

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR
PPGSGA – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE
NA GESTÃO AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ricardo Vinicius de Arruda

O SIGNIFICADO DA ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA NA
COMPREENSÃO DA DINÂMICA AMBIENTAL EM DUAS SUB-BACIAS NA
REGIÃO DE SOROCABA - SP

Linha: Recursos Naturais

Sorocaba

2015

RICARDO VINICIUS DE ARRUDA

**O significado da análise de qualidade da água na compreensão da
dinâmica ambiental em duas sub-bacias na região de Sorocaba - SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Área de Concentração: Recursos Naturais.

Orientador: Prof^o Dr. Emerson Martins Arruda, Professor Adjunto da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba/SP.

FICHA CATALOGRÁFICA (pós defesa)

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Emerson Martins Arruda – UFSCar – Campus Sorocaba – Orientador

Profa. Dra Belinda de Cássia Manfredini – SENAC – (Titular)

Profa. Dra Kelly Cristina Tonello – UFSCAR – Campus Sorocaba – (Titular)

Profº Dr. Francismário Ferreira dos Santos - UFG (Suplente)

Profº Dr. Rubens Hardt – UFSCAR – Campus Sorocaba - (Suplente)

Dedico esta dissertação de mestrado à minha mãe Efigênia Antônia de Arruda e ao meu pai Benedito de Arruda em memória, pelo incentivo, apoio, amor e referencia de caráter que sempre me deram, e aos meus irmãos e amigos por caminharem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Um fato incontestável que a vida nos ensina é que ninguém é capaz de caminhar sozinho ao longo de sua jornada na terra, dependemos uns dos outros do momento em que nascemos até o último instante de nossas vidas, dessa forma agradeço imensamente a todos meus amigos e familiares que em algum momento estiveram ao meu lado física ou mentalmente, sei que sem isso não teria chegado até aqui, momento tão importante e sonhado por mim.

Tenho que agradecer a minha segunda mãe Heloisa Bexiga Dias que muito me ensinou a cada conversa que tivemos, em momentos de risos e alegrias até momentos tristes e de dificuldades, nunca vou me esquecer de seus conselhos e sábias frases proferidas, como por exemplo:

“Nunca deixe de compartilhar o seu conhecimento com os outros o que você aprende é patrimônio seu e ninguém pode tirar de ti”

Não posso me esquecer de agradecer a empresa Hidrolabor Laboratório de análise de águas e alimentos onde se iniciou minha vida profissional na área de meio ambiente e também pela grande ajuda na realização das análises laboratoriais e até mesmo empréstimo de equipamentos para execução dos ensaios em campo.

Agradeço a empresa GC Assessoria e Tecnologia Ambiental e a sua equipe onde foi possível o aprimoramento dos meus conhecimentos técnicos e crescimento profissional ao longo de oito anos, em especial a minha amiga e irmã Alexandra que caminhou sempre junto de mim em todos os momentos importantes.

E por último agradeço ao meu orientador Dr Emerson Martins Arruda pela oportunidade de fazer parte de seu grupo de estudo e pela imensa ajuda, tenho certeza que aprendemos muito com essa experiência.

“ Seu sucesso na vida não depende de aptidões e treinamento; também depende de sua determinação em aproveitar as oportunidades que se lhe apresentem”

Yogananda.Paramahansa. (A lei do Sucesso)

RESUMO

A questão dos recursos hídricos acaba sendo um dos assuntos mais abordados na temática ambiental, por estar diretamente relacionado à produção agrícola e ao abastecimento urbano. Aspectos estes, essenciais à vida das populações.

O presente trabalho elaborou e analisou materiais cartográficos, avaliou e propôs parâmetros Físico-Químicos mínimos e específicos que permitam a análise da dinâmica ambiental de duas sub-bacias hidrográficas da região de Sorocaba – SP, apresentando resultados de análises laboratoriais de parâmetros físico químicos referentes às águas de duas sub-bacias hidrográficas do rio Sorocaba, sendo do córrego do Gurgel localizado no município de Piedade e Ribeirão Fazenda Velha pertencente ao município de Ibiúna, ambas no interior do estado de São Paulo. Foram determinados quatro pontos de amostragem de água dos quais dois pertencem a bacia de Piedade e dois a bacia de Ibiúna, os resultados mostram que há bom nível de preservação dos recursos hídricos, mas também evidenciam pontos vulneráveis com grande perda de qualidade da água principalmente apresentando alto nível de Eutrofização, ao final da pesquisa foi recomendado o monitoramento sistemáticos da qualidade das águas das bacias através dos parâmetros Físico Químicos: DQO, DBO, Temperatura, Cor, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Condutividade elétrica, Sólidos Totais e pH.

ABSTRACT

This work developed and analyzed cartographic materials, evaluated and proposed Physicochemical minimum and specific parameters that allow the analysis of the environmental dynamics of two sub-basins of Sorocaba - SP, presenting results from laboratory analysis of physical-chemical parameters related to two sub-

basins waters of the river Sorocaba, with the Gurgel stream located in the city of Piedade and Ribeirão Fazenda Velha in the municipality of Ibiúna, both in the state of São Paulo. Were determined five water sampling points of which two belong to the basin of Mercy and three bowl of Ibiúna, the results show that there is good level of preservation of water resources but also highlight vulnerabilities with great loss of water quality mainly presenting high level of eutrophication, the end of the research was recommended the systematic monitoring of water quality basins through the Physical Chemical parameters: DQO, DBO, Temperature, Color, Turbidity, Dissolved Oxygen, Nitrogen, Total Phosphorus, electrical Conductivity, Total Solids and pH.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1- Mapa da localização dos municípios de Piedade e Ibiúna no estado de São Paulo.

Fig. 2- Foto: Visão da média bacia do córrego do Gurgel, onde pode-se verificar o cultivo de hortaliças.

Fig. 3- Mapa de ocupação e uso do solo da bacia hidrográfica do Gurgel.

Fig. 4- Mapa da declividade da bacia hidrográfica do córrego do Gurgel.

Fig. 5- Mapa de uso do solo da bacia do Ribeirão Fazenda Velha.

Fig. 6- Foto da alta bacia do Ribeirão Fazenda Velha.

Fig. 7- Mapa da declividade do Ribeirão Fazenda Velha.

Fig. 8- Foto do Setor da bacia baixa do Ribeirão Fazenda Velha. Altitudes entre 855 a 880 metros.

Fig. 09- Ilustração de uma bacia hidrográfica com seus divisores de água, sub-bacias e a drenagem principal.

Fig. 10- Gráfico de distribuição de água no planeta.

Fig. 11- Escala de pH.

Fig. 12- Gráfico: Curva de variação de oxigênio dissolvido em função da temperatura.

Fig. 13- Esquema de materiais e métodos utilizados.

Fig. 14- Foto: Realização dos ensaios de pH durante a amostragem de água no Ribeirão Fazenda Velha.

Fig. 15 – Foto: Lagoa inserida na bacia do córrego do Gurgel, onde é possível identificar o alto nível de eutrofização e detalhe das algas.

Fig. 16- Imagem de satélite da lagoa eutrofizada em afluente do córrego Gurgel.

Fig. 17- Foto: Setor da média bacia. Indicação de efluente de esgoto doméstico sendo lançado no corpo hídrico.

Fig. 18 - Imagem de satélite da baixa bacia do Ribeirão Fazenda Velha, próximo à confluência com o rio Sorocamirim.

Fig. 19- Imagem de satélite do baixo curso do córrego do Gurgel próximo ao campo de futebol.

Fig. 20- Mapas das localizações dos pontos de amostragens.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Índice CARIBE do município de Piedade.

Tabela 02- Cobertura vegetal do município de Piedade (SIFESP).

Tabela 03- Classes de uso e ocupação do solo de Piedade.

Tabela 04- Classes de uso e ocupação do solo de Ribeirão Fazenda Velha.

Tabela 05- Pesticidas e seus alvos.

Tabela 06- Concentração de oxigênio dissolvido na água e sua variação de acordo com a temperatura.

Tabela 07- Níveis tróficos de lagos e reservatórios.

Tabela 08- Densidade de alguns metais pesados importantes e outras substâncias.

Tabela 09- Identificações dos locais de amostragem.

Tabela 10- Informações gerais sobre os ensaios analíticos.

Tabela 11- Resultados analíticos preliminares referentes ao ponto 02.

Tabela 12- Resultados analíticos referentes ao ponto 01.

Tabela 13- Resultados analíticos referentes ao ponto 02.

Tabela 14- Resultados analíticos referentes ao ponto 03.

Tabela 15- Resultados analíticos referentes ao ponto 05.

Sumário

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 – OBJETIVOS..... | 18 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 18 |
| 2.2 Objetivos específicos | 19 |
| 3- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 19 |
| 3.1 - Caracterização dos aspectos físicos do Município de Piedade | 21 |
| 3.2 Dados gerais do município de Piedade | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 - Dados climáticos | 22 |
| 3.2.2 - Índice de Qualidade ambiental do município (CARIBE)..... | 22 |
| 3.3 - Uso e ocupação do solo | 23 |
| 3.4 - Cobertura Vegetal..... | 24 |
| 3.5 - Atividades econômicas | 25 |
| 3.6 -Dados Gerais do Município de Ibiúna | 27 |
| 3.7 - Uso e ocupação do Solo do Município de Ibiúna | 28 |
| 3.8.- Cobertura Vegetal do Município de Ibiúna | 35 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA..... | 36 |
| 4.1 Bacia Hidrográfica..... | 36 |
| 4.2 –Distribuição e qualidade das águas no planeta | 37 |
| 4.3 Indicadores Ambientais..... | 40 |
| 4.4 Contribuição dos estudos de Química na gestão dos recursos hídricos..... | 48 |
| 5 - MATERIAIS E MÉTODOS | 50 |
| 5.1 Organização dos Mapas das Bacias Hidrográficas | 51 |
| 5.1.1 Base Topográfica | 51 |
| 5.1.2 Mapa de Declividade | 52 |
| 5.1.3 Mapa de Uso do Solo | 52 |
| 5.2 Definição dos parâmetros físico-químicos..... | 52 |
| 5.2.1 Plano de amostragem | 52 |
| 5.2.2. Ensaio analítico Físico-químico em campo | 53 |
| 5.2.3 Ensaio analítico Físico-químico laboratorial..... | 55 |
| 5.2.4 Informações sobre os parâmetros Físico-químicos e ensaios analíticos | 55 |
| 5.2.5 Norma NBR ISO IEC 17025:2005 Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração..... | 58 |
| 6 RESULTADOS..... | 58 |
| 6.1 Análise dos impactos ambientais na área de estudo..... | 59 |
| 6.1.1 Bacia hidrográfica do córrego do Gurgel..... | 59 |

| | |
|--|-----------|
| 6.1.1.1 Poluição dos recursos hídricos | 59 |
| 6.1.1.2 Desmatamento na área de estudo..... | 62 |
| 6.1.1.3 Erosão dos solos e assoreamento da área..... | 63 |
| 6.1.2 Bacia hidrográfica do córrego Ribeiro Fazenda Velha | 65 |
| 6.1.2.1 Poluição dos recursos hídricos | 65 |
| 6.1.2.2 Desmatamento na área de estudo..... | 67 |
| 6.1.2.3 Erosão dos solos e assoreamento da área..... | 69 |
| 6.1.3 Considerações sobre os problemas ambientais das áreas de estudo..... | 69 |
| 6.2 Resultados Analíticos e Discussões..... | 71 |
| 6.2.1 Aspectos da dinâmica climática nos períodos de coleta..... | 73 |
| 6.2.2 Análise e interpretação dos dados obtidos..... | 76 |
| 7. Conclusão | 83 |

1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo a temática da Sustentabilidade tem sido amplamente divulgada nos meios de comunicação, assim como discutida no âmbito dos grupos de pesquisa, artigos acadêmicos e eventos científicos. Acompanhando esta realidade, algumas políticas públicas também têm embasado na abordagem da sustentabilidade para indicar ou definir diretrizes que conduzam o planejamento do uso dos recursos naturais.

Por volta de 1950 a humanidade começa a perceber a existência de um risco ambiental global através da poluição nuclear e suas consequências como chuvas radioativas, que acendeu discussões entre a comunidade científica. Outro

momento dessa trajetória de percepção da crise ambiental se deu por volta de 1963 a partir do relatório da bióloga Rachel Carson sobre o uso de pesticidas e inseticidas químicos.

Como resultado das discussões levantadas a cerca dos riscos ambientais em 1972 foi aprovada a conferencia de Estocolmo que se realizou em meio ao impacto provocado pelo relatório do clube de Roma – *Limits to Growth* que propunha a desaceleração do desenvolvimento industrial nos países desenvolvidos e do crescimento populacional, nos países menos desenvolvidos, propondo que os países desenvolvidos ajudassem no desenvolvimento dos países subdesenvolvidos. Dez anos mais tarde a avaliação da ONU sobre os resultados da reunião de Estocolmo mostrou que esses não foram satisfatórios quanto ao necessário, tendo como consequência a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), cujo relatório de 1987 (*Our Common future*) tinha por missão propor uma agenda global para a mudança, cujo porto de chegada foi denominado Desenvolvimento Sustentável, sua definição tornou-se clássica e objeto de debate mundial¹³ (LENZI, 2006).

De acordo com o Nascimento (2012):“*desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades*”.¹⁰

Segundo BOFF (2012) essa definição é correta porem apresenta limitações, por ser antropocêntrica e não considerar a comunidade de vida, o autor define sustentabilidade como:

“[...] toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando a sua continuidade e ainda a atender as necessidades da geração presente e das futuras de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução, e co-evolução.”¹¹

Resultante dos padrões tecnológicos, práticas de produção, organizações burocráticas e os aparelhos ideológicos do Estado, entre outras esferas do corpo social advindas do processo civilizatório moldados por princípios de racionalidade econômica e instrumental, a necessidade de reformas democráticas no Estado que

incorpore normas ecológicas ao processo econômico e da criação de novas técnicas de controle sobre os efeitos contaminantes foi estabelecida.⁹

A categoria de racionalidade ambiental funciona como um conceito que orienta e promove a praxeologia do ambientalismo e que ao mesmo tempo torna possível a análise da eficácia dos processos e das ações “ambientalistas”, tal racionalidade é construída mediante a articulação de quatro esferas:

- a) **Racionalidade Substantiva:** que define os valores e objetivos que orientam as ações sociais para a construção de uma racionalidade ambiental;
- b) **Racionalidade teórica:** que sistematiza os valores da racionalidade substantiva;
- c) **Racionalidade Cultural:** produz a identidade e integridade de cada cultura dando coerência as suas praticas sociais e produtivas em relação com as potencialidades de seu entorno geográfico e de seus recursos naturais;
- d) **Racionalidade Instrumental:** cria vínculos técnicos funcionais e operacionais entre os objetivos sociais e as bases materiais do desenvolvimento sustentável, através de um sistema de meios eficazes.⁹

Neste contexto, a questão dos recursos hídricos acaba sendo um dos temas mais abordados por estar diretamente relacionado à produção agrícola e ao abastecimento urbano. Aspectos estes, essenciais à vida das populações.

No entanto, estabelecer um plano de monitoramento da qualidade das águas torna-se uma tarefa seguida de dificuldades, por se tratar de ensaios laboratoriais muitas vezes com tempo de execução extensos e ou onerosos no ponto de vista financeiro, bem como as limitações da capacidade analítica dos órgãos fiscalizadores, que na maioria das vezes demandam agendamento com datas distantes ou numero insuficiente de colaboradores nas equipes técnicas para atender as demandas analíticas.

Considerando-se que para tomada de decisão visando a preservação de organismos no ponto de vista ecológico ou no que se refere a saúde publica, se faz necessário um controle de baixo tempo de execução e custo financeiro, dessa forma, a definição de parâmetros analíticos mínimos que permitam identificar

desvios ou alterações significativas nos níveis de qualidade das águas é de extrema importância para possibilitar uma intervenção mais rápida.

Diante desse panorama o presente trabalho compreende parte das atividades de um grupo de estudos interdisciplinar da UFSCar que analisa os aspectos geo-ambientais de bacias hidrográficas na região de Sorocaba-SP, tendo o papel de avaliar a qualidade das águas das duas sub-bacias que compreendem as pesquisas feitas pelo grupo.

