

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA – UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO - MESTRADO/DOCTORADO EM
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E MEIO AMBIENTE**

Rodolfo Henrique Bellavenuto de Gallardo

**Influência do entorno nos córregos da Lagoa e Bibiano (Santa Rosa do Viterbo-
SP) para a qualidade da água do Rio Pardo**

ARARAQUARA
2025

Rodolfo Henrique Bellavenuto de Gallardo

Influencia do entorno nos córregos da Lagoa e Bibiano (Santa Rosa do Viterbo-SP) para a qualidade da água do Rio Pardo

Dissertação de Mestrado apresentado à
Universidade De Araraquara como requisito
para a obtenção de título de mestre em
Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente
sob supervisão da orientadora Prof. Dra.
Vanessa Colombo Corbi

ARARAQUARA
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

G587i Gallardo, Rodolfo Henrique Bellavenuto de

Influência do entorno nos córregos da Lagoa e Bibiano (Santa Rosa de Viterbo-SP) para a qualidade da água do Rio Pardo/Rodolfo Henrique Bellavenuto de Gallardo. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2025.

50f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente- Universidade de Araraquara-UNIARA

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Colombo Corbi

1. Qualidade da água. 2. Oxigênio dissolvido. 3. Fósforo. 4. pH. 5. condutividade elétrica. 6. Nitrogênio. 7. DBO. 8. DQO. 9. Sólidos Suspensos- Rio Pardo. I. Título.

CDU 577.4

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO(A) ALUNO(A): **Rodolfo Henrique Bellavenuto de Gallardo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, curso de Mestrado, da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento Territorial e Alternativas de Sustentabilidade.

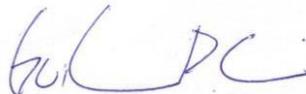
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Vanessa Colombo Corbi
UNIARA - Araraquara



Profa. Dra. Regiane Correa Campana
USP - São Carlos



Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni
UNIARA - Araraquara

Araraquara – SP 06 de março de 2025.

RESUMO

No século XXI, boa parte da população mundial vive na zona urbana de seus municípios, e houve um aumento expressivo no número de indústrias. Estes fatos acabaram contribuindo para um descontrole biológico das populações da fauna e flora aquática, e com isso uma diminuição da qualidade dos corpos d'água continentais, tais como córregos, lagos e rios. Todo esse desequilíbrio é gerado, tanto pelo elevado consumo, como pela baixa qualidade no tratamento de efluentes, que na maioria das vezes é lançado *in natura* nesses corpos d'água. Como consequências da expansão rural, urbana e das grandes empresas, temos a poluição da água que se deve a emissão de esgoto doméstico e industrial não tratados, o que leva a alterações no índice de oxigênio dissolvido e pH da água, entre outros parâmetros. No presente trabalho foram realizadas coletas e análises de amostras de água do rio Pardo, com aplicação de geotecnologias para a análise quanto ao uso da terra. As coletas de água foram realizadas por meio de garrafa tipo Van Dorn, para a análise dos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade elétrica, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fósforo, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, turbidez, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis. Alguns pontos de coleta possuem bioma do cerrado e da mata atlântica com latossolo roxo. A utilização do Sistema de Informação Geográfica foi importante para analisar quais locais tiveram pouca e muita participação antrópica. Nos resultados foram obtidos valores que não tiveram muitas oscilações entre um ponto e outro e na discussão os valores foram próximos aos valores de referência defendido pelos autores Kellner, Pires, Von Sperling, Margalef, Tchobanoglous, Von Sperling e pela RESOLUÇÃO CONAMA DE 2005.

PALAVRAS CHAVE: qualidade da água, oxigênio dissolvido, fósforo, pH, condutividade elétrica, nitrogênio, DBO, DQO, turbidez, sólidos suspensos, Rio Pardo.

ABSTRACT

In the 21st century, a large part of the world's population lives in the urban areas of their municipalities, and there has been a significant increase in the number of industries. These facts ended up contributing to a lack of biological control of populations of aquatic fauna and flora, and with this a decrease in the quality of continental water bodies, such as streams, lakes and rivers. This entire imbalance is generated, both by high consumption and by the low quality of effluent treatment, which is most often released in natura into these bodies of water. As a consequence of rural, urban expansion and large companies, we have water pollution due to the emission of untreated domestic and industrial sewage, which leads to changes in the dissolved oxygen index and pH of the water, among other parameters. The present work is aimed at collecting and analyzing water samples from the Pardo River, with the application of geotechnologies to analyze land use. Water collections were carried out using a Van Dorn bottle, for the analysis of the following parameters: dissolved oxygen, pH, temperature, electrical conductivity, total nitrogen, ammonia nitrogen, nitrate, nitrite, phosphorus, biochemical oxygen demand, chemical demand of oxygen, total suspended solids, fixed suspended solids and volatile suspended solids. Some collection points have a cerrado and Atlantic Forest biome with purple oxisol. The use of the Geographic Information System was important to analyze which locations had little and a lot of human participation. In the results, values were obtained that did not have many oscillations between one point and another and in the discussion the values were close to the reference values defended by the authors Kellner e Pires, Von Sperling, Margalef, Tchobanoglous, Von Sperling and RESOLUTION CONAMA of 2005.

KEY WORDS: water quality, dissolved oxygen, phosphorus, pH, electrical conductivity, nitrogen, BOD, COD, turbidity, suspended solids, Pardo River.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	13
2. 1. Objetivo Geral.....	13
2. 2. Objetivos Específicos.....	13
3. METODOLOGIA	14
3-1. Caracterização do local de estudo	14
3.2. Pontos de Coleta	18
3.3. Coleta de Amostras	21
3.4. Metodologia do cálculo da área do uso e cobertura da terra.....	22
4. RESULTADOS.....	23
4.1. Parâmetros físico-químicos da água	23
4.2. Sub bacias ao entorno do município	35
5. DISCUSSÃO	40
6. CONCLUSÃO	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46

1-INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica é uma área de terra delimitada por elevações topográficas, onde todas as águas que caem na forma de precipitação são drenadas para um único rio principal ou sistema fluvial, juntamente com seus afluentes e canais de escoamento inter-relacionados (CHRISTOFOLETTI, 1974).

De acordo com Lima (2006) uma bacia hidrográfica é uma área geográfica delimitada pela topografia, na qual a água da chuva é coletada e escoada para um canal principal e seus afluentes, sendo essa bacia hidrográfica fortemente influenciada pelo uso do solo.

Nos últimos anos, muitas regiões têm experimentado mudanças significativas no ciclo hidrológico devido à interferência humana no ambiente, assim como a devastação de florestas, construção de represas e o surgimento e crescimento das áreas urbanas, as quais também desempenham um papel crucial nas alterações do ciclo hidrológico, segundo Wetzel (1983).

Para os autores Vazhemin (1972) e Pereira (1997), a qualidade da água de uma microbacia, que é uma pequena área de drenagem dentro de uma bacia hidrográfica maior, pode ser influenciada por uma variedade de fatores, tais como geologia, pedologia, topografia, clima, cobertura vegetal e manejo do solo. Todos esses fatores estão interconectados e podem agir em conjunto para afetar a qualidade da água em uma determinada microbacia. Por isso, é importante adotar práticas de manejo sustentável da terra e da água para minimizar os impactos negativos e preservar a qualidade da água em ecossistemas aquáticos.

A qualidade da água em um manancial é mantida por um equilíbrio delicado entre vários processos, incluindo fatores físicos, químicos e climáticos. Mudanças nesses processos, seja por mudanças na bacia hidrográfica (a área de drenagem que contribui para o manancial), fatores climáticos ou outros, podem levar a mudanças na qualidade da água, (ARCOVA et al., 1998).

Tundisi (1999), enfatiza a importância dos recursos hídricos para a sobrevivência humana e a vida no planeta como um todo. O acesso a água de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico e social das nações, bem como para garantir a preservação da biodiversidade e a continuidade dos ecossistemas. As mudanças na quantidade de água disponível, sua distribuição e sua qualidade representam ameaças voltadas para a humanidade e para o meio ambiente.

Segundo a Lei número 9433 de 8 de Janeiro de 1997, da POLITICA DE RECURSOS HIDRICOS, a água é de domínio público; com recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais, ou seja, de tirar a sede; sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos assim como a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A Lei no 9.034/94, de 27/12/1994, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o biênio 1994/95, definiu a bacia hidrográfica do Rio Pardo como a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 04, cuja a sigla é UGRHI 04.

Oliveira-Filho et al. (1994), ressaltaram os efeitos negativos causados pela devastação das matas ciliares nos ecossistemas aquáticos, tais como assoreamento, aumento da turbidez do corpo aquático, desequilíbrio da fauna nativa da região e erosão. As matas ciliares, são formações vegetais situadas nas margens de rios, córregos, lagos e outros corpos d'água. Elas desempenham um papel fundamental na preservação da qualidade e do equilíbrio dos recursos hídricos e no funcionamento saudável dos ecossistemas aquáticos. Para mitigar esses impactos e promover a conservação dos recursos hídricos, é fundamental preservar e restaurar as matas ciliares. Medidas como a implementação de áreas de proteção permanente (APPs) ao longo dos cursos d'água, políticas de reflorestamento e conscientização sobre a importância dessas áreas são essenciais para a proteção dos ecossistemas aquáticos e da biodiversidade associada a eles.

A preocupação com a preservação dos mananciais, têm aumentado significativamente nos últimos anos de acordo com Negreiros (1997) e a preservação das matas ciliares no entorno dos rios e córregos se apresenta como um fator de suma importância. Marques e Barbosa (2006) que destaca a importância das matas ciliares no interior de São Paulo e enfatizam a necessidade de projetos de recuperação desses ambientes devido ao impacto humano sobre eles. Ambos autores ressaltam que, devido ao impacto antrópico (causado pela ação humana) sobre estas áreas, é fundamental promover a recuperação das matas ciliares por meio de projetos específicos. Isso ocorre porque as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que incluem as matas ciliares, desempenham funções essenciais para a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

A resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, estabelece em seus artigos as condições e padrões da qualidade da água para o enquadramento na classificação dos corpos d'água. Por exemplo, estabelecer limites individuais para cada substância em cada classe, o que vai subsidiar a proposta de enquadramento que periodicamente deverá ser monitorado pelo poder público. A análise e avaliação dos parâmetros de qualidade de água de que trata vão ser realizados pelo Poder Público, adotando os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis. Os valores, que são estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência. O poder público a qualquer instante pode acrescentar outras condições e padrões de qualidade em um determinado corpo d'água, tendo em vista suas condições mediante fundamentos técnicos, bem como pode estabelecer algumas restrições temporariamente, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência. As águas de classe especial devem-se manter as condições naturais do corpo d'água.

A importância do uso e ocupação das terras no contexto do planejamento ambiental, enfatiza que compreender como as terras são utilizadas e ocupadas, é fundamental porque reflete as atividades humanas que podem exercer pressão e causar danos aos elementos naturais do meio ambiente, na qual se torna essencial para análise de fonte de poluição e necessário para a ligação entre as informações do meio biofísico e socioeconômico. (Santos, 2004).

