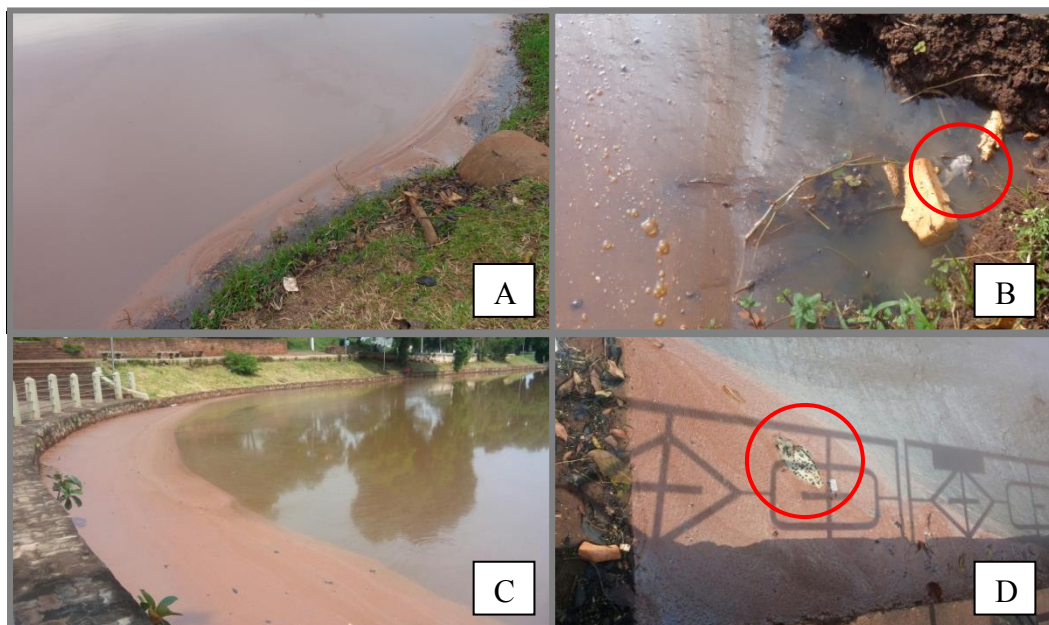


Figura 40 - A) Surgimento de mancha no lago (12/11/15); B) Peixe morto (12/11/15); C) Aumento da mancha pelo lago (13/05/15); D) Peixe morto (13/05/15).
Fotografias da autora, 2015 e 2016.

No dia 12/11/2015 durante a coleta nos pontos 3 e 7 (que se referem a emissários que deságuam no lago), foi verificado uma mancha com aspecto oleoso e bolhas na água do lago (Figura 40A) foi visto inclusive, um peixe morto (Figura 40B) além do forte cheiro. No dia seguinte, na foz do lago a mancha estava espalhada e visível, formava uma densa camada com aspecto grosseiro (Figura 40C) e foi visto outro peixe morto de outra espécie (Figura 40D), tudo indica que esse aumento de temperatura influenciou para que isto viesse a ocorrer.

A Tabela 14 e o Gráfico 11 apresentam as temperaturas obtidas nas coletas realizadas em dias chuvosos.

Tabela 14 - Temperaturas obtidas nas coletas em dias chuvosos (expressas em °C)

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	23,5	--	22,3	22,4	25,2	--	22,2	23,0	22,0
P2	19,4	--	19,5	22,7	26,4	--	24,0	27,0	24,0
P4	21,1	--	20,4	22,7	25,6	--	23,0	24,5	23,0
P5	23,7	--	22,2	23,4	26,2	--	23,0	24,0	23,0
P8	19,0	--	19,4	22,7	26,1	--	23,5	27,0	22,5
P10	21,5	--	19,4	25,1	27,9	--	26,0	28,0	23,0
P11	20,7	--	20,2	22,8	25,9	--	23,5	25,0	24,5
P12	--	--	--	24,5	27,9	--	--	27,5	25,0

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

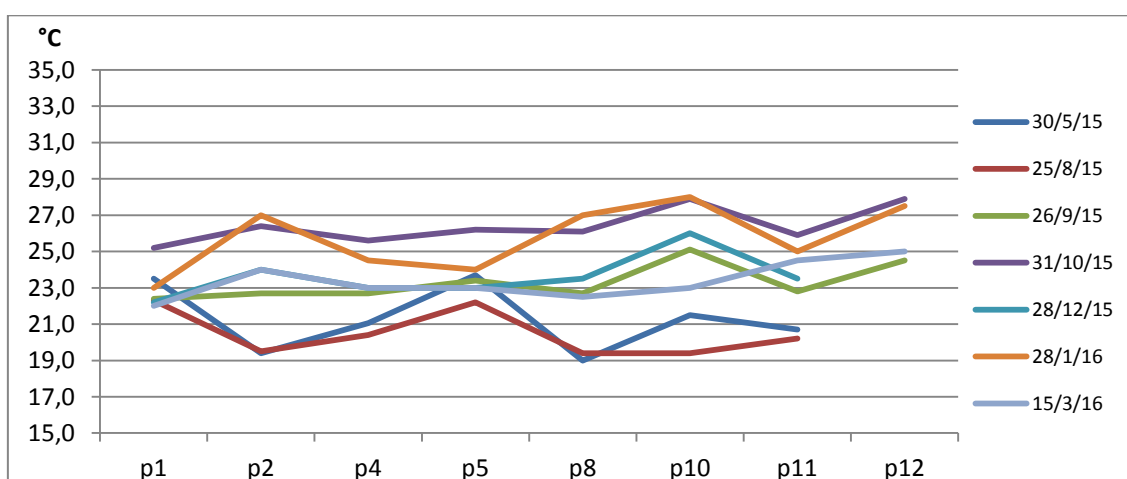


Gráfico 11 - Temperatura em dias chuvosos
Elaborado pela autora.

Durante as coletas em dias chuvosos, a menor temperatura foi de 19°C no P8 dia 30/5/15 e a maior foi de 28°C no P10 dia 28/1/16, conforme Tabela 14.

Avaliando o Gráfico 11, as maiores temperaturas foram registradas no dia 31/10/15 e as menores no dia 25/8/15.

5.8.6 Dureza Total

O CONAMA não estabelece os limites para a dureza nas águas, dessa forma, foi utilizado o padrão determinado pela Portaria nº 2914/2011, que é de 500 CaCO₃ mg.L⁻¹. A dureza tende a reduzir a formação de espumas.

A Tabela 15 e o Gráfico 12 apresentam a Dureza Total obtida nas coletas em dias ensolarados.

Tabela 15 - Dureza Total obtida nas coletas em dias secos (expressas em CaCO₃ mg.L⁻¹)

Data	28/4/15	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
P2	40	30	20	30	30	20	30	30	40	30	30	30
P3	50	30	20	30	40	30	40	40	30	50	40	30
P4	20	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P5	30	10	10	10	10	20	20	10	30	20	20	20
P6	30	20	20	20	20	20	20	20	30	30	20	20
P7	60	60	60	90	40	190	40	60	40	70	40	30
P8	30	10	10	40	20	20	40	40	30	30	20	10
P9	30	20	20	20	10	20	30	40	30	30	10	20
P10	50	30	30	30	30	30	40	30	40	50	40	20
P11	--	20	10	10	20	10	10	20	20	20	20	20
P12	--	--	--	--	--	40	50	50	40	50	40	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