Levando em consideração que qualidade da água pode evidenciar problemas ou situações provenientes das questões de entorno das bacias hidrográficas, é importante que se estabeleça controles e monitoramentos que permitam avaliar tal qualidade de forma mais rápida e menos onerosa possível, tendo em vista que, análises laboratoriais completas para avaliação da situação das águas são de alto custo financeiro e levam longos períodos para serem concluídas, busca-se com a presente pesquisa, selecionar parâmetros físico-químicos que sejam capazes de indicar alterações de qualidade da água de forma mais rápida e de baixo custo financeiro, sendo assim parâmetros que possam ser adotados como indicadores de maneira constante e mais frequentes realizados sistematicamente como por exemplo mensal ou bimestralmente, ou até mesmo como pré-avaliação de casos emergenciais que requeiram tomadas de decisão ou adoção de medidas de contenção de forma imediata, enquanto é aguardado resultados de análises mais complexas e com maior número de parâmetros.

2 – OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo avaliar e propor parâmetros Físico-Químicos mínimos e específicos que permitam a análise da dinâmica ambiental de duas sub-bacias hidrográficas da região de Sorocaba – SP.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Realizar o levantamento das características de entorno das duas sub bacias, por meio análise de mapas;

2.2.2 Apresentar um plano de amostragem de água, definindo os pontos para amostragem e parâmetros químicos a serem analisados;

2.2.3 Comparar os resultados analíticos obtidos com os padrões definidos pela legislação vigente;

2.2.4 Correlacionar os resultados obtidos com as questões de entorno das sub-bacias.

3- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Devido aos estudos ambientais paralelamente desenvolvidos, o presente trabalho definiu o delineamento das bacias hidrográficas do córrego do Gurgel localizado no

Município de Piedade – SP e Rio Ribeirão Fazenda velha situado no Município de Ibiúna.

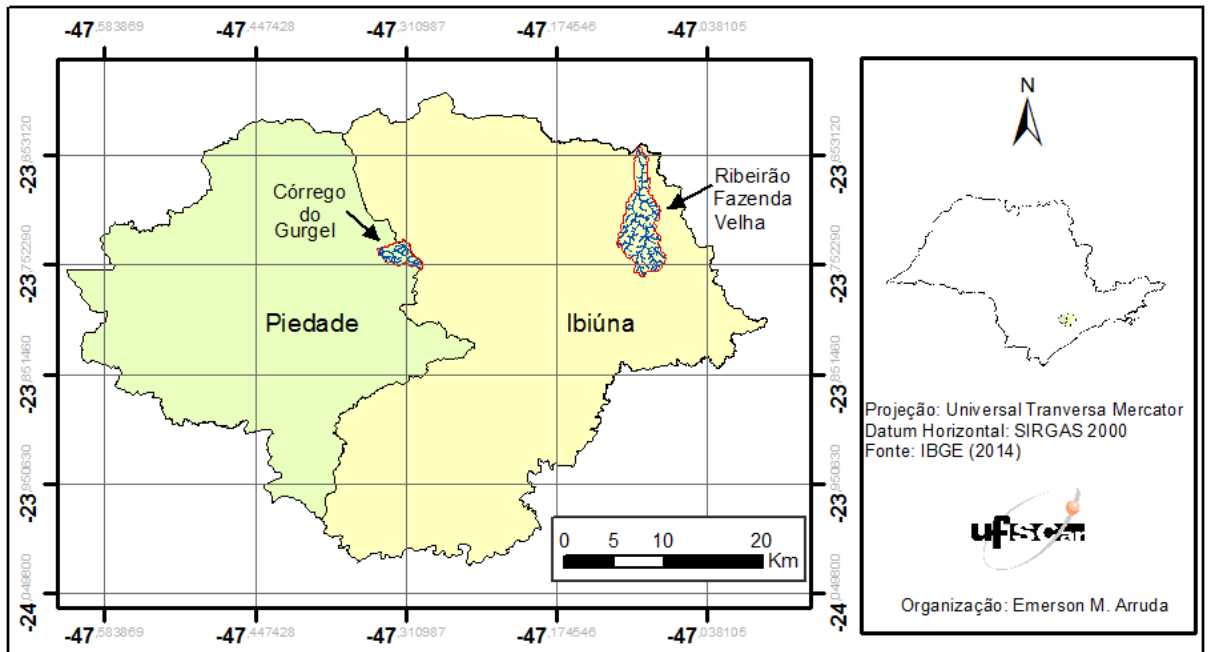
As duas bacias integram a Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos 10 – Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10).

A bacia do Córrego do Gurgel e a Bacia do Ribeirão fazenda Velha estão situadas no reverso da Serra do Paranapiacaba, no compartimento denominado por Almeida (1964) como Planalto Cristalino Atlântico. Esta unidade geomorfológica que constitui um relevo dissecado, cujas feições, tanto topográficas quanto da rede de drenagem demonstram a influência dos condicionantes estruturais e geológicos. Predominam nesta faixa, pequenos maciços e interflúvios com cristas descontínuas, esculpidas em litologias pré-cambrianas.

De acordo com o mapa de geo-diversidade da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2006) as litologias predominantes da bacia no Córrego do Gurgel estão associadas ao Complexo Ibiúna, marcado por granitos e o Grupo Votuverava, onde se encontram litologias vulcano-sedimentares, ocorrendo assim rochas metamorfozadas como filitos, ardósias e micaxistos. No caso da bacia do Ribeirão Fazenda Velha, além das Unidades Votuverava e Granito Ibiúna, também pode ser encontrado o Granito Caucaia, composto por monzogranitos róseos e acinzentados.

Segundo a classificação de Monteiro (1973), o clima da região é úmido (B), controlado por massa mT(Massa Tropical). De acordo com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI), a temperatura média anual é de 19,1°C, com média mínima de 13,1 °C e média máxima de 25,2 °C.¹⁴ A temperatura média do município de Piedade é de 14°C, sujeito a geadas nos meses de junho e julho, sendo que no verão as médias mínimas são de 18°C e as médias máximas de 28°C.¹⁵ (COSTA et al 2011).

Figura 01 – Mapa de localização dos municípios de Piedade e Ibiúna no estado de São Paulo.



A pesquisa configurou-se no estudo de casos das duas sub-bacias do rio Sorocaba.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Fazenda Velha está localizada na região norte do município de Ibiúna-SP, entre as coordenadas geográficas 23°39'29"S e 23°44'56"S de latitude sul e 47°07'4"S e 47°04'48"W de longitude oeste e possui uma área de aproximadamente 29,8 km² de extensão. Ibiúna possui uma área de 1.093 km² e faz divisa com as cidades de Alumínio, Cotia, Juquitiba, Mairinque, Miracatu, Piedade, São Lourenço da Serra, São Roque, Tapiraí e Votorantim. ¹⁶ (IBGE, 2010).

A localização da bacia do córrego do Gurgel está entre as coordenadas geográficas 47°17'50"W e 47°20'2"W de longitude e 23°45'20"S e 23°43'52"S de latitude e possui uma área total de 729 Km². Os municípios limítrofes são Votorantim, Salto de Pirapora, Pilar do Sul, Tapiraí e Ibiúna (IBGE, 2010).

3.1 - Caracterização dos aspectos físicos do Município de Piedade

Possuindo uma área total de 729 Km², sendo 40.17 no perímetro urbano e 688,83 km² no perímetro rural localiza-se no reverso da Serra do Paranapiacaba, Piedade está assentada no Planalto Cristalino Atlântico, unidade Geomorfológica que constitui um vigoroso relevo montanhoso, cujas afeições fundamentais demonstram a influência da estrutura. Uma faixa constituída por pequenos maciços e cristas descontínuas, está esculpida em estrutura pré-camprianas.

Solo: Predominam os podzolizados, em seguida o latossol vermelho - amarelo e, em menor escala os solos de transição. No conjunto pode-se afirmar que Piedade é parte do domínio morfoclimáticos "marese morros", área cristalina e cristalofílica do Brasil de sudeste, que se caracteriza pela profunda decomposição das rochas.

Municípios Limítrofes: Votorantim, Salto de Pirapora, Pilar do Sul, Tapiraí e Ibiúna.

Principais Rios: Pirapora (passa pelo centro da cidade, Salto de Pirapora e deságua no Rio Sorocaba), Sarapuí, Turvo e Peixe.

Represas: Represa de Itupararanga, Cachoeira da Fumaça, Vila Elvío e São José.

3.2 Dados gerais do município de Piedade

3.2.1 - Dados climáticos

A cidade está situada em um vale formado pela Serra de São Francisco e Serra do Piraporinha, implicando em variações bruscas de temperatura.

A temperatura média do município é de 14°C, sujeito a geadas nos meses de junho e julho, sendo que no verão as médias mínimas são de 18°C e as médias máximas de 28°C. ¹⁵

3.2.2 - Índice de Qualidade ambiental do município (CARIBE)

De acordo com o relatório de situação do comitê da bacia hidrográfica Sorocaba- Médio Tietê (CBH-SMT) ¹⁷. O relatório foi elaborado no ano de 2012 com dados referentes ao ano de 2011, o município apresentou índice 6,2 de qualidade ambiental que configura-se em regular de acordo com índice CARIBE, organizado com dados da CETESB.

Tabela 01 – Índice CARIBE do município de Piedade

| Variável | Avaliação | Classificação |
|--|-----------|---------------|
| C – cobertura vegetal | 7,78 | Bom |
| A – Atendimento do abastecimento público de água | 5,43 | Regular |
| R – Redução do esgoto gerado | 3,68 | Ruim |
| I – IQR * | 8,6 | Bom |
| B – Balanço hídrico em relação à disponibilidade e demanda | 9,2 | Ótimo |
| E – Eficiência na distribuição da água na rede | 5,48 | Regular |

*Refere-se ao enquadramento das instalações de destinação dos resíduos sólidos de um município. Avalia a qualidade em termos operacionais e estruturais

Fonte: CBH-SMT, (2012)

3.3 - Uso e ocupação do solo

A ocupação original do solo do município de piedade era de formação florestal de transição entre floresta Ombrófila Densa e floresta estacional semi-decidual, esta ocupação foi sendo gradativamente substituída pelo uso do solo para produção agrícola, sendo na maioria a pratica da agricultura familiar, implicando na redução de florestas naturais do município a remanescentes florestais. ¹⁵

As principais Culturas do município são: morango, alcachofra, caqui, cenoura, batata, cebola, abóbora, batata-doce, beterraba, mandioquinha, tomate, vagem,

batatinha, acelga, brócolis, repolho, salsa, alho, chuchu, inhame, mandioca, pepino, pimentão, rabanete, abacate, limão, jiló, couve-flor, manga, maracujá, pera, tangerina, berinjela, milho, alface, feijão, almeirão, couve e escarola. Há ainda produtores de pós-larvas de camarão da Malásia, champignon, a proliferação de haras, apiários, estações experimentais e pecuária.

Figura 02 - Foto da visão da Média bacia do córrego do Gurgel, onde pode-se verificar o cultivo de hortaliças.



Fonte: Elaborado pelo autor, junho de 2014.

3.4 - Cobertura Vegetal

De acordo com o mapa florestal do município de Piedade do SIFESP – Sistema de informação florestal do estado de São Paulo, a cobertura vegetação do município é representada conforme a tabela:

Tabela 02 – Cobertura vegetal do Município de Piedade (SIFESP)

| Cobertura Vegetal | Área (ha) | % * |
|--------------------------|------------------|------------|
| Mata | 2.434,53 | 3,34 |
| Capoeira | 25.880,54 | 35,50 |
| Vegetação várzea | 71,81 | 0,10 |
| Total | 28.386,88 | 38,94 |
| Reflorestamento | 982,42 | 1,35 |

*Em relação à área do município de Piedade

Fonte: São Paulo (2010)

3.5 - Atividades econômicas

De acordo com o site do município de Piedade o quadro Econômico configura-se em: indústria (10%), comércio (20%), agricultura (60%), prestação de serviços (1,5%), cooperativas (2%) e outros (6,5%). ¹⁸ (PIEDADE, 2013)

Figura 04 – Mapa de ocupação e uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego do Gurgel

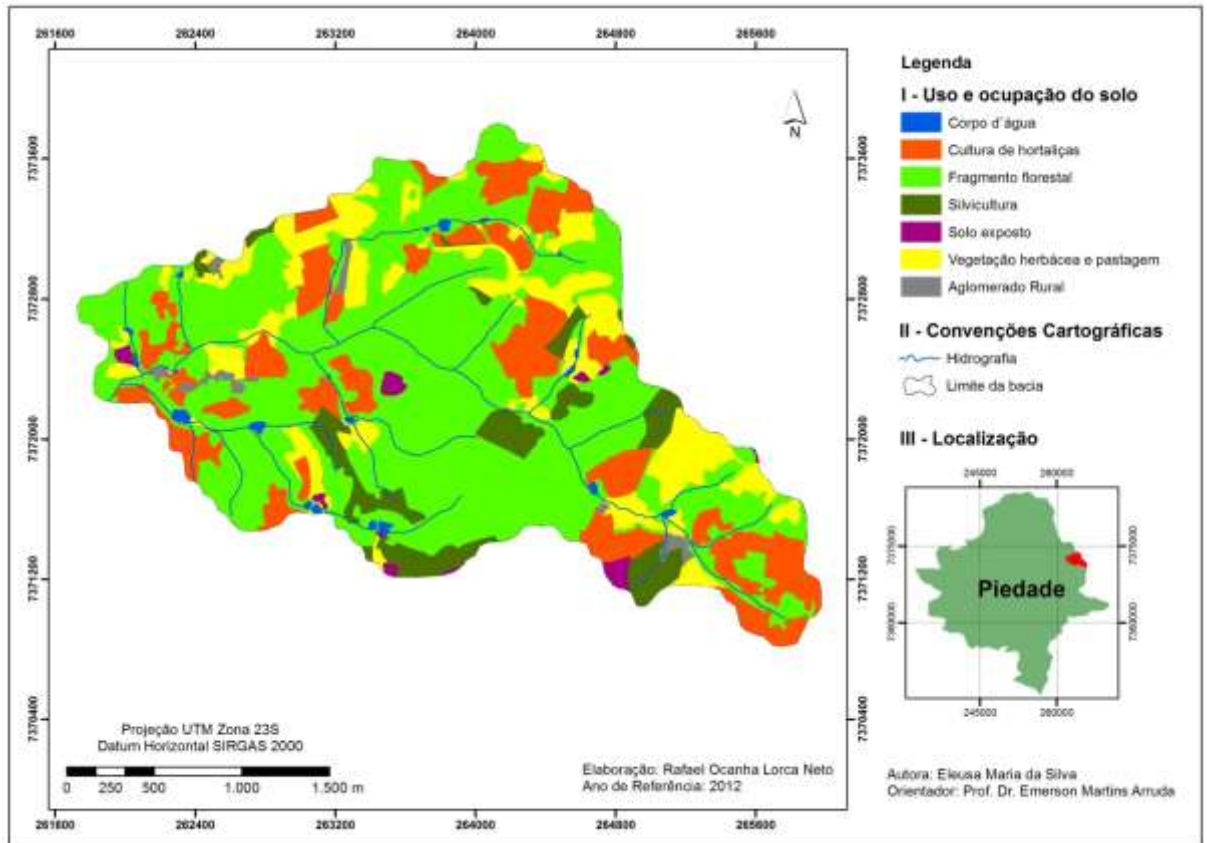
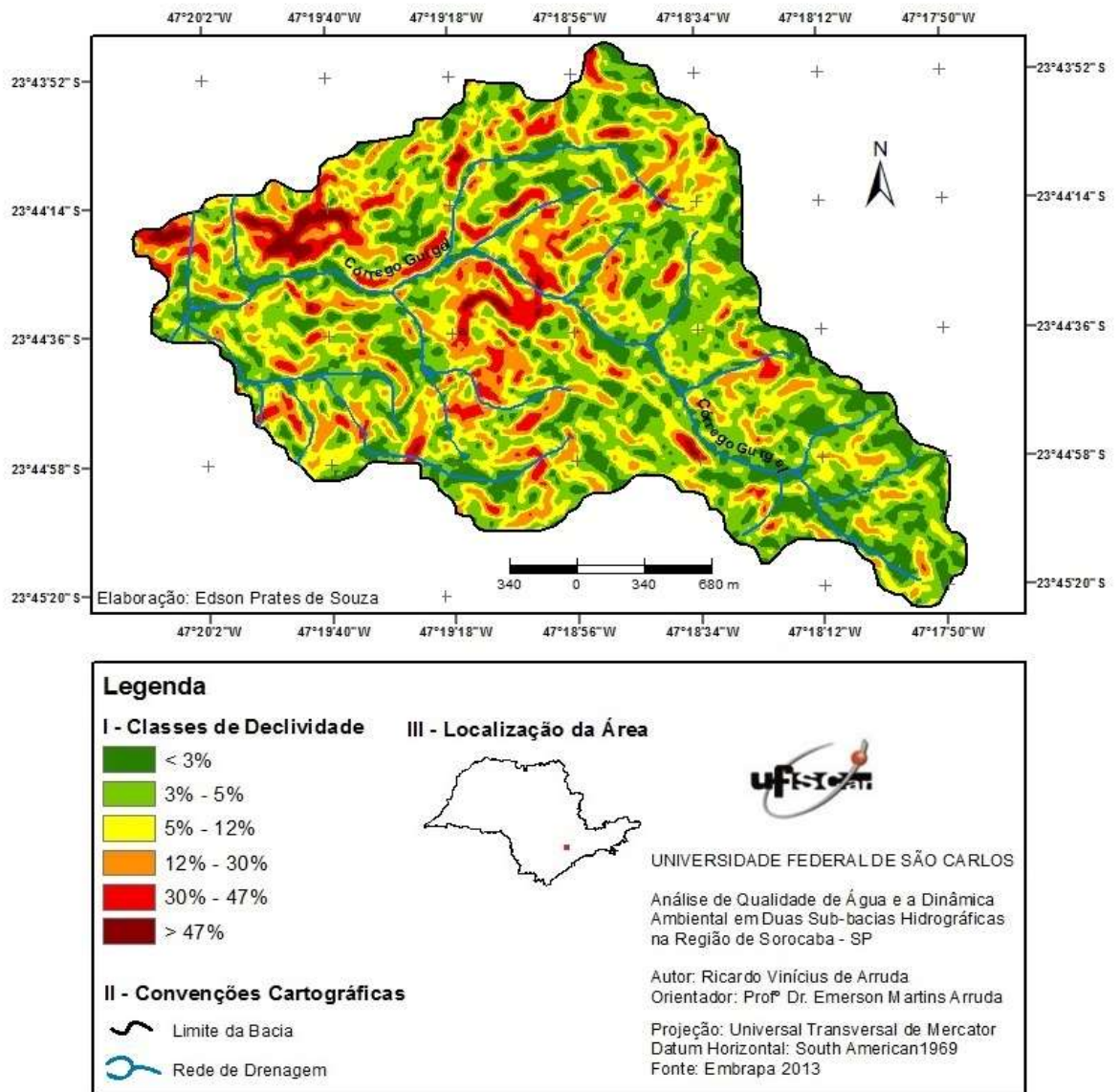


