



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Campus Presidente Prudente

DANIEL JOSÉ DIVIESO RODRIGUES

PROTEÇÃO E RESTAURAÇÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO SÃO SEBASTIÃO - MANANCIAL DO ALTO CURSO DO
RIO SANTO ANASTÁCIO – ÁLVARES MACHADO – SÃO PAULO -
BRASIL

PRESIDENTE PRUDENTE 2023

DANIEL JOSÉ DIVIESO RODRIGUES

**PROTEÇÃO E RESTAURAÇÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO SÃO SEBASTIÃO - MANANCIAL DO ALTO CURSO DO RIO
SANTO ANASTÁCIO – ÁLVARES MACHADO – SÃO PAULO -BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP/ Presidente Prudente – SP, para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Professor Doutor Paulo Cesar Rocha

PRESIDENTE PRUDENTE 2023

D618p

Divieso, Daniel José Rodrigues

Proteção e restauração da sub-bacia hidrográfica do córrego São Sebastião
- manancial do alto curso do rio Santo Anastácio - Álvares Machado - São
Paulo - Brasil / Daniel José Rodrigues Divieso. -- Presidente Prudente, 2023
106 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) - Universidade
Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente
Prudente

Orientador: Paulo Cesar Rocha

1. Proteção e Restauração de Bacia Hidrográfica. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CARTA DE APROVAÇÃO

DANIEL JOSÉ DIVIESO RODRIGUES

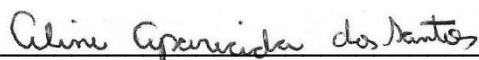
**PROTEÇÃO E RESTAURAÇÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO SÃO SEBASTIÃO - MANANCIAL DO ALTO CURSO DO RIO
SANTO ANASTÁCIO – ÁLVARES MACHADO – SÃO PAULO -BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Geografia da Faculdade de
Ciências e Tecnologia/UNESP/ Presidente
Prudente – SP, para a obtenção do título
de Bacharel em Geografia.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha



Ma. Aline Aparecida dos Santos



Me. Edmiller José Silva Degrande

AGRADECIMENTOS

Acredito que boa parte das pessoas que iniciam a primeira graduação concordam que se trata de um dos períodos mais complicados pelo qual já passaram, mas não compartilho dessa opinião. Pois sou um gênio ou um prodígio da geografia? Definitivamente não, inclusive meu trabalho seguir demonstra o contrário disso. Porém ao longo desses anos convivi com pessoas incríveis que transformaram minha faculdade em uma ótima experiência, fazendo eu não me arrepender de não ter feito Direito.

Agradeço primeiramente e imensamente a minha família. Minha mãe com a sua ternura e meu pai com sua determinação (e um bigode maneiro, diga-se de passagem) foram o motivo pelo qual eu entrei, cursei e me formei na universidade. As minhas duas irmãs, que mesmo não estando perto, sempre estiveram presentes na minha vida, me ouvindo, dando conselhos e sempre ajudando o Daniel.

Igualmente agradeço aqueles que, por mais que não tenham me aturado durante a infância, considero família. A Bianca, fonte de carinho e motivação que me faz ser cada vez mais forte. Ao meu mano Buttlerzinho, que além de amigo foi um grande professor nas horas vagas. Ao meu mano Visnícus, pobre coitado que tá do meu lado desde quando eu tinha cabelo. Ao meu primo Raul, que odeia dedicatórias. Ao Duardo, que sempre contribuía as conversas com os comentários mais desnecessários e nos piores momentos. E por fim, aos queridíssimos Dersinho Show e Matheuzinho, que me ajudavam a esquecer as fases difíceis com ótimos momentos de descontração.

Agradeço também aqueles que marcaram minha vida e não poderiam passar impunes. Ao Paulo, Marcelo, Felipe, Lucca e João, manos do Condado onde eu mendigava conhecimento. Brunão, Kaião, Luciano, Bruno e Laércio, que deixavam qualquer aula ruim pior ainda. A todos da Turma LX, independente se guardo com carinho ou rancor. E ao Enrico, Cabelo, Ramon e todos aqueles que

dividiram ótimos momentos comigo no santuário desta universidade, o bar do Makoto.

Além disso, agradeço a instituição UNESP por ter propiciado conhecimentos e momentos que levarei para vida. Além disso, agradeço aos professores que somaram e muito a minha formação, principalmente aqueles que assumiram a árdua tarefa de me orientar, os professores Paulo César e Antônio Cezar, que até onde eu sei, não vomitaram lendo as primeiras versões dos meus trabalhos. Cito também aqueles que me marcaram dentro e fora das salas, os professores Gabriel, João Osvaldo, Margarete, Isabel e principalmente o Mariano que em sua primeira aula me acendeu a vontade de aprender cada vez mais sobre o meio físico e biótico.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo realizar uma análise ambiental e social da sub-bacia hidrográfica do córrego São Sebastião, a fim de identificar a atual nível de degradação para que sejam realizadas propostas mitigadoras que colaboraram com a proteção e restauração do ecossistema local, incluindo a recuperação das matas ciliares, a captação de resíduos sólidos e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis. A área de estudo se localiza no município de Álvares Machado, em São Paulo, e compõe o manancial do alto curso do rio Santo Anastácio que abastece a cidade de Presidente Prudente. A área em questão foi escolhida tendo em vista vulnerabilidades apresentadas que colocavam em risco a quantidade e qualidade do manancial. O trabalho foi desenvolvido através da revisão bibliográfica, análise de dados coletados em campo, informações disponibilizadas em plataformas digitais como o Google Earth e o MapBiomas. Tendo como resultado bons índices de áreas reservadas, mas que apresentam fragilidades que colocam em risco a quantidade e qualidade da água, tornando necessário a adoção de medidas mitigadoras propostas.

Palavras Chave: Bacia Hidrográfica, Recursos Hídricos, Análise Social, Proteção Ambiental.

ABSTRACT

This undergraduate thesis aims to conduct an environmental and social analysis of the São Sebastião stream watershed, in order to identify the current level of degradation and propose mitigating measures to contribute to the protection and restoration of the local ecosystem. These measures include the recovery of riparian forests, solid waste collection, and the promotion of sustainable agricultural practices. The study area is located in Álvares Machado, São Paulo, and constitutes the headwaters of the Santo Anastácio River, which supplies water to the city of Presidente Prudente. The chosen area presented vulnerabilities that jeopardized the quantity and quality of the water resource. The research involved literature review, field data analysis, and information gathered from digital platforms such as Google Earth and MapBiomas. The results indicated favorable indices for reserved areas, but also highlighted weaknesses that pose a threat to water quantity and quality, necessitating the adoption of proposed mitigation measures.

Keywords: Watershed, Water Resources, Social Analysis, Environmental Protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Descrição dos cursos hídricos	20
Figura 2 - Divisão entre bacia e sub-bacia	22
Figura 3 - Sistema do ciclo hidrológico	27
Figura 4 - Tamanho da APP de acordo com a largura do rio	29
Figura 5 - Formação geológica sob a área	35
Figura 6 - Atuação das massas de ar sobre a América do Sul	40
Figura 7 - Nascente difusa 1	45
Figura 8 - Nascente difusa 2	45
Figura 9 - Argissolo vermelho	52
Figura 10 - Neossolos Litólicos	53
Figura 11 - Evolução do uso e cobertura do uso da terra sobre a área	58
Figura 12 - Acesso a estrada Coronel Goulart em Pirapozinho	59
Figura 13 - Estrada Coronel Goulart registrada pelo Street View	60
Figura 14 - Horta próxima das residências	63
Figura 15 - Horta próxima do córrego principal	63
Figura 16 - Cultivo de cana-de- açúcar	64
Figura 17 - Cultivo de seringueiras 1	65
Figura 18 - Cultivo de seringueiras 2	65
Figura 19 - Cultivo de eucaliptos	66
Figura 20 - Cobertura das pastagens sobre a sub-bacia	68
Figura 21 - Gado leiteiro na sub-bacia	69
Figura 22 - Rotação das pastagens	69
Figura 23 - Área reservada sem cobertura arbórea	73
Figura 24 - Áreas com trânsito de animais	74
Figura 25 - Descarte ilegal de lixo na estrada Coronel Goulart	78
Figura 26 - Cultivo de eucaliptos sobre a nascente do córrego principal	79
Figura 27 - Pisoteio do gado sobre o córrego principal 1	81
Figura 28 - Pisoteio do gado sobre o córrego principal 2	82
Figura 29 - Deposição de sedimentos no fundo do córrego 1	83
Figura 30 - Deposição de sedimentos no fundo do córrego 2	84

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização da Sub-bacia do córrego São Sebastião.....	13
Mapa 2 - Manancial do alto curso Santo Anastácio	15
Mapa 3 - Rede de drenagem da sub-bacia do córrego São Sebastião	41
Mapa 4 - Nascentes difusas da sub-bacia do córrego São Sebastião	45
Mapa 5 - Hipsometria da sub-bacia do córrego São Sebastião	49
Mapa 6 - Propriedades e construções na área de estudos.....	58
Mapa 7 - Ocupação da agricultura na sub-bacia do córrego São Sebastião ...	67
Mapa 8 - Ocupação das pastagens na sub-bacia do córrego São Sebastião ..	71
Mapa 9 - Áreas reservadas à margem dos cursos d'água	75
Mapa 10 - Uso e cobertura do solo da sub-bacia do córrego São Sebastião ..	76
Mapa 11 - Delimitação das APP na sub-bacia do córrego São Sebastião	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média da pluviosidade ao longo do ano	36
Tabela 2 - Média da temperatura ao longo do ano	37
Tabela 3 - Densidade de drenagem	43
Tabela 4 - Divisão do uso e cobertura do solo	57
Tabela 5 - Extensão dos tipos de culturas	62
Tabela 6 - Divisão das áreas reservadas	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. LOCALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDOS.....	12
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVO GERAL	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REVISÃO DA LITERATURA NESTE CAMPO DE CONHECIMENTO	17
3.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DO USO DO SOLO	17
3.2. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO.....	19
3.3. MANANCIAIS E A IMPORTÂNCIA DA SUA PRESERVAÇÃO	23
3.4. O PAPEL DA ÁGUA NO SISTEMA AMBIENTAL	24
3.5. A INDISSOCIABILIDADE DAS APP E OS CURSOS HÍDRICOS	27
3.6. A IMPORTÂNCIA DA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL HOJE	30
4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA SUB-BACIA	33
4.1. GEOLOGIA	33
4.2. CLIMA	35
4.3. HIDROGRAFIA	38
4.4. RELEVO.....	46
4.5. SOLO	49
5. METODOLOGIA	52
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
6.1. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO.....	56
6.2. POSSÍVEIS IMPACTOS RECORRENTES DO USO E COBERTURA DO SOLO	78
6.3. PROPOSTAS MITIGADORAS SOBRE OS IMPACTOS.....	85

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
8. BIBLIOGRAFIA.....	95

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca realizar uma análise ambiental e social sobre a sub-bacia do córrego São Sebastião com a finalidade de realizar uma proposta mitigadora tendo em vista as fragilidades a serem identificadas. O córrego está situado no município de Álvares Machado e desempenha um papel importante como afluente do Rio Santo Anastácio, que, por sua vez, alimenta a represa do alto Santo Anastácio, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22) em São Paulo (DIBIESO 2013).

Os impactos ambientais do uso do solo esclarecem como as atividades humanas moldam e ocupam as áreas terrestres. Vaeza (2010) destaca a importância do entendimento do uso e ocupação do solo para diversos aspectos, desde o planejamento territorial até a preservação ambiental. Já em um contexto referente a bacias hidrográficas, a análise do uso e ocupação do solo torna-se crucial, uma vez que as bacias são sistemas amplos e complexos, sendo as ações antrópicas determinantes para o seu funcionamento natural (LUZ, 2009).

Já para Dibieso (2013), que direciona o foco para a região do manancial alto Santo Anastácio, enfatiza a necessidade de compreender não apenas o uso do solo, mas também o contexto que levou a determinada ocupação. A proposta de análise tem como objetivo revelar os modos de ocupação e exploração, estabelecendo conexões com os fatores que são importantes para o gerenciamento dos recursos hídricos.

A compreensão das bacias hidrográficas também é fundamental para uma abordagem integrada dos recursos hídricos. Essas áreas desempenham um papel vital na drenagem natural da água superficial, conectando vertentes e formando redes de drenagem (SILVEIRA, 2001). Leal (1995) defende a constante interação entre os componentes da bacia, como engrenagens, enfatizando que afetar uma parte do sistema impacta todo o conjunto, realçando a importância de analisar cada atributo e suas interações.

O foco deste trabalho recai sobre uma sub-bacia hidrográfica, que adota a ideia apresentada nos estudos de Dibieso (2013), no qual defende que as sub-bacias são unidades de pequena escala, com transporte predefinido para córregos ou rios, integrando-se em um canal principal. Assim, ambas as áreas (Bacia e Sub-bacia) não se tratam apenas de formas de relevo, mas de um cenário complexo onde a interação das águas ocorre com os meios físicos, bióticos e sociais. O entendimento desse contexto é vital para abordar os desafios e a restauração ambiental aplicada a toda a sub-bacia, visando tratar os problemas vigentes (Yassuda, 1993).

A preservação de qualquer recurso hídrico é de suma importância para o meio antrópico, ainda mais referente às águas voltadas ao abastecimento humano, que é o caso dos mananciais. Ter um gerenciamento eficaz é de extrema importância para garantir a qualidade e quantidade de água superficial ou subterrânea para consumo humano e atividades econômicas (REBOUÇAS, 2004).