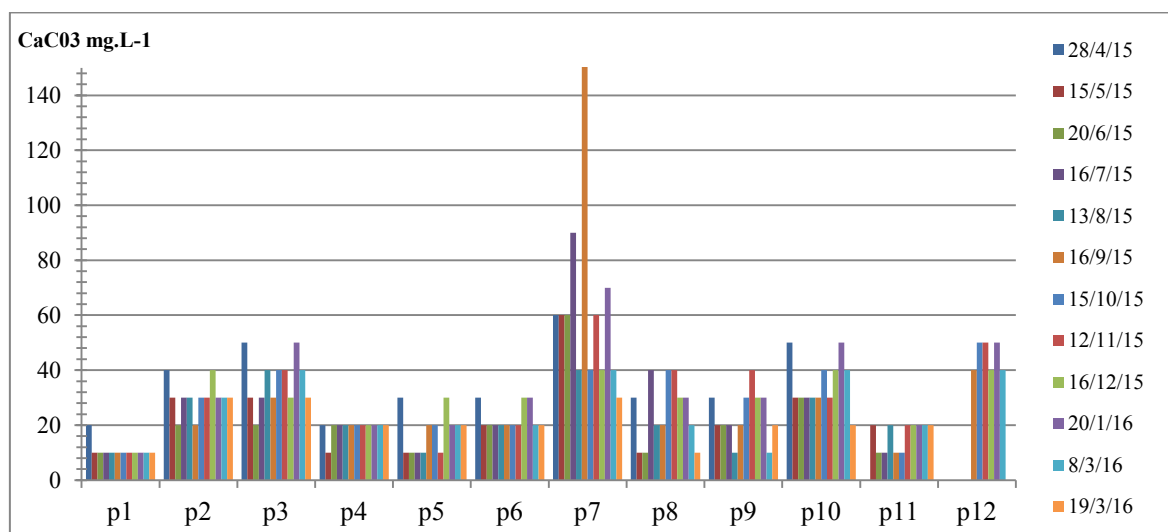


Gráfico 12 - Dureza Total obtida nas coletas em dias secos
Elaborado pela autora.

Nas coletas realizadas em dias ensolarados observou-se que todos tiveram um limite abaixo do determinado. A maior dureza foi de 190 CaCO₃ mg.L⁻¹ no P7 dia 16/09/2015, conforme Tabela 15 e Gráfico 12, tendo em vista que quanto maior a dureza, maior será a condutividade, dessa forma, ao associar com a condutividade obtida no mesmo ponto e dia, verificou-se que assim como a dureza, o maior valor obtido em condutividade no período das coletas se deu neste mesmo dia e ponto, sendo 361,50 μ Scm⁻¹.

A Tabela 16 e o Gráfico 13 apresentam a Dureza Total obtida nas coletas em dias chuvosos.

Tabela 16 - Dureza Total obtida em dias chuvosos (expressas em CaCO₃ mg.L⁻¹)

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
P2	20	30	30	40	30	40	20	30	20
P4	20	10	20	10	20	20	10	10	20
P5	10	10	10	10	20	20	20	20	20
P8	80	30	30	30	40	20	40	30	20
P10	20	20	30	30	40	40	30	40	30
P11	10	20	20	20	10	10	20	20	20
P12	--	--	--	40	50	50	--	40	30

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

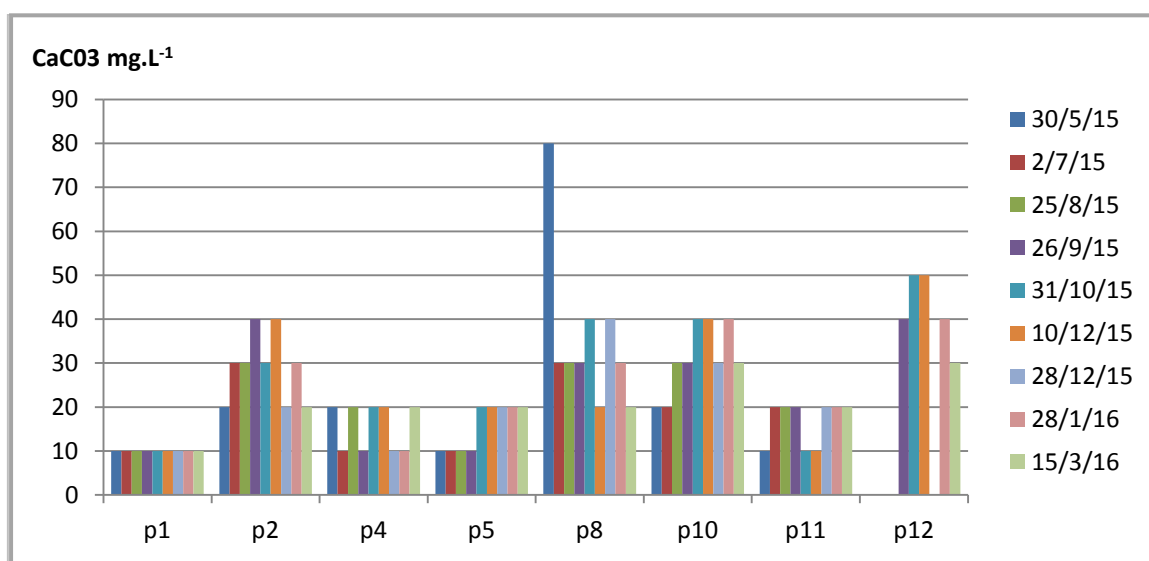


Gráfico 13 - Dureza Total obtida nas coletas em dias chuvosos
Elaborado pela autora.

Nos dias chuvosos os valores também estiveram dentro do especificado, conforme apresentado na Tabela 16 e Gráfico 13. O maior valor foi de 80 CaCO₃ mg.L⁻¹ e da mesma forma, foi feita a comparação com a condutividade, cujo valor obtido foi de 149,00 µScm⁻¹ que corresponde ao maior valor obtido durante as coletas em dias secos.

5.6.7 Amônia

O valor estabelecido para consumo humano é de 1,5 mg.L⁻¹. Já os valores de amônia estabelecidos para águas enquadradas na classe II estão relacionado ao pH, de acordo com o seguinte padrão: 3,7 para pH ≤ 7,5; 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5 e 0,5 para pH > 8,5.

A Tabela 17 e o Gráfico 14 apresentam os valores de amônia obtidos em dias ensolarados.

Tabela 17 - Valores de amônia (expressos em mg.L-1) obtidos nas coletas em dias secos

Data	28/4/15	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,61	1,21	0,3
P2	0,3	0,3	0,61	0,3	0,61	0,61	0,3	2,43	0,61	1,21	0,61	2,43
P3	1,21	0,3	1,21	0,61	0,3	0,61	0,3	2,43	0,3	3,64	0,3	1,21
P4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,61	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,21
P5	0,3	0,61	0,3	0,3	0,61	0,3	0,3	0,3	0,3	2,43	0,3	0,3
P6	0,3	0,61	0,3	0,3	0,61	0,61	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,12
P7	1,21	1,21	2,43	1,21	0,61	2,43	0,3	2,43	0,3	0,61	0,3	0,3
P8	2,43	0,61	1,21	1,21	0,3	0,3	1,21	3,64	0,61	2,43	0,3	3,64
P9	1,21	0,61	3,64	0,3	0,61	0,3	0,3	2,43	0,3	3,64	0,61	1,21
P10	3,64	2,43	1,21	0,61	0,61	0,3	0,61	2,43	0,3	0,61	0,3	0,61
P11	--	0,3	3,64	0,61	0,61	0,3	0,3	0,3	0,3	2,43	0,3	0,3
P12	--	--	--	--	--	0,3	0,3	1,21	1,21	1,21	1,21	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