Tabela 03 - Classes de uso e ocupação do solo de Piedade

| Classe | Área (ha) |
|-----------------------|--------------|
| Corpo d'água | 4,8 |
| Cultura de hortaliças | 120,5 |
| Fragmento florestal | 374,1 |
| Silvicultura | 45,1 |
| Solo exposto | 6,6 |
| Vegetação herbácea | 94,6 |
| Total | 645,7 |

Fonte: SILVA (2014)

Figura 04 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Córrego do Gurgel



3.6 - Dados Gerais do Município de Ibiúna

O município de Ibúna localiza-se na bacia fisiográfica de Paranapiacaba apresentando por esse motivo uma topografia muito variável, sendo ondulada, montanhosa e com alto nível de declividade sendo na maioria dos pontos superior a 12% podendo atingir 100% em determinados locais.

O solo predominante na maior parte da região agrícola é coberto por Latossol vermelho amarelo – orto e podzolizado com cascalho.

Municípios Limítrofes: ao norte limita-se com São Roque, Mairinque e Alumínio e ao sul com Juquitiba, Miracatu e Tapiraí e a leste com Cotia, São Lourenço da Serra e a oeste com Piedade e Votorantim.

Principais rios: entre os principais rios do município estão Rio da Una que deu origem ao nome do município, Sorocamirim, Sorocabuçu, Córrego Campo verde que deságua na represa Itupararanga, rio São Lourenço, ribeirão do Colégio e Ribeirão Fazenda Velha.

3.7 - Uso e ocupação do Solo do Município de Ibúna

Segundo Lorca Neto (2013), a bacia do Ribeirão Fazenda Velha possui 500,4 hectares de APPs. Sendo que apenas 227,7 ha ainda estão com a vegetação natural (45,5%). A expansão da silvicultura, principalmente na região das cabeceiras, corresponde a 18,3% das ocupações em APP, seguido de pastagem (16,7%), agricultura (12%), áreas residenciais (2%).¹⁹

Os principais problemas ambientais identificados na bacia do Ribeirão Fazenda Velha envolve a degradação da vegetação natural, problemas relacionados à erosão do solo e assoreamento dos cursos fluviais e a contaminação dos recursos hídricos.

No setor da média bacia estão localizadas as maiores concentrações populacionais, e são as áreas com maior potencial de contaminação dos corpos hídricos por esgoto doméstico. Estima-se a existência de 750 residências, distribuídas entre 4 bairros rurais: Sorocamirim, Domingues, Pires e Sará-Sará. Por meio da visita em campo, constatou-se que são bairros consolidados, com algumas chácaras de

veraneio onde vivem, considerando o último senso do IBGE (2010), aproximadamente 2.400 pessoas na bacia. ¹⁶

Em geral, o efluente gerado é normalmente depositado em “fossas negras”. Essas fossas não possuem nenhum tipo de vedação para proteger o solo e os cursos d’água subterrâneos. Em alguns casos, ocorre lançamento de esgoto diretamente nos corpos d’água superficiais.

Constatou-se que em toda a área de estudo, os cultivos de hortaliças são feitos sem adoção de técnicas de manejo do solo. Apesar de, em muitos casos, as linhas do plantio seguirem em sentido transversal a vertente, o solo ainda fica constantemente exposto, durante os ciclos das culturas, facilitando os processos erosivos, devido à erosão hídrica.

Figura 05 - Mapa de uso do solo da bacia do Ribeirão Fazenda Velha.

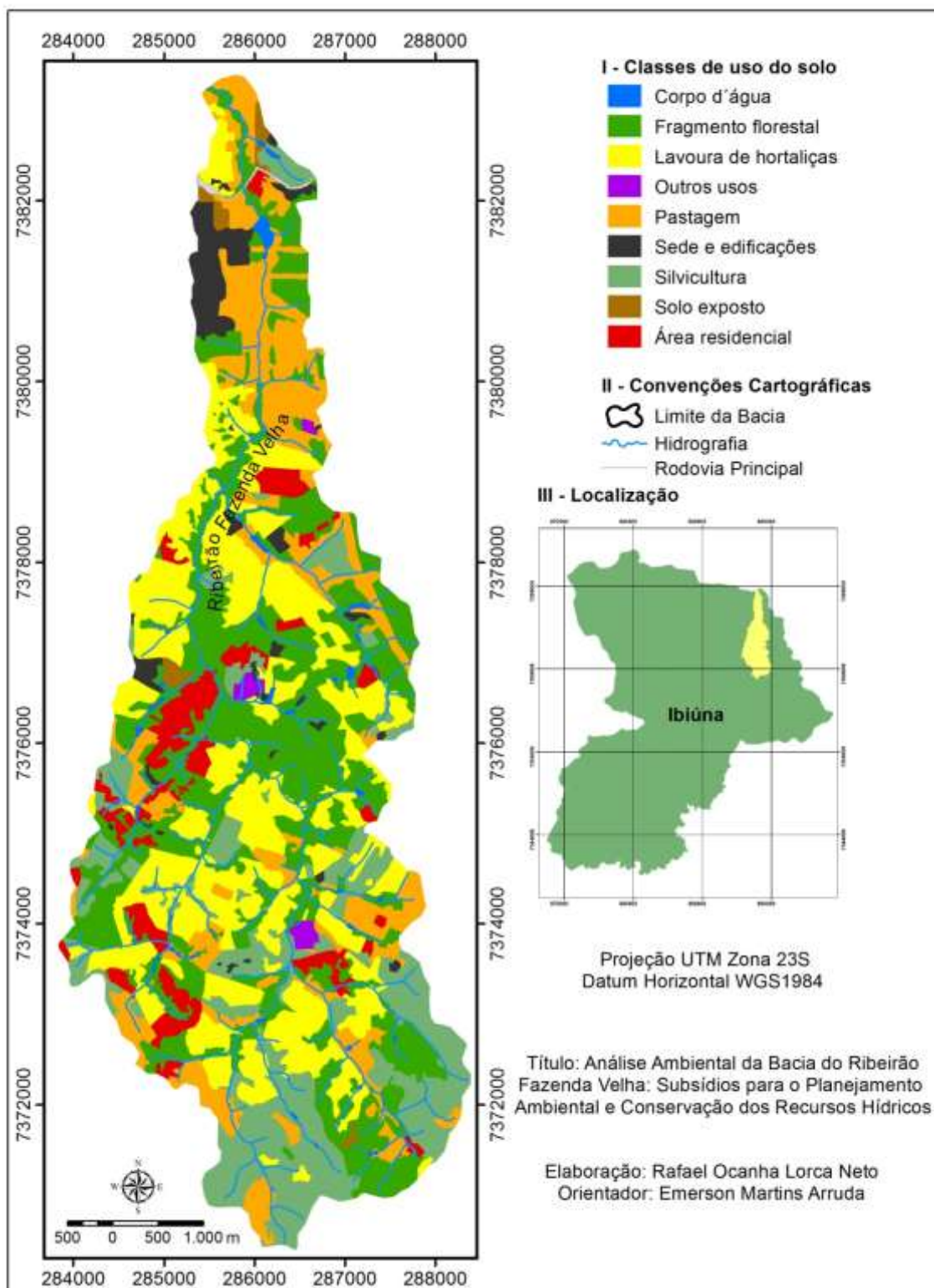


Tabela 04 - Classes de uso e ocupação do solo de Ribeirão Fazenda Velha.

| Classe | Caracterização |
|-----------------------|--|
| Área residencial | Área com edificações, destinadas a habitações particulares com presença de alguns comércios. |
| Represamento | Corpo d água represado, que pode ser utilizado para irrigação e fornecimento de água. |
| Fragmento florestal | Formações arbóreas de vegetações naturais em diversos estágios sucessionais. |
| Lavoura de hortaliças | Cultivo de diversos tipos de olerícolas. |
| Outros usos | Áreas sem uso definido. |
| Pastagem | Vegetação herbácea utilizada para pecuária extensiva. |
| Rodovia principal | Pistas da rodovia SP-250 e acostamento. |
| Construções isoladas | Instalações rurais. |
| Silvicultura | Silvicultura ou reflorestamento homogêneo com espécies exóticas |
| Solo exposto | Solo desprovido de cobertura vegetal |

Fonte: Tambosi (2008)

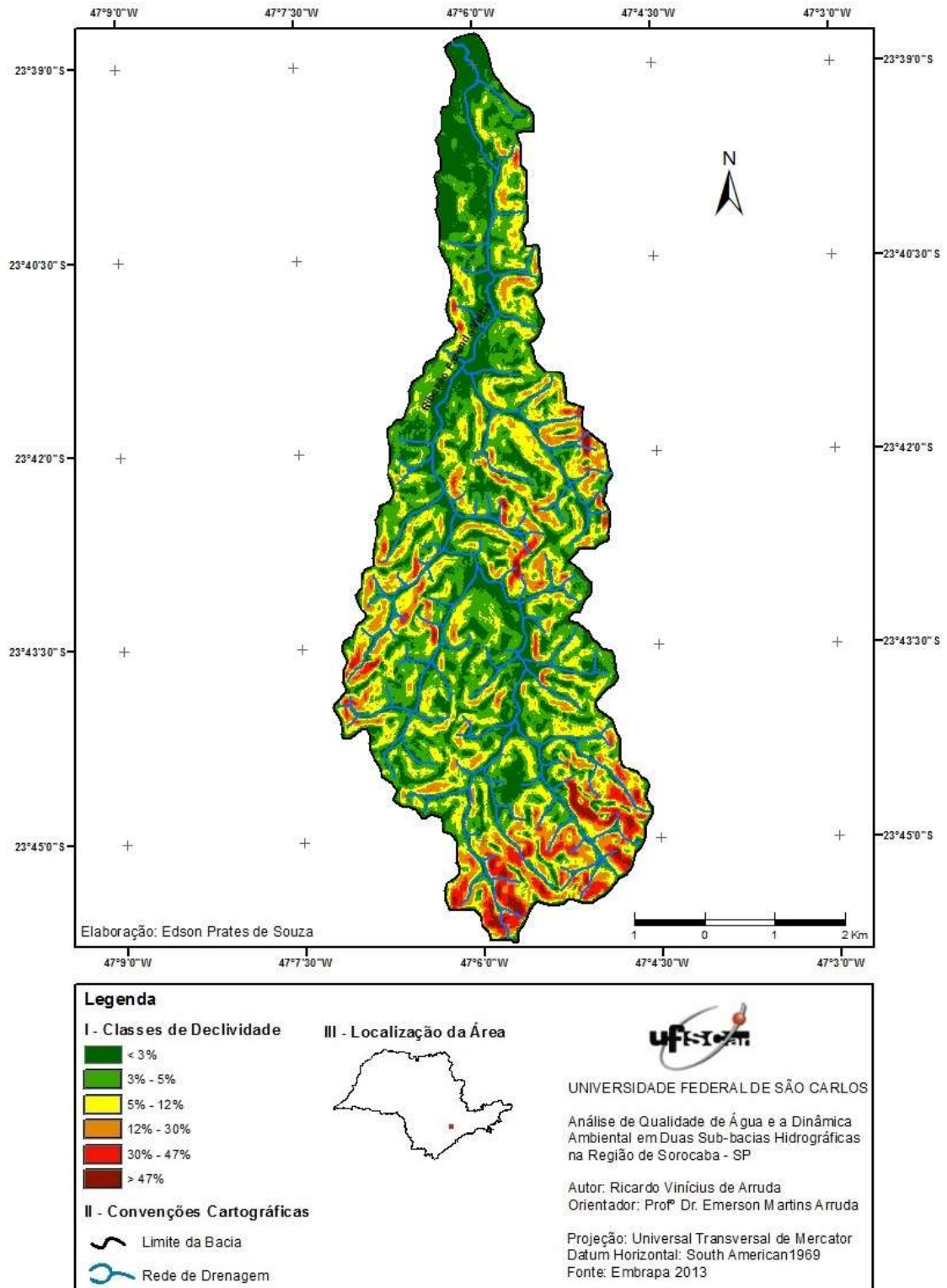
Figura 06 – Foto da alta bacia do Ribeirão Fazenda Velha.



Fonte: Lorca Netto (2013)

Na foto acima é possível visualizar a prática de silvicultura e a presença de fragmentos florestais naturais em diversos estágios sucessionais na bacia do Ribeirão Fazenda Velha. Nota-se na foto o plantio de eucaliptos nas áreas de topo de morro, conforme o mapa de uso do solo da bacia do Ribeirão Fazenda Velha (Figura 06). Constata-se ainda o cultivo agrícola na baixa vertente bem como enclaves deste cultivo entre os fragmentos observados. Um fato determinante nas restrições sobre ocupação envolve a espacialização da declividade encontrada na bacia (Figura 07).

Figura 07 - Mapa de Declividade do Ribeirão Fazenda Velha.



Verificou-se que a declividade varia entre 0% e 63,3% (Figura 03), com predomínio de áreas moderadamente onduladas, cujos valores estão entre 8 a 20%. Aproximadamente 7% da área bacia é plana e 0,2% montanhosa. Mais de 40% da área bacia encontra-se em regiões com elevada declividade, o que dificulta o desenvolvimento de práticas agrícolas e desenvolvimento urbano. Em geral, o relevo apresenta o predomínio de áreas com declividade entre 8 a 20% (tabela 3). Em períodos chuvosos deve-se atentar em áreas com os solos desprovidos de vegetação, uma vez que são facilmente erodíveis, devido à velocidade do escoamento superficial. Na bacia, 28% de áreas com declividade entre 8 à 20% são ocupadas por cultivo de hortaliças, enquanto que a cobertura florestal ocupa 29%.

Figura 08- Foto do setor da baixa bacia do Ribeirão Fazenda Velha. Altitudes entre 855 a 880 metros



Fonte: LORCA NETO, (2012)

Alguns estudos sugerem outras classificações para a declividade em relação ao uso e ocupação do solo.²⁰ (Herz & de Biasi, 1989,). Declividade com até 5% é o limite para o desenvolvimento urbano-industrial. Declividade entre 5 a 12% é o limite para o emprego da mecanização na agricultura enquanto que até 30% é o limite para a

urbanização sem restrições, definido pela Lei Federal 6766/1979. ²¹ As áreas acima de 47% são Áreas de Preservação Permanente ²².

É importante ressaltar algumas limitações com o uso de SIG (Sistema de Informação Geográfico) para produção dos mapas de declividade. O SIG não classifica corretamente a declividade nos topos de morro e fundos de vale. Devido à forma de triangulação dos dados altimétricos, o SIG classifica os fundos de vale e topos de morro como áreas planas, porém em campo, sabe-se que existe a continuidade da declividade, uma vez que possuem uma forma arredondada e não plana.