A proteção dos mananciais não apenas resguarda o abastecimento público, mas também desempenha um papel fundamental na preservação de um recurso vital para atividades humanas e ecossistemas. O planejamento de recursos hídricos, destacado por Rodriguez et al. (2011) e Leal (2003), busca equilibrar as diversas demandas por água, prevenir problemas de escassez e poluição, promover a gestão integrada e garantir a participação da sociedade, prezando a sustentabilidade ambiental e econômica a longo prazo.

O que torna esses ambientes complexos e de suma importância para todos é, evidentemente, a presença da água. A água desempenha um papel central na dinâmica de uma bacia hidrográfica, sendo o principal agente transformador desse sistema interconectado. Desde a biosfera até a hidrosfera, cada componente do ambiente depende da água para desencadear suas funções dentro do sistema. Os processos desencadeados não resultaram apenas das chuvas, mas também da interação única de cada esfera com a água à medida que ela percorre o sistema (DIBIESO, 2013).

Com isso, integrando as ideias de Rebouças (2004) a bacia hidrográfica pode ser analisada como um grande sistema, já que a água possui zonas de entrada e saída por meio de uma região interativa onde os processos se desenrolam. Como veremos, a água da chuva desencadeia uma série de processos, desde a infiltração no solo e na rocha, contribuindo para a pedogênese do solo, até o escoamento superficial que esculpe o relevo, o que transforma e prepara o ambiente para abrigar a vida (TOLEDO, 2009; DE MORAIS, 2012).

Tendo em mente a importância dessas áreas para o meio físico, biótico e antrópico foram idealizadas as Áreas de Preservação Permanente (APP) que desempenham um papel crucial na proteção dos cursos d'água e no equilíbrio ambiental das bacias hidrográficas. As APP são faixas às margens dos rios compostas, especialmente, por matas ciliares. Essa vegetação ribeirinha atua como uma barreira natural, desempenhando funções essenciais como a prevenção de erosões do solo, filtragem de impurezas e manutenção da qualidade da água (Borges et al., 2011).

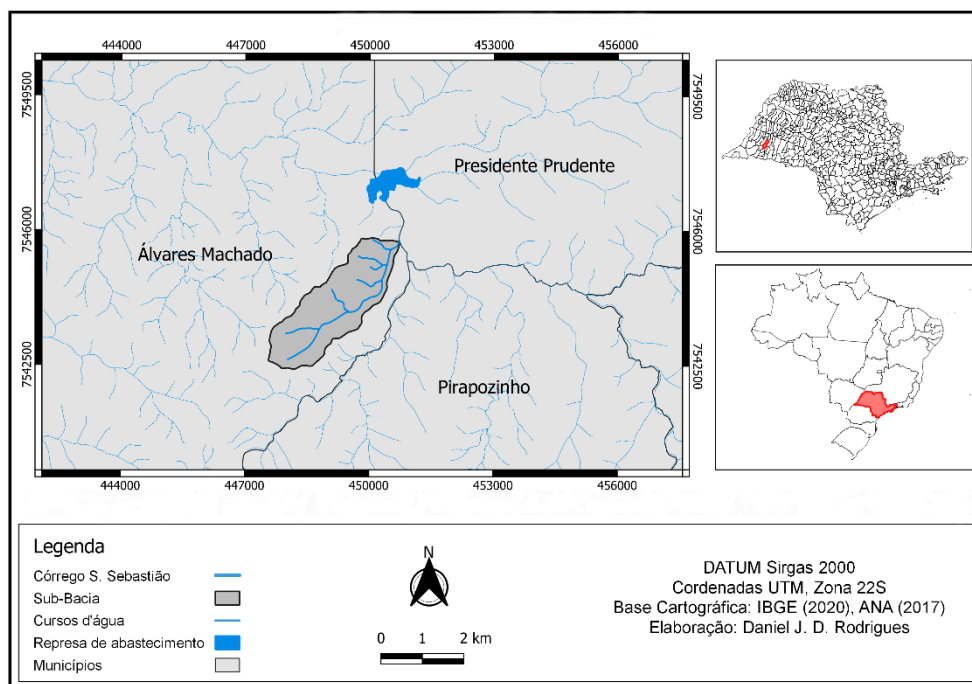
Tamanha é a importância das APP que sua proteção deve ser contínua, e na falta da vegetação, sua recuperação deve ser imediata. No atual contexto brasileiro, a vegetação nativa não recebe o devido reconhecimento e proteção, sendo frequentemente derrubada para dar lugar a outras utilizações do solo, como é o caso da agricultura e pecuária (Rodrigues et al., 2015).

A contínua degradação provocada por práticas agropecuárias no meio rural resulta em perdas tanto para os produtores quanto para o meio ambiente. Por isso é de suma importância, social e ambiental, destinar as faixas às margens dos rios a preservação. Entretanto, como afirma Götsch (1995), apenas reservar essas áreas não é o suficiente, visto que naturalmente a restauração das APP pode levar muito tempo, com isso é de suma importância uma proposta de restauração adequada que otimize o tempo necessário.

1.1. LOCALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDOS.

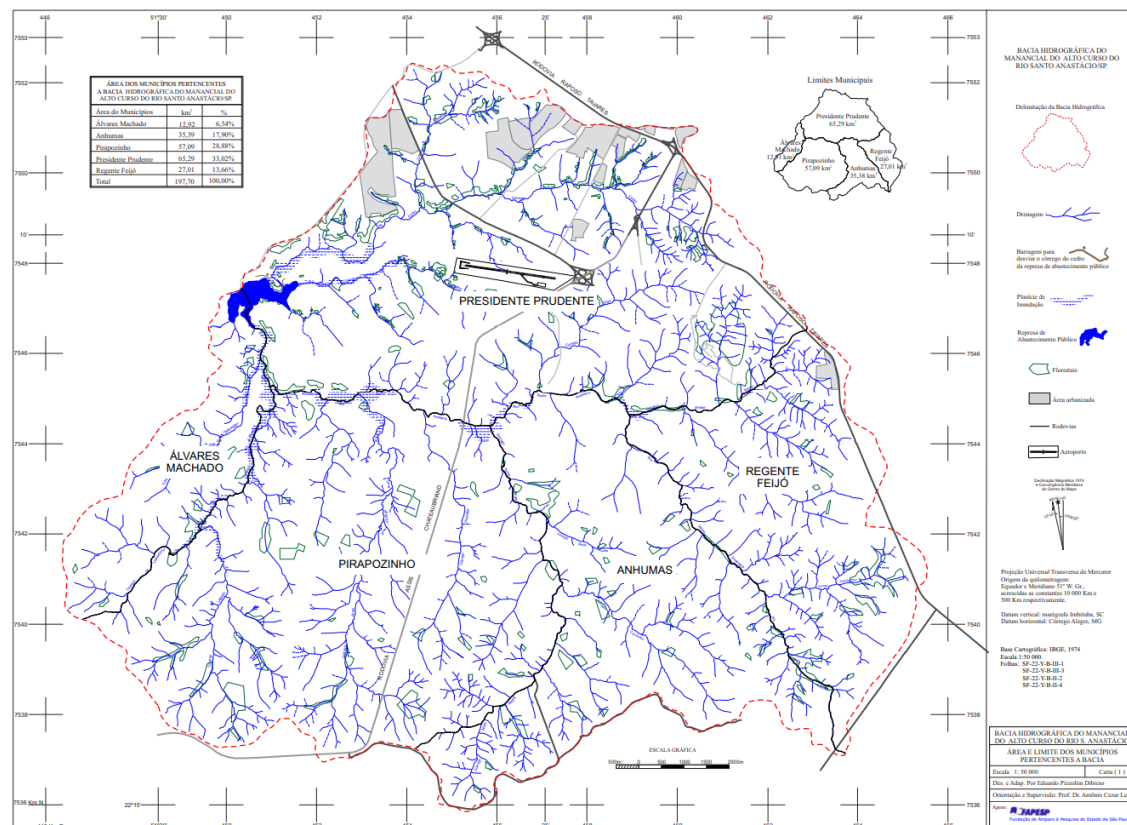
A área da sub-bacia conta com 4,85 km², tendo como principal curso o córrego São Sebastião, estando localizada no município de Álvares Machado, como é possível conferir no Mapa 1.

Mapa 1: Localização da Sub-bacia do córrego São Sebastião.



O córrego é um afluente importante do Rio Santo Anastácio, que abastece a represa do alto Santo Anastácio (Mapa 2), localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22), no estado de São Paulo, área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP). Este manancial abastece cerca de 30% da população de Presidente Prudente, pólo regional do oeste paulista, com cerca de 230 mil habitantes (IBGE, 2020).

Mapa 2: Manancial do alto curso Santo Anastácio



Como apontado por Dibieso (2013), o manancial conta com histórico extenso de desmatamento sobre sua mata nativa, prática desenvolvida para dar espaço à agropecuária. Como o autor citado apresenta, a derrubada da vegetação antes presente, acarretou em complicações ao funcionamento natural da bacia hidrográfica resultando em impactos negativos sobre a qualidade e quantidade da água voltada ao abastecimento.

Através das leituras sobre os trabalhos referentes ao manancial, combinado com análises feitas por imagens de satélite, foram identificadas sub-bacias que se encontravam em estado de vulnerabilidade ambiental, onde as práticas de uso e cobertura do solo estavam em conflito com a legislação. Práticas essas que colocavam em risco aspectos naturais como a fauna, a flora, o solo e os corpos hídricos, que inclusive são amparados pela lei.

Além disso, foi identificado que a sub-bacia do córrego São Sebastião possuía dados generalizados e ultrapassados, já que os levantamentos eram compostos por trabalhos que estudavam áreas mais extensas que incluíam a sub-

bacia em questão, assim gerando informações imprecisas e que atualmente podem resultar em conclusões errôneas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Elaborar uma proposta mitigadora visando a restauração e proteção do córrego São Sebastião, levantando e analisando dados sociais e ambientais sobre a área a fim de contribuir para o gerenciamento e abastecimento dos recursos hídricos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os impactos do atual uso e cobertura do solo sobre a rede de drenagem na bacia hidrográfica;
- Analisar a integridade das APP e identificar seu nível de degradação;
- Realizar uma proposta de metodologia de restauração tendo em vista os problemas vigentes.

3. REVISÃO DA LITERATURA NESTE CAMPO DE CONHECIMENTO

3.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DO USO DO SOLO

O uso e ocupação do solo referem-se à maneira como as áreas sobre terra são ocupadas pelas atividades antrópicas. Essa expressão abrange uma variedade de usos e atividades, incluindo residencial, comercial, industrial, agrícola, de preservação ambiental, entre outros. O entendimento do uso e ocupação do solo é fundamental para o planejamento territorial, gestão urbana, preservação ambiental, gestão hídrica e desenvolvimento sustentável (VAEZA, 2010).

Como defende Luz (2009) o uso e ocupação do solo é um fator fundamental a ser analisado em estudos sobre bacias hidrográficas, já que as bacias se tratam de sistemas amplos e complexos, dependendo de inúmeros fatores para que tudo flua de maneira natural. A presença antrópica na bacia pode afetar questões como: qualidade e quantidade de água, erosão do solo, assoreamento dos cursos d'água e manutenção da biodiversidade. Então, além de entender como o território é usado e ocupado, deve ser levado em consideração os impactos causados por tais usos.

Como salienta Dibieso (2013, p.123) “A análise do uso da terra na região do manancial (Alto Santo Anastácio) tem o propósito de revelar os diversos modos de ocupação e exploração, com a finalidade de estabelecer conexões com os fatores que contribuem para a degradação dos recursos hídricos”. Com isso, é válido entender não só o uso histórico solo na área de estudo, mas também compreender seu entorno para que haja um entendimento das circunstâncias que levaram aquela ocupação.

Como é apresentado na resolução Conama (1992) , naturalmente a cobertura no solo na região era caracterizado pela presença da vegetação Floresta Tropical Estacional Semidecidual, esta formação florestal sofre alterações em sua paisagem ao longo do ano de acordo com a estação. Como veremos à frente, o clima da região possui inverno e verão bem demarcados, o

que causa a queda das folhas de certas árvores durante o inverno seco, mas que se recuperam com as altas umidades do verão.

Entretanto, como é apresentado por Dibieso (2013) a vegetação nativa de todo o manancial foi quase toda retirada, visando abrir espaço para as atividades antrópicas. Ainda segundo o autor, nos meios rurais, a principal prática econômica é a pecuária voltada a criação de bovinos, cuja finalidade é a produção de leite ou carne. Além disso, a agricultura também se faz presente na região, principalmente nas hortas, próximas às residências.

Como as atividades agrícolas se encontram presentes em quase todas as sub-bacias do manancial do alto Santo Anastácio, problemas com o uso de agrotóxicos são recorrentes na região (ARANA et al, 2018). O uso de pesticidas tem sido associado a uma série de problemas ambientais e de saúde. A contaminação da água e do solo é uma preocupação significativa, uma vez que muitos agrotóxicos têm a capacidade de se infiltrar nos lençóis freáticos e continuarem presentes no ambiente por longos períodos. Isso não apenas afeta a qualidade da água, como também afeta o ecossistema local, prejudicando a biodiversidade, como por exemplo os polinizadores (moscas, abelhas, borboletas etc.), fundamentais para a polinização de culturas alimentares, inclusive dentro da própria agricultura. Além disso, a exposição direta ou indireta desses produtos químicos aos agricultores e comunidades próximas às áreas agrícolas pode resultar em sérios riscos à saúde, incluindo distúrbios neurológicos, câncer e problemas reprodutivos (DOMINGUES, 2004).