Para Fitz (2008), as geotecnologias trazem avanços esperados no planejamento, na gestão e manejo do espaço geográfico. Isso se deve ao fato de que essas tecnologias facilitam a obtenção de informações geográficas de maneira mais ágil e precisa, permitindo uma compreensão mais abrangente e detalhada das características do ambiente entre os elementos que compõem o espaço geográfico. Também englobam uma variedade de ferramentas e técnicas, incluindo sistemas de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto (SR), georreferenciamento, posicionamento por satélite (GPS), modelagem espacial, análise de dados geográficos e muito mais. Essas tecnologias permitem a coleta de dados geográficos precisos e atualizados, sua integração e análise para identificação de padrões e tendências, auxiliando na tomada de decisões consistentes em diferentes contextos. Como é dito por Piroli et al. (2012) argumentaram que o uso das geotecnologias foi de suma importância para a localização detalhada das áreas de preservação permanente do Rio Pardo, para o acesso a estas áreas, para a elaboração de bancos de dados contendo as informações de diferentes épocas na qual foi analisada e

para a sua representação cartográfica, além de permitir que seja feito um acompanhamento da evolução das características ambientais de toda área estudada ao longo de qualquer período que seja de interesse, atualizando-se os dados sempre que necessário.

Segundo Câmara et al. (2005) o SIG é usado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações através de sua localização espacial e características alfanuméricas, além de oferecerem ao administrador uma visão de seu ambiente de trabalho, sendo que todas as informações disponíveis sobre determinado assunto estão ao seu alcance, além de estarem relacionadas com base no que lhes é fundamental que é a localização geográfica. De acordo com (LIU, 2007) sensoriamento remoto é uma técnica de aquisição e de aplicações das informações sobre um objeto, sem nenhum contato físico com ele, na qual informações podem ser adquiridas a partir da detecção e medição das mudanças que o objeto impõe ao campo eletromagnético. Segundo (SCHOWENGERDT, 2007), graças aos avanços tecnológicos tanto em sensoriamento remoto como em processamento digital de imagem, influenciaram no aprimoramento nos métodos de georreferenciamento.

De acordo com Fernandes et al. (2009) parâmetros físicos e químicos são fundamentais para o monitoramento da qualidade da água nos rios e são amplamente utilizados na avaliação do estado dos corpos d'água e na detecção de potenciais problemas ambientais. Esses critérios fornecem informações valiosas sobre as características físicas e químicas da água, permitindo que sejam identificadas alterações em consequências de atividades humanas, como emissão de poluentes industriais e domésticos.

A DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos biodegradem a matéria orgânica. Já DQO é a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica (GIORDANO, 2012).

Como relatam Oliveira et al. (2012) em grandes porções de água clara, há possibilidade de penetração da radiação solar na água, sendo que a massa de água, armazena quantidades expressivas de energia, porém, com a turbidez devido à absorção e espalhamento da luz por matéria em suspensão, altera a capacidade de armazenamento, devido a elevação da taxa evaporativa

Segundo Goldman & Horne (1983), o nitrogênio é um elemento essencial nos ecossistemas aquáticos e desempenha um papel crucial nos ciclos biogeoquímicos. Pode ser encontrado em diferentes formas nos ecossistemas aquáticos, incluindo: gás nitrogênio (N_2); amônia (NH_3) e amônio (NH_4^+); nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-); ureia.

Existem diferentes formas de fósforo na água, incluindo as formas inorgânicas (como ortofosfato, monofosfato e di-hidrogenofosfato) e as formas orgânicas dissolvidas. Uma pequena fração do fósforo total pode estar presente na forma coloidal de alto peso molecular, enquanto a maior parte do fósforo total particulado é encontrada em quantidades maiores do que o fósforo solúvel na maioria dos ambientes aquáticos (Goldman & Horne 1983).

O oxigênio dissolvido (OD) na água é um fator crucial para a vida aquática, pois a maioria dos organismos aquáticos depende do oxigênio para a respiração. Os dois principais fatores que afetam a quantidade de OD na água são a temperatura e a condutividade. Com relação à temperatura, a solubilidade do oxigênio na água diminui à medida que a temperatura aumenta. Já na condutividade da água está relacionada à sua salinidade., sendo que quanto mais salina a água, menor será sua capacidade de reter oxigênio dissolvido. No entanto, o suprimento de oxigênio dissolvido na água é frequentemente reduzido por outros processos. A respiração dos animais e das próprias plantas aquáticas consome oxigênio, diminuindo seu nível na água. Além disso, a decomposição da matéria orgânica, como folhas caídas e detritos, por bactérias também pode consumir oxigênio da água (GOLTERMAN et al 1978).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde do Brasil estabelece os padrões de qualidade da água para consumo humano e os procedimentos de vigilância da qualidade da água para consumo humano.

A Resolução CONAMA 357/2005, emitida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente do Brasil, estabelece diretrizes para o controle da qualidade da água em corpos d'água do país. Os limites de pH entre 6 e 9, estipulados por essa resolução, são importantes para garantir a proteção da vida aquática. Valores de pH fora dessa faixa podem causar estresse nos organismos aquáticos, afetar o equilíbrio ecológico e prejudicar a saúde dos ecossistemas aquáticos.

O monitoramento dos parâmetros físico-químicos da qualidade da água é de grande importância para a sociedade de uma maneira geral, incluindo também as populações que fazem parte da UGRHI 04. Em nossa região, o Rio Pardo contribui decisivamente para o desenvolvimento, oferecendo suas águas para a agricultura (irrigação), dessedentação de animais, atividades industriais e comerciais, e para consumo humano. Para a avaliação ambiental da Bacia do Rio Pardo, usam-se ferramentas, sendo que abrange vários municípios e um grande contingente populacional.

Justifica o estudo no contexto das ações dos Comitês de Bacias Hidrográficas (SAMPAIO 2012).

Portanto, este trabalho verificou a influência da atuação antrópica na qualidade das águas do Córregos da Lagoa e Bibiano em Santa Rosa de Viterbo (SP) e sua influência no Rio Pardo, através da avaliação dos parâmetros físico-químicos realizados.

2-OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

Verificar a influência da atuação antrópica, na qualidade das águas dos Córrego da Lagoa e Bibiano em Santa Rosa de Viterbo (SP) e sua influência na qualidade da água do Rio Pardo, com a utilização de georreferenciamento e SIG, tais como QGIS 3.34.11-Prizren, Google Earth e MapBiomias.

2.2- Objetivos Específicos

- Verificar e analisar a qualidade da água; correlação do uso e ocupação do solo e verificar a influência da qualidade da água do Córrego da Lagoa e Bibiano no município de Santa Rosa de Viterbo (SP).
- Levantar, quantificar e observar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica dos Córregos da Lagoa e Bibiano no município de Santa Rosa de Viterbo (SP).

3-METODOLOGIA

3.1 - Caracterização do local de estudo

O estudo foi realizado nos Córregos da Lagoa e Bibiano, no município de Santa Rosa de Viterbo (SP) afluente do Rio Pardo que corre próximo à divisa do município de Santa Rosa de Viterbo com o município de Cajuru (SP).

Seu território em 2022 segundo IBGE (2024) é de 288,576 km². Na figura 1 temos a localização do município no estado de São Paulo, seguido das legendas, seta da direção norte e coordenadas geográficas.

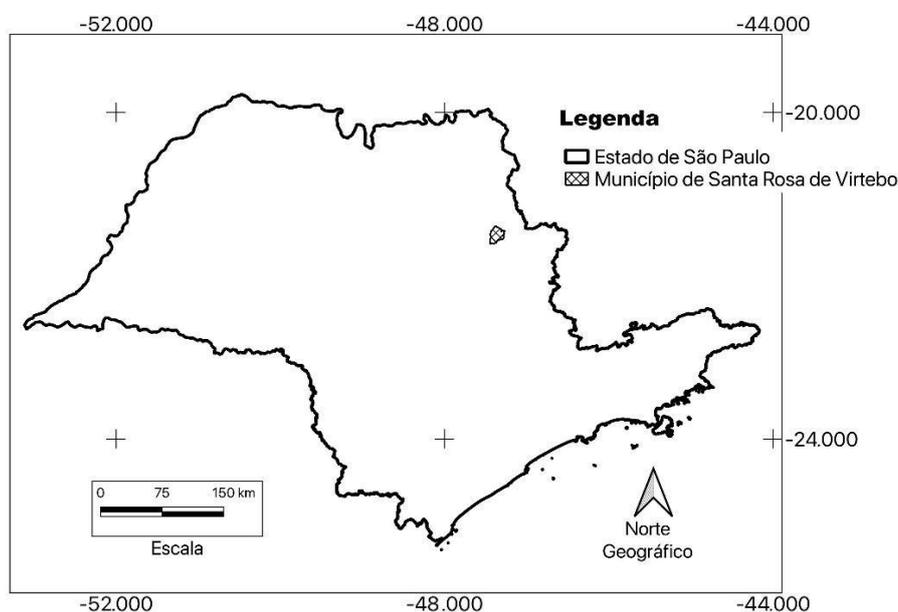


Figura 1 – Localização do município de Santa Rosa de Viterbo no estado de São Paulo, indicado pelas legendas.

Fonte: QGIS: Acesso em 08 de maio de 2024

Dados mais recentes do IBGE (2024), mostram que em 2022, a população no ano era de 23.411 habitantes, sua densidade demográfica é de 81,13 hab./km² e o IDHM (Índice de desenvolvimento humano municipal) em 2010 é de 0,770.

Segundo o IBGE (2024) com relação a questão ambiental, dados do ano de 2019, mostram que 55,9% dos domicílios urbanos em vias públicas possuem urbanização

adequada (Figura 2 – município de Santa Rosa de Viterbo - SP em destaque), 99,3% possuem esgotamento sanitário adequado e 94,4% dos domicílios urbanos em vias públicas são arborizados. Como mostra a legenda Santa Rosa de Viterbo – SP, possui aproximadamente um percentual de 4,19 km² de área urbanizada.

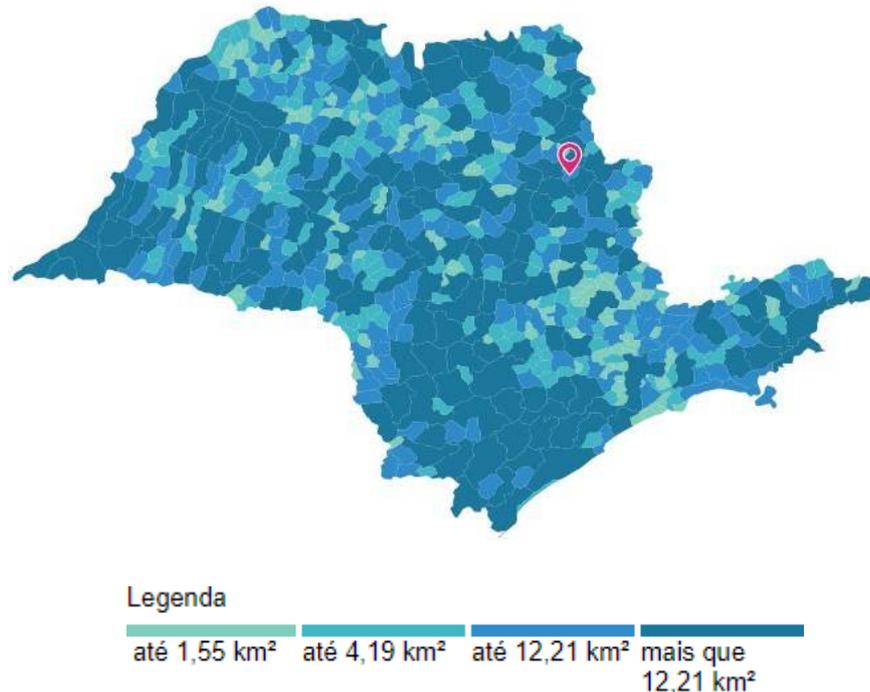


Figura 2: Percentual de áreas urbanizadas em km² dos municípios do estado de São Paulo, em destaque Santa Rosa de Viterbo-SP, indicado pela seta.

FONTE: IBGE. Acesso em 08 de maio de 2024

O município se situa a uma altitude de 735m do nível do mar e suas coordenadas geográficas são com latitude 21°29' sul e longitude 47°22' oeste.