Outro documento essencial para a análise ambiental da área, bem como a escolha das áreas de amostragem foi o mapa de uso do solo (Figura 03). Certamente o referido mapa foi essencial para identificar as possíveis variáveis que influenciam a dinâmica da área, sobretudo no âmbito relacionado à ação antrópica e seus impactos nos ecossistemas locais.

No caso da bacia do Ribeirão Fazenda Velha, utilizou-se a documentação cartográfica de outro integrante do grupo de pesquisa, uma vez que o objetivo envolve a integração dos estudos realizados.

3.8.- Cobertura Vegetal do Município de Ibúna

Em diversos pontos da bacia observa-se que a vegetação nativa existente encontra-se fragmentada, sendo que nas regiões sudoeste e centro-sul da bacia concentram as áreas de produção de hortaliças, que muitas vezes expandiram os cultivos até as margens dos corpos d'água ocupando áreas de Áreas de Preservação Ambiental (APP).

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica é uma área natural de captação das águas provenientes de precipitação de forma a convergir para um único ponto de saída, compondo-se de um conjunto de superfícies vertentes somadas a uma rede de drenagem de forma a confluir para um único leito resultante dos cursos d'água formados. Pode-se então considerar bacias hidrográficas como áreas onde se torna possível realizar balanços de entrada de águas advindas da chuva e saída dessas águas através do exutório.

As bacias hidrográficas permitem a abordagem integrada dos aspectos físicos, sociais e econômicos que interferem no uso e na proteção ambiental dos recursos hídricos de determinados recortes territoriais, essa integração deve ser entendida como a questão central da gestão dos recursos hídricos.²³ (PORTO 2008)

A ocupação e uso do solo alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais, tais alterações quando presentes em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade da água, provenientes do ciclo hidrológico, as precipitações formam o deflúvio superficial, que arrastam sedimentos e poluentes para a rede de drenagem, dessa forma, o rio integra os fenômenos presentes nas vertentes da bacia, podendo ser avaliado pela utilização dos parâmetros de qualidade da água. ²⁴ (MERTEN, et al 2002)

Figura 09 - Ilustração de uma bacia hidrográfica com seus divisores de água, sub-bacias e a drenagem principal.

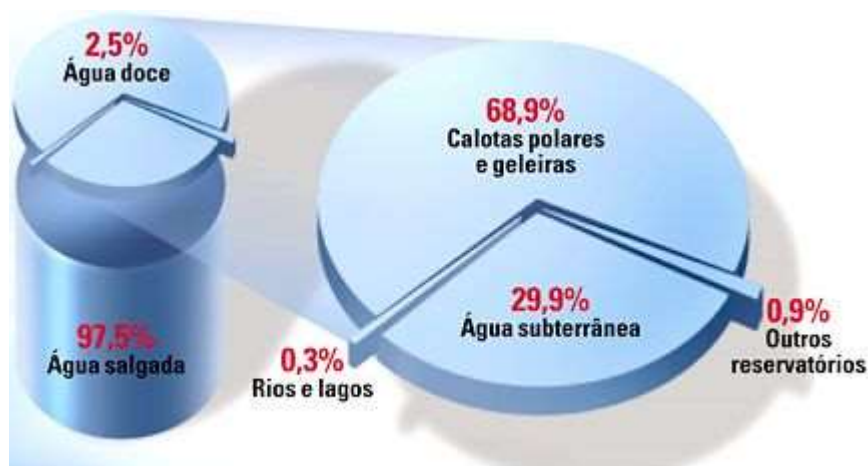


Fonte: <http://www.semarh.se.gov.br>

4.2 Distribuição e qualidade das águas no planeta

Á água recobre $\frac{3}{4}$ da área superficial do planeta, da mesma forma representando a composição do organismo humano, sendo então o elemento considerado essencial á vida. 97,5 % da água é salgada dessa forma não sendo adequada para o consumo humano, da pequena fração de 2,5 % da água doce, apenas 0,27 %desse recurso é considerado de fácil utilização pelo homem estando disponível em rios e lagos. De forma global a má distribuição espacial e temporal do recurso sobre os continentes somadas a irregularidade de distribuição da população humana, se configura numa problemática devido a escassez do mesmo em dadas regiões. ²⁶(FARIAS, 2006)

Figura 10 – Gráfico de distribuição de água no planeta



Fonte: <<http://galileu.globo.com>>

O Brasil detém 12% de toda água doce do mundo, possuindo a maior bacia hidrográfica do planeta com 55.457 km² de rios.²⁷ (PAULA, 2011)

Fatores como a expansão populacional, evolução e alterações no comportamento humano implicam no aumento da demanda nos recursos hídricos e na alteração da sua qualidade, normalmente devolvendo ao ambiente, águas impróprias para o consumo imediato sem o prévio tratamento para adequação das mesmas excedendo a velocidade de renovação possível pelo ciclo hidrológico, a preocupação com o esgotamento dos recursos hídricos levanta a necessidade de implantação de legislações específicas que regulamentam o uso da água. A resolução CONAMA 157 estabelece a classificação da qualidade das águas com padrões e condições necessárias de acordo com as finalidades que se destinam o uso dessas águas, as definições adotadas as qualificam em Salobras, Salinas e águas doces, sendo que essa última se distribui em 4 diferentes classes de acordo com suas condições utilização e qualidade.²⁸ (ROCHA, 2012)

Segundo a resolução 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, as águas pertencentes ao território nacional receberam classificação

conforme sua salinidade, como águas doces, salobras e salinas, sendo consideradas águas doces as que apresentarem salinidade menores ou iguais a 0,50‰, água com salinidade entre 0,50 e 30‰ são dadas como salobras e águas cuja salinidade for maior ou igual a 30‰ considerada salina.³⁴ Níveis de qualidade foram definidos em função do uso a qual a água se destina dessa forma, nove diferentes classes foram estabelecidas, sendo:

Águas doces

Classe especial destina-se ao uso doméstico sem necessidade de prévia ou simples desinfecção e a preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas.

Classe 1, após tratamento simplificado destinada ao uso doméstico, proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação, mergulho, esqui aquático); irrigação de hortaliças consumidas cruas e frutas cujo desenvolvimento se dá rente ao solo e aquicultura de espécies destinadas a alimentação humana.

Classe 2 abastecimento doméstico após receber tratamento convencional; recreação de contato primário, proteção de comunidades aquáticas, irrigação de plantas frutíferas e hortaliças e aquicultura de espécies destinadas a alimentação humana.

Classe 3 abastecimento doméstico após receber tratamento convencional, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; e dessedentação de animais;

Classe 4 destina-se a fins paisagísticos, navegação e usos menos exigentes.

Águas Salinas

Classe 5 usada para recreação de contato primário, proteção de comunidades aquáticas, aquicultura de espécies destinadas a alimentação humana.

Classe 6 destinada a recreação de contato secundário, para fins paisagísticos e navegação comercial.

Águas Salobras

Classe 7 usada para recreação de contato primário, proteção de comunidades aquáticas, aquicultura de espécies destinadas a alimentação humana.

Classe 8 destinada a recreação de contato secundário, para fins paisagísticos e navegação comercial.

4.3 Indicadores Ambientais

Para um controle eficiente da qualidade das águas, além do conhecimento de suas propriedades naturais, é necessário saber os conceitos, a importância, a aplicação, como determinar analiticamente e o significado dos parâmetros que no conjunto conferem à água, as suas características físicas, químicas e biológicas.⁴

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico e a presença de sólidos dissolvidos. A cor verdadeira da água é um importante indicador da possibilidade de problemas de estética, às dificuldades na penetração da luz e a presença de compostos recalcitrantes (não biodegradáveis, isto é de taxas de decomposição muito baixas).⁴

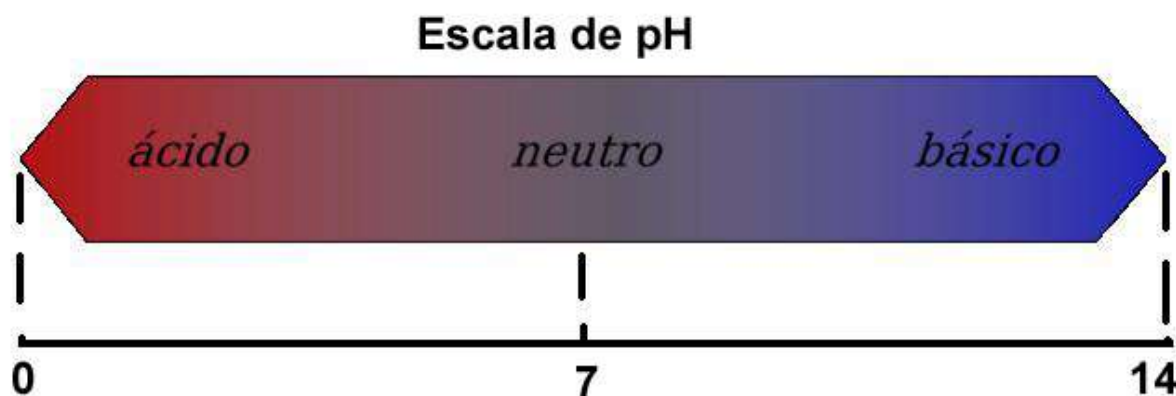
A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma, é constituída pela presença de sólidos em suspensão que podem ser de origens naturais tais como: partículas de rochas, argila, silte, algas e outros microrganismos ou de origem aterogênica como por exemplo, despejos domésticos, despejos industriais, microrganismos, erosão; embora não traga inconvenientes sanitários diretos torna a água esteticamente desagradável e os sólidos em suspensão podem abrigar microrganismos patogênicos ou ainda prejudicar o processo de fotossíntese pela redução da penetração da luz.⁸

O pH (potencial hidrogeniônico) representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , indicando a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água dentro de uma escala de 0 a 14, o pH é constituído na água pela presença de gases dissolvidos e sólidos dissolvidos, sendo de origem natural a dissolução de rochas, absorção de gases da

atmosfera, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese, ou origem antropogênicas tais como, despejos domésticos (oxidação de matéria orgânica) e despejos industriais (ex.: lavagem ácida de tanques).⁸

O pH influi em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, daí a sua importância no estudo de controle de qualidade de água; uma vez que causa efeitos na fisiologia de diversas espécies dos ecossistemas aquáticos, também pode contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados ou ainda exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. ⁴

Figura 11 - Escala de pH



Fonte: <http://pontualquimica.blogspot.com.br>

O aumento de temperatura em corpos d'água pode ser de ocorrência natural pela transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). Ou ainda de origem antropogênica, por exemplo, águas provenientes de torres de resfriamento e despejos industriais. A elevação da temperatura em corpos d'água aumenta a taxa das reações químicas e biológicas, também diminui a solubilidade de gases (exemplo, oxigênio dissolvido), além de aumentar a taxa de transferências de gases podendo gerar mau cheiro, caso exista liberação de gases com odores desagradáveis.

A demanda química de oxigênio é a técnica utilizada para avaliação da matéria redutora potencial de uma amostra, através do emprego de Dicromato de Potássio. É

um parâmetro de grande importância nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, sendo muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) onde é possível a observação do nível e a maior facilidade ou dificuldade de biodegradação dos despejos. A DQO também é utilizada para a previsão e estimativa das diluições que a amostra deve sofrer para realização do ensaio de DBO.⁴

A DBO é um parâmetro fundamental para o controle de poluição das águas devido a presença de matéria orgânica, representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido que poderá ocorrer por consequência da estabilização dos compostos orgânicos biodegradáveis, podendo assim reduzir os níveis de oxigênio nas águas a teores abaixo do necessário para o metabolismo dos peixes, levando-os a morte, portanto é um padrão importante para a classificação das águas.⁴

Retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos a matéria orgânica carbonácea, indica indiretamente o carbono orgânico biodegradável. A estabilização completa demora 20 dias ou mais para esgotos domésticos, porém para tornar o ensaio de laboratório viável e não sujeito a grande demora para a conclusão do teste, foi padronizado o período de 5 dias e a temperatura de 20 °C para se evitar interferências por temperatura no metabolismo bacteriano.⁸

Os pesticidas químicos possuem a propriedade de bloquear o processo metabólico vital de organismos para os quais são tóxicos, desde sua introdução o uso de pesticidas pode ser considerado um problema, devido os riscos de impactos sobre a saúde humana decorrente de ingestão de alimentos contaminados com esses produtos químicos.¹²

Tabela 05 – Pesticidas e seus alvos

| Tipo de pesticida | Organismo- alvo |
|--------------------------|------------------------|
| Acaricida | Ácaros |
| Algicida | Algas |
| Avicida | Pássaros |
| Bactericida | Bactérias |
| Desinfetante | Microrganismos |
| Fungicida | Fungos |
| Herbicida | Plantas |
| Inseticida | Insetos |
| Larvicida | Larvas de insetos |
| Moluscicida | Caracóis e lesmas |
| Nematicida | Nematoide |
| Piscicida | Peixes |
| Raticida | Roedores |

Fonte: BAIRD (2002)

De acordo com a Lei Federal nº 7802 de 1989, pesticidas, agrotóxicos, praguicidas ou defensivos agrícolas são agentes físicos, químicos ou biológicos utilizados nos setores de produção armazenamento e beneficiamento dos produtos agrícolas, pastagens, proteção de floretas nativas, de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, a fim de preservá-los de seres vivos considerados nocivos. Admitida à necessidade do controle químico de pragas com base em exemplos de safras integralmente perdidas devido à ação predatória de pragas, caso o uso de tais produtos seja realizado de forma racionalizada os problemas ambientais podem ser reduzidos de forma significativa. ⁴

A importância do controle do uso de pesticidas nos estudos de qualidade das águas se dá pelo fato de que o uso inadequado desses produtos pode implicar em mortes ou intoxicações graves, destruição de plantações e contaminação ambiental,

a descarga de pesticidas nas águas, traz diversos problemas de saúde pública em geral muitos graves. ⁴

O oxigênio dissolvido (O₂) é o agente oxidante mais importante em águas naturais, os peixes necessitam de pelo menos 5 ppm de oxigênio dissolvido para manter-se vivos. ¹²

O oxigênio se dissolve nas águas naturais provenientes da atmosfera, devido à diferença parcial de pressão, conforme a Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura:

$$C_{SAT} = \alpha \cdot p_{gás}$$

Onde:

α é uma constante que varia inversamente proporcional a temperatura;

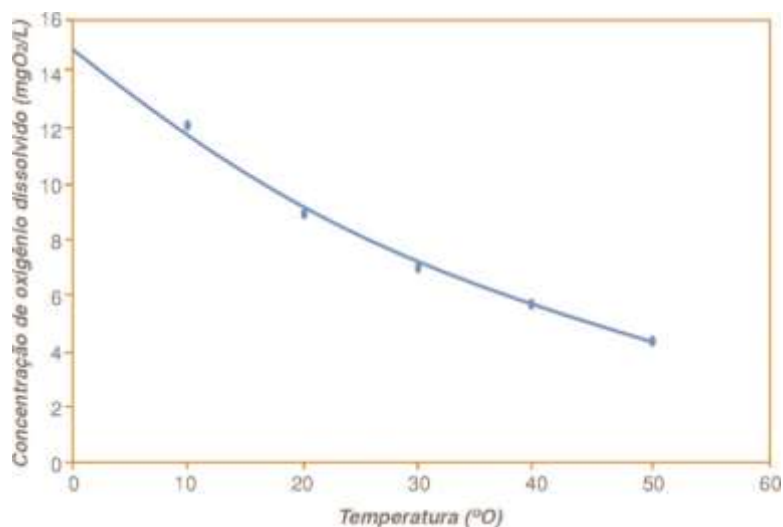
$p_{gás}$ é a pressão exercida de 0,21 atm. Exemplo: para 20° C α é igual a 43,9 sendo assim a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a $43,9 \times 0,21 = 9,2$ mg/L. (BAIRD, 2002)

Tabela 06 - Concentração de oxigênio dissolvido na água e sua variação de acordo com a temperatura.

| Temperatura (°C) | Oxigênio Dissolvido na Água (cm ³ /L) |
|------------------|--|
| 0 | 10,2 |
| 5 | 8,9 |
| 10 | 7,9 |
| 15 | 7,1 |
| 20 | 6,4 |
| 25 | 5,9 |
| 30 | 5,3 |

Fonte: CHARBONNEAU (1979)

Figura 12 – Gráfico: Curva de variação do oxigênio dissolvido em função da temperatura



Fonte: www.mecatronicaatual.com.br

Outra fonte de oxigênio na água é o processo de fotossíntese de algas. A importância nos estudos de controle de qualidade das águas para esse parâmetro se dá pelo fato de ser o elemento principal no metabolismo de microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais e também vital para outros seres vivos, especialmente os peixes, é portanto um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na composição de índices de qualidade de águas (IQAs) utilizado no estado de São Paulo pela CETESB, além de ser fundamental nos modelos de autodepuração natural das águas.⁴