A água e o solo não sofrem apenas com o uso de pesticidas, a degradação destes pode ocorrer por conta da própria cultura plantada. Como vemos no trabalho de Peláez (2014) o cultivo de Eucalipto, por exemplo, pode gerar um consumo excessivo de água pelas árvores desta espécie, que têm uma taxa de evapotranspiração elevada, podendo reduzir a disponibilidade de água nos cursos d'água. Além disso, a prática pode intensificar a erosão do solo devido à remoção da vegetação natural e à característica do sistema radicular do eucalipto, aumentando o assoreamento que coloca em risco a quantidade e qualidade da água.

Ainda assim, apesar de uma grande extensão de terras serem voltadas à agricultura, a pecuária ainda é a atividade econômica mais comum na região. Como defende Dibieso (2013) o principal problema recorrente das pastagens no manancial do alto Santo Anastácio é a erosão. O próprio autor apresenta que a erosão, no caso, é um processo gradual de desgaste e remoção do solo pela ação da água quando não existe cobertura vegetal adequada. Boin (2000) afirma que com a chegada da chuva, por exemplo, o escoamento superficial concentrado da água acaba deslocando partículas de solo, formando sulcos, ravinas e em casos mais graves, voçorocas. A erosão do solo é um fenômeno natural, mas pode ser acelerada ou agravada por práticas humanas inadequadas, como desmatamento, agricultura intensiva, construções não sustentáveis e manejo inadequado do solo. Preservar o solo afim de controlar a erosão é crucial para preservar a fertilidade do mesmo e evitar problemas ambientais, como assoreamento dos rios e degradação da qualidade da água. Além disso a erosão do solo nos pastos pode ocorrer de forma laminar, isto é, a água escoar e transporta os sedimentos de forma ampla, sem se concentrar em pontos específicos, com isso, não são formadas aberturas no solo, porém o assoreamento e a perda da fertilidade ainda ocorrem (JÚNIOR et al, 2008).

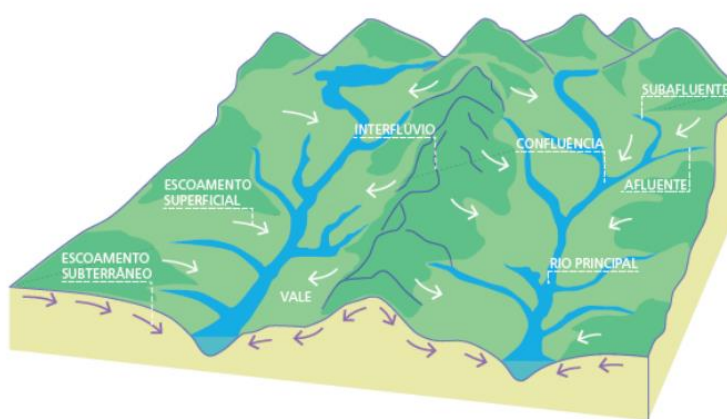
Outro problema recorrente nas pastagens é a compactação do solo por conta do pisoteio do gado. Segundo Lima (2004) o conceito de compactação do solo se refere ao processo de redução do volume do solo quando o mesmo é submetido a uma pressão externa específica, que pode ser originada pelo tráfego de máquinas agrícolas, veículos de transporte ou presença de animais.

Com isso, dado o nível de alteração do solo provocado pelo ser humano, os atributos físicos oriundos da região, que se desenvolveram ao longo de milhões de anos sob uma floresta semidecidual estacionária, passam a ter uma nova cobertura com atributos morfológicos distintos de maneira quase que repentina. Esta mudança resulta em impactos significativos à fauna, solo e cursos d'água, gerando assim um desequilíbrio ambiental local (SILVA, 2016).

3.2. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO

Partindo do básico, uma bacia hidrográfica é a área cujo a drenagem natural da água superficial leva a um corpo d'água presente no fundo do vale, este rio, córrego ou outro curso d'água é resultante de todo o escoamento local, que posteriormente leva a saída bacia, pelo exutório ou foz, como é possível conferir na Figura 1. As Bacias Hidrográficas são limitadas pelos divisores de água, ou interflúvios, o ponto mais alto entre dos rios onde a água da chuva se divide e escoar no sentido de um deles (TUCCI, 1997)

Figura 1: Descrição dos cursos hídricos.



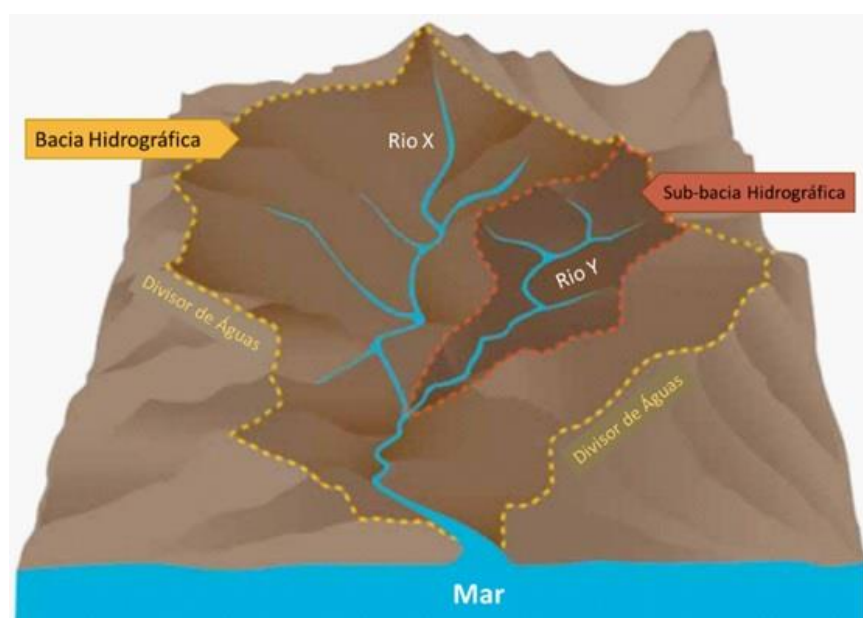
Fonte: Fortaleza 2040 (2017)

Sua composição se torna mais complexa de acordo com a sua escala e pode ser definida basicamente como um conjunto de vertentes de uma rede cujo a drenagem é formada por cursos d'água que se encontram em um leito de maior vazão (SILVEIRA, 2001).

Além disto, segundo as ideias de Leal (1995) os componentes fundamentais presentes na bacia devem coexistir de forma permanente e interativa, como uma engrenagem, onde cada peça tem seu papel para contribuir com o equilíbrio do sistema, por isso afetar uma das partes é afetar todo o conjunto. Com isso, as bacias hidrográficas têm em seus recursos hídricos os indicadores das condições dos ecossistemas, o que se trata dos efeitos do nível de desequilíbrio das interações dos componentes da bacia (SOUZA et al., 2002).

No entanto, este trabalho irá abordar uma área denominada como Sub-bacia hidrográfica, este conceito varia de acordo com vários autores, sendo um conceito diferente para cada um deles. Segundo Faustino (1996) o termo pode ser definido de forma positivista, onde o mesmo delimita que sub-bacia possuem uma área entre 100 e 700 quilômetros quadrados. Já para Santana (2003) as sub-bacias são bacias hidrográficas que compõem um canal principal levando em consideração sua ordem hierárquica. Entretanto, a definição é aqui usada será seguindo a perspectiva dos estudos realizados por Dibieso (2013) referente a bacia hidrográfica do manancial do alto curso do rio Santo Anastácio, na qual o córrego São Sebastião está integrado. Segundo as informações disponibilizados pelo autor, sub-bacias são bacias hidrográficas de pequena escala, cujo sua drenagem resulta em um córrego ou rio já predefinidos que deságuam em um canal principal, com isso, as sub-bacias juntas formariam a bacia hidrográfica deste tal curso, como podemos conferir na Figura 2. Outros corpos d'água de menor porte ou que ainda não tenham sido identificados formam as Unidades Hidrográficas.

Figura 2: Divisão entre bacia e sub-bacia.



Fonte: Freitas et al. 2015

Compreender as bacias hidrográficas é um fator essencial para tratar dos recursos hídricos disponíveis. Como apresenta Porto e Porto (2008) estas

unidades físico-territoriais foram reconhecidas na Conferência Internacional sobre a Água e meio Ambiente, realizada em Dublin, na Irlanda, em 1992, onde a declaração oficial afirma que “A entidade geográfica mais apropriada para o planejamento e gestão dos recursos hídricos é a bacia hidrográfica, incluindo águas superficiais e subterrâneas”. Tal documento foi passado aos líderes mundiais na UNCED (Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) que aconteceu no Rio de Janeiro no mesmo ano.

Já no Brasil, as águas passaram a ser defendidas pela constituição de 1988 como um bem comum, mas as bacias hidrográficas, como unidade físico-territorial, só foram reconhecidas por lei posteriormente. Em São Paulo, a lei estadual 7.663/91 destacava a adoção das bacias hidrográficas como uma unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento, algo que só passou a ser lei em âmbito nacional no ano de 1997, através da lei 9.433, onde a alínea V do parágrafo 2º do artigo 1º diz que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Cabe ressaltar que anterior a isso, no Brasil já se existia o conhecimento sobre a importância das bacias hidrográficas para o gerenciamento de recursos hídricos, como por exemplo, a melhoria das condições sanitárias das bacias do Alto Tietê e Cubatão que ocorreram em 1976 a partir de um acordo entre o Ministério das Minas e Energia e o governo do Estado de São Paulo (PORTO E PORTO, 2008), entretanto, foi a partir de 97 que as bacias hidrográficas foram introduzidas ao patamar legislativo nacional.

De mais a mais, seguindo as ideias de Porto e Porto (2008), já existiam os comitês de bacia, como por exemplo o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH) criado em 1976 e serviu como ponto de partida para os demais comitês que foram criados. Tais grupos tiveram influência sobre a gestão de recursos hídricos e foram de suma importância para o futuro gerenciamento como o conhecemos hoje, porém, suas decisões não eram obrigatoriamente acatadas na época, algo que mudou duas décadas depois.

Com isso podemos entender que uma bacia hidrográfica hoje não se trata apenas de uma forma de relevo, mas sim o palco onde ocorre a interação das

águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural (YASSUDA, 1993). Por isso um trabalho de restauração se aplica a toda a bacia hidrográfica, visando toda a sua complexidade e inter-relação a fim de tratar os problemas em todas as perspectivas. Vale ressaltar também, que trabalhos científicos voltados a esse tema só agregam na conjuntura social e ambiental, ressaltando assuntos importantes como: conservação dos recursos hídricos, proteção ambiental, uso sustentável dos recursos naturais, dentre outros (JACOBI et al, 2005).

3.3. MANANCIAIS E A IMPORTÂNCIA DA SUA PRESERVAÇÃO

Segundo o próprio Ministério do Meio Ambiente, os mananciais de abastecimento público são locais cuja finalidade é fornecer água doce superficial ou subterrânea a fim de suprir o consumo das pessoas ou do desenvolvimento de atividades econômicas. Ainda seguindo as palavras do ministério, nas áreas onde os mananciais se encontram presentes, devem conter atenção especializada visando a qualidade e quantidade da água local tomando como base aspectos legais e gerenciais.

Como já visto no item anterior, bacias hidrográficas são áreas de intensa integração entre seus componentes, por isso o tratamento de mananciais está diretamente ligado à proteção sobre sua respectiva bacia hidrográfica. Devido a isso, os mananciais também possuem presença em questões legislativas, como exemplo a Lei n. 9.866/1997 incide sobre os recursos hídricos e sobre as áreas que protegem os mananciais estaduais de abastecimento de água. O Capítulo I, Artigo 1º desta lei defende que:

“Esta lei estabelece diretrizes e normas para a proteção e a recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento das populações atuais e futuras do Estado de São Paulo, assegurados, desde que compatíveis, os demais usos múltiplos” (LEI Nº 9.866, DE 28 DE NOVEMBRO DE 1997, SP).

Esta lei em questão tem como propósito estabelecer orientações e regulamentos visando preservar e restaurar a qualidade ambiental das áreas de

captação de água consideradas de relevância regional para atender as necessidades presentes e futuras da comunidade. Essas diretrizes garantem, sempre que possível, a viabilidade dos demais usos variados dos mananciais a fim de garantir quantidade e qualidade hídrica a favor do bem estar social e ambiental (SALIM, 2014).

A proteção de mananciais é de aspecto ainda mais significativo pois está diretamente ligado ao abastecimento público, então, problemas hídricos enfrentados pelas pessoas podem estar conectados a uma má gestão ou má preservação do manancial de abastecimento (DIBIESO, 2013). Por essa razão, na própria Lei 9.866 em seu Capítulo I, Artigo 2º, Alínea III prevê que é de dever público “promover uma gestão participativa, integrando setores e instâncias governamentais, bem como a sociedade civil”.

Como apresenta Rodriguez et al (2011) a importância dessa proteção é imensa, pois a água é um recurso vital para diversas atividades humanas e ecossistemas. O planejamento de recursos hídricos busca equilibrar as demandas por água, como abastecimento público, irrigação agrícola, geração de energia, uso industrial, manutenção da biodiversidade e também a necessidade de manter a disponibilidade de água de qualidade para as gerações futuras.