O Rio Pardo na face norte do município de Santa Rosa de Viterbo, faz divisa com o município de Cajuru, de acordo com a figura 3.

De acordo com CBH PARDO (2010), o Rio Pardo, com suas nascentes no Planalto Sul de Minas, que pertence ao município de Ipuina -MG, é um importante afluente do rio Grande. Sua bacia hidrográfica abrange tanto Minas Gerais quanto São Paulo, embora a maior parte de seu curso se desenrole no Estado de São Paulo. O Rio Pardo tem cerca de 550 km de extensão e é alimentado por vários afluentes, com destaque para o Rio Mogi-Guaçu, que também tem sua origem em Minas Gerais. É interessante observar como a geografia e o curso do rio desempenham um papel significativo na interconexão dos sistemas hidrográficos na região (Figura 3).



Figura 3: Ponte de ferro sobre o Rio Pardo, na divisa do município de Santa Rosa de Viterbo com o município de Cajurú, SP.

Fonte: Google Earth. Acesso em 22 de agosto de 2023

A escassez da mata ciliar como mostrado na figura 4 no ano de 1957, pode levar a um processo de assoreamento da bacia hidrográfica do Rio Pardo, comprometendo a uma diminuição do nível da água. A figura 5 mostra o Rio Pardo na ponte de ferro no ano de 2025, com domínio da mata ciliar ao redor.



Figura 4: Vista do Rio Pardo no município de Santa Rosa de Viterbo ano 1957

Fonte: IBGE. Acesso em 11 de outubro de 2023



Figura 5: Vista atual do Rio Pardo com sua mata ciliar

Acesso 03 de Janeiro de 2025

A região é descrita como uma área de transição entre os climas tropical e subtropical, e não apresenta estações climáticas bem definidas. Isso pode significar que as mudanças nas condições climáticas ao longo do ano podem ser mais sutis ou menos pronunciadas, em comparação com áreas que têm climas mais distintos, tropicais ou subtropicais (Calijuri & Tundisi, 1990).

A figura 6 apresenta a bacia do Rio Pardo, que pertence a UGRHI 4 os respectivos municípios que fazem parte da bacia, na qual está indicado pela seta.



Figura 6: Municípios que são banhados pelo Rio Pardo, como mostra o relatório da CPTI (2008). Santa Rosa de Viterbo abrange uma área parcial e sede na UGRHI 04 e Cajuru com área total na UGRHI 04, sendo que ambos os municípios são banhados pelo Rio Pardo, como está indicado pela seta

FONTE: Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pardo (UGRHI – 4): relatório técnico. São Paulo

3.2 Pontos de Coleta:

Foram realizadas amostragens em 5 pontos para análise da qualidade da água na primeira coleta, foi realizada no dia 20 de março de 2024 (período chuvoso), sendo um no Córrego da lagoa, dois no Córrego dos Bibiano e dois no Rio Pardo.

- o primeiro ponto de coleta de água está situado no Córrego da Lagoa dentro do município de Santa Rosa de Viterbo com árvores do bioma da mata atlântica e cerrado, porém com algumas espécies exóticas como bambu, sendo que o tipo de solo é latossolo roxo;

- o segundo ponto localizado no Córrego do Bibiano a jusante da estação de tratamento de esgoto da empresa 1 antes de chegar no distrito da fazenda Amália com solo tipo latossolo roxo, a vegetação são espécies da mata atlântica, porém em alguns locais a vegetação nativa foi degradada pela ação antrópica, levando posteriormente ao nascimento de gramíneas;
- o terceiro ponto de coleta está localizado no córrego do Bibiano após passar pelo distrito da fazenda Amália com solo tipo latossolo roxo a vegetação são espécies da mata atlântica ao redor do corpo d'água apenas, pois uma parcela da vegetação nativa foi degradada pelo homem, levando posteriormente ao nascimento de gramíneas;
- o quarto ponto está situado no Rio Pardo antes da foz do Bibiano, ou seja, a montante, com predomínio de solo tipo latossolo roxo e a mata ciliar com sua vegetação nativa da mata atlântica preservada;
- o quinto fica no Rio Pardo após a foz do Bibiano, ou seja, a jusante, também com solo tipo latossolo roxo e também com a mata ciliar com sua vegetação nativa da mata atlântica preservada.

A segunda coleta foi realizada no dia 02 de setembro de 2024 (período de estiagem), com amostragens em 6 pontos, sendo que o sexto ponto foi no Córrego do Barro Preto próximo a saída do município de Santa Rosa de Viterbo - SP como mostra a figura 6 e os demais pontos, os locais foram os mesmos da primeira coleta. Devido as queimadas que ocorreram no período de estiagem, na qual uma boa parte dos incêndios, na qual foram causados pela ação antrópica e por ser uma área sem mata ciliar com risco de assoreamento é o que levou a ser feito o sexto ponto apenas na segunda coleta.

A figura 7 apresenta os pontos de coleta das amostras e a área de influência do município de Santa Rosa de Viterbo (SP), realizados na primeira e segunda coleta.

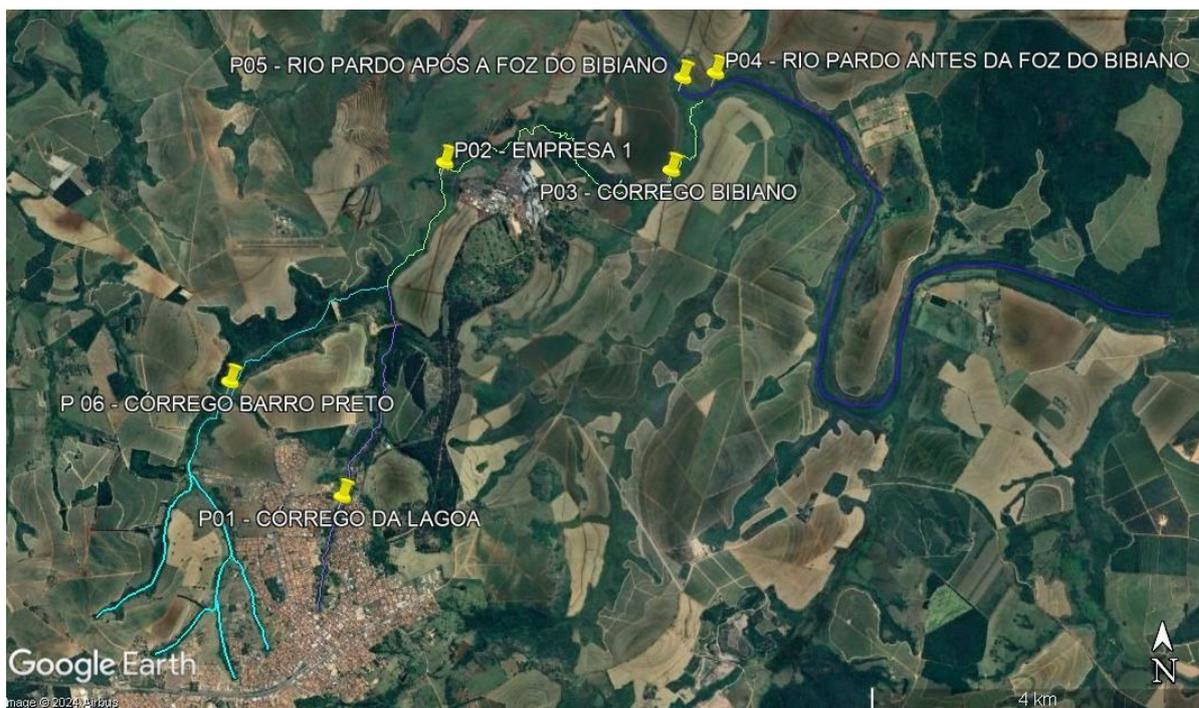


Figura 7: Localização dos pontos de coleta das amostras a serem analisadas, a área urbana de Santa Rosa de Viterbo (SP) onde está o ponto 1 e o Distrito Fazenda Amália que fica próximo ao ponto 2.

FONTE: GOOGLE EARTH. Acesso em 27 de outubro 2024

Na tabela 1 segue os locais de cada um dos pontos de coleta.

Tabela 1: localização dos pontos de coleta

PONTOS DE COLETA	
Ponto 1	CÓRREGO D LAGOA
Ponto 2	EMPRESA 1
Ponto 3	CÓRREGO BIBIANO
Ponto 4	RIO PARDO ANTES DA FOZ DO BIBIANO
Ponto 5	RIO PARDO APÓS A FOZ DO BIBIANO
Ponto 6	CÓRREGO BARRO PRETO

A figura 8 apresenta o fluxograma de amostragem para o melhor entendimento da sequência dos pontos: Córrego da Lagoa, Córrego do Barro Preto, Tratamento de esgoto e Córrego Bibiano.

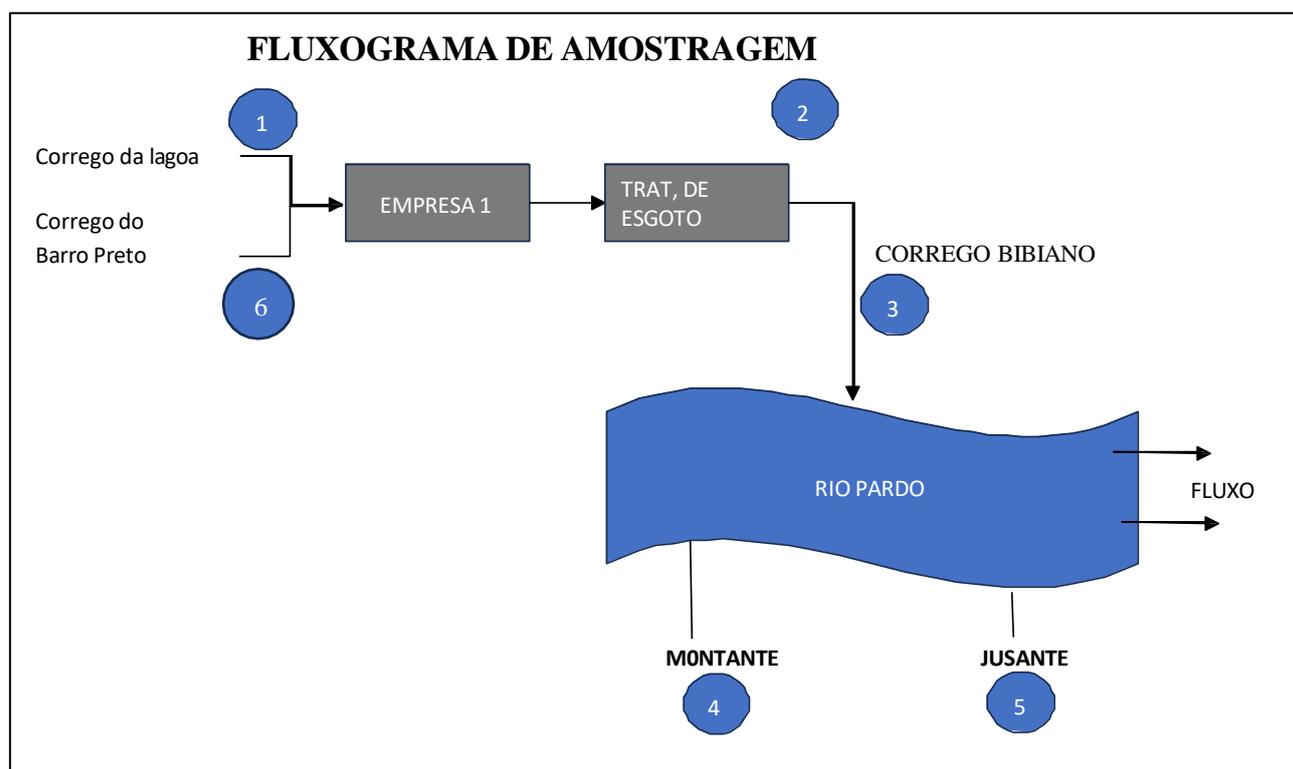


Figura 8: fluxograma de amostragem

3.3 - Coleta de Amostras

As coletas da água foram realizadas com uma garrafa tipo Van Dorn nos pontos apresentados anteriormente. A sonda YellowSpring Co 556 foi utilizada na primeira coleta, para analisar oxigênio dissolvido (OD), temperatura, condutividade elétrica, pH e turbidez. Foi convertido os sólidos totais dissolvidos (TDS) que é aferido pela sonda, em unidade nefelométrica de turbidez (NTU), através do uso do artigo Relação de conversão entre unidades nefelométricas de turbidez (NTU) em mg/L para especificação de turbidez da Alberta Transportations.