O fósforo se apresenta na água principalmente nas três formas: ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico, os ortofosfatos estão disponíveis para metabolismos biológicos sem a necessidade de conversão para formas mais simplificadas, são provenientes do solo, detergentes, fertilizantes, despejos industriais e esgotos domésticos, a forma como os ortofosfatos se apresentam na água está relacionada com o pH, incluem PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4 sendo que em esgotos domésticos típicos a forma predominante é o HPO_4^{2-} . Os polifosfatos são moléculas mais complexas e se transformam em ortofosfatos pelo processo de hidrólise, porém de forma lenta, o fósforo orgânico é de menor importância em esgotos domésticos e também é convertido em ortofosfatos.⁸

O fósforo constitui um dos principais nutrientes para processos biológicos, ou seja, é um macronutriente, o excesso deste em esgotos sanitários e efluentes industriais ocasiona o processo de eutrofização das águas naturais, sendo um importante parâmetro de classificação de águas naturais. ⁴

Tabela 07 – Níveis tróficos de lagos e reservatórios.

| NÍVEL | P_{TOTAL} (mg/L) | Clorofila (µg/L) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Oligotrófico | < 0,010 | < 2,5 |
| Mesotrófico | 0,010 – 0,035 | 2,5 – 8,0 |
| Eutrófico | 0,035 – 0,100 | 8,0 – 25,0 |
| Hipereutrófico | >0,100 | >25 |

Fonte: PIVELI (2006)

O Nitrogênio aumenta sua concentração nas águas naturais principalmente através de despejos de esgotos sanitários que constituem nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal devido à presença de proteínas e a hidrólise sofrida pela uréia, porém também ser provenientes de efluente industriais.³⁰ (TERSARIOL, 2014)

Os metais pesados constituem contaminantes químicos na água, pois mesmo em pequenas concentrações implicam em efeitos adversos a saúde, nas águas naturais os metais podem se apresentar na forma de íons hidratados de complexos estáveis (como os formados com ácido húmico e fúlvico), de partículas inorgânicas formando precipitados, como, por exemplo, os precipitados de hidróxidos e sulfetos metálicos que se mantem em suspensão ou se misturam nos sedimentos do fundo e podem também ser incorporados em organismos vivos. São importantes indicadores de despejos de efluentes que contenham metais pesados no corpo d'água. ⁴

Os metais pesados estão situados, na tabela periódica próximo da parte inferior, sendo que possuem altas densidades em comparação a de outros materiais comuns. Embora se pense nos metais como poluentes da água e como contaminantes em nossos alimentos, na sua maioria são transportados de um local para o outro através de vias aéreas, seja como gases ou como espécie adsorvida sobre materiais

particulados em suspensão, dessa forma cerca da metade dos metais pesados que entram nos grandes lagos são depositados a partir do ar.¹²

Tabela 08 - Densidade de alguns metais pesados importantes e outras substâncias.

| Substâncias | Densidade (g/ cm³) |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Hg (Mercúrio) | 13,5 |
| Pb (Chumbo) | 11,3 |
| Cd (Cádmio) | 8,7 |
| As (Arsênio) | 5,8 |
| H ₂ O (Água) | 1,0 |
| Mg (Magnésio) | 1,7 |
| Al (Alumínio) | 2,7 |

Fonte: BAIRD, (2002)

O chumbo é um metal cinza-azulado, sem odor, maleável, sensível ao ar, é usado em síntese de compostos orgânicos onde aparece ligado ao carbono, utilizado como aditivos em combustíveis, sendo, portanto, fonte de contaminação ambiental; o chumbo é um elemento de ocorrência natural, encontrado na crosta terrestre em relativa abundância, a concentração natural de chumbo estimada em águas superficiais é cerca de 0,2 µg/L, o chumbo é depositado na água (lagos, rios e oceanos) provenientes da atmosfera ou lixiviação do solo de fontes naturais ou antropogênicas, nesse meio o metal se divide rapidamente entre o sedimento e a fase aquosa, dependendo do pH da água e dos sais nela dissolvidos, além de agentes complexantes orgânicos.³¹ (AZEVEDO & CHASIM, 2003)

Grande parte do chumbo presente no meio ambiente em muitas partes do mundo tem origem na emissão veicular e ocorre principalmente na forma inorgânica, em níveis elevados o chumbo inorgânico (Pb²⁺) é um veneno

metabólico geral, entre os efeitos do metal sobre o sistema neurológico e reprodutivo encontram-se disfunções do esperma em homens e incapacidade para levar a gravidez até o fim em mulheres. ¹²

Outra fonte potencial de contaminação da água por chumbo é a descarga de efluentes industriais, como por exemplo, os efluentes de indústrias de acumuladores de baterias, bem como o uso inadequado de tintas e tubulações e acessórios à base de chumbo. Constitui veneno cumulativo, provocando envenenamento crônico denominado saturnismo, que consiste em consequências serias ao sistema nervoso central. ⁴

O bário pode ocorrer naturalmente na água, porém decorre principalmente das atividades industriais (elaboração de cores, fogos de artifícios, fabricação de vidro, inseticidas, etc.) e da extração da bauxita, a dose fatal para o homem pela ingestão de Bário é de 550 a 60 mg, não possuindo efeito cumulativo, provoca danos no coração, constrição dos vasos sanguíneos elevando a pressão arterial e efeitos sobre o sistema nervoso. ⁴

4.4 Contribuição dos estudos de Química na gestão dos recursos hídricos

A química é o estudo das propriedades dos materiais e das mudanças que esses sofrem, os princípios químicos estão presentes em todos os aspectos da vida compreendidos entre atividades cotidianas como acender um palito de fósforo e as mais complexas, como, por exemplo, desenvolvimento de medicamentos para cura do câncer.

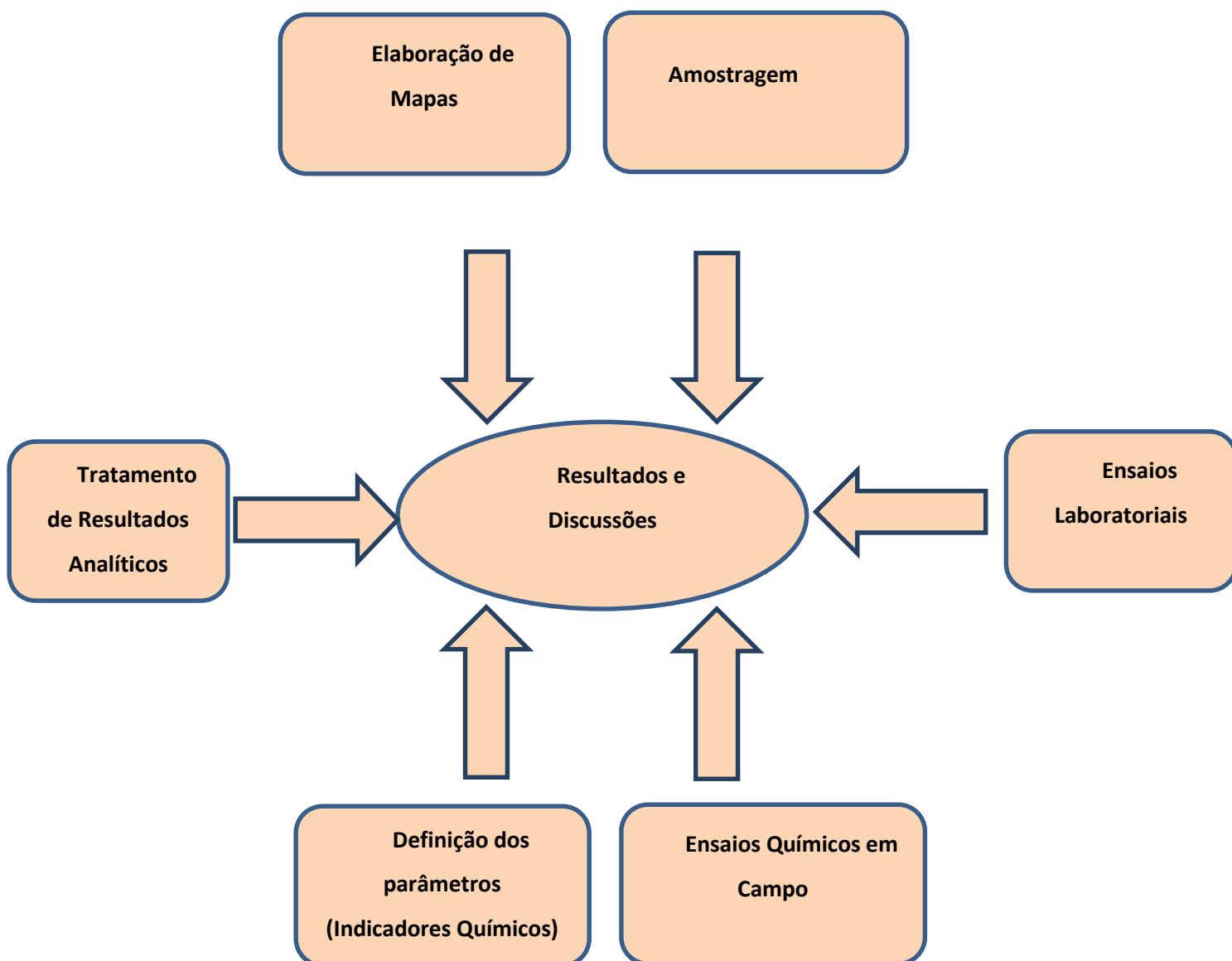
O crescimento econômico mundial tanto dos países desenvolvidos como dos subdesenvolvidos depende de maneira direta dos processos químicos como tratamento de água estendendo-se aos processos industriais que são geradores de produtos ou sub-produtos causadores de danos ao meio ambiente, dessa forma embora a química seja uma pequena parte do todo, os seus processos estão envolvidos em praticamente todos aspectos da vida moderna, estando, portanto, diretamente ligada aos objetivos de se criar uma sociedade sustentável, onde as

necessidades humanas sejam satisfeitas com recursos renováveis. ³² (BROWN et al.,2007).

5 - MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo se desenvolveu conforme as etapas demonstradas na figura abaixo:

Figura 13 – Esquema de materiais e métodos utilizados



Por se tratar de áreas onde ocorre intensa atividade agrícola com possível uso de nutrientes e fertilizantes, além do uso de sistemas rudimentares de fossas sépticas e a ausência de captação de esgoto, foram definidos os seguintes parâmetros físico-químicos para avaliar a qualidade da água, bem como identificar se há indicação de impactos ambientais de origem antropogênica: DBO, DQO, pH, Temperatura, oxigênio dissolvido, Fósforo Total, Nitrogênio Total, afim de identificar presença de despejos domésticos ou contaminação das águas por macro nutrientes utilizados como fertilizantes nas atividades agrícolas.

5.1 Organização dos Mapas das Bacias Hidrográficas

O estudo foi iniciado através da elaboração dos seguintes mapas:

- Mapa de localização
- Mapa de declividade
- Mapa da rede de drenagem com os pontos de coleta

E uso de mapas de uso e ocupação de solo da área para determinação dos parâmetros físico-químicos utilizados no estudo.

Os mapas organizados e/ou elaborados para análise das áreas e para determinação dos parâmetros físico-químicos utilizados no estudo foram:

5.1.1 Base Topográfica

A base topográfica foi elaborada a partir da imagem SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*). A imagem foi adquirida no site da EMBRAPA: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>. Para a elaboração da mesma foi utilizado o procedimento: *3D Analyst Tools >RasterSurface>Contour* do *ArcToolBox* do ArcGIS. O *ContourInterval* selecionado foi de 10 metros.

5.1.2 Mapa de Declividade

Na elaboração do mapa de declividade também foi utilizada a base SRTM. Na *ArcToolBox* do ArcGIS, utilizou-se a ferramenta *3D Analyst Tools >Slope*. A escolha das classes de declividade teve como referência a proposta de Herz e De Biasi (1989) para as respectivas porcentagens.

5.1.3 Mapa de Uso do Solo

Para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foram utilizadas as cenas georeferenciadas do satélite SPOT, resolução espacial 2,5 metros. O método de classificação foi digital visual. A escala usada para edição dos polígonos foi de 1:12.000. Os critérios de classificação das áreas identificadas em tela foram características da textura, tonalidade e forma.

Antes de iniciar a classificação foram demarcados alguns pontos de interesse na imagem, para identificação em campo de fragmentos florestais, usos agrícolas, silvicultura e pastagem. Dessa forma é possível identificar aspectos em campo que facilitam a classificação visual. Com a confirmação em campo foi possível fazer a edição dos polígonos, por meio da ferramenta *editor*. Foram definidas 10 classes de uso e ocupação do solo, descritas na tabela 2. O critério das classes foi adaptado do estudo de (TAMBOSI 2008).³³

5.2 Definição dos parâmetros físico-químicos

5.2.1 Plano de amostragem

De acordo com o guia de coleta e preservação de amostras da CETESB para o planejamento de um programa de coleta deve-se obter informações preliminares sobre a área de influencia do corpo d água a ser amostrado por meio de:

localização exata do ponto através de mapas cartográficos, características locais, atividades humanas tais como, industrial, agricultura, mineração, zonas urbanas etc.³⁷ (CETESB, 2011)

Ainda podem ser utilizadas informações de avaliações de eventuais estudos ou levantamentos afins já realizados no local pelo contato com as pessoas envolvidas nesse estudo, para obtenção de outras informações práticas normalmente, não citadas nos relatórios técnicos, e por fim, visita a área de estudo para seleção de locais de amostragem viáveis levando-se em considerações as condições e acesso e procura de dados adicionais tais como, lançamentos de lixo e resíduos industriais ou domésticos no corpo d'água ou nas suas margens.

Com base nessas diretrizes foram definidos os pontos de coleta conforme mostrado na tabela abaixo:

Tabela 09- Identificação dos locais de amostragem

| Ponto | Coordenadas | Altitude (metros) | Local | Cidade | Observações |
|--------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---|
| 01 | 23°45'44"S E 47°19'25"W | 969 | Lagoa Eutrofizada | Piedade | Afluente da alta bacia do córrego do Gurgel |
| 02 | 23°44'31"S E 47°20'01"W | 829 | Córrego do Gurgel | Piedade | Baixo curso, próximo ao campo de futebol |
| 03 | 23°41'39"SE 47°06'17"W | 875 | Rio Ribeirão Fazenda Velha | Ibiúna | - |
| 05 | 23°39'30"S E 47°05'59"W | 865 | Rio Ribeirão Fazenda Velha | Ibiúna | Baixo curso |

5.2.2. Ensaios analíticos Físico-químicos em campo

Os parâmetros Físicos pH e Temperatura foram determinados em campo em acordo com os métodos padrões de análise *Standard Methods for the examination of water and wastewater* 22ª Edição⁵, utilizando um pHmetro Marca Gehaka, Modelo: PG 1400, Série 11101704001003 e para a calibração do equipamento no momento do ensaio foram utilizadas as soluções: tampão pH 4,0: SPC Science – AccuSPEC Buffer Solution LOTE: 5130610012 fabricação: junho de 2013, validade: junho de 2015. INCERTEZA: 4,01 +/- 0,01 a 25°C, tampão pH 7,0 - SPC Science – AccuSPEC Buffer Solution LOTE: 5130919013 fabricação: Setembro de 2013, validade: setembro de 2015. INCERTEZA: 6,99 +/- 0,01 a 25°C e tampão pH 10,0 - SPC Science – AccuSPEC Buffer Solution LOTE: 5130906003 fabricação: março de 2013 validade: março de 2015. INCERTEZA: 9,98 +/- 0,01 a 25°C. O equipamento possui sonda de temperatura para compensação dos resultados a 25°C e medição da temperatura das amostras.

Figura 14 – Foto da realização de ensaio de pH durante amostragem de água no Ribeirão Fazenda Velha.



Fonte: Elaborada pelo autor, março 2014.

5.2.3 Ensaio analítico Físico-químico laboratorial

Os ensaios DQO, DBO, Oxigênio dissolvido, Cor, Turbidez, Condutividade elétrica, Sólidos Totais, Nitrogênio Total e Fósforo Total, foram realizados no laboratório Hidrolabor Laboratório de Controle de Qualidade, respeitando os critérios e itens de garantia da qualidade dos resultados de ensaios da norma NBR ISO/IEC 17025:2005, onde são mantidos os dados de rastreabilidade bem como a utilização de materiais de referência rastreáveis a RBC ¹.