O planejamento também visa prevenir problemas como a escassez de água, a poluição dos corpos d'água e os conflitos entre diferentes usos. Além de que, o planejamento ajuda a promover a gestão integrada dos recursos hídricos, a garantir a participação da sociedade nas decisões e a assegurar a sustentabilidade ambiental e econômica a longo prazo (LEAL, 2003).

3.4. O PAPEL DA ÁGUA NO SISTEMA AMBIENTAL

A água é o principal agente transformador dentro de uma bacia hidrográfica, algo possível de se imaginar levando em consideração o nome deste sistema. É a partir da dinâmica hídrica que temos as principais modificações na paisagem. Elementos como a biosfera, a litosfera, a pedosfera e a própria hidrosfera como as vemos, dependem da água como impulsionador para desencadear seus devidos papéis no sistema como um todo. Os processos a

serem desencadeados partem não só das chuvas, mas também de como cada esfera irá se comportar e reagir ao contato com a água conforme ela transita pelo sistema (DIBIESO, 2013). Por isso, podemos entender que a água é primordial em qualquer sistema da natureza, podemos até considerar que a água é o que transforma toda a natureza em um só sistema.

Segundo Rebouças (2004) um sistema pode ser descrito como uma entidade de passagem, seja ela física ou virtual, estabelecendo assim uma conexão entre uma zona de entrada e uma zona de saída, através de uma região interativa na qual se desenrolam os processos. Partindo desta perspectiva, e a correlacionando com a ideia do ciclo hidrológico, visto a seguir, podemos entender como a água integra os sistemas naturais de forma contínua e ininterrupta, trazendo assim a ideia de um único sistema natural.

O ciclo hidrológico (Figura 3), também conhecido como ciclo da água, é um processo contínuo de movimentação e redistribuição da água no planeta Terra, envolvendo as fases de evaporação, condensação, precipitação, infiltração, escoamento superficial, transpiração e evaporação das plantas. Esse ciclo é o que mantém o equilíbrio hídrico no planeta, garantindo o abastecimento de água para os diversos ecossistemas e para as atividades humanas (TUNDISI, 2003).

Como apresentado por Miranda et al (2010), podemos iniciar nossa compreensão sobre o ciclo hidrológico partindo da evaporação da água líquida presente nos corpos hídricos, como córregos, lagos, rios e principalmente os oceanos. Através da energia liberada pelo sol a água se aquece e muda sua composição, tornando-se gasosa e ascendendo para atmosfera. Ao atingir alturas mais elevadas a água volta a perder temperatura e condensa, formando assim as nuvens. Porém, quando muita água se condensa nas nuvens, a ponto de não ser mais sustentada pelas correntes de ar, ocorre a precipitação, sendo mais comum a chuva. Por conta das grandes massas de ar, essa chuva é transportada para diferentes locais, inclusive adentrando ao continente onde a água volta a entrar em contato com o solo. Miranda et al. (2010) ainda defende que a partir deste ponto a água das chuvas se divide tendo alguns caminhos distintos. Parte da precipitação se infiltra nos solos e nas rochas, alimentando o lençol freático, os aquíferos e as plantas através das raízes, que depois devolvem parte dessa umidade à atmosfera através da transpiração. Além disso, uma porção da água das chuvas fica retida na parte externa das plantas (nas folhas e troncos), umidade

essa que também retorna a atmosfera, mas através do processo chamado de evapotranspiração. Por fim, a maior parte da água oriunda das chuvas escorre de maneira superficial, alimentando as calhas d'água, como os rios e córregos, que acabam seguindo seu caminho até o mar.

Figura 3: Sistema do ciclo hidrológico.



Fonte: Diário de Contagem. Acesso em: 02/10/2023. Disponível em:

<http://www.diariodecontagem.com.br/Materia/5571/27/o-ciclo-da-agua-algumas-consideracoes/>

Um sistema como o da bacia hidrográfica funciona a partir da drenagem da água das chuvas de uma determinada área, a partir deste efeito, todas as outras esferas se adequam a maneira que a água entra e sai da bacia, o que resulta na caracterização da sub-bacia como a vemos hoje. Segundo as ideias de Toledo (2009) com a chegada da chuva parte da água se infiltra no solo e na rocha resultando no intemperismo químico das rochas e na formação dos horizontes do solo, ambos atributos que contribuem para o desenvolvimento do solo. Além disso, a água infiltrada também abastece os aquíferos, que em suma, se trata da água armazenada nas rochas, além de que a mesma preenche o lençol freático, que aumenta a umidade do solo e também agrega no abastecimento dos cursos d'água (DE MORAIS, 2012). Esses processos contribuem para a sobrevivência e manutenção da fauna endopodônica, além de serem essenciais para o crescimento e a morfologia das plantas que venham a se desenvolver sobre o

solo. Esse processo, entretanto, é o que pode levar compostos químicos dissolvidos para as camadas internas, já que eles infiltram no solo e na rocha dissolvidos na água (MESTRINHO, 2005).

Como já dito anteriormente, outra porção da água que não se infiltra escorre pela superfície, o que gera mais fenômenos importantes para o funcionamento do sistema da bacia. Conforme afirma Faustino (1996) a água que corre superficialmente é o que esculpe o relevo como o podemos ver hoje, já que a água é o principal agente de transporte de sedimentos, fazendo com que a bacia fique cada vez mais “aplainada”. Além disso, os rios também se mostram cruciais para o abastecimento das plantas e principalmente animais que vivem dentro e fora da água. Outro fator válido de se ressaltar é apresentado no trabalho de Rebouças (2004) no qual defende que os rios são a principal forma da água chegar até o mar, com isso dando continuidade ao ciclo hidrológico e no equilíbrio da vida marinha. Acontece que o transporte oferecido pelos cursos d’água acaba levando também resíduos antrópicos, resultando em uma concentração de lixo nas calhas principais. Além disso, o próprio solo exposto pode acabar sendo levado em grande quantidade, o que resulta nas erosões que favorecem o assoreamento dos corpos d’água (BOTELHO, 2011).

Com isso, é válido ressaltar também que além de modelar e modificar os meios físicos e biológicos a água é o que impulsiona também a esfera antrópica, se tratando de um recurso que está muito longe de ser essencial apenas para abastecimento, já que os recursos hídricos são primordiais para atividades como: agricultura, saneamento, indústria, geração de energia, transporte, dentre outras. Entretanto, apesar de essencial para o desenvolvimento social, podemos notar que os fenômenos naturais combinados à negligência do ser humano podem trazer malefícios ao sistema e assim prejudicar o funcionamento natural da bacia (WOLKMER e PIMMEL).

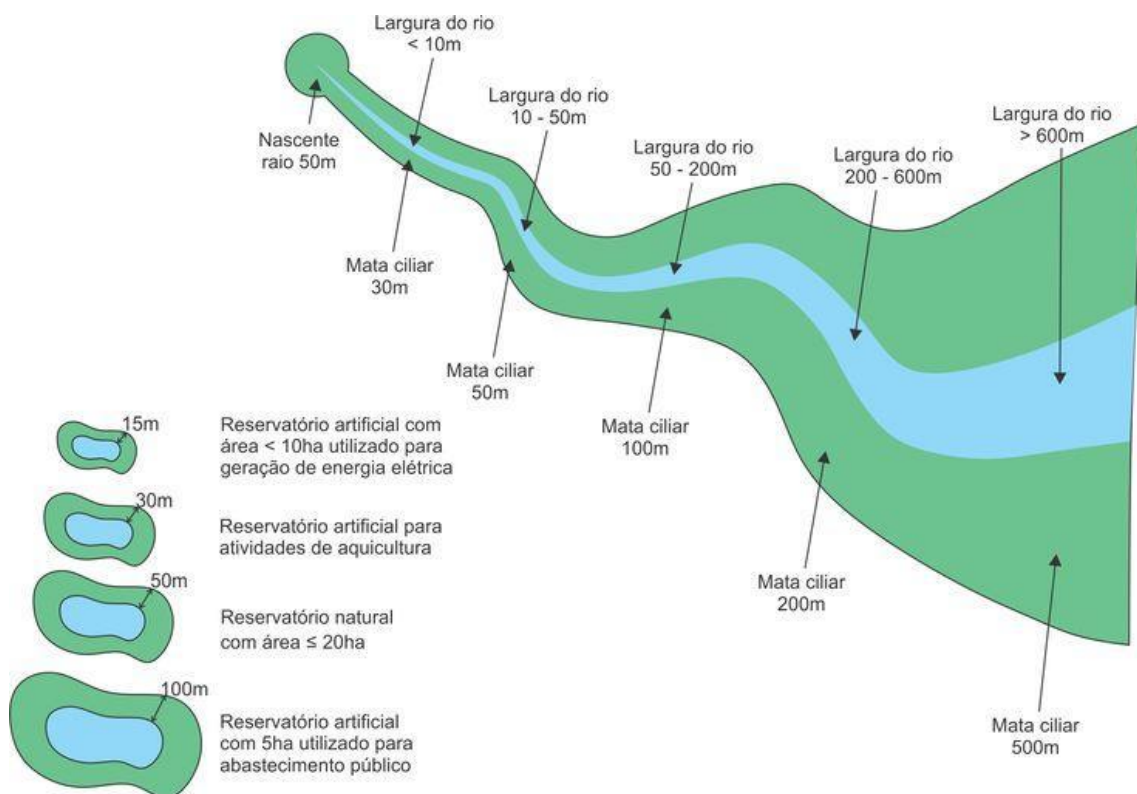
3.5. A INDISSOCIABILIDADE DAS APP E OS CURSOS HÍDRICOS

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são faixas ao longo das margens dos corpos d’água, que também são conhecidas como faixas marginais

de proteção, onde a vegetação nativa deve ser mantida ou restaurada visando a proteção dos cursos d'água. Essa vegetação, chamada de mata ciliar, atua como uma barreira natural, ajudando a prevenir a erosão do solo, retenção de poluentes e fornecendo sombra para a manutenção da qualidade da água (BORGES et al, 2011).

As APPs possuem papel importante na proteção do meio ambiente, assegurando os recursos naturais, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, o solo e o bem-estar social (FREITAS, 2013). Essas áreas, com tanto a oferecer, evidentemente passaram a ser protegidas por lei. Em 1965, através da lei 4.771, foi decidido que as faixas de terra à beira dos cursos d'água deveria ser preservadas tendo seu tamanho variado de acordo com o tamanho do rio, córrego, lagoa etc, mas ainda assim as medidas previstas em lei ainda não eram as ideais (PORTO e PORTO, 2008). Como exemplo, os rios menores de 10 metros receberam uma APP de 5 metros de largura, seis vezes menor do que é defendido atualmente. Na Figura 4 podemos observar a variação da largura de uma APP de acordo com o tamanho do curso d'água.

Figura 4: Tamanho da APP de acordo com a largura do rio.



Fonte: Embrapa 2023.

Dessa forma, em 1981, através da lei 6.938, foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que indicou uma mudança no cenário ambiental nacional, onde já em 1985 houveram alterações. A lei 7.511/85 surgiu a fim de revogar alguns quesitos da lei 4.771/65 e com isso institui o novo código florestal, introduzindo medidas como o aumento das áreas de preservação em torno dos rios e exploração de madeira somente de forma sustentável. Contudo, apesar de estabelecer critérios mais atuais e de melhor impacto ambiental, a legislação sobre as APP passou por intensas modificações ao longo dos anos, resultando na criação do Novo Código Florestal Brasileiro de 2012, gerado a partir da lei 12.651, que até o presente momento ainda se encontra em vigor. A lei defende, em seu artigo 4º, que a largura mínima da APP será medida a partir do leito regular do rio (PORTO e PORTO, 2008). Para rios com até 10 metros de largura, a APP corresponde a uma faixa de 30 metros ao longo de suas margens, como é o caso do córrego São Sebastião, que se enquadra nesta medida.

Podemos considerar que, as áreas de preservação permanente desempenham um papel crucial tanto social quanto ambiental. São áreas delimitadas com o objetivo de proteger esses ecossistemas frágeis e assegurar a qualidade de vida das comunidades (TEODORO, 2007). Em resumo, as APP são essenciais para garantir a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida das gerações presentes e futuras. Além dos fatos apresentados, é válido salientar que todas as leis citadas neste capítulo visam atender um direito essencial de todo e qualquer brasileiro, “um meio ambiente equilibrado” estabelecido pelo artigo 225 da constituição.

Com isso, para entendermos melhor como a vegetação ciliar pode impactar positivamente um curso d'água, abordaremos a equação apresentada por Honda e Durigan (2017, p. 317) na qual defendem que a água em uma bacia hidrográfica é renovável, e sua quantidade varia de acordo com os seguintes fatores: precipitação anual (P), interceptação anual da chuva seja pela vegetação ou serapilheira (I), transpiração anual pelas plantas (T) e evaporação anual da superfície do solo ou dos corpos d'água (E), chegando assim a fórmula: $V = P - (I + T + E)$. Como podemos notar analisando os componentes da fórmula, a vegetação tem papel determinante no resultado final na quantidade de água

dentro de uma sub-bacia, já que a perda de água para a atmosfera se regula conforme a vegetação.