Após a coleta procedeu-se a filtragem em malha 100 μm , as amostras de cada ponto foram acondicionadas em frascos esterilizados de 2 L e transportadas em caixas de isopor com gelo até o laboratório para as análises. No laboratório foi utilizado o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW), método utilizado para análise de água e água residuais.

As análises de nutrientes e parâmetros físico-químicos, foram feitas, seguindo as determinações: nitrogênio e fósforo total (VALDERRAMA, 1981); amônia segundo (KOROLEFF, 1976); nitrato (MACKERETH *et al.*, 1978); nitrito (GOLTERMAN *et al.*,

1978); oxigênio dissolvido (GOLTERMAN et al 1978), pH (Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde), sólidos suspensos totais, fixos e voláteis.

3.4 - Metodologia do cálculo da área do uso e cobertura da terra

De acordo com (comunicação pessoal) as áreas das sub-bacias de influência dos pontos de coleta foram delimitadas utilizando a camada de hidrografia e curvas de nível da carta topográfica do IBGE, escala de 1:50.000, Carta Santa Rosa de Viterbo (IBGE, 1983). Foram baixados os arquivos shapes dessas camadas no site do IBGE, disponível em

https://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/vetoriais/escala_50mil/projeto_conv_digital/santa_rosa_do_viterbo26383/, acesso em setembro de 2024.

Utilizando as coordenadas dos pontos de coleta foi digitalizado o contorno de cada sub bacia de influência no programa QGIS 3.34.11-Prizren, adicionando uma nova camada e digitalizando como polígono. Foi adotado o Datum SIRGAS 2000 e coordenadas geográficas em latitude longitude. Foi elaborado uma camada para cada sub bacia de influência dos pontos 1, 2, 3 e 6.

As áreas de uso e cobertura da terra das sub-bacias de influências dos pontos de coleta do córrego do Bibiano, em Santa Rosa de Viterbo, foi recortado do Mapa de cobertura e uso da terra do MapBiomias (2022) em setembro de 2024, Coleção 9 ano de 2022 com resolução de 10 metros de pixel, utilizando as áreas das sub bacias de influência dos pontos 1, 2, 3 e 6. Os recortes foram realizados utilizando a aba RASTER, EXTRAIR, RECORTAR RASTER PELA CAMADA MÁSCARA, (Rios L., comunicação pessoal).

Após realizar os recortes, foi realizado o cálculo das áreas com a caixa de ferramentas, utilizando o módulo r.report. O cálculo das áreas foi feito em hectares (ha). O resultado dos cálculos foi reportado em uma tabela com as áreas calculadas por número de identificador. Com o auxílio da tabela dos Códigos das classes da legenda da Coleção 9 do MapBiomias Brasil, foram identificados cada uso. Após serem reclassificadas as áreas em três tipos de uso, Vegetação natural, áreas de uso antrópico não urbano e área urbanizada, somou-se os valores das áreas de mesma reclassificação e obteve-se as áreas de cada classe em cada sub bacia de influência, segundo (Rios L., comunicação pessoal).

4 – RESULTADOS

4.1 – Parâmetros físico-químicos da água

Primeiramente foram analisados resultados obtidos para as amostras dos 5 pontos da primeira coleta que foi realizada em 20 de março de 2024 (período chuvoso).

No ponto 1 a temperatura da água era de 25°C, pH de 7,80; oxigênio dissolvido 4,45 mg/L, que é equivalente a porcentagem de saturação de 54,2% e condutividade elétrica 193 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e turbidez 36,53 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado que a condutividade elétrica foi de 200,1 ($\mu\text{S}/\text{cm}$); fósforo total foi de 0,08 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,64mg/L; nitrato 1,90 mg/L; nitrito 0,140 mg/L; nitrogênio total 3,0 mg/L; pH 7,0; sólidos totais, fixos e voláteis foram 18, 11 e 7 mg/L respectivamente. A demanda biológica de oxigênio (DBO) e química de oxigênio (DQO) estiveram abaixo do limite de detecção. Na figura 9, mostra o primeiro ponto de coleta, sendo que tem predomínio de vegetação com plantas nativas e exóticas próxima ao córrego, pelo fato de estar dentro da zona urbana.



Figura 9: Ponto 1 localizado dentro da zona urbana de Santa Rosa de Viterbo- SP

No ponto 2 a temperatura da água estava era de 28 °C, o pH próximo do neutro com 7,79, oxigênio dissolvido de 3,59 mg/L, ou seja, 46,6% e condutividade elétrica de 261 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e turbidez 49,68 NTU, parâmetros esses aferidos via sonda. Posteriormente no laboratório foi constatado que a condutividade elétrica 272,0 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) demanda biológica de oxigênio (DBO) foi de 20 mg/L; demanda química de oxigênio (DQO) 48 mg/L; fósforo total 0,80 mg/L; nitrogênio amoniacal 9,40 mg/L; nitrato 2,06 mg/L; nitrito 0,155mg/L nitrogênio total 40 mg/L; pH 7,25; sólidos totais, fixos e voláteis foram 17, 8 e 9 mg/L respectivamente. Como fica na jusante da estação de tratamento de esgoto da empresa 1, então obteve-se valores altos tanto de fósforo e principalmente de nitrogênio total, levando a um excesso de nutrientes na água. Na figura 11, está apresentado o segundo ponto de coleta, com predomínio de gramíneas, plantas nativas e cana-de-açúcar ao redor.



Figura 10: Ponto 2 localizado perto do distrito da fazenda Amalia. A coleta foi depois da queda d'água.

No ponto 3 também com o uso da sonda, a temperatura da água era de 27 °C, o pH perto do neutro com 7,17, oxigênio dissolvido de 3,50 mg/L, ou seja, 44,7% de porcentagem de saturação e condutividade elétrica de 426 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e turbidez 80,95 NTU. No laboratório foi constatado que a condutividade elétrica foi de 427,6 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), a demanda biológica de oxigênio (DBO) foi de 38 mg/L; a demanda química de oxigênio (DQO) foi de 72 mg/L; fósforo total foi de 0,58 mg/L; nitrogênio amoniacal 2,08 mg/L;

nitrato 5,74 mg/L; nitrito 0,025mg/L nitrogênio total 10 mg/L; pH 6,98; sólidos totais, fixos e voláteis foram 21, 5 e 16 mg/L respectivamente. Na figura 12, está apresentado o terceiro ponto de coleta, sendo que ao redor tem predomínio de gramíneas vegetação nativa próxima ao corpo d' água e principalmente cana-de-açúcar.



Figura 11: Ponto 3 localizado na beira da pista depois de ter passado pelo distrito da Amalia

No ponto 4, a temperatura da água era de 28 °C, o pH perto do neutro com 7,75, oxigênio dissolvido de 3,37 mg/L, na qual representa 43,5% de saturação e condutividade elétrica de 75 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e turbidez 14,02 NTU. No laboratório foi constatado condutividade elétrica 78,93 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), a demanda biológica de oxigênio (DBO) 4 mg/L; a demanda química de oxigênio (DQO) 12 mg/L; fósforo total 0,14 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,29 mg/L; nitrato 1,64 mg/L; nitrito 0,010mg/L nitrogênio total 2,0 mg/L; pH 7,43; sólidos totais, fixos e voláteis foram 8, 6 e 2 mg/L respectivamente. Na figura 13, está apresentado o quarto ponto de coleta, com predomínio de vegetação nativa próxima ao Rio Pardo apenas com espécies arbóreas, cipós e poucas gramíneas



Figura 12: Ponto 4: localizado no Rio pardo antes do encontro com o córrego do Bibiano.

No ponto 5, a temperatura da água era de 28 °C, o pH 7,31, oxigênio dissolvido 3,44 mg/L, sendo que representa 44,1% de saturação, condutividade elétrica de 80 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e turbidez 15,19 NTU. No laboratório foi constatado que a condutividade elétrica foi de 81,14 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) demanda biológica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) estiveram abaixo do limite de detecção; fósforo total de 0,06 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,25 mg/L; nitrato 1,79 mg/L; nitrito 0,003mg/L nitrogênio total 1,0 mg/L; pH 7,34; sólidos totais, fixos e voláteis foram 23, 12 e 11 mg/L respectivamente. Na figura 14, está apresentado o quinto ponto de coleta, sendo que assim como o ponto 4, ao redor este apresenta poucas gramíneas, espécies nativas arbóreas e cipós, na qual vão estar na beira do Rio Pardo apenas.



Figura 13: Ponto 5: localizado no Rio pardo, após o encontro com o córrego Bibiano

Na segunda coleta realizada em 02 de setembro de 2024 (período de seca), a temperatura da água era de 24°C, foi aferida por meio de um termômetro analógico.

No ponto 1 foi aferida a temperatura de 24°C e turbidez 176,26 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado pH 7,08; condutividade elétrica 231,7 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$; demanda biológica de oxigênio em mg/L (DBO) 11; a demanda química de oxigênio em mg/L (DQO) 33; fósforo total 1,12 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,06mg/L; nitrato 5,586 mg/L; nitrito 0,009 mg/L; nitrogênio total 0,25 mg/L; sólidos totais, fixos e voláteis foram 13, 06 e 07 mg/L respectivamente. Nas figuras 15 e 16, está apresentado o primeiro ponto de coleta, sendo que se observa predomínio das folhagens secas do bambu e das gramíneas ao redor do corpo d'água apenas, pois está na zona urbana do município.

Já no dia 6 de outubro de 2024 as 10:50 do período da manhã, foi analisado com a sonda YellowSpring Co 556 o índice de oxigênio dissolvido que foi 10,13 mg/L e sua porcentagem de saturação de 116,5%, sendo que nos demais pontos também foi analisado o índice de oxigênio dissolvido com a mesma sonda.



Figura 14: Ponto 1 localizado dentro da zona urbana de Santa Rosa de Viterbo- SP



Figura 15: Coleta sendo feita do ponto 1

No ponto 2 a temperatura da água era de 23°C e turbidez 269,46 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado que o pH era de 7,03; condutividade elétrica 498,3 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$; demanda biológica de oxigênio em mg/L (DBO) foi de 21; a demanda química de oxigênio em mg/L (DQO) foi de 62; fósforo total foi de 2,30 mg/L; nitrogênio amoniacal 21,5mg/L; nitrato 5,360 mg/L; nitrito 0,008 mg/L; nitrogênio total 44 mg/L; sólidos totais, fixos e voláteis foram 49, 07 e 42 mg/L respectivamente; com a sonda os valores em mg/L e porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido foi de 18,43 e 241,6 respectivamente. Nas figuras 17 e 18, está apresentado o segundo ponto de coleta, sendo que em alguns locais a vegetação nativa incluindo as gramíneas foram degradada com as queimadas do período de estiagem, assim como boa parte do canavial ao redor foi afetado com os incêndios; assim como o índice de nitrogênio total e principalmente o do fósforo deram valores acima dos que foram realizados na primeira coleta que era em período chuvoso, devido as queimadas, contribuindo para o assoreamento assim como o ponto faz parte da jusante de tratamento de esgoto da empresa 1.