5.2.4 Informações sobre os parâmetros Físico-químicos e ensaios analíticos

Os ensaios analíticos realizados no laboratório possuem prazos de finalização determinados de no mínimo 15 dias para entrega dos resultados, uma vez as que as análises envolvem preparações como: digestão, destilação e incubação de cinco dias para a análise de DBO, cálculos e conferências sistemáticas e por fim, elaboração e emissão dos relatórios de análise.

Com base nas questões de entorno das sub-bacias, considerando-se a ocupação do solo e prática de produção agrícola foi elaborado o seguinte plano de amostragem de água para realização de ensaios físico-químicos:

Tabela 10 Informações gerais sobre os ensaios analíticos

| Parâmetro | Unidade | | Local da execução do ensaio |
|------------------|----------------|--|------------------------------------|
|------------------|----------------|--|------------------------------------|

| | | Equipamentos utilizados | |
|------------------------|---------------|--|------------------------|
| DQO | mg/L | Espectrofotômetro UV/Vis | Laboratório Hidrolabor |
| DBO | mg/L | Incubadora | Laboratório Hidrolabor |
| pH | Não se aplica | pHmetro portátil | Em campo |
| Temperatura | ° C | Termo sonda | Em campo |
| Cor | uC | Calorímetro | Laboratório Hidrolabor |
| Turbidez | NTU | Turbidímetro | Laboratório Hidrolabor |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | Bureta Digital | Laboratório Hidrolabor |
| Nitrogênio total | mg/L | - Destilador - Espectrofotômetro UV/Vis | Laboratório Hidrolabor |
| Fósforo total | mg/L | - Chapa aquecedora - Espectrofotômetro UV/Vis | Laboratório Hidrolabor |
| Condutividade elétrica | | Condutivímetro | Laboratório Hidrolabor |
| Sólidos Totais | mg/L | Estufa/ Balança analítica | Laboratório Hidrolabor |

As amostras foram coletadas e acondicionadas em frascos de OD com capacidade de 300 ml e uso de soluções de Sulfato Manganoso e Azida Sódica para fixação do oxigênio dissolvido e frascos de Polietileno com capacidade de dois litros para análise dos demais parâmetros, os ensaios de pH e Temperatura foram realizados em campo com uso de um pHmetro portátil, os frascos foram acondicionados em diferentes caixas de isopor sendo que a caixa contendo os

frascos de dois litros foram preenchidas com Gelo como forma de preservação e enviadas para o laboratório Hidrolabor Controle de Qualidade localizado na cidade de Sorocaba para realização das análises, os resultados analíticos dos ensaios foram apontados em relatórios de análise dentro dos critérios da Norma NBR ISO/IEC 17025:2005. ¹

5.2.5 Norma NBR ISO IEC 17025:2005 Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração

A norma NBR ISO IEC 17025: 2005 especifica os requisitos gerais para a competência em realizar ensaios e ou calibrações, incluindo amostragem, ela cobre ensaios e calibrações realizados utilizando métodos normalizados, métodos não normalizados e métodos desenvolvidos pelo laboratório. A norma se divide em dois principais requisitos sendo eles: Requisitos da direção que trata dos deveres da diretoria do laboratório para atendimento das questões da qualidade quanto aos quesitos administrativos bem como para instituição de políticas e procedimentos para tal, e Requisitos Técnicos que tratam dos diversos fatores que determinam a correção e a confiabilidade dos ensaios e ou calibrações realizados pelo laboratório, que incluem a contribuição de : ¹

Fatores humanos, acomodações e condições ambientais, métodos de ensaio e validação de métodos, equipamentos, rastreabilidade de medição, amostragem e manuseio de itens de ensaio e calibração.

Levando em consideração que essa dissertação conta com dados resultantes de ensaios laboratoriais é importante a descrição dos itens rastreabilidade de medição, equipamentos, ensaio, materiais de referência, amostragem e garantia da qualidade de resultados de ensaio, dessa forma, se faz importante que os resultados analíticos sejam realizados a luz dos critérios que a presente norma preconiza.

6 RESULTADOS

Nesta etapa buscou-se elencar os principais problemas ambientais observados nas referidas bacias hidrográficas e relacionar às restrições ambientais associadas a determinado usos do solo. Assim foi possível identificar os conflitos quanto ao uso e interferência nos corpos hídricos, bem como identificar os principais problemas relacionados ao uso e ocupação do solo.

6.1 Análise dos impactos ambientais na área de estudo

De acordo com a resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986 do CONAMA considera-se Impacto ambiental: ³⁵ (BRASIL, 1986)

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.”...³⁵

Com base na resolução foram enfatizados os principais problemas encontrados, identificados ora por aspectos quantitativos e também por aspectos qualitativos observados no trabalho de campo.

6.1.1 Bacia hidrográfica do córrego do Gurgel

6.1.1.1 Poluição dos recursos hídricos

A área de estudo é composta por pequenas propriedades rurais organizadas em pequenas vilas formadas principalmente nas áreas marginais dos cursos d'água da bacia, fato esse que se consolida por conta da considerável declividade presente na região, que por sua vez obriga os moradores buscarem essas áreas marginais por serem mais planas, a Figura 4 deste trabalho, demonstra que pelo menos três setores necessitam de atenção especial: os setores < 3%, por constituírem áreas de risco a inundações e alagamentos; as áreas com classe entre 5 – 12%, limite máximo do emprego da mecanização na agricultura e a classe > 47%, onde não é permitida a derrubada de florestas, sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

A presença dessas vilas as margens dos cursos d'água afeta a qualidade das águas e prejudica a preservação desses recursos, o fato de não existir saneamento básico nessas regiões se configura em um dos principais fatores responsáveis por essa perda de qualidade e conseqüentemente na poluição das águas. A maioria das casas se utiliza da fossa negra como forma de destinação para o esgoto gerado, tal prática contribui de maneira bastante elevada para poluição dos recursos hídricos principalmente através da percolação do esgoto atingindo o lençol freático e conseqüentemente indo parar nos rios, córregos e nascentes, ou ainda o arraste dos dejetos em casos de inundações da área, o que não é difícil de acontecer por conta de outro problema ambiental encontrado, que será tratado nesse trabalho mais adiante, que é o assoreamento.

Ainda mais efetivo para a poluição das águas é o descarte de esgoto doméstico diretamente nas vias fluviais realizados pelas residências que não se utilizam nem mesmo das fossas negras. Tanto o descarte direto ou a percolação e arraste do esgoto para as águas implica na poluição dessas, principalmente pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio.

Outro fator de grande contribuição para a contaminação das águas pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio, é a irrigação das plantações presentes em quase 100% das residências que ocupam a região, tais plantações utilizam grande volume de água para irrigação do cultivo das hortaliças e afins, onde mais uma vez a declividade da área favorece a poluição, através do escoamento superficial que

carrega defensivos agrícolas e ou fertilizantes diretamente para os cursos d'água e ou represas, uma vez que os fertilizantes são compostos por esses nutrientes. Além da declividade, em muitos casos o manejo inadequado do solo, como arruamentos feitos de maneira inadequada potencializam ainda mais o escoamento superficial e por consequência possibilitam o carregamento das substâncias até as águas.

O problema da contaminação das águas pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio é que esses, associados a outros compostos, presente em quantidades consideravelmente menor causam o enriquecimento do meio tornando-os mais fértil e potencializando o crescimento dos seres vivos que se utilizam desses nutrientes, principalmente as algas que passam a atingir um nível excessivo. Esse desequilíbrio causado chama-se eutrofização, por sua vez é um problema gravíssimo que pode prejudicar de forma grave o abastecimento público ou restringir as possibilidades de uso dos recursos atingidos por esse evento, alguns tipos de algas produzem toxinas venenosas que podem prejudicar a saúde humana ou até mesmo levar a morte.

Em visita realizada na bacia do córrego do Gurgel foi possível constatar uma lagoa com alto nível de eutrofização (figura 15), o que levou a escolha da mesma para compor o plano de amostragem e avaliação da qualidade da água através de análises químicas laboratoriais, embora a constatação seja possível de forma visual devido o fato da superfície da lagoa estar coberta por algas. Buscou-se assim medir os níveis de Fósforo e Nitrogênio deste ponto, sendo possível o conhecimento da causa também de maneira quantitativa, o que por sua vez pode-se configurar numa forma de monitoramento para constatação das tendências presentes, ou seja, torna possível identificar se a situação está obtendo melhora ou piora ou ainda identificar rapidamente, por exemplo, um caso de aumento desproporcional dessas substâncias na água. Para realização do estudo a lagoa foi identificada como: "Ponto 01".

Figura 15 – Foto da lagoa inserida na bacia do córrego do Gurgel, onde é possível identificar o alto nível de eutrofização e detalhes das algas



Fonte : Elaborada pelo autor, junho de 2013.

6.1.1.2 Desmatamento na área de estudo

A área de estudo possui bom estado de conservação da cobertura vegetal, o que de acordo com o Sistema de Informação Florestal do Estado de São Paulo (SIFESP) possui uma área de 28.386,88 ha de cobertura distribuída entre mata, capoeira, vegetação várzea e reflorestamento, sendo que esse último compõe 882 ha.³⁶

No entanto, embora exista um nível de preservação satisfatório a cobertura vegetal está presente em forma de fragmentos o que se configura em um problema ambiental, principalmente no que se refere conectividade entre ecossistemas e sua biota. A declividade da região também contribui para a fragmentação da vegetação, uma vez que essa obriga as famílias que habitam a área desmatar as partes mais baixas e próximas aos cursos d'água, onde a superfície é mais plana, resultando em inúmeras áreas desprovidas de cobertura vegetal implicando por sua vez no escoamento superficial mais rápido. Neste contexto as APPs (Áreas de preservação

permanente) passam a não ser respeitadas, e por sua vez a proteção natural dos cursos d'água é extinta aumentando a vulnerabilidade dos mesmos á contaminações. Assim a cobertura vegetal próxima as margens de rios, córregos e nascentes atua de forma positiva realizando a alta depuração de possíveis substâncias e também diminuindo o escoamento superficial potencializando a infiltração das águas, mantendo o volume de vazão das nascentes que alimentam os córregos e rios e também dos lençóis freáticos, neste caso, a partir do bom nível de infiltração e a percolação de água no solo e litologias presentes nas áreas.

A forma como uma área de APP pode afetar a vazão de cursos fluviais pode então ser resumida da seguinte maneira tendo em vista uma situação de regularidade hidrometeorológica:

< (cobertura vegetal) < (Infiltração) < (Nível do lençol freático) < (número de nascentes ou de sua vazão) < (vazão dos cursos fluviais).

6.1.1.3 Erosão dos solos e assoreamento da área

Pode-se definir erosão como um conjunto de processos responsáveis pelo preparo, transporte e sedimentação de rochas, solo ou partículas. Onde o preparo se divide em fragmentação (Físico) ou decomposição (Química), o transporte se refere a retirada, deslocamento do material através da água, vento ou gelo quando for o caso e por fim a sedimentação através da deposição em uma área de quebra de declividade.

Na área de estudo foi constatada a presença de feições erosivas e consequentemente assoreamento, por conta da falta de manejo adequado do solo, inúmeras plantações que compõe a região possuem arruamento inadequados, o que aumenta o escoamento superficial e acentuando os processos erosivos (Figura 16). O fato de setores de alta declividade presente na área estimula o plantio predominante de hortaliças que por sua vez, implica no manejo do solo muito mais intenso e em curtos períodos contribuindo também para a erosão constatada. Outro fator importante

para aumento do problema é o plantio nessas áreas de forte declividade é a ausência de curvas de nível, terraços e demais praticas de manejo.

Também é verificado na área que a falta de conservação das estradas rurais é predominante, constatando-se grandes formas erosivas (sulcos e ravinas) nas extremidades estreitando cada vez mais essas vias. Outro fato bastante presente é o desmatamento da vegetação nativa, deixando áreas descobertas e vulneráveis ao escoamento superficial, resultando assim nos processos erosivos encontrados. Por sua vez esses processos implicam no assoreamento de lagoas e cursos fluviais podendo provocar inundações das residências e lavouras que compõem a paisagem da área de estudo, tais inundações podem também provocar a contaminação dos cursos d'água, pois atingem fossas e lavouras carreando os materiais diretamente para água.

Figura 16 - Imagem de satélite da lagoa eutrofizada em afluente do córrego do Gurgel, em setor da alta bacia.



Fonte: Google Earth. Disponível em: www.google.com.br/intl/pt-BR/earth (Acesso em 27 de novembro de 2014).

A figura 16 permite ilustrar alguns dos problemas relatados na área da bacia do córrego do Gurgel onde é possível visualizar a presença da lagoa eutrofizada identificada como ponto 01, e logo acima a presença de lavoura de hortaliças onde o arruamento foi realizado de forma inadequada e também fica evidenciado que a cobertura vegetal é formada por fragmentos. Dessa forma provavelmente nutrientes presentes nos fertilizantes utilizados nas lavoura podem estar alcançando a lagoa através do escoamento, a figura também mostra áreas desprovidas de cobertura vegetal estando vulnerável aos processos erosivos e a perda de solo fértil.

6.1.2 Bacia hidrográfica do córrego Ribeiro Fazenda Velha

6.1.2.1 Poluição dos recursos hídricos

Da mesma forma como discorrido sobre a poluição dos recursos hídricos da bacia do córrego do Gurgel, os cursos d'água que integram a bacia do Ribeirão Fazenda Velha estão vulneráveis a poluição e as consequências devido às atividades antropogênicas, embora territórios de significativa diferença de tamanho as questões

de entornos e características das áreas são bastante semelhantes, inclusive no que se diz respeito a ausência de saneamento básico, visitas de campo na área de estudo permitiu identificar de forma qualitativa que a mesma é predominantemente composta de pequenas propriedades rurais que se utilizam de fossas negras para destinação do esgoto doméstico e ou nos piores casos o despejo direto nas vias fluviais, o que implica poluição das águas pelos nutrientes Fósforo e Nitrogênio, que resultam na eutrofização das águas.

Lorca Neto (2013) que também integra o grupo de estudos do qual essa dissertação se insere, realizou pesquisas na bacia hidrográfica do Ribeirão Fazenda Velha e identificou fontes de poluição com despejos de esgoto doméstico diretamente nos cursos fluviais (Figura 17). O mesmo pontua a eutrofização como problemática ambiental também constatada de forma qualitativa em suas pesquisas a partir de trabalhos de campo.

Figura 17 – Foto d setor da média bacia. Indicação de efluente de esgoto doméstico sendo lançado no corpo hídrico



Fonte: Lorca Neto (2013)

A figura 17 ilustra as constatações de campo mostrando que a falta de saneamento se configura em um dos principais problemas da área de estudo. Por esse motivo, na presente pesquisa buscou-se avaliar a presença de nutrientes e também quantificá-los através das análises laboratoriais. Os resultados de análises químicas realizadas em laboratório apontam a presença de Fósforo e Nitrogênio em alguns dos pontos amostrados, permitindo concluir, que os problemas ambientais apontados de forma qualitativa e trabalhos de campo avaliando as características do uso e ocupação do solo das bacias, se correlacionam de forma quantitativa aos resultados encontrados nas análises laboratoriais da água.

6.1.2.2 Desmatamento na área de estudo

A bacia do córrego Ribeirão Fazenda Velha apresenta desmatamento da mata ciliar, também vários pontos de desmatamento de áreas de APP (Área de Preservação Permanente), a área possui grande área de cobertura vegetal, no entanto, a mesma se distribui ao longo da bacia na forma de fragmentos, deixando grandes áreas impermeáveis e vulneráveis a erosão e ao escoamento superficial.

Figura 18 - Imagem de satélite da baixa bacia do Ribeirão Fazenda Velha, próximo à confluência com o rio Sorocamirim.



Fonte: Google Earth. Disponível em: www.google.com.br/intl/pt-BR/earth (Acesso em 27 de novembro de 2014).

A figura 18 permite visualizar a forma de fragmentos na qual a vegetação se distribui e também a presença de grande área impermeável associada à Subestação de energia FURNAS. A montante do ponto de amostragem 5 pode-se verificar a presença de uma pequena vila, além da presença da lavoura que se configura na principal atividade do município de Ibiúna, e por fim a rodovia Bujiro Nakao que possui grande fluxo de automóveis.

Deve-se ressaltar que o Ribeirão Fazenda Velha é um afluente direto do rio Sorocamirim, que por sua vez está à montante da represa Itupararanga, represa essa responsável pelo abastecimento público de milhares de pessoas, mostrando a importância da preservação e conservação da área de estudo, a ausência de saneamento básico nessas áreas pode agravar ainda mais os problemas com a qualidade das águas também de outros sistemas, tendo em vista que o reservatório já enfrenta problemas no controle da eutrofização. Certamente o próprio plano de manejo da APA de Itupararanga estabelece várias diretrizes e restrições para o uso e ocupação do solo na unidade.