Além disso, como vemos apresentado por Costa et al. (2003, apud Honda e Durigan 2017) a retirada da mata nativa presente à beira dos cursos d'água geralmente tem como resultado o aumento da vazão dos rios após as chuvas. Este fenômeno ocorre em consequência do alto escoamento superficial da água que rapidamente se esvai da bacia pelos canais principais. Isso resulta em uma menor umidade nas partes inferiores do solo, no lençol freático, o que afeta as plantas e os rios que se abastecem dessa água subterrânea ao longo dos dias secos. Além disso, a falta de vegetação ribeirinha ocasiona os solapamentos, uma erosão que acontece na beira dos córregos e, conforme é apresentado por Suguio & Bigarella (1979), ocorre, pois, como a mata ciliar foi retirada, os sedimentos acabam sendo levados pelo próprio curso que erode suas margens. As plantas à beira dos rios servem como uma espécie de rede, que retém os sedimentos e colabora com a estrutura do solo encharcado.

Esta “rede” ocasionada pela vegetação ajuda a reter também os sedimentos que vem das vertentes. Como já apresentado anteriormente, a falta de vegetação arbórea nos pastos resulta em uma perda expressiva de sedimentos que são transportados pelo escoamento superficial da água. Como Castro et al (2013) nos apresenta, estes sedimentos por sua vez acabam se depositando nos pontos mais baixos do relevo, os rios. Com isso, o leito dos cursos hídricos é preenchido com uma grande quantidade de sedimentos que acaba reduzindo a profundidade do canal, afetando negativamente a qualidade da água e até mesmo o curso natural do rio. O autor ainda afirma que o controle e prevenção do assoreamento é essencial, sempre adotando práticas de conservação do solo, reflorestando áreas degradadas e trabalhando por uma gestão sustentável dos recursos hídricos, tudo a fim de mitigar os efeitos negativos desse fenômeno.

3.6. A IMPORTÂNCIA DA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL HOJE

A restauração ambiental se trata de um conjunto de ações e métodos cujo objetivo é a recuperação e revitalização de ecossistemas degradados. O intuito desta prática é voltado a restabelecer a funcionalidade, biodiversidade e os serviços ecossistêmicos perdidos ou comprometidos devido às atividades humanas, como desmatamento, poluição, degradação do solo e mudanças climáticas (AUMOND, 2019).

Como afirma Rodrigues et al (2015) hoje no Brasil as matas nativas não recebem seu devido reconhecimento. Por conta dessa falta de prioridade a vegetação nativa acaba sendo colocada abaixo para assim dar outras utilidades ao solo. Agricultura, pecuária, urbanização, industrialização, são só alguns dos inúmeros fatores usados para justificar a degradação dos ambientes naturais. O autor ainda afirma:

"É importante compreender a relação existente entre o surgimento de áreas degradadas e o contínuo processo de expansão da fronteira agrícola no território brasileiro, pois, além de recuperar áreas já degradadas, é preciso também impedir ou reduzir o surgimento de novas áreas degradadas" (RODRIGUES et al, 2015, p. 33)

Com isso, seguindo as ideias do autor, preservar é a melhor forma de manter os sistemas ambientais atuando de forma natural, entretanto, a constante expansão do agronegócio brasileiro combinado com a intensa violação das leis ambientais, resulta em um alto empenho para recuperar as áreas degradadas pelas atividades antrópicas. Além disso, as ações humanas ainda impedem o próprio ambiente de se regenerar de forma natural, isto é, regenerar se trata primeiramente de eliminar qualquer ação humana que impeça a meio de atuar normalmente (ARONSON et al, 1993).

Como apresenta Rodrigues (2015) a degradação recorrente da agropecuária resulta em perdas aos próprios produtores. Podemos inclusive traçar um paralelo ao dizer que o agronegócio, como um todo, está arrendando as terras onde planta, pois a ocupação de boa parte do território usado é temporária. Uma vez degradado, o solo perde seus atributos econômicos e ambientais, com isso sendo abandonado pelos grandes produtores que deixam para trás sistemas completamente fragilizados. Götsch (1995) ainda afirma que, naturalmente, a recuperação de solos degradados pode levar décadas e acelerar este processo é um dos objetivos da restauração ambiental.

Como já abordado anteriormente, dentro de uma sub-bacia os córregos são inerentes à vegetação que os cercam, isso pois a mata ciliar é um dos fatores determinantes da quantidade e qualidade da água local. Com isso, em uma bacia cujo uso e ocupação exercem forte impacto ambiental e os cursos d'água estão desprovidos de vegetação ribeirinha, o estudo e a recuperação da área precisa ser imediata (SANTOS, 2004).

Como afirma Honda e Durigan (2017, p. 315) "A degradação dos ecossistemas naturais e o manejo inadequado do solo reduzem a oferta de água com padrão de qualidade aceitável para os diferentes usos e agravam os conflitos diante da escassez", por isso, preservar e restaurar a vegetação está diretamente ligado a qualidade da água em uma sub-bacia, retirar a vegetação que protege os córregos, é deixá-los à mercê dos impactos resultantes do uso e ocupação do solo.

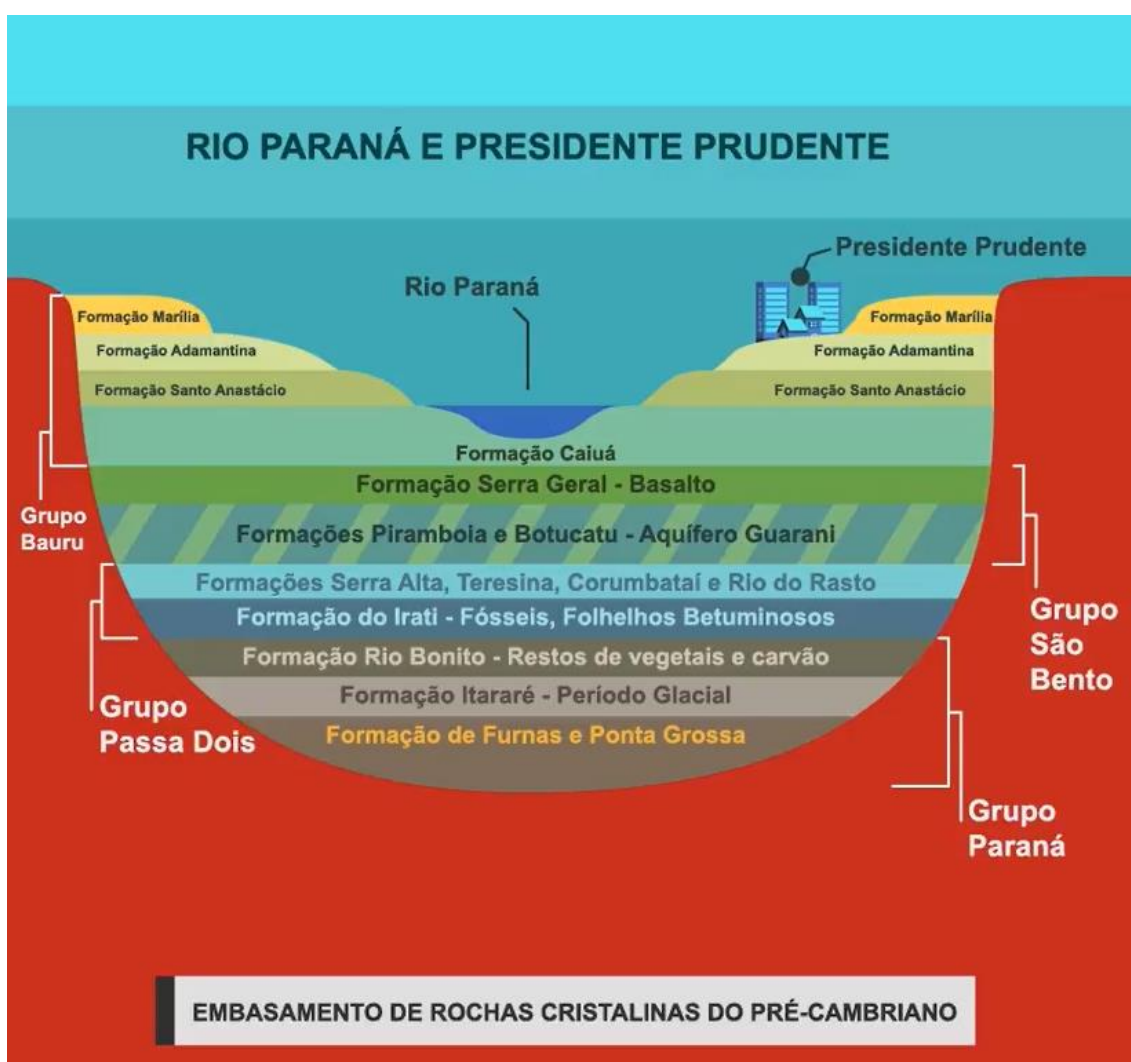
Por isso, seguindo as ideias de Lima (2005), podemos entender que existem áreas distintas que serviriam melhor as atividades antrópicas tendo em vista os impactos ambientais. Graças a modernização rural e os avanços tecnológicos, o ser humano tem aumentado seu leque de áreas cultiváveis. Locais que eram inacessíveis até certas décadas atrás, hoje podem ser ocupados com a vantagem de trazer menos impactos ao meio. O autor ainda afirma que as bacias hidrográficas por sua vez deveriam ser os locais destinados à preservação dos cursos hídricos, uma vez que a água desempenha o papel essencial para o desenvolvimento humano.

4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA SUB-BACIA

4.1. GEOLOGIA

Para tratarmos da formação geológica em que a sub-bacia do córrego São Sebastião está inserida, precisamos antes compreender a bacia sedimentar do Paraná como um todo, para isso temos que retornar a mais de 400 milhões de anos no passado. Segundo Moroz-Caccia (2017) neste período uma grande depressão começou a ser formada, e no fundo dela, passaram a ser depositados sedimentos erodidos. Estas partículas, ao longo de milhões de anos, foram se assentando e conforme o peso e pressão dos próprios sedimentos um acima do outro, faixas de rochas sedimentares específicas foram se solidificando, essas faixas têm a denominação de Formações, que segundo suas características foram separadas em Grupos, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5: Formação geológica sob a área.



Fonte: Atlas Ambiental Escolar de Pres. Prudente.

Como podemos ver na figura, o grupo Bauru, que compõe a faixa mais superficial, abriga as formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Este grupo acabou tendo sua estrutura remodelada com o fluxo do Rio Paraná, que devido ao intemperismo, fez aflorar as camadas abaixo da formação Marília, como a formação Adamantina, onde Presidente Prudente acabou ficando localizada.

A formação Adamantina abriga não só a cidade de Presidente Prudente, como também toda a sub-bacia do córrego São Sebastião e boa parte do território do extremo oeste paulista. Segundo o Instituto de Pesquisa e Tecnologia (1981) os sedimentos dessa formação são mais finos e mais bem selecionados do que a formação abaixo, a Santo Anastácio, tendo constantemente micas e mais

raramente feldspatos, sílica amorfa e minerais opacos, dentre outros já que se trata de uma estrutura sedimentar variada.

4.2. CLIMA

Analisar o clima é de suma importância para compreendermos o funcionamento de uma bacia-hidrográfica, já que a principal forma de entrada da água neste sistema é através da chuva, por isso entender como ela se distribui ao longo do ano norteia temas importantes levantados neste trabalho como: Manejo de terra, realização de reflorestamentos, concentração de poluentes na atmosfera (DIBIESO, 2013).

Como Amorim e Conti (2000) nos apresentam, as chuvas sobre a bacia acompanham o clima tropical da região que é caracterizado por períodos chuvosos nos primeiros e últimos meses do ano, aproximadamente entre outubro e março, enquanto os meses com pouca precipitação ocorrem no meio do ano, entre abril e setembro. A Tabela 1 apresenta a média de precipitação de cada mês entre os anos de 1947 e 2022, os dados, a mesma foi escolhida por ser a estação ativa mais próxima a área de estudo.

Tabela 1: Média da pluviosidade ao longo do ano.

Período	Pluviosidade (mm)
Janeiro	206,28
Fevereiro	166,14
Março	123,60
Abril	73,18
Maio	78,05
Junho	60,71
Julho	44,60
Agosto	42,42
Setembro	77,64
Outubro	132,42
Novembro	124,74

Dezembro	171,97
Anual	1246,32

Tabela 1: DAEE 2023.

Analisando a tabela podemos observar que é durante o verão que temos os meses mais chuvosos do ano, que são dezembro, janeiro e fevereiro. Em contraponto, os meses menos chuvosos são durante o inverno, sendo junho, julho e agosto os meses mais secos do ano. É comum dizer que existem apenas duas estações principais: a estação chuvosa e quente, comum durante o verão, e uma estação seca e amena, mais presente durante o inverno. Estas características se adequam a definição de Clima Tropical (Aw) segundo a tabela proposta por Köppen (1948) como apresenta Dubreuil et al. (2018).

Essa informação pode ser notada ao compararmos a tabela de pluviosidade (Tabela 1) e a tabela de temperaturas (Tabela 2) a seguir. Sobre a temperatura, foram compilados dados históricos entre 1981 e 2021, onde se foi calculado as médias de temperatura de cada mês do período histórico.