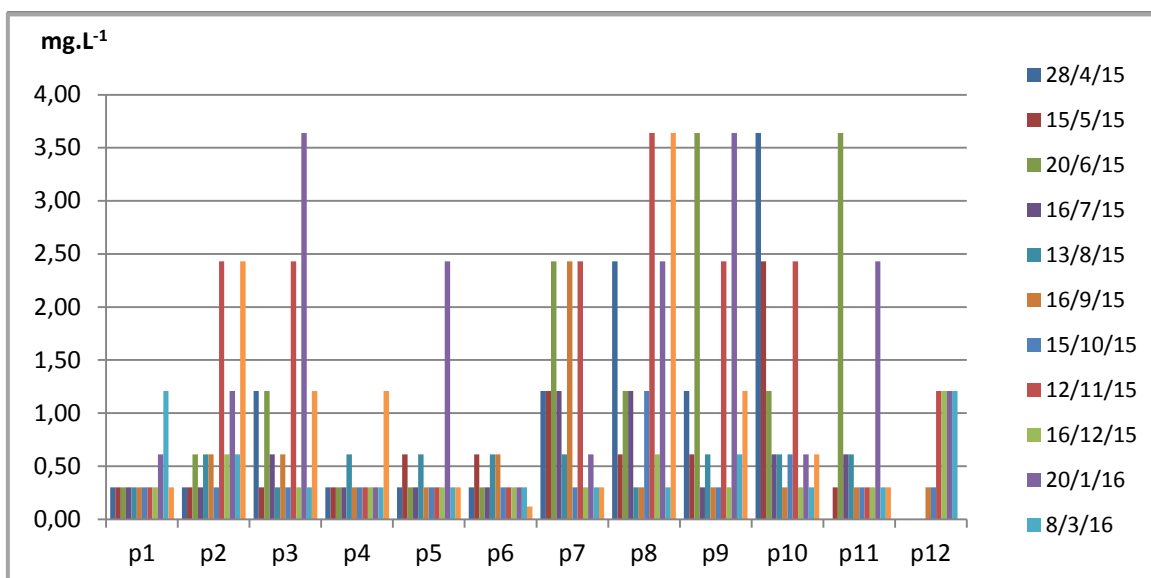


Gráfico 14 - Amônia obtida nas coletas em dias secos.

Elaborado pela autora.

Conforme Tabela 17 e Gráfico 14, o P1, P4 e P6 foram os únicos pontos que não apresentaram nenhum valor fora do estabelecido para consumo.

Ao comparar os valores de amônia com os de pH, foi possível identificar 4 análises fora do estabelecido pela resolução 357 (CONAMA), sendo elas 2,43 N-NH₃ mg.L⁻¹ com pH 8 no P8 dia 28/4/16 e P7 dia 20/6/15 e 3,64 N-NH₃ mg.L⁻¹ com pH 8 no P10, dia 28/04/15. Em ambos os casos, o valor obtido foi superior ao da legislação, que é de 2,0 N-NH₃ mg.L⁻¹. Esse é um indicativo de excesso de matéria orgânica em decomposição. Vale lembrar que valores acima de 2,5 N-NH₃ mg.L⁻¹ podem ser tóxicos a muitas espécies.

A Tabela 18 e o Gráfico 15 mostram os valores de amônia obtidos nas coletas em dias chuvosos.

Tabela 18 - Amônia (expressos em mg.L-1) obtida em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
P2	0,30	0,30	0,61	0,61	0,61	3,64	2,43	0,30	0,61
P4	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	2,43	1,21	0,61	0,30
P5	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	2,43	1,21	2,43	0,61
P8	3,64	2,43	2,43	0,30	0,61	1,21	0,61	2,43	0,30
P10	2,43	1,21	0,30	0,30	0,30	2,43	0,30	1,21	0,61
P11	2,43	1,21	0,30	0,30	0,30	1,21	2,43	0,30	0,61
P12	--	0,00	0,00	0,30	0,30	1,21	--	1,21	1,21

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

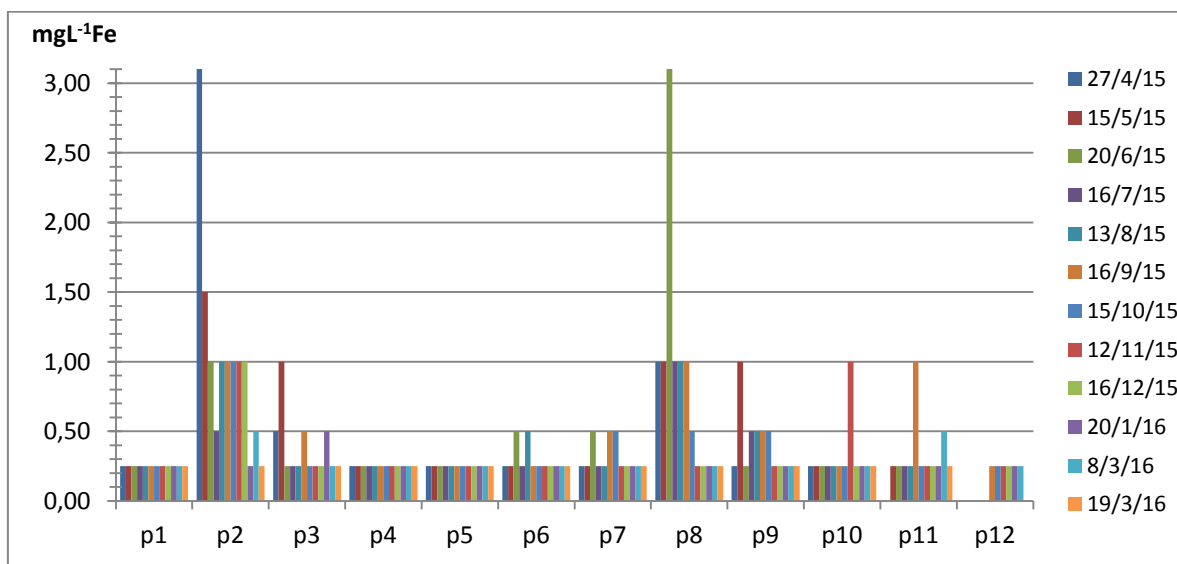


Gráfico 16 - Ferro obtido nas coletas em dias secos
Elaborado pela autora.

Os pontos que permaneceram dentro dos limites durante as coletas em dias ensolarados foram o P1, P4 e o P5. O maior valor encontrado foi de 5 mg.L⁻¹ no P2, dia 27/04/15, conforme a Tabela 19 e Gráfico 16, este ponto e o P8 foram os que tiveram teores altos de ferro na água.

O ferro pode ter origem natural por conta da dissolução dos compostos do solo ou por conta de despejos industriais. Esta relacionado ao escoamento, visto que, muitos emissários desembocam no córrego e podem trazer diferentes tipos de resíduos. Já o P8, visivelmente assoreado, pode ter apresentado altos teores por conta da dissolução dos compostos do solo. Sendo que o maior valor obtido foi de 4 mg.L⁻¹, no dia 20/06/15.

O teor de ferro encontrado no P2 afirma o reflexo da ação do homem no meio.

A Tabela 20 e o Gráfico 17 apresentam os valores Ferro dissolvido nas coletas realizadas em dias chuvosos.

Tabela 20 - Valores de Ferro (expressos em mg.L-1Fe) obtidos em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
P2	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25
P4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
P5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
P8	5,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,25	1,00	0,25	0,25
P10	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25
P11	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25
P12	--	--	--	0,25	1,00	0,25	--	0,25	0,25