6.1.2.3 Erosão dos solos e assoreamento da área

Assim como na bacia do córrego do Gurgel, a erosão do solo bem como o assoreamento se configuram em um problema ambiental também na bacia do Ribeirão Fazenda Velha, mostrando que o desmatamento, o manejo inadequado do solo, a má conservação de estradas e ausência de áreas de APPs, entre outros, compõem uma problemática regional, que necessita de atenção e ações integradas entre as secretarias regionais e estaduais visando a conservação e preservação do meio ambiente, através da conscientização da população local, e ações reparadoras com assessoria técnica, além de fomentos ao proprietário que passem a desenvolver tais práticas de maneira adequada e principalmente passando a agir no âmbito da prevenção.

6.1.3 Considerações sobre os problemas ambientais das áreas de estudo

Nas pesquisas que integram o grupo de estudos das bacias hidrográficas são considerados como pontos comuns a necessidade e importância da implantação de um sistema de monitoramento ambiental, bem como a conscientização da população que ocupa esses territórios para utilização da prática de manejo sustentável. Indicadores químicos por sua vez se mostram como ferramentas eficientes para tal controle, a exemplo dos resultados de Demanda Química de Oxigênio que fazem

parte desse estudo, e indicam a presença de despejo de esgoto doméstico ou efluentes industriais em corpos hídricos. Resultados encontrados nas análises laboratoriais realizadas durante o estudo apresentaram variações chamando a atenção para as questões de entorno dessas bacias, dessa forma, fica claro que o monitoramento ambiental deve ser realizado integrando as racionalidades ambientais do ponto de vista social ao instrumental.

Nos estudos realizados é verificado que existe nível satisfatório de preservação ambiental de ambas as bacias que ainda detém área considerável de cobertura vegetal, manejo adequado do solo, no entanto, mesmo com notória diferença de tamanho os dois territórios apresentam comportamentos e resultados semelhantes inerentes as suas dinâmicas ambiental, que inspiram cuidados e inquestionável necessidade de monitoramento além de ações visando a preservação e prevenção contra a poluição dos recursos hídricos.

Lorca Neto (2013) enumera problemas ambientais na bacia do Ribeirão Fazenda Velha tais como: assoreamento de corpos hídricos, casos de erosão do solo, desmatamento de mata ciliar, ausência de Áreas de Preservação Permanente onde corpos d'água não apresentam vegetação junto à margem, ausência de tratamento de esgoto e uso de fossas negras de forma inadequadas e até mesmo despejo de esgoto domésticos diretamente em corpos hídricos e processos de eutrofização da água, problemas também constatados na pesquisa realizada no córrego do Gurgel por Silva (2014), tais problemas também são confirmados através dos resultados analíticos da pesquisa aqui realizada. ^{19,25}

Figura 19 - Imagem de satélite do baixo curso do córrego do Gurgel próximo ao campo de futebol.



Fonte: Google Earth. Disponível em: www.google.com.br/intl/pt-BR/earth (Acesso em 27 de novembro de 2014).

Na figura 19 é apresentado um recorte da paisagem que predomina a área rural de Sorocaba, neste caso no município de Piedade. A falta de políticas e ações integradas resultam em diferentes formas de ocupação das propriedades rurais resultando assim em um mosaico também de compreensão sobre os recursos naturais de uma área.

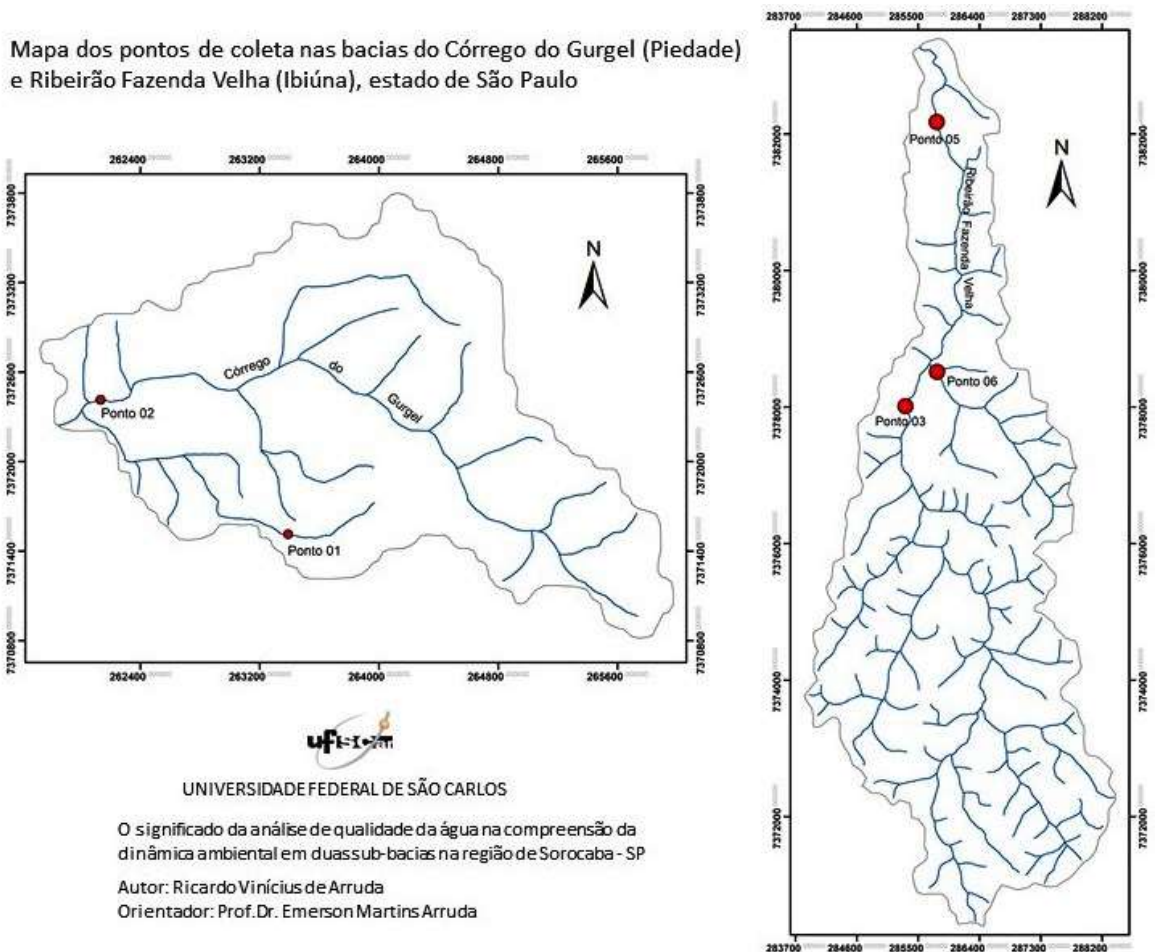
A ideia de gestão a partir de bacias hidrográficas pode contribuir no esclarecimento de diversos proprietários, bem como a compreensão de que suas áreas são drenadas por um conjunto de cursos fluviais que se integram em sistema e que seu equilíbrio é fundamental para a dinâmica ambiental e social daquele território.

6.2 Resultados Analíticos e Discussões

Foram definidos quatro pontos de amostragem para realização das análises laboratoriais, sendo 2 pontos na bacia do córrego do Gurgel e 2 pontos na bacia do Ribeirão Fazenda Velha. Foram realizadas 3 amostragens ao longo da pesquisa. Em 28/03/2013 foi realizada uma amostragem preliminar nos 2 pontos definidos para monitorar a qualidade da água na bacia do Córrego do Gurgel.

Após a realização das análises preliminares e a finalização da elaboração dos mapas das bacias, foram realizadas mais duas amostragens nas datas de 02/02/2014 e 24/03/2014 respectivamente, sendo que no período das 24 horas que antecederam a segunda coleta ocorreu precipitações, dessa forma, as coletas representam diferentes situações de sazonalidade, fato de grande relevância para os resultados analíticos, a figura 21 mostra a localização dos pontos amostrados nas bacias hidrológicas em questão.

Figura 20 - Mapas das localizações dos pontos de amostragem



6.2.1 Aspectos da dinâmica climática nos períodos de coleta

- 28/03/2013

A atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte de sua posição climatológica contribuiu para as chuvas abaixo da média entre o nordeste do Pará e o norte da Região Nordeste no decorrer do mês de fevereiro e início de março de 2013. O posicionamento anômalo da ZCIT ocorreu em resposta ao aquecimento das águas superficiais na região tropical do Atlântico Norte e comprometeu o final do período chuvoso no norte da Região Nordeste (CPTEC, 2014).

Outra razão que explicou a escassez de chuva em grande parte das Regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil foi o deslocamento anômalo para oeste do escoamento em altos níveis entre os meses de janeiro e fevereiro passados.

Segundo CPTEC (2104), ao longo dos últimos meses, sinais de variabilidade intrassazonal vêm interferindo nos padrões oceânicos e atmosféricos nas áreas tropicais ao redor do globo. Como resultado, estes mesmos padrões ora contribuem para ocorrência ora para a inibição das chuvas, especialmente sobre a Região Sudeste do Brasil.

De acordo com dos dados do INMET, as temperaturas máximas e mínimas na região de Sorocaba foram 27.1° e 19° respectivamente. Não houve registro de precipitação no dia das coletas nas duas bacias analisadas.

No entanto, consultando o SIBH-DAEE (Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas) identificaram-se os seguintes índices de precipitação nos dias que antecederam a coleta:

- 25/03/2013: 11.9 mm

- 26/03/2013: 0.0 mm

- 27/03/2013: 15.7 mm

- 28/03/2013: 0.6 mm

Como o sistema utilizado corresponde à análise da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 10, o posto de coleta do banco de dados corresponde ao Caucaia do Alto.

- 02/02/2014

O deslocamento do sistema de alta pressão semipermanente do Atlântico Sul sobre o leste do Brasil ocasionou a ausência de episódios bem configurados da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), resultando na diminuição do nível da maioria dos reservatórios monitorados nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Por outro lado, sobre a Região Sul, a presença de uma circulação de bloqueio atmosférico no Pacífico Sul favoreceu o excesso de chuva principalmente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (CPTEC, 2014).

Segundo o instituto, os campos oceânicos e atmosféricos globais, referentes a janeiro e à primeira quinzena de fevereiro de 2014, mostraram condições próximas à normalidade nas áreas tropicais dos oceanos Atlântico e Pacífico Leste. Com isso, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema responsável pela ocorrência de chuvas no norte da Região Nordeste, vem se posicionando próximo à sua posição climatológica no decorrer dos últimos trinta dias.

De acordo com dos dados do INMET, as temperaturas máximas e mínimas na região de Sorocaba foram 36.4° e 22.9° respectivamente. Não houve registro de precipitação no dia da coleta. No entanto, consultando o SIBH-DAEE (Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas) identificaram-se os seguintes índices de precipitação nos dias que antecederam a coleta.

- 30/01/2014: 0.5 mm

- 31/01/2014: 0.1 mm

- 01/02/2014: 0.0 mm

- 02/02/2014: 0.0 mm

Tal precipitação tem como base o posto de Caucaia do Alto.

- 24/03/2014

A ausência de episódios bem configurados da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) durante fevereiro, em parte associada à presença anômala de vórtices ciclônicos na média e alta troposfera, contribuiu para a escassez de chuvas na maior parte das Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, especialmente durante a primeira quinzena do mês. Por outro lado, os totais pluviométricos situaram-se acima da média histórica em parte das Regiões Norte e Sul do Brasil (CPTEC, 2014).

A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) passou a valores abaixo da climatologia em uma área do Atlântico Norte, próximo à costa noroeste da África e em torno da climatologia no Atlântico Equatorial. Esta configuração contribuiu para a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema responsável pela ocorrência de chuvas no norte da Região Nordeste, em torno de sua posição climatológica durante fevereiro.

De acordo com dos dados do INMET, as temperaturas máximas e mínimas na região de Sorocaba foram 26° e 18.7° respectivamente.

A partir de consulta ao SIBH-DAEE (Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas) constataram-se os seguintes índices de precipitação nos dias que antecederam a coleta:

- 21/03/2014: 8.2 mm

- 22/03/2014: 17.1 mm

- 23/03/2014: 4.9 mm

- 24/03/2014: 0.6 mm

Como o sistema utilizado corresponde à unidade de análise a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 10, o posto de coleta do banco de dados corresponde ao Caucaia do Alto. De qualquer modo, mesmo sem aquisição de dados específicos para as áreas de estudos, o dia de coleta foi marcado por chuva fraca em ambas as bacias.

6.2.2 Análise e interpretação dos dados obtidos

Em 28/03/2013 foi realizada a primeira visita a campo para reconhecimento da área da bacia do córrego do Gurgel, onde foram determinados os pontos e amostragem, 01 e 02. Sendo realizada uma amostragem preliminar para conhecimento da qualidade da água, para o ponto 01 que se refere à lagoa Eutrofizada, foram analisados os parâmetros Fósforo e Nitrogênio, sendo os resultados < 0,01 mg/L e 2,52 mg/L respectivamente. Embora o reservatório em questão apresente elevado nível da presença de algas, os resultados não ultrapassaram os limites preconizados pelo CONAMA 357 na tabela 1 que se refere a águas doces de classe 1.

No ponto 2 baixo curso do córrego do Gurgel foram analisados os seguintes parâmetros com resultados reportados na tabela abaixo:

Tabela 11 – Resultados analíticos preliminares referentes ao ponto 02

| Resultados dos Ensaio Físico-Químicos | | | | |
|--|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Ponto 02 Baixo curso do córrego do Gurgel | | | | |
| Parâmetro | Unidade | VMP (classe 2 CONAMA) | VMP (classe 3 CONAMA) | Resultado 28/03/2013 Chuva?:Não |
| DQO | mg/L | N/A | N/A | <25 |
| DBO | mg/L | 5,0 | 10 | <2,0 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | Não inferior a 5,0 | Não inferior a 5,0 | 9,0 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 3,7 para pH≤ 7,5 | 13,3 para pH≤ 7,5 | <0,01 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,03 | 0,15 lóxicos 0,05 lenticos | <0,28 |

Os resultados encontrados foram bastante satisfatórios e mostram que a água nesse ponto apresenta um excelente nível de qualidade, embora os parâmetros analisados não sejam suficientes para classificar a água, são capazes de indicar que não há indícios da presença de matéria orgânica em excesso ou despejo de esgotos sanitários e a água apresenta um ótimo nível de oxigênio dissolvido, ou seja existe preservação do recursos hídricos.

Após análise dos mapas elaborados para as duas bacias hidrográficas objetos dessa pesquisa e correlação com as questões de entorno constatadas qualitativamente em visitas de campo, foram realizadas duas amostragem em dias diferentes ao longo dos cursos d'água de ambas bacias. Os resultados analíticos obtidos em campo e através do relatório de análise emitidos pelo laboratório que executa os ensaios são reportados abaixo:

Tabela 12 – Resultados analíticos referentes ao ponto 01

| Resultados dos Ensaio Físico-Químicos | | | | | |
|--|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Ponto 01 Lagoa Eutrofizada | | | | | |
| Parâmetro | Unidade | VMP (classe 2 CONAMA) | VMP (classe 3 CONAMA) | Resultado 02/02/2014 Chuva?:Não | Resultado 24/02/2014 Chuva?: Sim |
| DQO | mg/L | N/A | N/A | 111 | 68 |
| DBO | mg/L | 5,0 | 10 | 80 | 13,6 |
| Temperatura | °C | N/A | N/A | N/A | 21,9 |
| Cor | UC | 75 | 75 | >100 | >100 |
| Turbidez | NTU | 100 | 100 | 27 | 6,14 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | Não inferior a 5,0 | Não inferior a 5,0 | 2,0 | 2,0 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 3,7 para pH≤ 7,5 | 13,3 para pH≤ 7,5 | <0,28 | 1,46 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,03 | 0,15 lóticos 0,05 lenticos | <0,01 | 1,4 |

| | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|-----------|-----------|------|------|
| Condutividade Elétrica | μS/cm ³ | N/A | N/A | 104 | 62 |
| Sólidos Totais | mg/L | 500 | 500 | 82 | N/A |
| pH à 25°C | N/A | 6,0 a 9,0 | 6,0 a 9,0 | 6,62 | 5,98 |

Os resultados dos ensaios realizados em 02/02/2014 mostram que a qualidade da água nesse ponto requer atenção, dada a criticidade encontrada ao comparar os resultados com os valores máximos preconizados pela CONAMA 357, onde se verifica valores de DBO muito superiores aos 5 mg/L estabelecidos, sendo de 80mg/L na primeira amostragem e 13,6 na segunda onde deve-se levar em consideração que nas últimas 24 horas que antecederam a coleta houve chuva, o que pode ter diminuído o valor por diluição, mesmo assim o valor encontrado ultrapassa os valores máximos estabelecidos para água de classe 2 ou 3.