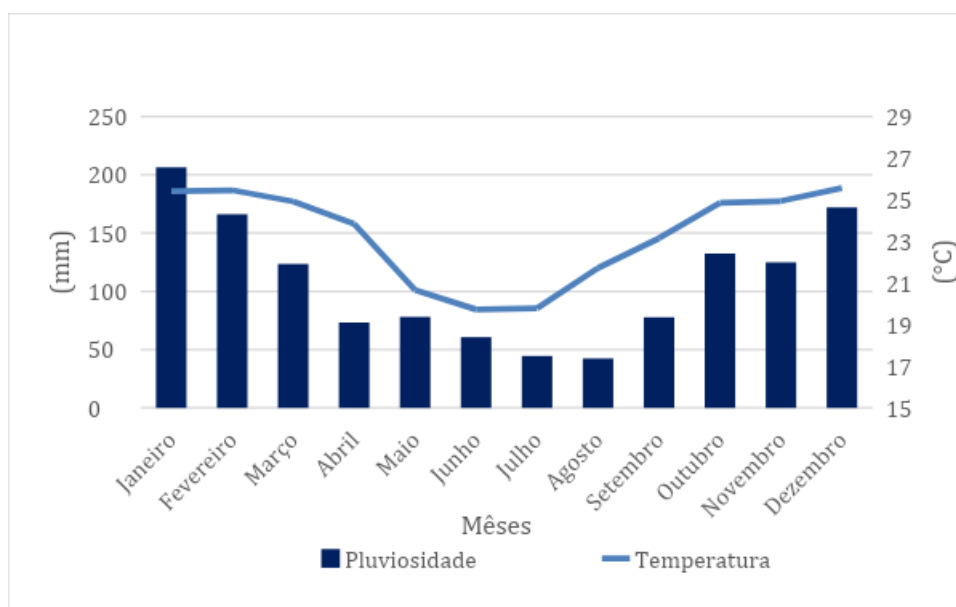
Tabela 2: Média da temperatura ao longo do ano.

Período	Temperatura Média (°C)
Janeiro	25.4
Fevereiro	25.4
Março	24.9
Abril	23.8
Maio	20.6
Junho	19.7
Julho	19.7
Agosto	21.7
Setembro	23.1
Outubro	24.8
Novembro	24.9
Dezembro	25.5
Anual	23,29

Fonte: INPE 2023.

Como podemos observar na tabela, os meses de maior temperatura média foram registrados em dezembro, janeiro, fevereiro e março. Enquanto os meses de menor temperatura média foram os de maio, junho, julho e agosto. Ambos os resultados demonstram a relação entre o aumento da temperatura e o aumento da chuva, e que, a diminuição da temperatura vem acompanhada da diminuição das chuvas, reforçando as ideias de Amorim e Conti (2000). Os dados de ambas as tabelas foram compilados no Gráfico 1 que demonstra a variação média entre umidade e temperatura ao longo do ano.

Gráfico 1: Pluviosidade e Temperatura Média.



Fonte: INPE 2023.

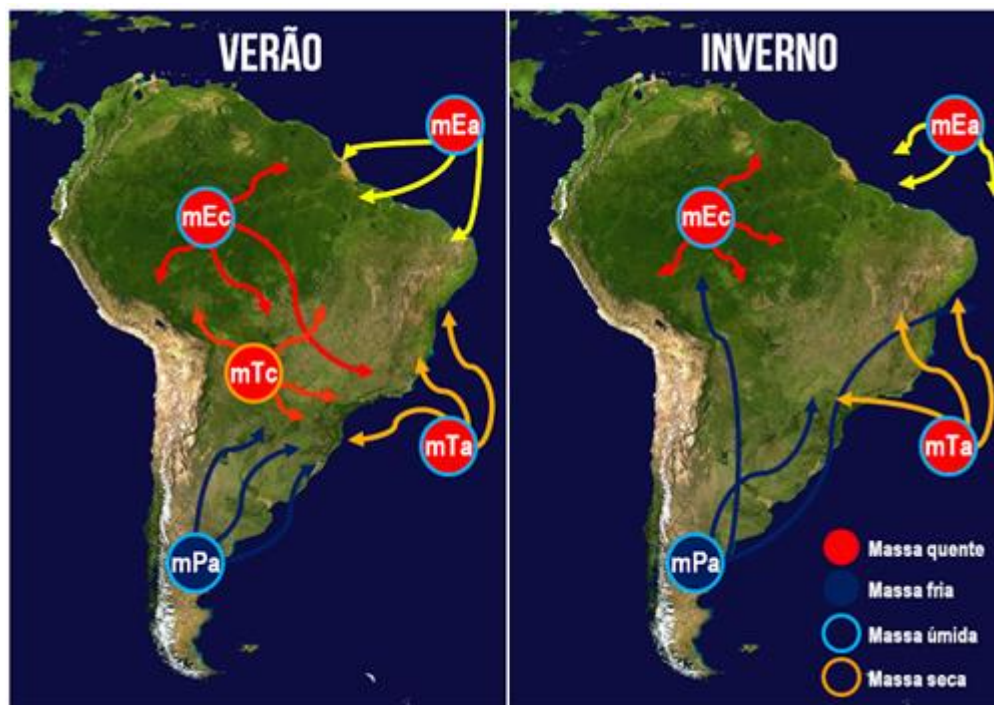
Isso ocorre pois durante o verão a Massa Tropical Atlântica Continentalização atua sobre a região. A presença desta massa sobre o meio em questão resulta em um aumento da temperatura e umidade relativa baixa. Outra massa de ar que atua durante o verão é a Massa Equatorial Continental, originária da Planície Amazônica, responsável pelo aquecimento e aumento da precipitação na área de estudos. Lembrando-se que essas duas massas têm participação efetiva durante o verão (NIMER, 1989).

Já durante o inverno, outra massa de ar frequente na região é a Massa Polar Atlântica, caracterizada por conter baixas temperaturas, elevada pressão

atmosférica e pouca umidade conforme adentra o continente, atuando principalmente no outono e inverno. A maior parte das precipitações neste período é oriundo do choque entre a massa quente, estacionada sobre a região, e a frente polar. Após a passagem da frente fria a Massa Polar Atlântica perde pressão e a temperatura aumenta gradualmente ao longo dos dias, com isso, modificando suas propriedades originais, exibindo uma notável variação de temperatura durante os dias de inverno (SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009).

A dinâmica atmosférica oriunda da interação entre essas massas ao longo do ano pode ser exemplificada com a Figura 6, que apresenta a direção e força de cada massa de ar em duas épocas do ano, inverno e verão.

Figura 6: Atuação das massas de ar sobre a América do Sul.

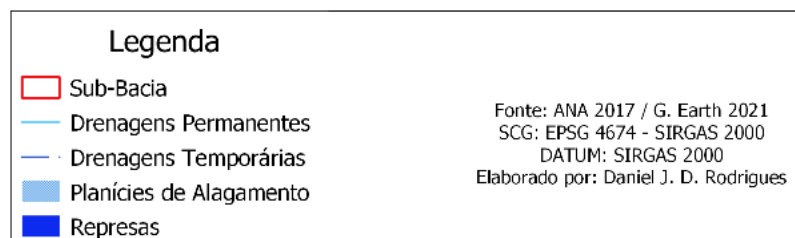
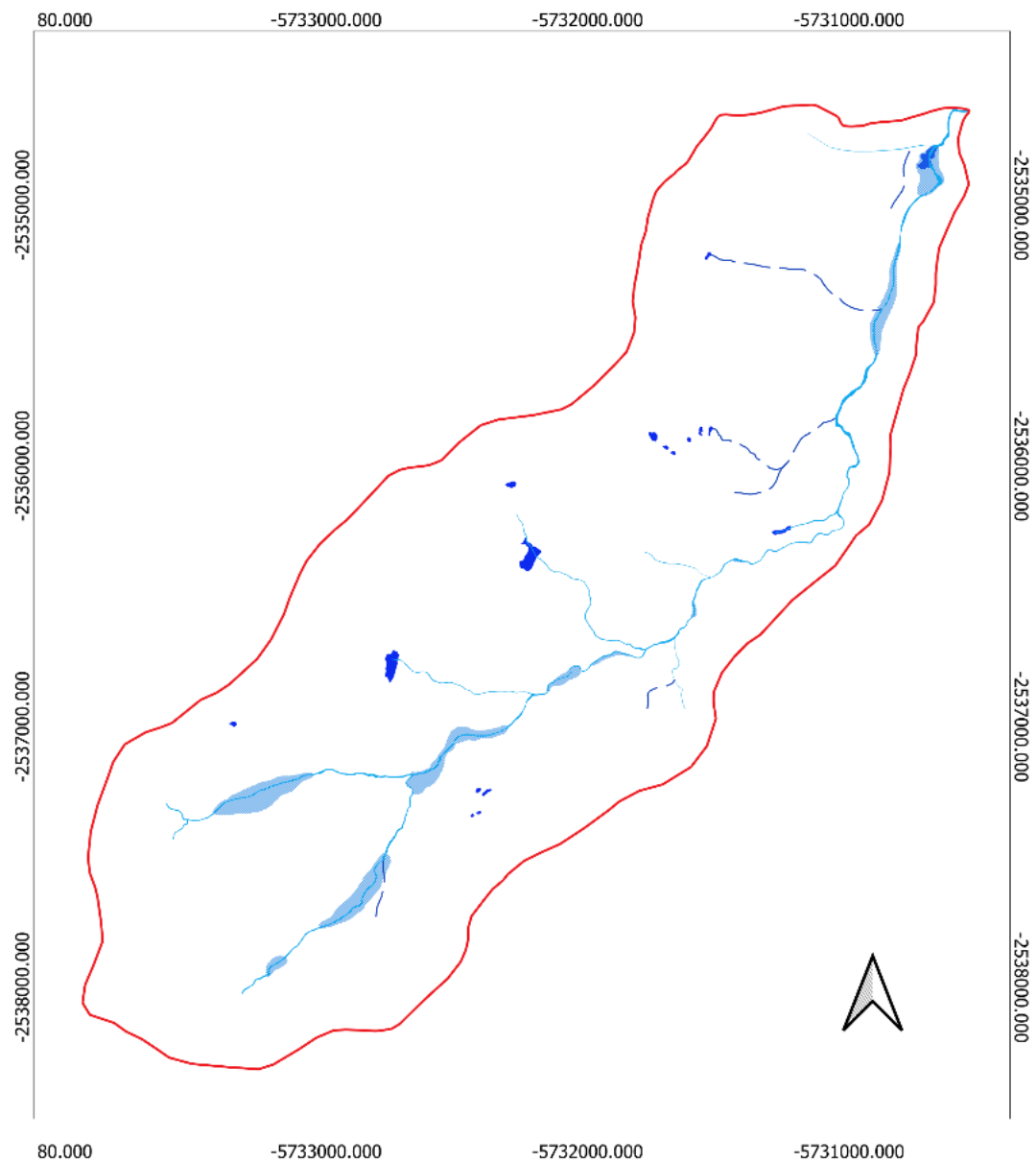


Fonte: Gabarite Concurso. Disponível em: <https://gabarite.com.br/dica/654-quais-sao-as-massas-de-ar-que-atuam-no-brasil>.

4.3. HIDROGRAFIA

A sub-bacia tem como curso principal, evidentemente, o córrego São Sebastião, sua nascente se encontra na seguinte localização -22.214495, -51.505966. Partindo de tal localidade até sua foz no Rio Santo Anastácio o rio percorre uma distância de 4,7 quilômetros, em um sentido de Sudoeste a Nordeste Sua trajetória pode ser conferida no Mapa 3.

Mapa 3: Rede de drenagem da sub-bacia do córrego São Sebastião.



O córrego conta com um total de nove afluentes, sendo sete canais de drenagem perene e dois canais temporários. O termo “perene” é usado para classificar os cursos d’água que possuem vazão ao longo de todo o ano, isto é, rios ou córregos que sejam perenes têm água corrente em seus leitos por pelo menos 90% do ano. Já os corpos d’água temporários possuem um certo tempo de seca e só retornam a ter água corrente em determinada época do ano onde a ocorrência de chuva favorece as cheias (SUGUIO, K & BIGARELLA, 1979).

Em relação a hierarquia hidrográfica da sub-bacia, foi identificado que o córrego São Sebastião é um curso d’água de ordem 3. Ao todo a bacia hidrográfica possui um total de quinze nascentes que dão origem a vinte e dois segmentos sendo o único de ordem 3 o canal principal do córrego São Sebastião. Boa parte das nascentes resultam em pequenos cursos, muitos deles temporários.

Partindo dos dados apresentados, podemos calcular a densidade hidrográfica da sub-bacia, que se trata do número de cursos d’água de acordo com o tamanho de sua bacia a fim de compreender quantos canais de drenagem a pôr km². Partindo dos cálculos (que serão apresentados na metodologia) chegamos ao número de 3,29. Para efeito de comparação, segundo Dibieso (2013), a sub-bacia Lajeadozinho, que se encontra a montante da sub-bacia analisada, possui uma densidade hidrográfica de 5,89 e todo o alto curso do rio Santo Anastácio contém 5,82. Desta forma podemos notar que a bacia hidrográfica do córrego São Sebastião apresenta um baixo número de nascentes levando em consideração o tamanho de sua bacia, ainda mais considerando o território onde está inserida.

Outro dado significativo que contribui para a análise da sub-bacia é o de densidade de drenagem, esse coeficiente é gerado quando comparamos o comprimento dos cursos d’água com o tamanho da bacia, que aqui também será em km², visível na Tabela 3.

Tabela 3: Densidade de drenagem da sub-bacia.