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

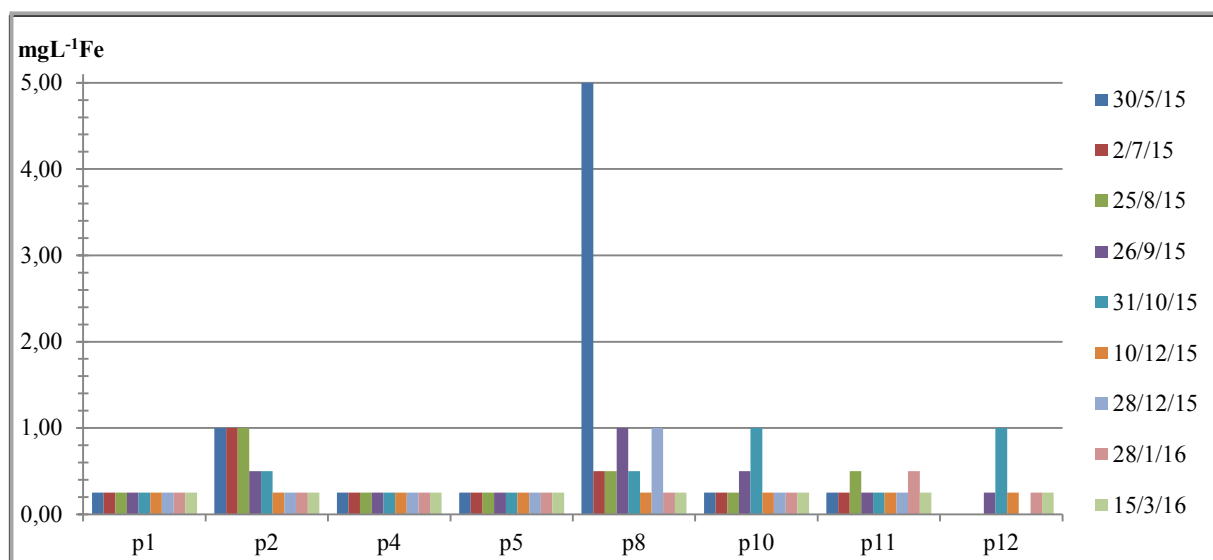


Gráfico 17 - Ferro obtido nas coletas em dias chuvosos
Elaborado pela autora.

Em dias chuvosos, a tendência é que haja aumento nos teores de ferro, por conta de todo escoamento urbano recebido pelo corpo d'água, dessa forma esperava-se que houvesse um grande aumento no índice deste parâmetro em dias chuvosos, pois, o escoamento pluvial pode ter origem em diferentes locais, inclusive do distrito industrial, onde estão localizados empresas de diferentes ramos: oficinas, ferro-velho, fundições, tornearias, retífica, entre outros, que podem contribuir com o aumento deste parâmetro. Porém, os dados da Tabela 20 e no Gráfico 17 demonstram que houve uma diminuição de ferro no ponto em questão (P2).

A maior concentração de ferro no período chuvoso foi de 5 mg.L⁻¹ diagnosticada no P8, dia 30/5/15. Os demais pontos tiveram resultados acima do estabelecido que estiveram em torno de 0,50 e 1 mg.L⁻¹.

5.6.9 Ortofosfato

O limite determinado pela Resolução 357/2005 (CONAMA) para este parâmetro é de 0,3 mg.L⁻¹. A Tabela 21 e o Gráfico 18 informam os valores de ortofosfato obtidos nos dias ensolarados.

Tabela 21 - Valores de Ortofosfato (expressos em P; mg.L-1) obtidos em dias secos

Data	28/4/15	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	0	0,24	0	0	0	0,24	0,24	0,33	0,24	0,24	0,24	0,24
P2	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,33	0,33	0,24	0,24	0,24
P3	0,24	0,24	0	0	0,24	0	0,24	0,24	0,24	0,24	0	0,24
P4	0	0	0	0	0	0	0,24	0,24	0,24	0	0,24	0,24
P5	0	0	0	0	0	0,24	0	0	0,24	0	0	0
P6	0	0	0	0	0,24	0	0	0	0,24	0	0	0,24
P7	0	0,24	0	0	0,24	0,24	0	0	0,24	0,24	0	0,24
P8	0,24	0,24	0	0,24	0	0	0,24	0,24	0	0	0	0,24
P9	0,24	0,24	0	0	0	0	0,24	0,24	0,24	0	0,24	0,24
P10	0,24	0,24	0	0	0	0	0,24	0,24	0	0	0	0,24
P11	--	0,24	0	0	0	0	0,24	0,24	0,24	0	0	0,24
P12	--	--	--	--	--	0	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

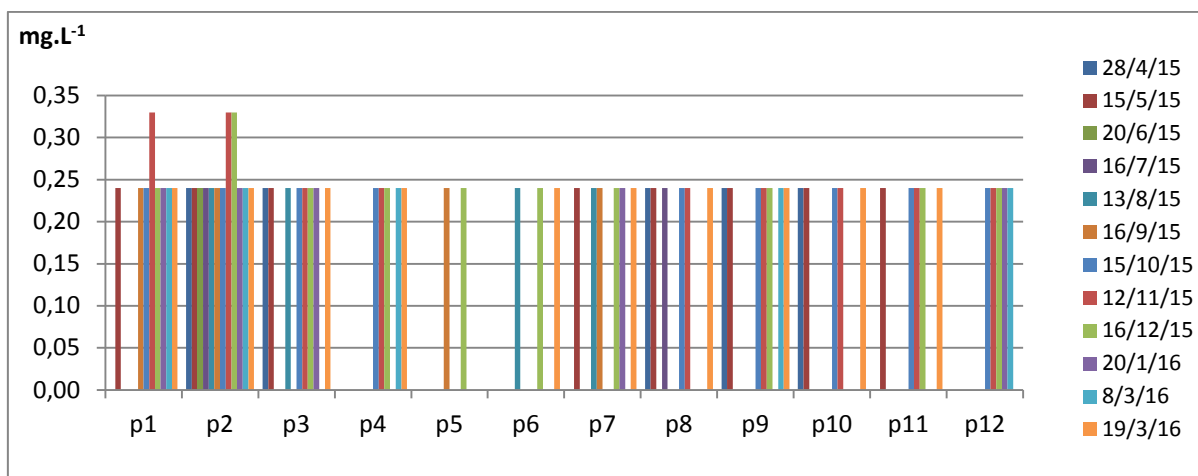


Gráfico 18 - Ortofossato obtidos nas coletas em dias secos
Elaborado pela autora.

Conforme os dados apresentados, houve apenas três casos cujos valores estiveram acima do permitido, sendo o P1 no dia 12/11/15 e o P2 nos dias 12/11/15 e 16/12/15 cujos teores foram de 0,33 mg.L⁻¹, conforme Tabela 21 e Gráfico 18.

Como o ortofossato provém principalmente de dejetos e detergentes, além das diversas fontes (restos de alimentos, esgotos, fertilizantes, despejos industriais), torna-se difícil diagnosticar a origem, principalmente quando se trata do P2.

A Tabela 22 e o Gráfico 19 informam os valores de ortofossato obtidos em dias chuvosos.

Tabela 22 - Ortofossato obtidos em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,33	0,24	0,24	0,24
P2	0,24	0	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0
P4	0	0,24	0	0	0	0	0,24	0,24	0
P5	0	0	0	0	0	0	0,24	0,24	0
P8	0,24	0,24	0	0,24	0,33	0	0,24	0,24	0
P10	0,24	0,24	0	0	0,24	0	0,24	0,24	0
P11	0,24	0,24	0	0,24	0	0,24	0	0	0
P12	--	--	--	0,24	0,24	0,24	--	0,24	0

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

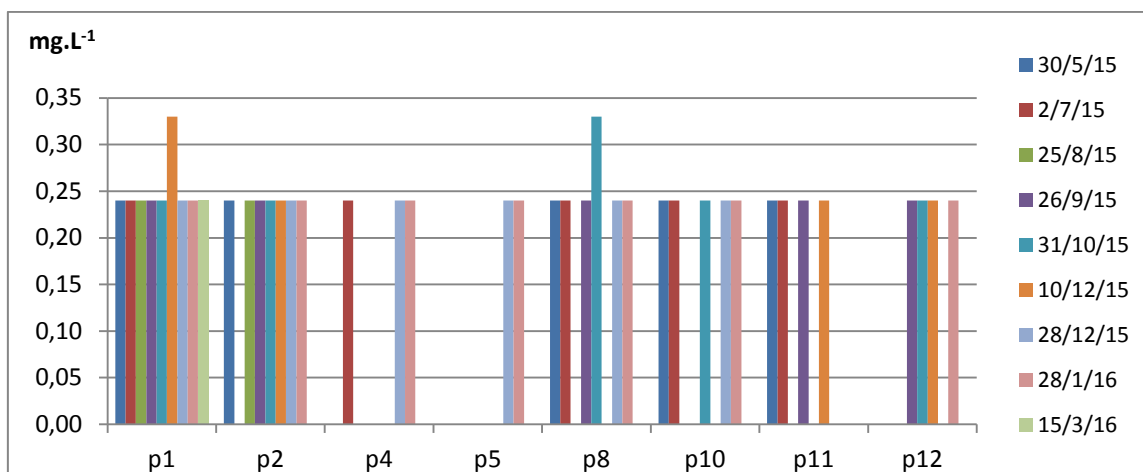


Gráfico 19 - Ortofosfato obtido nas coletas em dias chuvosos
Organizado pela autora.