Segundo Baird (2002), os peixes necessitam de pelo menos 5 mg/L de oxigênio dissolvido na água para manter-se vivos, com base nos resultados analíticos verifica-se que o resultado de 2,0 mg/L encontrados de oxigênio dissolvido nas duas coletas são críticos por serem significativamente inferiores ao padrão mínimo descrito impossibilitando o equilíbrio da vida aquática nesses ambientes.¹²

Tabela 13 – Resultados analíticos referentes ao ponto 02

| Resultados dos Ensaio Físico-Químicos | | | | | |
|---|----------------|------------------------------|------------------------------|---|---|
| Ponto 02 - Córrego do Gurgel – Baixo curso | | | | | |
| Parâmetro | Unidade | VMP (classe 2 CONAMA) | VMP (classe 3 CONAMA) | Resultado 02/02/2014 Chuva?: Não | Resultado 24/02/2014 Chuva?: Sim |
| DQO | mg/L | N/A | N/A | 44 | <25 |
| DBO | mg/L | 5,0 | 10,0 | 8,92 | 3,20 |
| Temperatura | °C | N/A | N/A | N/A | 19,7 |
| Cor | UC | 75 | 75 | >100 | 69 |
| Turbidez | NTU | 100 | 100 | 70,2 | 11,6 |

| | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|--------|-------|
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | Não inferior a 5,0 | Não inferior a 5,0 | 7,6 | 8,0 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 3,7 para pH ≤ 7,5 | 13,3 para pH ≤ 7,5 | <0,28 | 0,12 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,03 | 0,15 lóticos 0,05 lenticos | < 0,01 | <0,01 |
| Condutividade Elétrica | μS/cm ³ | N/A | N/A | 75 | 82 |
| Sólidos Totais | mg/L | 500 | 500 | 26 | N/A |
| pH à 25°C | N/A | 6,0 a 9,0 | 6,0 a 9,0 | 7,45 | 7,26 |

Analisando os resultados dos ensaios referentes ao ponto 2, verifica-se que existe um nível de preservação satisfatório, frente a boa qualidade da água, no entanto, o parâmetro cor referente a primeira amostragem ultrapassa o limite estabelecido pelo CONAMA 357 para águas doces de classe 3, e o índice de DBO ultrapassa o valor máximo estabelecido para águas de classe 2, porém se enquadra na classe 3. Já os resultados referentes a segunda amostragem se enquadram na totalidade nos valores preconizados para águas de classe 2, devendo-se levar em consideração que ocorreu chuva nas últimas 24 horas que antecederam a coleta, uma vez que as precipitações podem mascarar resultados devido a diluição de possíveis contaminantes presentes na água, ou em alguns casos até elevar esses valores.

Tabela 14 – Resultados analíticos referentes ao ponto 03

| Resultados dos Ensaio Físico-Químicos | | | | | |
|--|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Ponto 03 Rio Ribeirão fazenda Velha | | | | | |
| Parâmetro | unidade | VMP (classe 2 CONAMA) | VMP (classe 3 CONAMA) | Resultado 02/02/2014 Chuva?:Não | Resultado 24/02/2014 Chuva?: Sim |
| DQO | mg/L | N/A | N/A | <25 | 27 |
| DBO | mg/L | 5,0 | 10,0 | 20 | 3,20 |
| Temperatura | °C | N/A | N/A | N/A | 22,1 |
| Cor | UC | 75 | 75 | 61 | 94 |
| Turbidez | NTU | 100 | 100 | 21,8 | 18,6 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | Não inferior a 5,0 | Não inferior a 5,0 | 6,0 | 6,0 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 3,7 para pH≤ 7,5 | 13,3 para pH≤ 7,5 | 0,35 | 0,12 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,03 | 0,15 lóticos 0,05 lenticos | <0,01 | <0,01 |
| Condutividade Elétrica | µS/cm3 | N/A | N/A | 71 | 78 |
| Sólidos Totais | mg/L | 500 | 500 | 42 | N/A |

| | | | | | |
|------------------|-----|-----------|-----------|------|------|
| pH à 25°C | N/A | 6,0 a 9,0 | 6,0 a 9,0 | 7,04 | 6,98 |
|------------------|-----|-----------|-----------|------|------|

Os resultados das análises do ponto 3 mostram excelente nível de preservação da qualidade da água nesse local, porém o parâmetro DBO ultrapassou o limite máximo estabelecido pelo CONAMA 357 para águas doces de classe 3, embora possa se tratar de resultado pontual, deve-se voltar a atenção para as questões de entorno, seja visto que nas avaliações qualitativa realizadas nas visitas de campo mostram casos de despejo de esgoto diretamente no curso d'água conforme tratado nesse trabalho referente as questões de saneamento básico ausente quase na totalidade da bacia hidrográfica do Ribeirão Fazenda Velha.

Tabela 15 – Resultados analíticos referentes ao ponto 05

| Resultados dos Ensaio Físico-Químicos | | | | | |
|--|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Ponto 05 – Ribeirão fazenda Velha – Baixo Curso | | | | | |
| Parâmetro | unidade | VMP (classe 2 CONAMA) | VMP (classe 3 CONAMA) | Resultado 02/02/2014 Chuva?:Não | Resultado 24/02/2014 Chuva?: Sim |
| DQO | mg/L | N/A | N/A | 84 | 51 |
| DBO | mg/L | 5,0 | 10,0 | 17,85 | 4,58 |
| Temperatura | °C | N/A | N/A | N/A | 22,1 |
| Cor | UC | 75 | 75 | 39 | 83 |
| Turbidez | NTU | 100 | 100 | 18 | 11,1 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | Não inferior a 5,0 | Não inferior a 5,0 | 3,6 | 6,6 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 3,7 para pH≤ 7,5 | 13,3 para pH≤ 7,5 | <0,28 | 0,34 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,03 | 0,15 lóticos 0,05 lenticos | <0,01 | <0,01 |
| Condutividade Elétrica | µS/cm3 | N/A | N/A | 86 | 87 |
| Sólidos Totais | mg/L | 500 | 500 | 24 | N/A |

| | | | | | |
|------------------|-----|-----------|-----------|------|------|
| pH à 25°C | N/A | 6,0 a 9,0 | 6,0 a 9,0 | 7,02 | 6,72 |
|------------------|-----|-----------|-----------|------|------|

O ponto de amostragem 05 refere-se ao baixo curso do Rio Ribeirão Fazenda Velho localizado próximo à área urbana e a margem da Rodovia Bujiro Nakao (SP 250) na cidade de Ibiúna, tomando como norte os resultados de 3,6 mg/L de oxigênio dissolvido, 83 unidades de Cor, 84,0 mg/L de DQO e 17,85 mg/L de DBO, constata-se alto grau de criticidade, dado o insatisfatório nível de qualidade da água nesse ponto, apontando a necessidade de monitoramento e ações voltadas para melhoria da qualidade, os resultados dos ensaios físico-químicos confirmam de forma quantitativa, as considerações firmadas nas análises qualitativas por meio de visitas de campo e organização do material cartográfico e análise de imagens de satélite. Neste sentido constata-se a partir da integração dessas informações que existe forte correlação dos resultados analíticos com as questões de entorno da bacia hidrográfica.

7. Conclusão

Com base nos resultados analíticos e avaliação dos mapas de ocupação do solo é possível constatar que existe correlação positiva da caracterização química da água com as especificidades do entorno (ocupação, vegetação e prática agrícola e relevo) das áreas de estudo, ressaltando a importância da realização de estudos ambientais nas bacias hidrográficas no âmbito da preservação e conservação dos recursos naturais. Nas duas áreas de estudo verifica-se um bom nível de preservação dos mananciais em função da grande área de cobertura vegetal existente que contribui para a retenção de possíveis contaminantes provenientes das atividades antropogênicas e consequente manutenção da qualidade da água. Por outro lado, constata-se índices de poluição e degradação que requerem atenção e planos de ação para contenção da evolução do quadro apresentado. Nesse sentido, os ensaios analíticos físico-químicos e até mesmo microbiológicos, que não fazem parte desse estudo, podem contribuir como ferramentas eficazes para o diagnóstico, controle e monitoramento da qualidade das águas.

Os parâmetros selecionados como ferramentas para o diagnóstico das águas, nesse estudo, podem contribuir de maneira positiva para o controle da qualidade das águas. A análise dos resultados obtidos pelo uso desses parâmetros tornou possível a identificação de pontos críticos, onde deve ser empregada maior atenção, com níveis satisfatórios de preservação ambiental, mostrando a importância do monitoramento e empenho para conservação da qualidade da água.

O estudo mostra que os parâmetros DQO, DBO, Temperatura, Cor, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Condutividade elétrica, Sólidos Totais e pH selecionados são suficientes para indicar problemas ambientais nos corpos hídricos, porém não podem substituir as análises preconizadas pelas normas e legislações vigentes que possuem maior número de parâmetros e podem diagnosticar com maior exatidão e forma mais específica problemas com a qualidade da água. No entanto o uso de parâmetros mínimos permite o monitoramento com maior frequência tendo em vista o baixo custo financeiro e do ponto de vista prático por não requerer tanta mão de obra e otimização de tempo para sua realização.

Da mesma forma as indústrias que fazem parte do entorno das bacias hidrográficas citadas na presente pesquisa podem utilizar os parâmetros mínimos como forma de monitorar a qualidade da água de cursos d'água a montante e a jusante de seus descartes quando for o caso, dessa forma torna-se possível identificar se os efluentes gerados pelas suas atividades estão impactando ou não a qualidade da água. Pode-se até mesmo se resguardar do ponto de vista legal, elaborando um plano de amostragem e executando as análises protocolando os laudos analíticos junto aos órgãos fiscalizadores pertinentes, ou até mesmo, para identificar a necessidade de planos de contenção ou remediação em casos positivos de contaminação, uma vez que tais parâmetros permitem essa percepção se adotados de forma sistemática e através de análise crítica dos resultados analíticos e dados históricos gerados.

Os resultados desse estudo podem contribuir ou servir de base para novos estudos acadêmicos ou provenientes dos comitês municipais, uma vez que dados analíticos são raros, devido as limitações financeiras e de pessoal Assim sendo, o tema dessa pesquisa é de extrema relevância frente à situação da escassez de água, cada vez mais discutida, noticiada e alvo de preocupação da população. Deste modo para tal conjuntura de escassez de água de boa qualidade a melhor saída e a preservação dos recursos hídricos, o que torna imprescindível o monitoramento por meio de indicadores químicos, conforme realizado no presente estudo.

Espera-se que os resultados e dados desta pesquisa sirvam de alicerce para novos estudos e para uso dos órgãos competentes para implantação de monitoramento da qualidade das águas de forma sistêmica, sendo assim, recomenda-se o monitoramento sistemático da qualidade das águas através dos parâmetros

mínimos: DQO, DBO, Temperatura, Cor, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Condutividade elétrica, Sólidos Totais e pH.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2005** Requisitos gerais para acreditação de laboratórios de ensaios e calibração. Rio de Janeiro, 2005.
- [2] BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R.; **Ecologia - de indivíduos a ecossistemas**.4 ed. São Paulo, 2007. 752 p. ISBN 85-363-0884-2.
- [3] OLIVARES, I. R. B.; **Gestão da Qualidade em Laboratórios**. São Paulo, Editora Átomo. 2006. 148p.
- [4] PIVELI, R. P.; KATO, M. T.; **Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-Químicos**. ABES, 2006. 285p.
- [5] RICE, E. W. et al.; **Standard Methods for the examination of water and wastewater**.22 ed. American Public Health Association, 2012. 1496p. ISBN 978-08-755-3013-0
- [6] SMITH, W. S.; **Os peixes do rio Sorocaba, a história de uma bacia hidrográfica**. São Paulo. Editora TCM Comunicação, 2003. 160p.
- [7] US EPA. Method 8081B – **Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography**, Fevereiro,2007.vol.02.p.57. Disponível em <www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/8081b.pdf>, acesso em maio, 2012.
- [8] Von SPERLING, M.; **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte, DESA/UFMG, 1996. 243p.
- [9] LEFF, Henrique. **SABER AMBIENTAL, Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petropolis, RJ: Vozes, 2001

- [10] NASCIMENTO, E. P. **Trajectoria da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estudos Avançados** - Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, n.74, p. 51-64, 2012.
- [11] BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: Tentativa de definição**. Disponível em: <<http://leonardoboff.wordpress.com/2012/01/15/sustentabilidade-tentativa-de-definicao/>> .
- [12]] BAIRD, COLIN; **Química ambiental/** Colin Baird; Trad. Maria Angeles Lobo RecioeLuiz Carlos Marques carrera – 2.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2002
- [13] LENZI, Cristiano Luis. **Sociologia Ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade**. SP: Bauru: Edusc, p. 89-127, 2006.
- [14] MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sobre a forma de Atlas. São Paulo: IGEOG-USP, 1973.
- [15] Costa, D.R. ; FARIA, L. C. ; TONELLO, K. C. ; Goyos, G.S.P. ; Paes, M.X. ; VALENTE, R.O. ; WENDT, J. G. N. . Diagnóstico sócio-econômico e percepção ambiental na microbacia do Rio Pirapora, Piedade-SP. **Revista Científica Eletronica de Engenharia Florestal**, v. 18, p. 22-34, 2011
- [16] IBGE-2010 BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2012.
- [17] COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA SOROCABA E MÉDIO TIETÊ (CBH – SMT). **Relatório de Situação de 2011 da Sub-bacia Médio Sorocaba**. Sorocaba. 2012.
- [18] PIEDADE, município do estado de São Paulo, disponível em: <http://www.piedade.sp.gov.br/> acessado em: 10/09/2013
- [19]] LORCA NETO, Rafael Ocanha. **Análise ambiental da Bacia do Ribeirão Fazenda Velha, Ibiúna-SP: subsídios para o planejamento ambiental e conservação dos recursos hídricos**. Dissertação de Mestrado. PGGSGA-UFSCAR, Sorocaba, 2013. 120 f.
- [20] HERZ, R. DE BIASE, M. 1989. **Crítérios e legendas para macrozoneamento costeiro**. Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Brasília: MM.

- [21] BRASIL. Lei No 6.766, de 19 de Dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano**. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em 15 novembro 2014.
- [22] BRASIL, **Código Florestal**. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.
- [23] PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de Bacias Hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 44-60, 2008.
- [24] MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez. 2002.
- [25] SILVA, Eleusa Maria. **Análise dos Aspectos socioambientais e legais na bacia do Córrego do Gurgel, Piedade-SP**. 2014. Dissertação (Mestrado em Programa em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, 90 p.
- [26] FARIAS, M.S.S. (2006). **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. (Tese em Monitoramento e Controle da Degradação Ambiental). Campina Grande, UFCG, 2006.
- [27] PAULA, Mírian Maria **Análise da Água e das Condições Ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO**. 2011. Dissertação. Mestrado em Geografia do Campus Jataí/UFG. Universidade Federal de Goiás. 124 p.
- [28] ROCHA, Hudson Moraes. **Análise Espaço-Temporal das Águas dos Afluentes e Reservatório da UHE Barra dos Coqueiros/GO**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia, Campus Jataí) - Universidade Federal de Goiás. 147 p.
- [29] CHARBONNEAU, J.P et al. **Enciclopédia de Ecologia**. EPU/EDUSP. p.120. São Paulo. 1979.
- [30] TERSARIOL, PAULO DOS SANTOS. **Monitoramento e Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Bugre em Alumínio- SP**. 2014. Dissertação - Universidade Estadual Paulista “ Julio de Mesquita Filho”.79p.
- [31] AZEVEDO, F.A.; CHASIM, A.A.M. (eds). **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003. 554p
- [32] BROWN, Theodore L. et al. **Química: a ciência central**. 9.ed. São Paulo: Pearson,Prentice Hall, 2007.

[33] TAMBOSI, L. R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para criação da zona de amortecimento**. 2008. 86f. Dissertação (Mestrado Ciências, na área de Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

[34] BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

[35] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 001/1986** - "Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental." - Data da legislação: 23/01/1986.

[36] SÃO PAULO, **sistema de informações florestais do estado de São Paulo (SIFESP)**. Disponível em: www.ifflorestal.sp.gov.br acessado em: 25/08/2013

[37] SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acessado em: 15/11/2013

[38] BRASIL. CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E PESQUISAS CLIMÁTICAS (CPTEC). Disponível em: <http://bancodedados.cptec.inpe.br/>. Acesso em 06 de Dezembro de 2014.

[39] BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 06 de Dezembro de 2014.

[40] SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE): **Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/> Acesso em 06 de Dezembro de 2014.