	Ordem 1	Ordem 2	Ordem 3
Curso I	101 m	853 m	3.450 m
Curso II	85 m	278 m	

Curso III	780 m	173 m	
Curso IV	244 m	294 m	
Curso V	565 m	60 m	
Curso VI	884 m	142 m	
Curso VII	128 m		
Curso VIII	157 m		
Curso IX	242 m		
Curso X	227 m		
Curso XI	204 m		
Curso XII	330 m		
Curso XIII	169 m		
Curso XIV	662 m		
Curso XV	484 m		
TOTAL	5,6 Km	1,8 Km	10,9 Km

Fonte: O autor.

Devido ao tamanho dos cursos suas medidas foram feitas em metros, mas para efeito de comparação os totais foram convertidos em quilômetros. Já com o comprimento de cada curso, de acordo com a sua ordem e a soma de todos eles temos o resultado de 10,9 Km, que ao dividirmos por 4,85 (área total da sub-bacia) chegamos ao resultado de 2,26. Este número tem como função representar a drenagem superficial da bacia, quanto maior o número maior o escoamento da água sobre a bacia, caso esse número seja baixo, indica uma baixa velocidade de escoamento. A sub-bacia Lajeadozinho possui uma densidade de drenagem superior, sendo de 3,12, já o manancial como um todo possui uma densidade de 2,94. Com isso em vista podemos notar que a Bacia hidrográfica São Sebastião possui uma força de escoamento relativamente baixa, podendo contribuir para um baixo índice de erosões.

Na sub-bacia ainda existe a ocorrência de nascentes difusas que se trata de áreas no solo ou numa rocha de onde a água flui naturalmente para a superfície como ocorre nos demais cursos d'água e com isso o solo se encharca gerando brejos (ANA, 2002). Como na área de estudo essas nascentes estão presentes em áreas voltadas a pastagem, sua identificação pode ser feita facilmente por imagens de satélite, já que devido a umidade a vegetação possui um aspecto mais escurecido, como é possível observar na Figura 7 e Figura 8.

Figura 7: Nascente difusa 1.



Fonte: Google Earth (2023)

Figura 8: Nascente difusa 2.

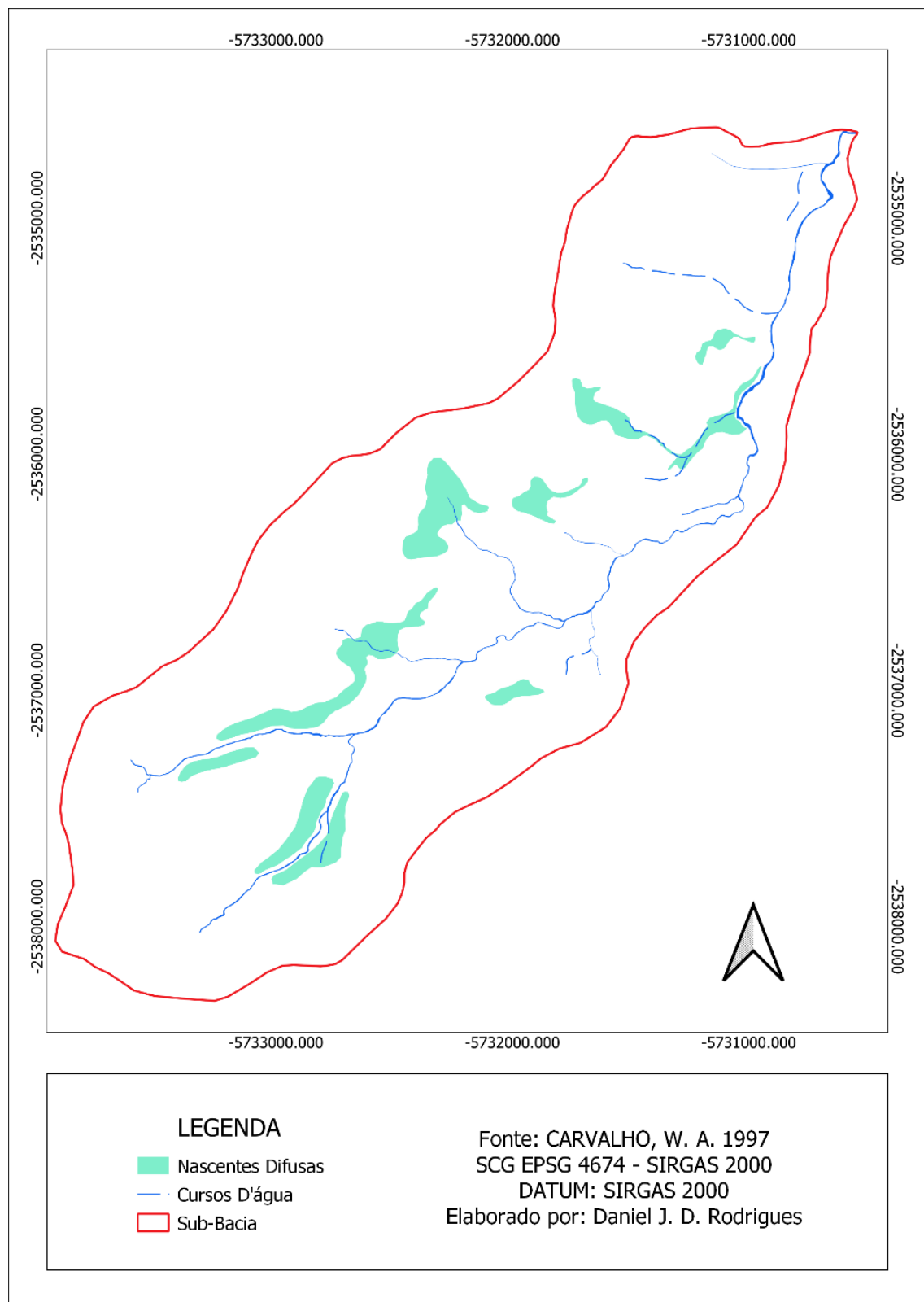


Fonte: Google Earth (2023)

As nascentes difusas acabam sendo comuns levando em consideração a formação rochosa sob ela. Com a presença de sedimentos arenosos assentados sobre sedimentos argilosos, a água acaba ficando retida na primeira camada, já

que a mesma é mais permeável do que a segunda composição (BRAGA, 2011). Então, assim como em todo o manancial, a sub-bacia a ser analisada possui esse afloramento do lençol freático em algumas áreas, como podemos observar no Mapa 4.

Mapa 4: Nascentes difusas da sub-bacia do córrego São Sebastião.



Ainda segundo as ideias de Braga (2011) às nascentes difusas, assim como as demais, também contribuem para o fornecimento de água aos canais

superficiais. Apesar de não haver um escoamento que muitos julgariam como normal, estas nascentes acompanham o ciclo de maior e menor vazão ao longo do ano e sua preservação está diretamente ligada a quantidade e a qualidade da água e da flora e fauna presentes na sub-bacia.

4.4. RELEVO

Segundo Dibieso (2013) o relevo da sub-bacia é marcado em maioria por Colinas Médias, tendo áreas ao longo do canal principal variando entre Colinas Amplas e Planícies Fluviais. Ambas as definições, ainda de acordo com o autor, se trata de regiões onde a declividade varia entre 0% e 8%. As áreas de fundo de vale possuem um baixo escoamento superficial o que provoca um empobrecimento do solo por motivos de infiltração, na perda de materiais solúveis, e escoamento subsuperficial com a perda de materiais mais finos.

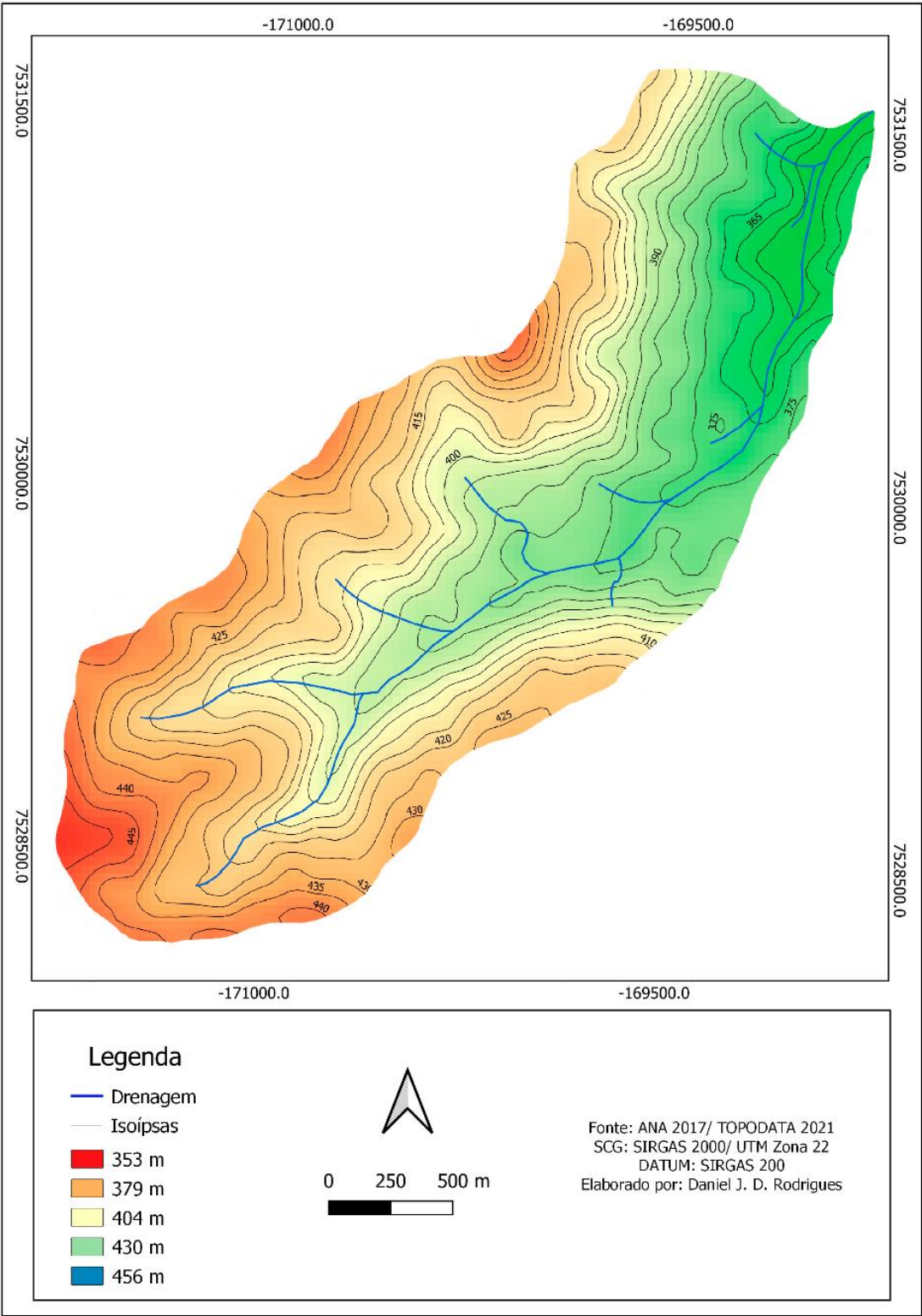
Essas formações de aspectos mais suaves reforçam os dados de densidade de drenagem, fazendo com que a água pluvial escorra superficialmente com menos energia. Entretanto, como as áreas mais baixas estão situadas no fundo do vale, a água da calha principal tende a escorrer também de forma lenta, o que favorece o assoreamento do córrego São Sebastião, tanto do seu leito, quanto do das planícies de inundação.

As duas áreas em questão, tanto as Colinas Amplas quanto as Planícies Fluviais, favorecem o uso e ocupação do solo, já que devido ao baixo escoamento a calha principal seria menos afetada pelas atividades, territórios com tal declive são recomendados até mesmo a moradias (DIBIESO, 2013). Porém, ambas as formações se encontram no fundo de vale, o que torna certas atividades restritas devido à inundação, mesmo que parte das práticas econômicas se encontram dentro dos locais destinados às áreas de preservação permanente.

Com isso, o uso do solo, além de ficar reservado às partes superiores da bacia, onde predominam colinas médias, também acabam restringidos a margem esquerda do córrego São Sebastião, isso devido ao espaço estreito entre o córrego e o interflúvio do lado oeste. Além do espaço ser maior, a margem

esquerda também conta com um declive mais suave até o fundo do vale, já a parte a direita, como podemos observar no Mapa 5 através das curvas de nível, contém uma declividade mais acentuada.

Mapa 5: Hipsometria da sub-bacia do córrego São Sebastião.



4.5. SOLO

A sub-bacia do córrego São Sebastião conta com dois tipos de solos que comumente ocorrem próximos um ao outro. O primeiro é o Argissolo Vermelho, que possui uma área de aproximadamente 2 km², o que corresponde a 39% de toda a área da sub-bacia e está predominantemente a montante. O segundo solo identificado é a Associação de Neossolos Litólicos, que preenche a área restante a jusante de aproximados 2.85km² (57%). O restante, cerca de 4% correspondem aos solos hidromórficos, presentes próximo aos leitos dos rios onde a quantidade de água ao longo do tempo é muito alta, e esse solo encharcado acaba tendo suas características físicas e químicas alteradas (ROSSI, 2017).