Conforme dados apresentados, nos dias chuvosos houve somente dois pontos de monitoramento com ortofosfato fora do estabelecido, sendo eles o P8 no dia 31/10/15 e o P1 no dia 10/12/15. No P1 a origem pode ter sido por dejetos de animais domésticos e pássaros, ou até mesmo de frutos e folhas em estado de decomposição.

5.6.10 Cloreto

O limite de cloreto pela legislação para as águas superficiais e para consumo humano é de 250 mg/L⁻¹. A Tabela 23 e o Gráfico 20 trazem os valores de cloreto obtidos em dias ensolarados.

Tabela 23 - Valores de Cloreto (expressos em mg L⁻¹) obtidos nas coletas em dias secos

Data	28/4/15	15/5/15	20/6/15	16/7/15	13/8/15	16/9/15	15/10/15	12/11/15	16/12/15	20/1/16	8/3/16	19/3/16
P1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
P2	20	10	20	20	10	20	10	10	20	20	20	20
P3	30	10	10	20	20	20	20	10	20	20	20	20
P4	20	20	20	20	20	20	20	10	20	20	20	20
P5	30	10	20	10	20	20	20	20	20	20	10	20
P6	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P7	20	20	20	20	20	20	20	10	20	20	20	10
P8	40	10	10	10	30	10	10	10	10	10	10	10
P9	30	20	10	10	20	10	10	10	10	20	10	10
P10	30	10	10	10	20	10	10	20	10	20	10	10
P11	--	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	20
P12	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	--

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

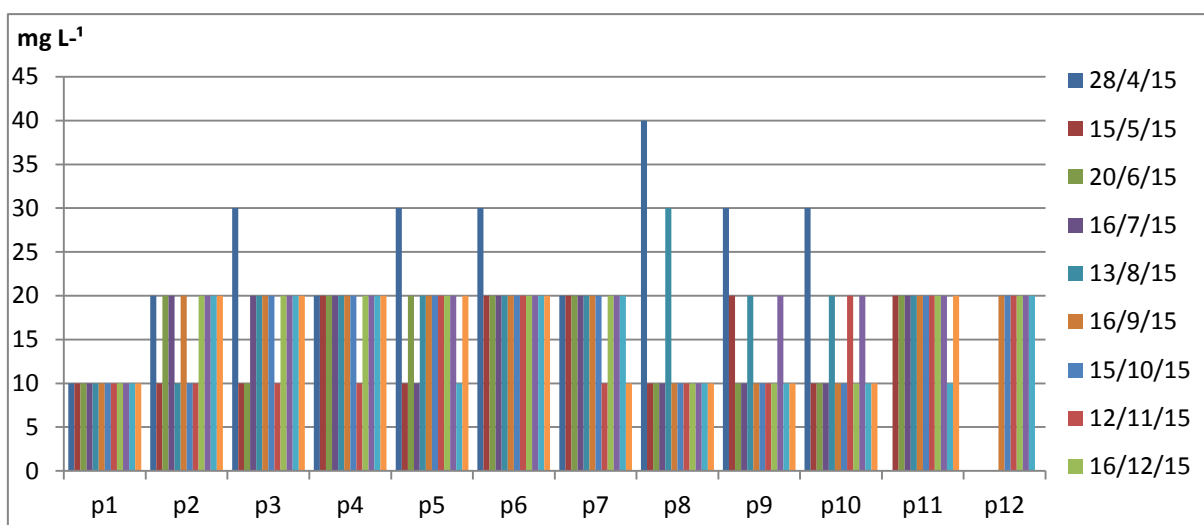


Gráfico 20 - Cloreto obtido nas coletas em dias secos
Elaborado pela autora.

Conforme Tabela 23 e Gráfico 20, todos os pontos durante as coletas obtiveram valores bem abaixo do limite exigido pela legislação, ou seja, mantiveram-se dentro do estabelecido, sendo que o menor teor foi de 40 mg/L⁻¹ no P8, dia 28/04/2015,

A Tabela 24 e o Gráfico 21 informam os valores de cloreto encontrados nas coletas em dias chuvosos.

Tabela 24 - Valores de Cloreto (expressos em mg L⁻¹) obtidos em dias chuvosos

Data	30/5/15	2/7/15	25/8/15	26/9/15	31/10/15	10/12/15	28/12/15	28/1/16	15/3/16
P1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
P2	20	20	20	20	10	20	10	20	10
P4	20	20	20	20	10	10	10	10	10
P5	20	20	20	20	10	20	20	20	20
P8	20	10	20	10	10	10	10	20	10
P10	20	20	20	20	10	10	10	20	20
P11	20	20	20	20	20	20	10	20	10
P12	--	--	--	20	10	20	--	20	20

p: ponto de coleta; -- não aferido. Organizado pela autora.

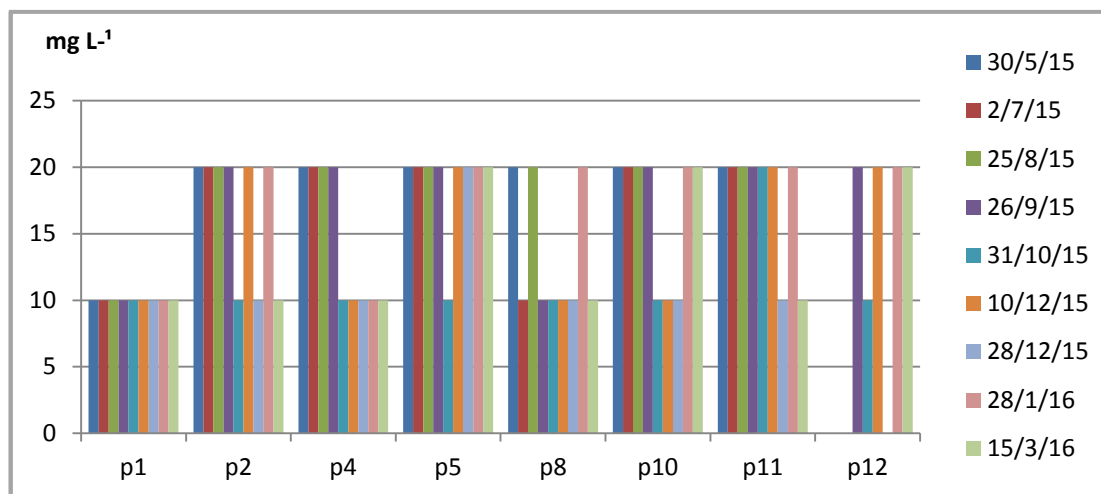


Gráfico 21 - Cloreto obtido nas coletas em dias chuvosos
Elaborado pela autora.

Nos dias chuvosos os resultados também estiveram abaixo do determinado, não passando de 20 mg/L-1.

5.9 Propostas de manejo

A busca pela qualidade ambiental deve acontecer passo a passo, em todos os pontos na bacia, para que assim haja um somatório de locais restabelecidos o que facilita o gerenciamento, conservação e que proporcionará melhorias na qualidade da vida e um desenvolvimento mais sustentável. Para isso é necessário que cada um tenha consciência de que suas atitudes podem prejudicar o meio e que todos têm que ter responsabilidade com a bacia onde vivem.