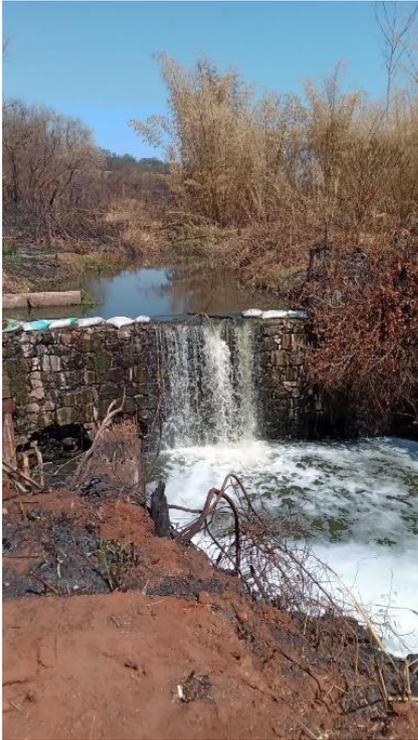


Figura 16: Ponto 2 localizado perto do Distrito da fazenda Amalia. A coleta foi feita antes da queda d'água.



Figura 17: Coleta sendo feita do ponto 2

No ponto 3 a temperatura da água era de 22°C e turbidez 365,91 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado que o pH era de 6,85; condutividade elétrica 717,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$; demanda biológica de oxigênio em mg/L (DBO) foi de 27; a demanda química de oxigênio em mg/L (DQO) foi de 82; fósforo total foi de 2,12 mg/L; nitrogênio amoniacal 20,5mg/L; nitrato 2,720 mg/L; nitrito 0,007 mg/L; nitrogênio total 35 mg/L; sólidos totais, fixos e voláteis foram 35, 04 e 31 mg/L respectivamente; com a sonda os valores em mg/L e porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido foi de 3,42 e 42,3 respectivamente. Nas figuras 19 e 20, está apresentado o terceiro ponto de coleta com locais onde vegetação nativa, assim como a canavial foram degradados pelos incêndios em toda região.



Figura 18: Ponto 3 localizado na beira da pista depois de ter passado pelo distrito da Amalia, após os incêndios



Figura 19: Coleta sendo feita no ponto 3

No ponto 4 a temperatura da água era de 21°C e turbidez 147,88 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado que o pH era de 7,21; condutividade elétrica 78,52 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$; demanda biológica de oxigênio em mg/L (DBO) foi de 05; a demanda química de oxigênio em mg/L (DQO) foi de 14; fósforo total foi de 0,01 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,05mg/L; nitrato 1,183 mg/L; nitrito 0,009 mg/L; nitrogênio total 0,20 mg/L; sólidos totais, fixos e voláteis foram 08, 05 e 03 mg/L respectivamente; com a sonda os valores em mg/L e porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido foi 9,87 e 120,5 respectivamente. Nas figuras 21 e 22, está apresentado o quarto ponto de coleta, sendo que a mata ciliar com sua boa parte da vegetação nativa da mata atlântica devastada pelos incêndios regionais.



Figura 20: Ponto 4: localizado no Rio pardo antes do encontro com o córrego do Bibiano, após os incêndios regionais



Figura 21: Coleta sendo feita no ponto 4.

No ponto 5 a temperatura da água era de 21°C e turbidez 156,65 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado que o pH era de 7,21; condutividade elétrica 102,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$; demanda biológica de oxigênio em mg/L (DBO) foi de 2; a demanda química de oxigênio em mg/L (DQO) foi de 8; fósforo total foi de 0,03 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,03mg/L; nitrato 1,497 mg/L; nitrito 0,009 mg/L; nitrogênio total 0,15 mg/L; sólidos totais, fixos e voláteis foram 17, 12 e 5 mg/L respectivamente; com a sonda os valores em mg/L e porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido foi de 9,53 e 117 respectivamente. Nas figuras 23 e 24, está apresentado o quinto ponto de coleta, com a mata ciliar com sua vegetação nativa da mata atlântica, boa parte degradada com os incêndios.



Figura 22: Ponto 5: localizado no Rio pardo, após o encontro com o córrego Bibiano



Figura 23: Coleta sendo feita no ponto 5

No ponto 6 a temperatura da água era de 21°C e turbidez 150,22 NTU. Posteriormente no laboratório foi constatado que o pH era de 7,17; condutividade elétrica 94,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$; demanda biológica de oxigênio em mg/L (DBO) foi de 5; a demanda química de oxigênio em mg/L (DQO) foi de 15; fósforo total foi de 0,02 mg/L; nitrogênio amoniacal 0,03 mg/L; nitrato 1,670 mg/L; nitrito 0,200 mg/L; nitrogênio total 0,25 mg/L; sólidos totais, fixos e voláteis foram 6, 3 e 3 mg/L respectivamente; com a sonda os valores em mg/L e porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido foi de 8,42 e 101,8 respectivamente. Nas figuras 25 e 26, está apresentado o segundo ponto de coleta com algumas árvores do bioma da mata atlântica e cerrado, porém com algumas espécies exóticas como eucalipto, sendo que o tipo de solo é latossolo roxo.



Figura 24: Ponto 6: localizado perto da zona Urbana.



Figura 25: Coleta sendo feita no ponto 6

As análises realizadas em laboratório para os pontos de coletas da primeira e segunda amostragem estão apresentadas na tabela 2, seguido da temperatura, condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}^2$, pH da sonda e turbidez que são parâmetros aferidos pela sonda YellowSpring Co 556.

PARÂMETROS DOS PONTOS

Coleta	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
Condutividade elétrica (μS/cm)	200,1 / 231,7		272,0 / 498,3		427,6 / 717,4		78,93 / 78,52		81,14 / 102,4		94,40
Condutividade elétrica da sonda (μS/cm ²)	193		261		426		75				
DBO bruta (mg/L)	< LD e 11		20 / 21		38 / 27		4 / 5		<LD / 2		5
DQO bruta (mg/L)	< LD e 33		48 / 62		72 / 82		12 / 14		<LD / 8		12
Fósforo (mg/L)	0,08 e 1,12		0,80 / 2,30		0,58 / 2,12		0,14 / 0,01		0,06 / 0,03		0,02
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,64 e 0,06		9,40 / 21,5		2,08 / 20,5		0,29 / 0,05		0,25 / 0,03		0,03
Nitrato (mg/L)	1,90 e 5,586		2,06 / 5,360		5,74 / 2,720		1,64 / 1,183		1,79 / 1,497		1,670
Nitrito (mg/L)	0,140 e 0,009		0,155 / 0,008		0,025 / 0,007		0,010 / 0,009		0,003 / 0,009		0,200
Nitrogênio Total KJELDHAL (mg/L)	3,0 e 0,25		40 / 44		10 / 35		2,0 / 0,20		1,0 / 0,15		0,25
OD (%) da sonda	54,2		46,6		44,7		43,5		44,1		
pH	7,00 e 7,08		7,25 / 7,03		6,98 / 6,85		7,43 / 7,21		7,34 / 7,21		7,17
pH da sonda	7,8		7,79		7,17		7,75		7,31		
Sólidos suspensos totais (mg/L)	18 e 13		17 / 49		21 / 35		8 / 8		23 / 17		6
Sólidos suspensos fixos (mg/L)	11 e 6		8 / 7		5 / 4		6 / 5		12 / 12		3
Sólidos suspensos voláteis (mg/L)	7 e 7		9 / 42		16 / 31		2 / 3		11 / 5		3
Temperatura (°C) da sonda	25 e 24		28 / 23		27 / 22		28 / 21		28 / 21		21
Turbidez da sonda (NTU)	36,53 e 176,26		49,68 / 269,46		80,95 / 365,91		14,02 / 147,88		15,19 / 156,65		150,22

Tabela 2: valores físico-químicos aferidos na primeira e segunda coleta

Na figura 26, está apresentado o mapa de uso e ocupação do solo de Santa Rosa de Viterbo – SP.

Uso e ocupação do solo Santa Rosa de Viterbo-SP 2022

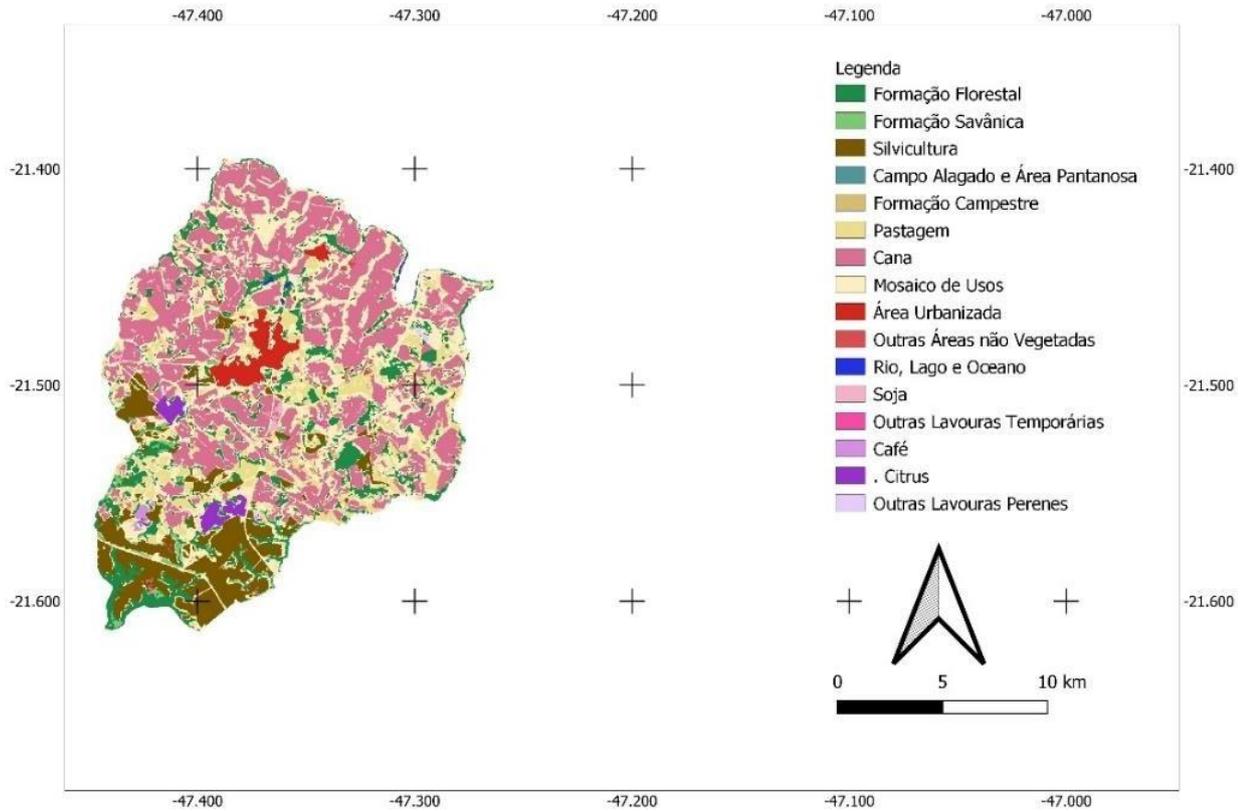


Figura 26: o mapa do uso e ocupação do solo do município de Santa Rosa de Viterbo-SP, seguido de suas legendas, seta norte e coordenadas geográficas.

FONTE: MAP BIOMAS: acesso em 08 de maio de 2024

4.2 – Sub bacias ao entorno do município

Segue os mapas de uso e ocupação da terra das sub bacias do córrego Bibiano em Santa Rosa de Viterbo – SP do ano 2022.