As cabeceiras das bacias precisam de atenção, pois são as áreas responsáveis pela maior parte do abastecimento das nascentes que renovam os cursos d'água. A partir do momento que há a completa cobertura do solo com pavimentação, a infiltração está completamente prejudicada, podendo assim fazer com que nascentes venham a desaparecer pela falta de infiltração e conseqüentemente, da recarga do lençol freático, pois, se não há volume de água suficiente para abastecimento deste, não terá como haver seu ressurgimento superficial. Para que a água possa continuar infiltrando e sendo disponibilizada nas nascentes, é necessário que haja a conservação e restituição de matas ciliares e a manutenção de áreas permeáveis em toda a bacia. Recomenda-se que o poder público mantenha áreas desocupadas

e adequadamente geridas para a retenção da água das chuvas no sistema e para aumento da infiltração.

Estas práticas conservacionistas são necessárias para auxiliar o meio ambiente que já foi e está sendo alterado demasiadamente, mas, para que sejam efetivas, têm que contar com a participação de todos, desde a população, até o conjunto dos órgãos públicos e privados atuantes na área.

A disponibilidade de recursos hídricos no município precisa ser valorizada e, sobretudo, conservada. As águas que nascem cristalinas, se não tiverem a devida atenção tem suas características modificadas e podem inclusive deixar de correr pela não renovação do ciclo ou por obras mal conduzidas.

Caso haja eutrofização nos corpos d'água (pela adição de matéria orgânica), a biodiversidade e a comunidade são prejudicadas. Doenças de veiculação hídrica se tornam comuns. Os impactos econômicos, sociais e ambientais podem ser diversos, conforme aponta Tundisi (2003):

A aceleração da eutrofização e a degradação dos sistemas aquáticos e da qualidade da água produzem uma série de impactos econômicos, tais como o aumento muito rápido dos custos de tratamento, a perda do valor estético de lagos, represas e rios e o impedimento à navegação e à recreação, o que diminui o valor turístico e os investimentos nas bacias hidrográficas (TUNDISI, 2003, p. 75).

Se isso ocorrer, outro setor prejudicado será o turismo do município, que possui potencial para se expandir, mas que será desvalorizado, o que resultará em perdas econômicas. O turismo, principalmente o relacionado aos recursos naturais, requer uma boa qualidade da água, pois, entre os grandes problemas que afastam o grande público das águas estão a eutrofização e a perda de qualidade estética, além dos problemas de saúde pública que podem ocorrer (REBOUÇAS et al., 2002 apud TUNDISI, 2003, p. 91).

Para que isso não venha a acontecer, são necessárias intervenções e práticas conservacionistas que contribuam para a melhoria da qualidade dos recursos naturais, sobretudo dos hídricos. Além disso, é fundamental que a conscientização da população para a importância da água de qualidade seja trabalhada continuamente.

Próximo aos cursos d'água estudados (Córrego São Luiz, Ribeirão Brillhante e Lago Municipal), notou-se que existem redes coletoras e emissoras de esgoto (encanamentos). Essa proximidade acaba oferecendo um sério risco de contaminação, visto que qualquer rachadura, transbordamento ou vazamento que houver poderá pôr os efluentes em contato e poluir os

corpos d'água. Por isso é necessário um constante monitoramento, manutenção e busca de melhorias que previnam estes tipos de incidentes.

A detecção da qualidade da água é vastamente utilizada por órgãos ambientais em cidades costeiras para informar o público da balneabilidade das praias, que representa a qualidade necessária para recreação de contato primário, através de indicadores microbiológicos (como a densidade de coliformes fecais), para que não haja risco de exposição de doenças aos banhistas.

A implementação de placas com classificação das águas, de acordo com a qualidade (conforme aplicado nas praias), também podem ser implantados pelos gestores do município nos mananciais utilizados pelo público, podendo ser grandes aliados à conscientização dos moradores e servir de motivação para que cada um faça sua parte para melhorar a qualidade e auxiliar os gestores na recuperação e conservação dos mesmos.

Aliado a isso, leis municipais são necessárias para que não haja imprudência e desrespeito ao meio ambiente. Câmeras em pontos estratégicos (nos lugares mais críticos) também podem auxiliar os gestores na fiscalização.

A educação ambiental é um instrumento fundamental para desencadear uma nova postura do cidadão em relação às questões ambientais, incluindo problemas relativos à água (PHILIPPI JR, 2005, p. 389). Programas de educação ambiental junto às escolas, à população e aos agricultores, podem auxiliar na melhoria do uso e da preservação dos recursos hídricos até mesmo contribuir com a melhoria do manejo, principalmente em áreas com solo exposto.

Algumas características identificadas durante o período de monitoramento precisam de estudos mais aprofundados, principalmente no que se refere às erosões que estão aumentando nas margens do lago, que podem além de modificar a estética, auxiliar no assoreamento do mesmo. Outra questão que se destacou foi a grande população de caramujos presentes nas águas do lago, conforme mostrado na Figura 41 (A, B, C e D).

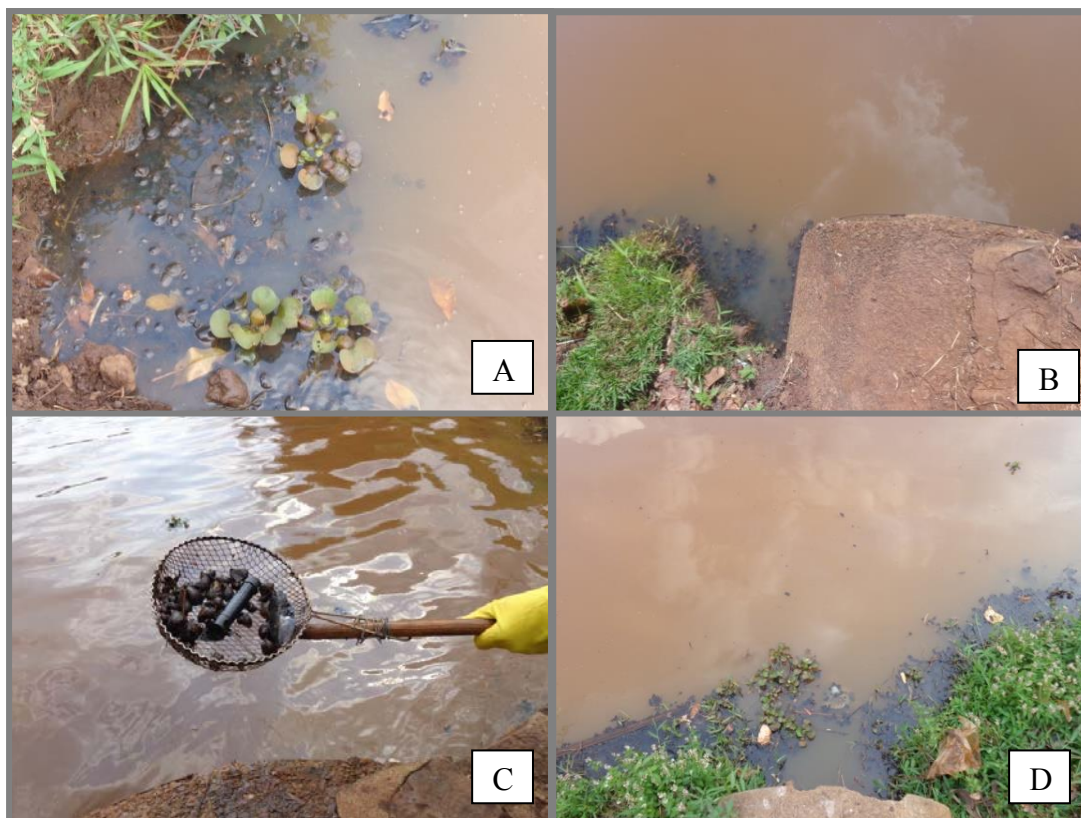


Figura 41 - A) Caramujos coletados no fundo do lago no P3; B) Caramujos na margem do lago no P3; C) Presença de caramujos no P7; D) caramujos o P9. Fotografias da autora (2015).