Na sub bacia 1 que é o córrego da lagoa, ou seja, o ponto 1 de coleta, boa parte do território é urbanizado por onde escoa a água, seguido da ocupação antrópica, ou seja, com residências ao redor e algumas plantas exóticas e poucos vestígios de formação vegetal como mostra a legenda da figura 27.

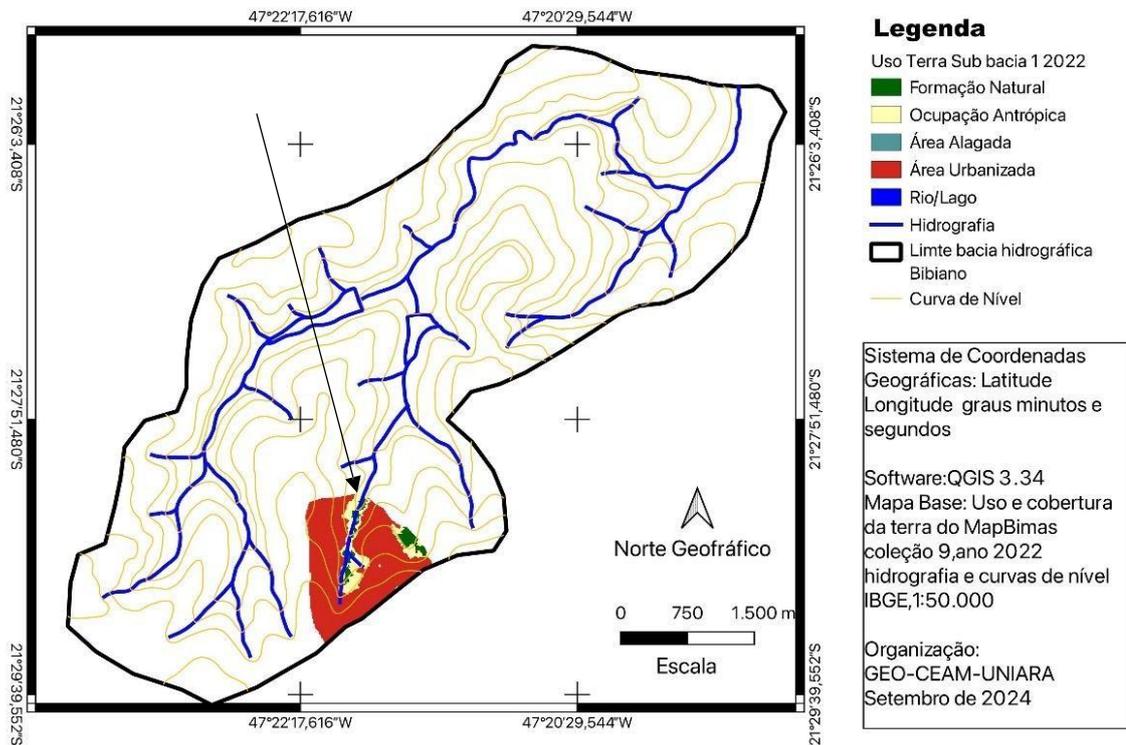


Figura 27: mapa de uso e ocupação da terra da sub bacia 1 do córrego Bibiano, seguido do primeiro ponto de coleta como mostra a seta.

Fonte: Rios, L. (2024). Acesso em 15 de outubro de 2024

Já na sub bacia 2 que é o córrego do Bibiano, ou seja, o ponto 2 de coleta, está localizado nos limites da ocupação antrópica por onde escoar a água como mostra a figura 28. Como é mostrado no mapa, tem pouca formação natural, na qual ela fica próxima aos locais com escoamento de água e de rios e lagos, incluindo também no ponto de coleta da amostra, assim como na ocupação antrópica vai ter plantação de cana-de-açúcar próxima ao local da coleta, assim como mostra toda a área urbanizada do município de Santa Rosa de Viterbo – SP.

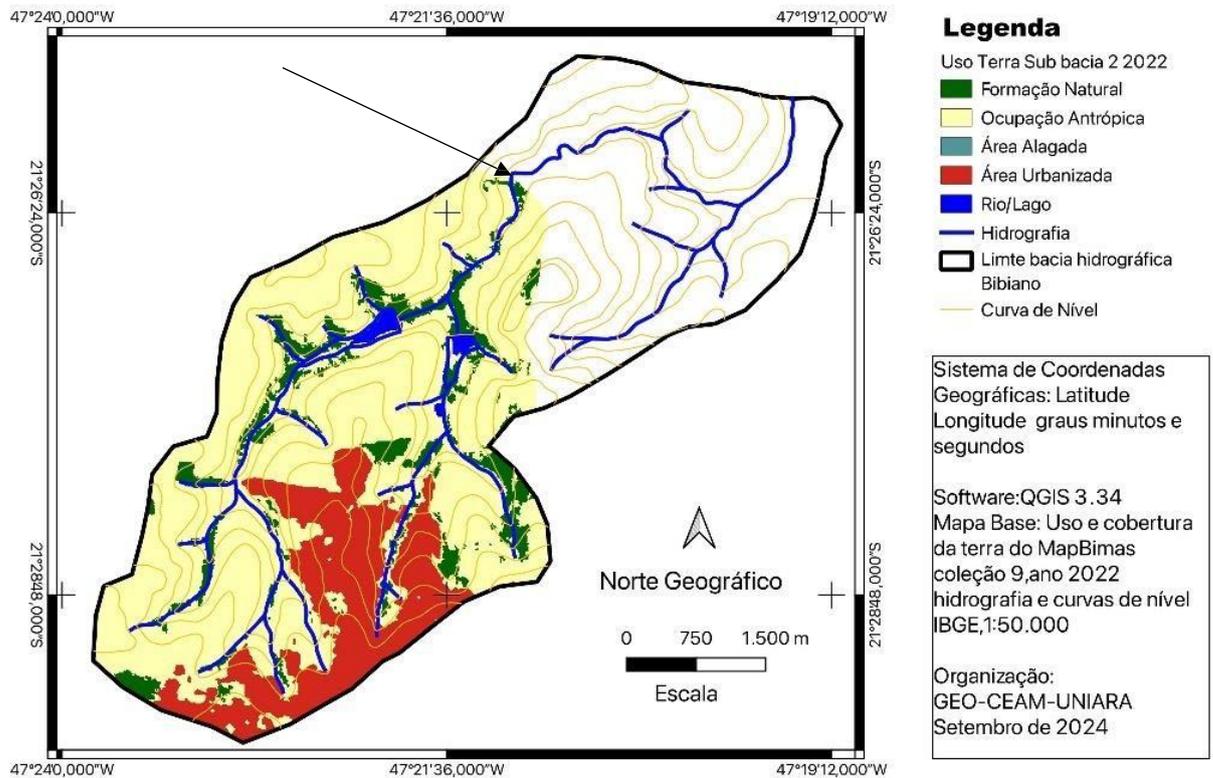


Figura 28: mapa de uso e ocupação da terra da sub-bacia 2 do córrego Bibiano, seguido do segundo ponto de coleta como mostra a seta.

Fonte: Rios, L (2024). Acesso em 15 de outubro de 2024

No caso da sub-bacia 3, assim como a anterior, que é o ponto 3 da amostragem, ela pertence ao córrego do Bibiano e localiza-se nos limites da ocupação antrópica por onde tem escoamento da água, de acordo com o mapa e com formação natural na beira dos corpos d'água tais como afluentes, rios, lagos e no ponto de coleta. Abaixo mostra o distrito da fazenda Amália que é a área urbanizada próxima ao limite da ocupação antrópica que é a e cana – de – açúcar, como mostra a legenda no mapa da figura 29.

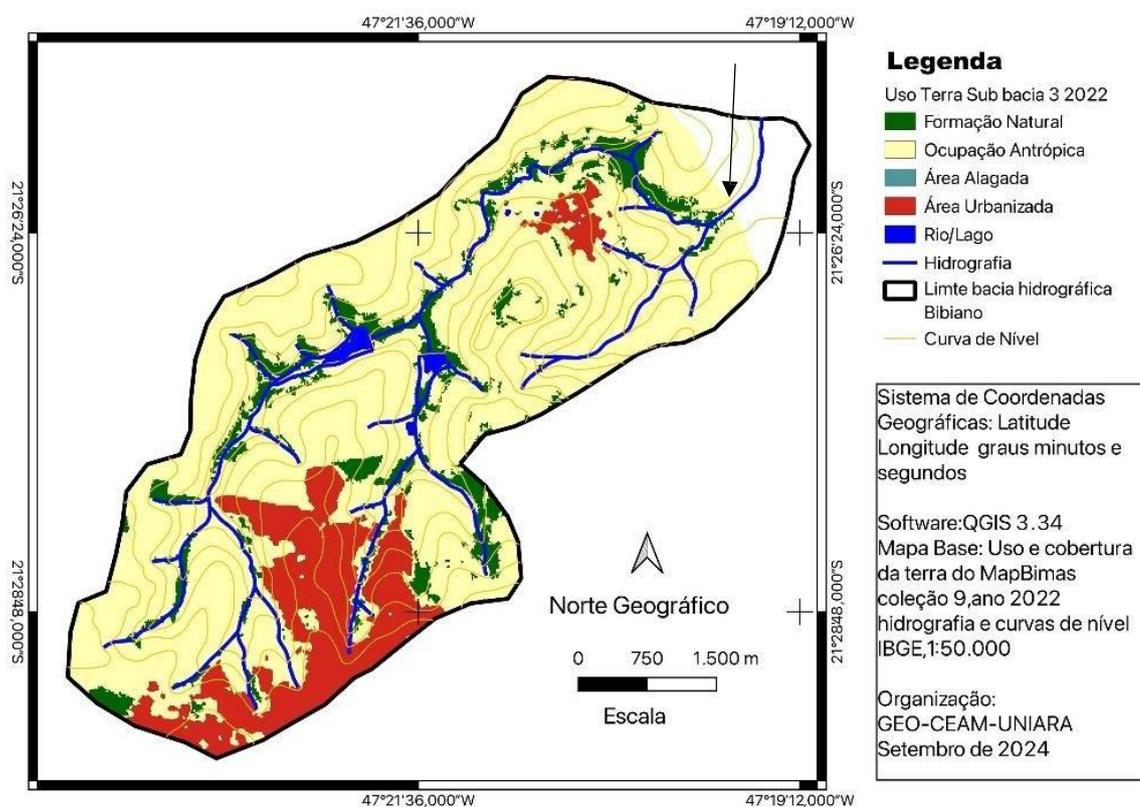


Figura 29: mapa de uso e ocupação da terra da sub bacia 3 do córrego Bibiano, seguido do terceiro ponto de coleta como mostra a seta.

Fonte: Rios, L (2024). Acesso em 15 de outubro de 2024

Já a sub bacia 6 refere-se ao córrego do Barro Preto, ou seja, o sexto ponto de coleta, na qual situa-se nos limites da ocupação antrópica que é de pastagem e canavial de acordo com a legenda, antes de desaguar no córrego do Bibiano como mostra o mapa. Assim como as sub bacias anteriores, sua formação natural está próxima aos locais com escoamento de água, inclusive no ponto de coleta, devido a praticas na plantação de cana-de-açúcar e pastagem, sendo que a área urbanizada mostra apenas uma parte do município, de acordo com a figura 30.

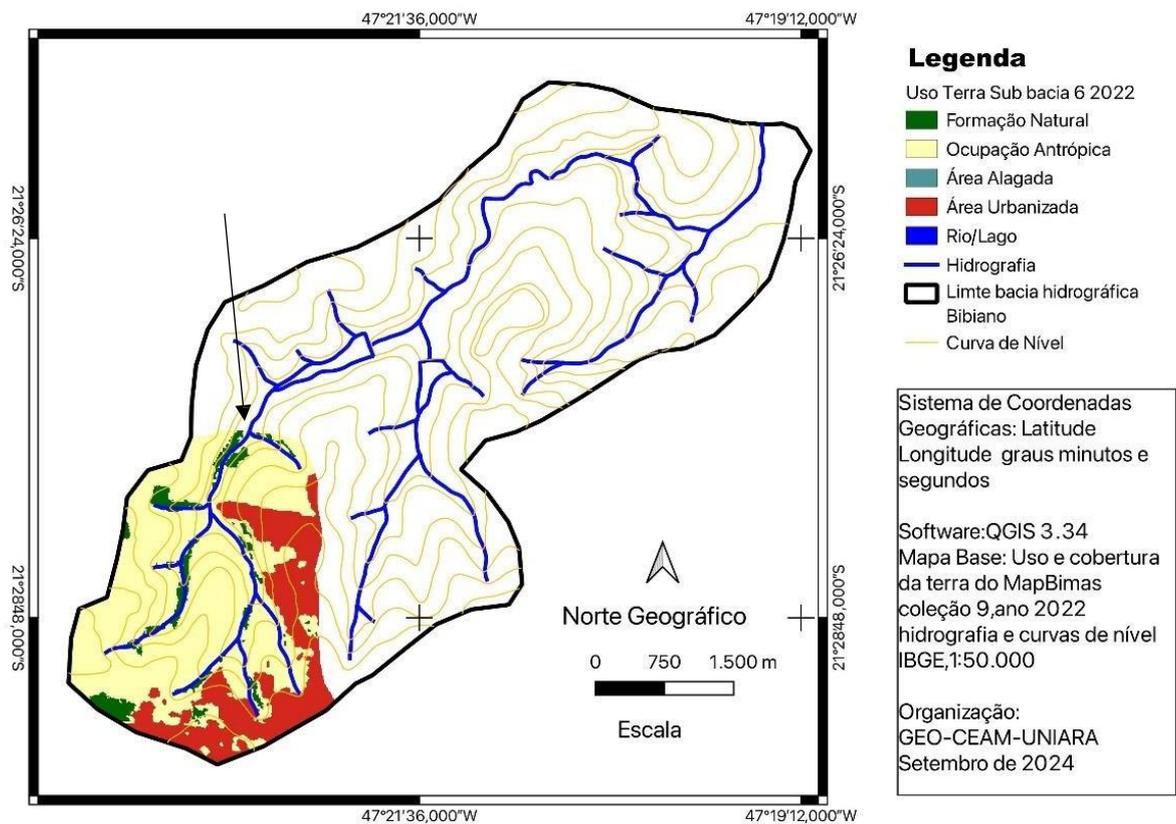


Figura 30: mapa de uso e ocupação da terra da sub bacia 6 do córrego Bibiano, seguido do sexto ponto de coleta como mostra a seta.

Fonte: Rios, L (2024). Acesso em 15 de outubro de 2024

4-DISCUSSÃO

O controle do pH é de suma importância para a manutenção de toda vida aquática, tanto de seres autotróficos como heterotróficos. De acordo com os resultados apresentados na primeira coleta (março 2024), a análise do pH via sonda, teve variação entre 6,5 a 7,9, confirmada pelas análises realizadas em laboratório. Segundo Kellner e Pires (1998), o pH na faixa de 6,9 a 7,4 é benéfico, pois poucas bactérias toleram condições ácidas e alcalinas, ou seja, não estaria prejudicando a biótica aquática. Na segunda coleta, ao comparar os 6 pontos, os valores oscilaram entre 6,85 a 7,21, ou seja, que se encontra dentro dos parâmetros relatados por Kellner e Pires (1998).

Com relação ao oxigênio dissolvido, a sonda constatou na primeira coleta, valores que oscilaram entre 3 a 4,5 mg/L aproximadamente, valores esses que são baixos para a manutenção de boa parte da biodiversidade aquática, sendo que o valor recomendado é não inferior a 6,0 mg/L O₂ para águas doces de classe 1; não inferior a 5,0 mg/L O₂ para águas doces de classe 2 e não inferior a 4mg/L O₂ para águas doces de classe 3, segundo a Resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005). Na coleta do dia 20 de março, a sonda constatou que em todos os pontos de coleta, os valores deram abaixo dos que são defendidos pela Resolução CONAMA, com exceção do ponto 1 que deu 4,45 mg/L, ou seja, valor este que está acima de águas de classe 2. Já coleta do dia 6 de outubro de 2024, a sonda constatou que os valores oscilaram entre 3,42 a 18,43 mg/L aproximadamente, ou seja, alguns pontos estavam abaixo dos limites para manutenção da biota aquática, enquanto outros não, ou seja, apenas no ponto 3 o índice de saturação foi de 3,42 mg/L, valor este que está abaixo do recomendado pela Resolução CONAMA, tanto para águas de classe 1, 2 e 3.

No que diz respeito a condutividade elétrica de acordo com Von Sperling (2007) águas naturais apresentam variações entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, já locais que apresentam poluição de esgotos domésticos e industriais os valores podem atingir os 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na primeira coleta, os valores da condutividade detectados pela sonda e pela análise do laboratório no ponto 1 foram respectivamente 193 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e 200,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, considerados valores altos; no ponto 2 foram respectivamente 261 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e 272,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ também valores altos; no ponto 3 foi de 426 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e 427,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente; no ponto 4 foi de 75 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e 78,93 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente e no 5 foram respectivamente 80 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ e 81,14, ou seja, as coletas feitas a montante e a jusante no rio foram abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Já na segunda coleta, os valores obtidos no laboratório nos pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram

respectivamente, 231,7; 498,3; 717,4; 78,52; 102,4 e 94,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ou seja, valores dos pontos 4 e 6 foram dentro dos valores de referência defendidos pelo autor.

Segundo a Resolução CONAMA n° 357/05, águas doces de classe 1 são destinadas a ao abastecimento para consumo humano, após tratamento; proteção da vida aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, de acordo com a Resolução CONAMA n° 274, de 2000; irrigação de hortaliças, na qual podem ser consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam próximas ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. Águas de classe 2 tem como destino abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção da vida aquáticas; recreação de contato primário, tendo como base a natação, esqui aquático e mergulho, conforme foi estabelecido pela Resolução CONAMA n° 274, de 2000; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) e à atividade de pesca. Águas de classe 3 são usadas para abastecimento para o ser humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; dessedentação de animais, ou seja, fornecer água potável. Águas de classe 4 são destinadas a harmonização da paisagem e navegação. Águas de classe especial tem como finalidade para o abastecimento para o ser humano, com desinfecção; preservação do equilíbrio natural dos fatores bióticas do meio aquático, ou seja, de todas comunidade; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

De acordo com Margalef (1983), o fósforo é importante para o ciclo vital dos seres vivos, como armazenamento de energia e estruturação da membrana celular. Para ambientes lóticos como córregos e rios os padrões de fosforo total é de $\leq 0,10\text{mg}/\text{L}$ para águas de classe 1 e $\leq 0,15\text{mg}/\text{L}$ para classe 3 de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/05, sendo que na primeira coleta, os pontos 1, 4 e 5 foram respectivamente 0,08, 0,14 e 0,06 mg/L , ou seja, dentro do padrão da resolução Conama, já os demais pontos estão acima do padrão, levando a um excesso desse nutriente. Na segunda coleta os pontos 4, 5 e 6 foram respectivamente 0,01, 0,03 e 0,02 mg/L respectivamente, na qual estavam dentro dos padrões da resolução Conama, já os demais pontos deram acima dos valores.

Segundo Margalef (1983), o nitrogênio é de suma importância no metabolismo dos seres vivos de ambiente aquáticos, sendo que as análises feitas no laboratório foram de nitrogênio total, amoniacal, nitrato e nitrito. Como relata Esteves, 2a.ed., (1998), o

nitrogênio é essencial no metabolismo de ecossistemas aquáticos, ou seja, sua importância se deve principalmente pela formação de proteínas, que é importante para a biomassa. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 os padrões de nitrato e nitrito de ambiente lóticos tanto águas de classe 1 e 3 são respectivamente 10 e 1,0 mg/L. Na primeira coleta em todos os pontos, os valores do nitrato e nitrito são inferiores aos padrões do Conama, ou seja, estão dentro do esperado, assim como na segunda coleta os valores também são inferiores. Para nitrogênio amoniacal o padrão da resolução Conama nº 357/05, águas doces de classe 1 e 2 são 3,7mg/L N para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/L N, para $\text{pH} 7,5 \leq 8,0$; 1,0mg/L N para $\text{pH} 8,0 \leq 8,5$ e 0,5 mg/L N, para $\text{pH} > 8,5$; logo as águas de classe 3 são 13,3 mg/L para $\text{pH} \leq 7,5$; 5,6 mg/L para $\text{pH} 7,5 \leq 8,0$; 2,2 mg/L N para $\text{pH} 8,0 \leq 8,5$ e 1,0 mg/L N, para $\text{pH} > 8,5$. Na primeira coleta os valores do pH para nitrogênio amoniacal, referente aos cinco pontos oscilaram entre 7,0 a 7,34, ou seja, no ponto 2 o valor do nitrogênio amoniacal era 9,40, cujo valor estava acima de águas doces de classe 1 e 2 e abaixo de classe 3. Já na segunda coleta, os valores do pH de todos os pontos, oscilaram entre 7,03 a 7,21, na qual os pontos 2 e 3 referentes ao nitrogênio amoniacal, os valores deram acima para águas doces de classes 1,2 e 3.

No que diz respeito a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 os valores de referência para águas doces de classe 1 são DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂; já os de água doce de classe 2 são DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂ e os de águas doce classe 3 são 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂. As amostras coletadas nos pontos 1 e 5 apresentam os valores de DBO abaixo dos valores exigidos pelo Conama tanto águas de classe 1, assim como os de classe 2 e 3, ou seja, deram abaixo do limite de detecção que é 1. Já os pontos 2 e 3 a DBO apresentam valores acima do recomendado pelo Conama que seriam respectivamente de 3, 5 e 10 mg/L nas classes 1, 2 e 3. No ponto 4 o valor da DBO, deu dentro do esperado para águas de classe 2 e 3, mas acima de águas de classe 1. Na segunda coleta, os valores deram acima em todos os pontos de coleta referente a águas doces de classe 1 e 2, com exceção do ponto 5 que foi de 2 mg/L; já para água doce de classe 3 os pontos 1,2 e 3 deram acima dos valores recomendados pela resolução CONAMA, com exceção dos pontos 4,5 e 6 que deram abaixo, na qual foram respectivamente 5, 2 e 5 mg/L.

Os valores da demanda química de oxigênio (DQO), de acordo com Tchobanoglous et al. (2004), mostram valores de referência para características físico-químicas de esgoto sanitário, com concentração de 500mg/L e de nitrogênio total 40mg/L, na qual são valores usuais desse tipo de efluente. Os valores obtidos nos resultados da

primeira coleta ao comparar com os valores do respectivo autor, foram abaixo dos valores de referência em todos os pontos de coleta para DQO e nitrogênio total foi de 40mg/L para o ponto 2 e os demais pontos foram abaixo do valor de referência de acordo com Tchobanoglous et al. (2004). Na segunda coleta em todos os pontos de coleta os valores da DQO deram abaixo do valor de referência, já o nitrogênio total no ponto 2 deu acima do valor de referência que foi 44 mg/L e os demais pontos foram abaixo do valor de referência segundo o autor.