A presença dos caramujos foi notada em diferentes pontos do lago, o que indica que está havendo proliferação da espécie. Há necessidade de levantamento sobre a(s) espécie(s) e os riscos que podem ou poderão oferecer à população tanto em curto como em longo prazo, principalmente aos pescadores, visto que, algumas delas podem ser hospedeiras intermediárias dos vermes *Schistosoma mansoni* que provocam a esquistossomose.

O estudo dos hospedeiros intermediários da esquistossomose (incluindo sua taxonomia, genética, distribuição e ecologia) é importante para que se possa interpretar corretamente o papel que cumprem na transmissão da doença e se possa orientar as medidas de controle, adequadas a cada localidade, dirigidas aos caramujos (BRASIL, 2008, p. 11).

Após descoberta a sua gênese e seus riscos à saúde e ao meio aquático, deverão ser estudados métodos de controle e manutenção destas espécies.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria das nascentes estudadas apresentou uma vazão irregular (visivelmente) durante o período do monitoramento, uma variação que se deu sazonalmente. Isso mostra que elas possuem uma capacidade de aumentar a produção de água através do aumento da infiltração e da diminuição da evapotranspiração, para que isso ocorra deve haver a intervenção humana com técnicas vegetativas de conservação (preferencialmente) e de técnicas mecânicas (VALENTE & GOMES, 2005, p. 136).

A qualidade das nascentes P1, P4, P5 estão dentro dos padrões exigidos pela legislação, porém, o pH destes pontos se manteve ácido (pH 5), correspondente à acidez das chuvas ácidas, estando abaixo do estabelecido pela legislação para as águas doces (pH de 6 a 9) e também fora do estabelecido para consumo humano (cujo pH ideal é 7) e, se consumida, pode ser prejudicial à saúde humana. Provoca também, corrosão em tubulações.

O P1 foi a nascente que melhor respondeu às análises, porém, é necessária a avaliação de outros indicadores, tal como a análise microbiológica, por exemplo, para saber sua real potabilidade, além de ser necessária uma correção do seu pH para posterior consumo.

O P2 precisa de um acompanhamento, pois, recebe muita interferência do meio urbano e existem vestígios de contaminação no curso do córrego. Necessita também que sua mata ciliar seja reconstituída, pois, assim, além de haver um filtro natural, consistirá numa barreira para diminuir a velocidade com que o escoamento atinge seu leito durante as chuvas.

Foi um dos pontos que mais apresentou teor de ferro na água acima do estabelecido, o que pode ser um indicativo que esteja recebendo efluentes de origem industrial. Como são frequentemente depositados resíduos em sua margem, indica-se o uso de coletores de lixo ou caçambas para que os moradores depositem os entulhos e para que os resíduos não corram risco de ser carregados para dentro do córrego.

O P3 é um dos pontos que apresentou maiores temperaturas na água, e juntamente com o P7 foi o que pode vir a prejudicar a vida aquática. Há necessidade de uma maior investigação da causa da desproporcionalidade da temperatura nestes pontos.

O P7 foi o ponto com maior condutividade na água, que indica a concentração de poluentes em ambientes impactados. Dessa forma, será necessário investigar seu percurso para ver se esta havendo alguma influência em seu curso até o lago.

O P4 apesar de se tratar de uma área que está em processo de regeneração precisa ser conservado com suas características naturais, sem que haja a remoção de suas plantas

aquáticas, pois, elas contribuem com a vida aquática, com a limpeza e proteção do meio. Neste local foram encontrados níveis de amônia acima do estabelecido para consumo.

A falta de mata ciliar no P5 pode significar (em longo prazo) a sua extinção, visto que em períodos secos sua vazão diminui drasticamente. Portanto é preciso reconstituir sua mata ciliar. Alguns valores de turbidez, encontrados acima do exigido, são justificados pela falta de mata ciliar, o que ocasiona muitas partículas de solo em suspensão. Já os teores de amônia estiveram acima do permitido para consumo neste ponto.

O P8 apresentou turbidez muito acima do estabelecido pela legislação, apontando uma grande quantidade de sólidos em suspensão, que demonstra seu assoreamento. É o ponto onde foi identificado durante o monitoramento, alto teor de ferro em suas águas, conseqüentemente fazendo com que essa alteração aparecesse também (em menor) quantidade no P9 (que corresponde a sua foz). Portanto há necessidade de novas técnicas para recuperação e conservação do solo e da água neste ponto. A poluição por resíduos sólidos é um fator que precisa urgentemente ser eliminado.

O p 11 precisa um estudo mais aprofundado, pois, diante dos indicadores, não foi encontrada uma explicação para seus aspectos e coloração. Apenas indícios de que seja por conta da concentração natural de ferro no solo (não identificado com frequência nas análises) e a turbidez, acima do estabelecido, por conta dos materiais em suspensão contidos em seu curso.

As águas do lago (P10) passam pelo processo de autodepuração, lento, mas que resulta na modificação de sua qualidade. Não foram identificados parâmetros que se mantiveram extremamente alterados.

O P12 também é um ponto que merece atenção por conta do percurso do Ribeirão Brillhante na área urbana e por conta de todos os encanamentos e caixas de esgotos inseridos próximos a ele. A restituição da mata ciliar em muitos trechos é necessária, tendo em vista toda a importância que ela exerce ao curso d'água.

Com relação ao lago municipal que recebe influência dos usos agrícola e urbano (apesar de receber efluentes pluviais de diferentes usos, inclusive o industrial) há necessidade de um constante acompanhamento e fiscalização e no caso de anormalidade, deverão ser realizados estudos específicos no intuito de identificar a origem da fonte poluidora e a partir daí a tomada de providências, incluindo o estabelecimento de regras para que os problemas não voltem a ocorrer. Mudanças naturais na aparência da água são esperadas, porém se estiverem acompanhadas da mortalidade de peixes, de mau cheiro ou de modificação visual, devem ser desenvolvidos estudos específicos para avaliar os indícios e detectar as causas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da Qualidade de Águas Superficiais no Brasil**. Agência Nacional das Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, SPR, 2005. 176p. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf>. Acesso em: fev.2016.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 320p.

ARCHELA, E. et al. **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos**. GEOGRAFIA (Londrina), [S.l.], v. 12, n. 1, p. 517-525, Jan/Jun. 2003. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas//uel/index.php/geografia/article/view/6711>>. Acesso em: Mar. 2016.

BRASIL. **Lei Federal n.12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, 2012.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Nota sobre o uso de agrotóxicos em área urbana. 15 de jan. 2010. 3p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/4e11490047457fa48b44df3fbc4c6735/nota+t%C3%A9cnica+agro.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso: mar.2016.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria MS Nº 518/2004. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf> Acesso em: Mar 2016.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria MS Nº 2.914 em 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: Mar. 2016.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica. Diretrizes técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. 2. ed. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008. 178 p. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_moluscos_import_epidemi_2ed.pdf> Acesso: Mai. 2016.

BRASIL.. **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: Mar.2016.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA (CEPAGRI/UNICAMP). **Clima dos Municípios Paulistas: A**

Classificação Climática de Koeppen para o Estado de São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: ago. 2015.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (CIIAGRO). **Monitoramento Climatológico: Início da Estação: 01/02/1999 a 15/04/2016 Município: Ipaussu – SP.** Portal do Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/economia_chuvas/1999a2016_historico_ipausu.pdf> Acesso em: mar. 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo. Apêndice D - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas.** São Paulo: 2014 (Publicações e Relatórios). 48 p. Disponível em: < <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf>>>. Acesso em: Mar. 2016.

COUTO, J. L. V do. pH. **Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/ph.htm>>. Acesso em Mar. 2015.

COUTO, J. L. V do. **Temperatura da Água.** Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/tem.htm>>. Acesso em Mar. 2015.

COUTO, J. L. V do. **Turbidez.** Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.htm>>. Acesso em Mai. 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2ª Ed., São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1980, 200p.

DE BIASI, M. A Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia (FFLCH/USP), São Paulo, n. 6, p.45-60, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47110/50831>> Acesso em: Jun. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) – **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Lucilia Maria Parron; Daphne Heloisa de Freitas Muniz; Claudia Mara Pereira. Embrapa Florestas, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo** (João Bertoldo de Oliveira et al.). Escala 1:500.000. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA SOJA (EMBRAPA SOJA). **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p. EMBRAPA SOJA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>> Acesso em Mar. 2016.

ESPINDULA, N. L. **Influência do uso e cobertura da terra na qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Bubu, município de Cariacica – ES.** Vitória-ES. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012.

FAUSTINO, J. Planificación y gestión de manejo de cuencas. Turrialba: CATIE, 1996. 90p. apud TEODORO, V. L. I. et al. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local.** REVISTA UNIARA, n. 20, 2007, p. 136 – 157. Disponível em: <http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf> Acesso em Jun. 2016.

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. **Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha - Minas Gerais.** Sociedade & Natureza, n.19, v.1, p.65-80, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327190006>> Acesso: Jun. 2016.

FONSECA, M. F., MATIAS, F. L. **Análise Do Uso Da Terra E Do Componente clinográfico Por Meio De Geoprocessamento: O entorno do reservatório de Salto Grande – SP.** Bol. geogr., Maringá, v. 32, n. 3, p. 48-60, set.-dez, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/viewFile/20888/pdf_30> Acesso: Mai. 2016.

FRANCO, R. A. M; HERNANDEZ, F. B. T. **Qualidade de água na microbacia do Coqueiro, noroeste do Estado de São Paulo.** Water Resources and Irrigation Management- WRIM, v.1, n.1, p.61-69, 2012.

GENEROSO, G. p.; MAISTRO, V. p. **Memórias de Ipaussu.** Copyright, 1995, 2ª Ed. “O Cometa”, 2003. 305p.

GIACON, R. M. DE P. **Projeto Completo – Projeto: Perímetro Urbano.** Ipaussu, sem ano.

GUIDOLINI, J. F.; ABDALA, V. L.; CARMO, D. A.; VAL, B. H. p.; VALLE, R. F. J. **Ortofossato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos da bacia do rio Uberaba.** III Seminário de Iniciação Científica e Inovação tecnológica, 2010. Disponível em: <http://iftm.edu.br/proreitorias/pesquisa/3o_seminario/trabalhos/ges_ortofossato.pdf>. Acesso em: Mar. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Cidades@, 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=352090&search=sao-paulo|ipaussu>>. Acesso em: Mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manuais Técnicos em Geociências, número 7 - Manual Técnico de Uso da Terra.** 3ª. ed., Rio de Janeiro: 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo** (Carlos Alberto Bistrichi et al.). Volume 1, escala 1:500.000. São Paulo, IPT 1981.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995, 171p.

LEÃO, J. F. M.; LEÃO, M. M. **Conservação da Natureza**. Piracicaba: FEALQ, 2013. 176 p (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2008.

LIMA, W. p. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: mar. 2016.

LONGO JR, M. S. **Monitoramento de qualidade da água na Microbacia Furninha – Município de Ourinhos/SP**. Ourinhos-SP. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESP. Ourinhos, 2011.

MACHADO, p. J. DE O.; TORRES, F. T. p. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

MACIA, C. J. Avaliação das terras da província de Maputo (Moçambique), O caso das bacias hidrográficas de Changalane e Mazimunhama. Campinas,SP.[s.n.], Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências 2009 apud FONSECA, M. F., Matias, F. L. Análise Do Uso Da Terra E Do Componente ClinoGráfico Por Meio De Geoprocessamento: O Entorno Do Reservatório De Salto Grande – Sp. Bol. geogr., Maringá, v. 32, n. 3, p. 48-60, set.-dez, 2014

MANUAL DO ECOKIT: Qualidade de Água. Alfakit, Florianópolis/SC, 2009, 16p.

MEURER, T. **Variação da Composição, Distribuição espacial e Influência dos Fatores Ambientais sobre a ocorrência de Characeae (Chlorophyta) em um reservatório subtropical**. Toledo – PR. 70p. Dissertação de Mestrado. Centro de Engenharias e Ciências Exatas, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOEST). Disponível em: <http://projetos.unioeste.br/pos/media/File/recursospesq/dissertacoes/dissertacao_thamis_meurer_turmaII_2009.pdf>. Acesso em: Abril.2016.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999. 64p. mapa.

OLIVEIRA, M. S. p. de. **Levantamento do uso da terra para subsídio à conservação e gestão dos recursos hídricos na microcia do Córrego da Cascavel, Matão-SP**. Ourinhos-SP. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso – UNESP. Ourinhos, 2015.

PEREIRA, M. N. **Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto**. São José dos Campos: INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 1989. 118p.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; PIRES, J. S. R.; HARDT, E.; SANTOS, J. E.; FERREIRA, W. A. **Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 371-381, jul./set.2011.

PHILIPPI JR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005, 842p.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp / Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução do uso da terra e seus impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas**. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (COMBEA) 2014, Campo Grande-MS: SBEA, 2014.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPq). Rio de Janeiro, 3º ed., 1995, 65p. Disponível em: < http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i11658_001.pdf > Acesso: Jun. 2016.

REBOUÇAS, A. C. (org.). **Água doces no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2.ed.rev. São Paulo: Escrituras Editora, 2002, p. 01-37..

REIS, J. A. T. dos e MENDONÇA, A. S. F. **Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água**. Eng. Sanit. Ambient. Jul/set2009, vol.14, n.3, pp.353-362. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n3/v14n3a09.pdf> >. Acessado em mar.2016.

RIBEIRO, M. L. B.; organizadora. **Observando o Tietê**. Fundação SOS Mata Atlântica, Núcleo Pró Tietê. São Paulo, 2004. Acessado em 14/03/2014. Disponível em: <https://redeagua.files.wordpress.com/2013/05/livro_sos.pdf>. Acesso em: Mai. 2015.

RODRIGUES, R.; BRITTO, Y. C. T. **Batmetria E Análises Dos Parâmetros Físicos - Químicos E Biológicos No Lago Municipal De Ipaussu – SP “José Nicolau”**. Departamento de Ciências Biológicas - Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO/FEMM. Ourinhos, 2009.

SANTOS, S.A.M.; SCHIAVETTI, A.; DEBERDT, A.J. **Qualidade da Água**. In: SCHIEL, D.; MASCARENHAS, S.; VALEIRAS, N.; SANTOS, S.A.M (Orgs) O estudo de bacias hidrográficas: uma estratégia para a educação ambiental. São Carlos: Editora RiMa, 2003. p. 65-72.

SILVA, L. p. **Hidrologia: engenharia e meio ambiente**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SILVA, R. de C. F. da. **Evolução dos padrões de qualidade de recursos hídricos superficiais em microbacias do município de Ourinhos/SP e suas interfaces com o meio rural e urbano**. Ourinhos-SP. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESP. Ourinhos, 2013.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography**. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p.1117-1142, 1952 *apud* CHRISTOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª Ed., São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1980, 200p.

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

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Texto, 2008.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 1ª Ed., 2005. 210p.

VIANA H.S., Davis E. G., Beato D.A.C., Cabral J.A.L (1999) **Projeto Araxá: Estudo Geoambiental das Fontes Hidrominerais**. COMIG/CPRM Belo Horizonte. 125p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. 452p (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v. 1). Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1pxhLVxVFHoC&oi=fnd&pg=PA15&dq=qualidade+da+agua+sudeste&ots=C hCyz2ZH5t&sig=kwtlAf7EPfEzrzCurRPHUNguTOE#v=onepage&q=qualidade%20da%20agua%20sudeste&f=false>> Acesso: Mar. 2016.