Águas doces de classe 1,2 e 3 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, valores de referência para turbidez são até 40 UNT para classe 1 e 100 UNT para águas de classe 2 e 3. Na primeira coleta, os pontos 2 e 3 deram valores acima do valor de referência para águas de classe 1; já na segunda coleta em todos os pontos os valores foram acima dos valores de referência para águas de classe 1, 2 e 3.

Segundo Von Sperling (1996), os parâmetros relativos aos esgotos domésticos relativos aos sólidos suspensos voláteis e fixos são de 300 mg/L e 50 mg/L respectivamente para cada 1000 mg/L de sólidos totais em um esgoto bruto. Os seguintes valores das amostras coletas, referentes aos sólidos voláteis, fixos e totais em todas as amostras, deram valores abaixo dos valores de referência defendido pelo autor, tanto para a primeira coleta como na segunda coleta. Todos os pontos de coleta não têm lançamento de 100% de esgoto, porém uma pequena parcela de poluição vai ser encontrada em todos os pontos, tendo como principal referência as sub bacias 1 e 2, na qual a primeira passa dentro da zona urbana com maiores chances de ser encontrado uma fração de esgoto e a segunda também tem lançamento de esgoto por estar próxima da estação de tratamento de efluentes.

Através do uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), os mapas das sub bacias puderam ser comparadas com os parâmetros físico-químicos das amostras analisadas, sendo que as sub bacias são os afluentes do Rio Pardo e em todas pode-se observar ocupação antrópica. O Córrego da Lagoa, pertence a sub bacia 1, ou seja, o primeiro ponto de coleta, que passa dentro do município de Santa Rosa de Viterbo – SP, é um ponto que a quantidade de vegetação nativa é baixa por ser um local urbanizado.

Com relação aos parâmetros físico-químicos na sub bacia 1, na primeira coleta, os valores da condutividade elétrica, fósforo, nitrato, pH, DBO e DQO, foram abaixo em relação a segunda coleta, que foi no período de estiagem ao comparar com a primeira coleta quando tinha altos índices pluviométricos; já os demais parâmetros como nitrogênio total, amoniacal, nitrito, sólidos suspensos totais e fixos deram valores acima

no período com altos índices pluviométricos, ou seja, na primeira coleta, ao comparar com a segunda coleta.

O córrego Bibiano pertence as sub bacias 2 e 3, sendo que na sub bacia 2 onde estava presente o segundo ponto de coleta, sabendo-se, que este passa pelo município, com ocorrência da ação antrópica, com pouca vegetação nativa ao redor do córrego e com práticas agrícolas ao redor do ponto de coleta e em alguns locais tem predomínio de lago, de acordo com o mapa; já os parâmetros físico-químicos da sub bacia 2 na primeira coleta, os valores da condutividade elétrica, DBO, DQO, fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio total, sólidos suspensos totais e voláteis foram abaixo dos valores em relação a segunda coleta; já o nitrito, pH e sólidos fixos deram valores acima na primeira coleta em relação a segunda.

Com relação a sub bacia 3 de acordo com o mapa, boa parte da região tem ocorrência de ação antrópica com vestígios de mata ciliar ao redor do ponto de coleta mas com práticas agrícolas em boa parte da região e em alguns locais também tem predomínio de lagos de acordo com o mapa; os parâmetros físico-químicos da primeira coleta como condutividade elétrica, DQO, fósforo, nitrogênio amoniacal, total, sólidos suspensos totais e voláteis, deram valores abaixo na primeira coleta em relação a segunda; já os demais parâmetros deram valores acima na segunda coleta em relação a primeira.

Por último a sub bacia 6 ocorreu somente uma coleta, sendo que de acordo o mapa tem ocorrência da ação do homem, fica próximo à zona urbana, ou seja, na saída da cidade, com pouco predomínio de mata ciliar e alguns locais com práticas agrícolas e desmatamento; de acordo com os parâmetros físico-químicos foram respectivamente na mesma sequência da sub bacia 2 e 3, 94,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 5,0 mg/L, 15,0 mg/L, 0,02 mg/L, 0,03 mg/L, 1,67 mg/L, 0,20 mg/L, 0,25 mg/L, 7,17, 6,0 mg/L, 3 mg/L e 3 mg/L.

Ao utilizar o sistema de georreferenciamento, de acordo com Castro et al., (2014) ao averiguar o mapa de uso e ocupação da Bacia do Rio Lençóis – SP, boa parte tem ocupação antrópica com práticas agrícolas como a cana-de-açúcar, assim como tem pouco vestígio de vegetação nativa; ao comparar com o mapa de uso e ocupação da terra da sub bacia 3 do córrego Bibiano, também boa parte tem ação antrópica com práticas agrícolas como a cana-de-açúcar e boa parte da vegetação nativa que é escassa, pertence ao grupo das matas ciliares, na qual a sub bacia 3 pode ser tomada como referência de comparação, sendo que ela abrange as demais bacias, assim como ela fica próxima a bacia do Rio Pardo. Isso pode comprometer o corpo d'água com risco de assoreamento, devido à escassez de vegetação perto do ponto 3 de coleta.

5-CONCLUSÃO

- Os parâmetros físico-químicos, tanto nas sub bacias como na bacia do Rio Pardo, revelaram oscilações discretas em comparação aos valores de referência, defendido pelos autores citados e pela resolução CONAMA nº 357/05.
- Os pontos 4 e 5 apresentaram parâmetros com valores mais próximos aos valores de referência, provavelmente devido ao fato de estarem em uma região do Rio Pardo com mata ciliar preservada, o que reduz o processo de assoreamento e de eutrofização.
- O uso do SIG foi uma importante ferramenta para o estudo de uso e ocupação do solo, permitindo averiguar quais locais, incluindo o distrito do município, apresentaram pouca ação antrópica. O georreferenciamento é uma tecnologia que dá suporte aos municípios averiguarem os locais impactados, de tal maneira que possam tomar medidas cabíveis para o controle destes impactos ambientais, por meio de medidas por parte dos poderes público e privado.

6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. Revista do Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo, v.10, n.2, p.185-96, 1998;

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25.03.04. Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Brasília: SVS, 2004;

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2011 dez 14.

CÂMARA, G., DAVIS, C., CASANOVA, M. A., QUEIROZ, G. R. D. (Eds.) Banco de dados geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO, 2005;

CASTRO, L. I. S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R. L. & KAIZER, I. M. Sistema de Informação Geográfica na Formulação de Indicadores Ambientais Para Sustentabilidade Dos Recursos Hídricos. Irriga, Botucatu, v. 19, n.4, p. 655-674, outubro-dezembro, 2014;

CHRISTOFOLETTI, A. (1974) *Geomorfologia*. 2 ed. São Paulo. Ed. Edgard Blucher Ltda;

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO. Relatório de situação dos recursos hídricos 2010: (ano base 2009). Ribeirão Preto: CBH-Pardo, 2010. 88 p. Grupo de Trabalho Permanente do Relatório Anual de Situação dos Recursos Hídricos e Plano de Bacia;

COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pardo (UGRHI – 4): relatório técnico. São Paulo: CPTI, 2008. 363p;

CONAMA 2005. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília. DF. D.O.U. 053, 58-59;

FERNANDES, J. G.; FREIRE, M. B. G. dos S.; CUNHA, J. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORREA, M. M.; DOS SANTOS, P. R. Qualidade físico-química das águas utilizadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária), Pernambuco, v. 4, n. 1, p. 27-34, 2009;

FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008;

Fundamentos de Limnologia. Esteves, 2a.ed., 1998;

GIORDANO, G. Apostila de tratamento e controle de efluentes industriais. Disponível em:<http://metalcleanaguas.com.br/pdf/tratamento-controle-efluentes-industriais.pdf>, acessado em 13/02/2025

GOLDMAN, C.R., HORNE, A.J. **Limnology**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1983. 464 p;

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. 1978. Methods for chemical analysis of freshwater. (IBP Handbook, n. 8, 2nd Ed.). Oxford. Blackwell Scientific Publications. 213 p;

GOOGLE Inc. Google Earth. Disponível em: <www.earth.google.com>. Acesso em 22 de agosto de 2023 e 19 de abril de 2024;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Carta Topográfica de Santa Rosa de Viterbo, 1:50.000, segunda edição 1983. Disponível em https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/vetoriais/escala_50mil/projeto_conv_digital/santa_rosa_do_viterbo26383/, acesso em setembro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2023: Informações sobre área total, população, densidade demográfica, IDH, meio ambiente, histórias e fotos do município de Santa Rosa de Viterbo – SP. Disponível em <www.ibge.com.br>. Acesso em 11 de outubro de 2023 e 04 de maio de 2024;

KELLNER, E. e PIRES E. C. (1998). Lagoas de Estabilização: Projeto e Operação. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro, Brasil, 244p;

KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients. In: Methods of Sea Water Analysis GRASSHOFF, K. Verlag. Chemie Weinheim. p. 117-181;

LIMA, W. P. Introdução ao manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: DCFL/ESALQ, 2006;

LIU, W. T. H. Aplicações de sensoriamento remoto. Campo Grande: Ed. Uniderp, 2006;

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J. & TALLING, J.F. 1978. Water analysis: Some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association. Scientific Association. Kendall. Titus Wilson & Son Ltd. 117 p;

MARGALEF, R. Limnologia. Barcelona. Omega ed. 1983. 1019p;

MARQUES, M. C. V., BARBOSA, L. M. Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo. Apresentação. FAPESP / IBT / GEF: Marília, 2006;

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J. de; MELLO, J.M. de; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.17, n.1, p.67-85, 1994;

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F. A. C.; OLIVEIRA, G. X. S.; BORGES, V. P. Evaporação da água de reservatórios: Medição e estimativa por métodos meteorológicos. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. INSA, p.44- 73, 2012;

PEREIRA, V.P. Solo: manejo e controle de erosão hídrica. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p;

PIROLI, E. L. Imagens de satélite de alta resolução espacial para o mapeamento da dinâmica do uso da terra. In: Geopantanal, IV, 2012, Bonito. Anais... Campinas: Embrapa, 2012. p. 1280-1290

POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS 9433/97.pdf. POLÍTICA Nº 9433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Publicada no DOU, de 09/03/1997, pág. 470;

PREFEITURA DE SANTA ROSA DE VITERBO-SP. Dados da população do município, altitude e coordenadas geográficas do ano de 2024. Disponível em <www.camarasrviterbo.sp.gov.br/pagina/9/dados-do-município>. Acesso em 04 de maio de 2024.

Projeto MapBiomias – Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em setembro de 2024 através do link: https://storage.googleapis.com/mapbiomaspublic/initiatives/brasil/collection_9/lclu/coverage/brasil_coverage_2022.tif;

RESOLUÇÃO CONAMA 357-05.pdf. RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63;

Rios, L. (2024). Tabela de uso e cobertura da terra das sub bacias de influência do córrego do Bibiano em Santa Rosa de Viterbo (SP), Brasil no ano de 2022 [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13898301>;

SAMPAIO, Carolina de Freitas. Avaliação ambiental do rio Pardo, Brasil: ênfase para Áreas de Preservação Permanente, ecossistemas aquáticos superficiais e condições físico-químicas da água. Ribeirão Preto, 2012. 101 p.: il.; 30 cm;

SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004;

SCHOWENGERDT, Robert A. Remote Sensing: models and methods for image processing. 3 ed. Amsterdam: Elsevier, 2007. 560 p.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1960. A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 125: 1-18;

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H.D. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4a. ed. Boston: McGraw Hill, 2004;

TUNDISI, J.G. Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p;

VALDERRAMA, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.* 10: 1109-1122;

VAZHEMIN, I.G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. *Soviet Soil Science*, Silver Spring, v.4, n.1, p.90-101, 1972;

VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos . 2ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996. Vol. 1. 243 p;

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p

WETZEL, R.G. *Limnology*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1983. 743 p;