O Argissolo Vermelho (Figura 9) se trata de um solo mineral, não hidromórfico, com horizontes A de espessura moderada e uma transição para o horizonte B bem demarcada, sendo rara a transição gradual. É um solo Álico Epidistrófico com textura arenosa/média e fase de floresta tropical subperenifólia. Esse solo é muito propenso à erosão, principalmente os que possuem caráter abrupto, que é o caso, e está presente nas áreas mais elevadas do terreno, o que favorece ainda mais o desgaste do solo. Isso ocorre pois o horizonte subsuperficial tem uma menor permeabilidade, permitindo um maior escoamento superficial da água das chuvas, e com isso, a erosão (CARVALHO, 1997).

Figura 9: Argissolo vermelho.



Fonte: Embrapa

Já a Associação de Neossolos Litólicos (Figura 10) se trata de um solo Eutrófico, possui textura arenosa e de fase de floresta tropical subcaducifólia. É um solo pouco desenvolvido, então não apresenta horizonte B, por isso o horizonte A está sobre o horizonte C ou sobre a própria rocha matriz. Tem sua origem a partir da alteração de rochas sedimentares de característica arenosa. Também possuem propensão a erosão mesmo que o relevo diminua este fator, porém, são de difícil mecanização, no caso da sub-bacia isso ocorre devido a sua espessura reduzida, além disso, o solo apresenta fragmentos de arenito com avançado estado de decomposição e/ou a presença de nódulos de óxido de ferro, oriundos da rocha matriz (CARVALHO, 1997).

Figura 10: Neossolos Litólicos.



Fonte: Embrapa

5. METODOLOGIA

Ao longo da pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os temas e os procedimentos adotados principalmente em produções sobre a área a ser estudada, visando o aprofundamento dos fundamentos teórico-metodológicos da pesquisa, o entendimento e construção do conhecimento científico da problemática que envolve a proteção e recuperação de mananciais, tais como: planejamento e gerenciamento de recursos hídricos em bacias hidrográficas, mananciais de abastecimento urbano, saneamento básico, crises hídricas, dentre outros.

Em relação à identificação e caracterização ambiental, foram gerados mapas de base da sub-bacia do córrego São Sebastião. A partir disto os dados foram compilados a partir de mapas existentes sobre aspectos do meio físico e socioeconômico da sub-bacia em questão, especialmente em planos de recursos hídricos, abrangendo, quando disponíveis, temas como: hidrografia, geologia, geomorfologia, pedologia, clima, uso e cobertura das terras, unidades de conservação, eventos hidrológicos críticos, fragilidade geoambiental, erosão e assoreamento, disponibilidade hídrica superficial, qualidade das águas, saneamento básico etc. Esse estudo foi o que permitiu a geração de um capítulo com a caracterização ambiental da área de estudo, como já foi visto.

A fim de mapear o uso e cobertura das terras, também no intuito de identificar áreas naturais remanescentes e mapear as APPs para analisar suas situações ambientais e seus conflitos. Alguns aspectos técnicos também foram analisados como os do meio físico e legais previstos no Código Florestal (BRASIL, 2012), os estudos de Machado (2010), Gass, Dal Forno e Hass (2013), IBGE (2013) e os procedimentos adotados nos estudos aplicados na UGRHI Paranapanema, especialmente na bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio, por Dibieso (2013), Leal et al. (2003), Freire (2017), Arana et al. (2018) e Vilela (2019), com as adaptações necessárias, considerando-se as escalas de estudo e as características da sub-bacia hidrográfica do córrego São Sebastião. Foi considerado também o Mapeamento em Alta Resolução dos

Biomass Brasileiros elaborado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2018) e mapeados os usos outorgados das águas, de acordo com dados do órgão gestor estadual - Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Além disso, também foram levados em consideração os dados da plataforma MapBiomass a fim de analisar o histórico de uso e ocupação da terra e comparar os dados atuais com os resultados deste trabalho.

Foram utilizados também as informações disponíveis no Cadastro Ambiental Rural (CAR), utilizadas para delimitar as propriedades rurais e classificá-las segundo seu tamanho em módulos fiscais (MF), considerando o Artigo 61-A do Código Florestal (Brasil, 2012), identificando-se as faixas marginais de recomposição obrigatória das APP.

Os mapas da bacia hidrográfica do córrego São Sebastião foram compilados e elaborados em escalas de detalhe, mas considerando-se a disponibilidade de bases cartográficas e imagens de satélite. Para tanto, foi utilizado o QGis, software gratuito, e realizados trabalhos de campo para coleta de dados e informações, verificação de campo e registros fotográficos. Já os mapas de uso e cobertura foram gerados a partir da vetorização com base nos dados apresentados pelo Google Earth e combinados com resultados checados em campo e na revisão bibliográfica e as cores tendo como base a coloração apropriada seguindo os parâmetros estabelecidos pelo IBGE.

Os mapas que foram gerados consistiram em ter as seguintes informações, conforme o tema de cada mapa: limite da sub-bacia, hidrografia, uso e cobertura das terras (incluindo-se remanescentes naturais), pontos de captação de água, usos outorgados, APP, situação ambiental das APP (conflitos com uso das terras), limites das propriedades rurais e sua classificação em módulos fiscais e Unidades de Conservação (se existentes). O mapa das APP será acompanhado de quadro síntese com os dados da situação ambiental das APP.

Para a elaboração da metodologia de restauração ecológica das áreas de preservação permanente degradadas na sub-bacia Sebastião foram consideradas as orientações técnicas e legais expressas nos documentos dos órgãos gestores, tais como Lei Estadual Nº 9.866/1997 (SÃO PAULO, 1997), Resolução SMA Nº

32/2014 (SÃO PAULO-SMA, 2014), Roteiro Técnico para Apresentação, Aprovação, Execução e Conclusão de Projetos Executivos de Restauração Ecológica Submetidos ao FEHIDRO (SÃO PAULO-SMA/CBRN, 2014), dentre outros.

Os dados e informações coletados foram analisados e sistematizados em textos, tabelas, quadros e mapas, os quais subsidiaram a apresentação de propostas para a proteção e recuperação da Sub-Bacia do córrego São Sebastião, no contexto do manancial de abastecimento de Presidente Prudente. Os resultados da pesquisa foram sistematizados a fim de colaborar com as propostas mitigadoras, para que providências necessárias sejam tomadas.

Dados de chuva e temperatura do clima foram retirados de estações distintas. Primeiramente os dados de precipitação foram retirados da Estação presente em Pirapozinho cujo seu Prefixo é D8-025. A estação fica presente nas seguintes coordenadas: Lat. 22° 16' 00"S, Long. 51° 30' 00"W, estando a uma distância de aproximadamente 5,5 quilômetros da sub-bacia do córrego São Sebastião, escolhida por ser a mais próxima da sub-bacia. Já os dados sobre a temperatura local têm como base os dados da estação meteorológica da Unesp de Presidente Prudente, localizada nas seguintes coordenadas: 22°07'12.8"S, 51°24'31.0"W.

Os trabalhos de campo foram realizados, em maioria, ao longo da estrada Coronel Goulart, principal via de acesso da sub-bacia. Também foram visitadas propriedades onde foi possível entrevistar um dos moradores de forma verbal, o que colaborou para uma melhor compreensão sobre o meio social local. Referente a entrevista fornecida pelo morador, foram utilizadas apenas informações que também fossem comprovadas por autores que estudaram a área, como Dibieso (2013). Em campo foram visitadas as seguintes coordenadas e suas imediações: -22.199516, -51.497088 (Figura 17); -22.202841, -51.494469 (Figura 18); -22.198964, -51.489305 (Figura 16); -22.203578, -51.491232 (Figura 20); -22.205918, -51.500473; -22.213727, -51.507088 (Figura 19); -22.221042, -51.511351; -22.223728, -51.503410 (Figura 21) e por fim -22.220828, -51.497368.

Durante a caracterização física da área foram realizados cálculos cuja metodologia será detalhada. Para se calcular a densidade hidrográfica foi utilizada a seguinte fórmula: ($D_h = N_1/A$), onde D_h é a densidade hidrográfica, que é igual ao número de nascentes (N_1) dividido pela área da sub-bacia (A). Já a densidade de drenagem teve como fórmula está usada: $D_d = L_t/A$, onde L_t corresponde ao comprimento total de todos os canais da rede hídrica e A é a área total da bacia em questão, ambos os cálculos foram baseados nos estudos de Dibieso (2013). Já em relação a hierarquia hidrográfica, se baseia no método de Strahler (1952, apud CHRISTOFOLETTI, 1970) que consiste em classificar os cursos d'água de acordo com a sucessão de seus afluentes partindo de suas nascentes. Então, toda nascente corresponde a um curso d'água de ordem 1, quando esse canal se encontra com outro que também é de ordem 1, a junção dá início a um córrego ou rio de ordem 2, assim se segue sucessivamente.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO

No presente trabalho a análise do uso da terra foi dividida entre: *Moradias*, onde foram levantados dados sobre as propriedades e estradas locais; *Agricultura*, cujo intuito é identificar o plantio de culturas temporárias ou permanentes; *Pastagens*, no qual o objetivo é entender onde ocorrem as pastagens voltadas aos bovinos, e por fim, *Áreas Reservadas*, onde não ocorrem atividades antrópicas, porém, que podem ou não possuir matas nativas, a extensão de cada atividade pode ser conferida na Tabela 4. Com os tópicos acima abordados, ao fim do capítulo analisaremos os impactos de cada uso e cobertura do solo.

Tabela 4: Divisão do uso e cobertura do solo.

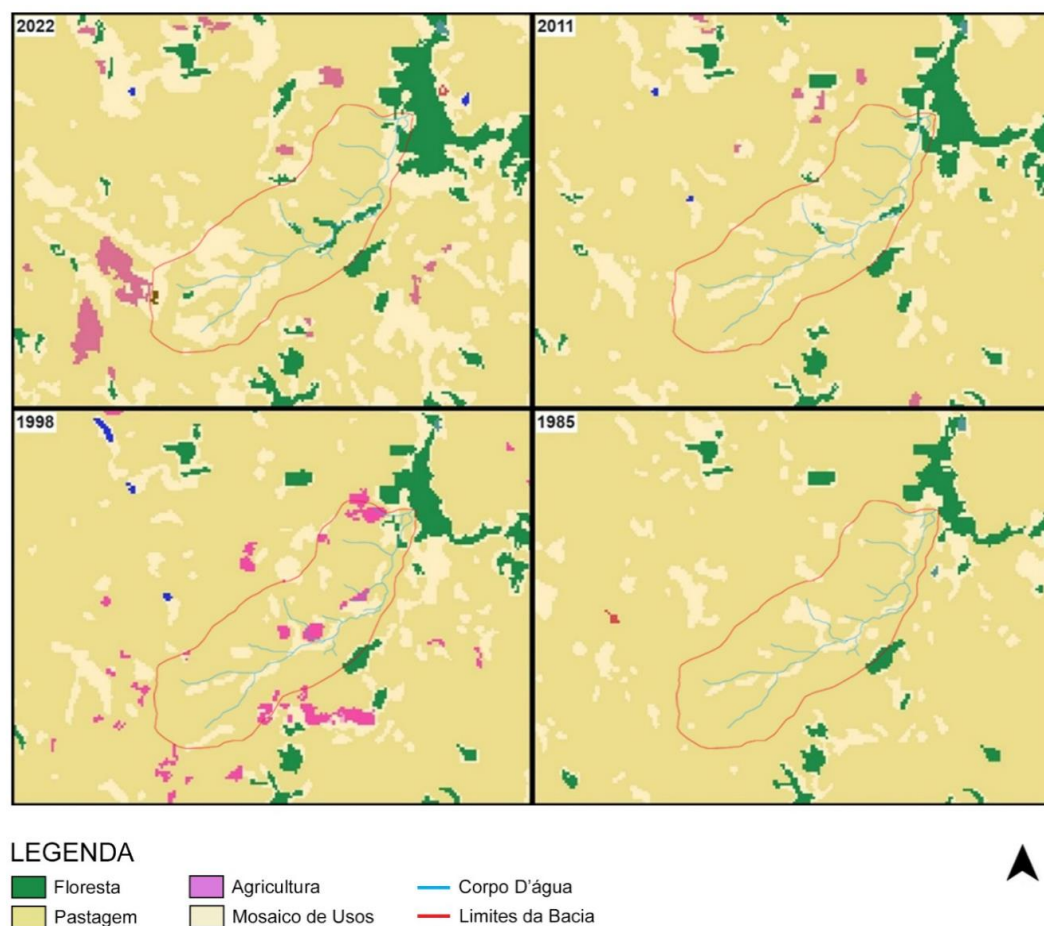
Uso do Solo	Extensão Territorial (m ²)	Porcentagem de Ocupação
Agricultura	221.879,72	5%
Pastagens	3.361.317,47	69%
Áreas Reservadas	1.119.837,59	23%
Outras Áreas	147.101,26	3%
Sub-Bacia	4.850.136,02	100%

Fonte: O autor.

Vale ressaltar que a sub-bacia, mesmo que tenha uma baixa extensão territorial voltada à agricultura, ainda são encontradas culturas que inclusive podem resultar em impactos negativos ao meio ambiente, como será melhor detalhado à frente. A comparar os dados obtidos com as informações apresentadas pela plataforma MapBiomas foi notada certas divergências.

De acordo com o site, a sub-bacia do córrego São Sebastião tem a agropecuária como única atividade econômica desde quando a plataforma começou seu levantamento de dados, como podemos analisar na Figura 13 que apresenta o uso e cobertura do solo nos anos de 2022, 2011, 1998 e 1985 respectivamente segundo a plataforma.

Figura 11: Evolução do uso e cobertura do uso da terra sobre a área.



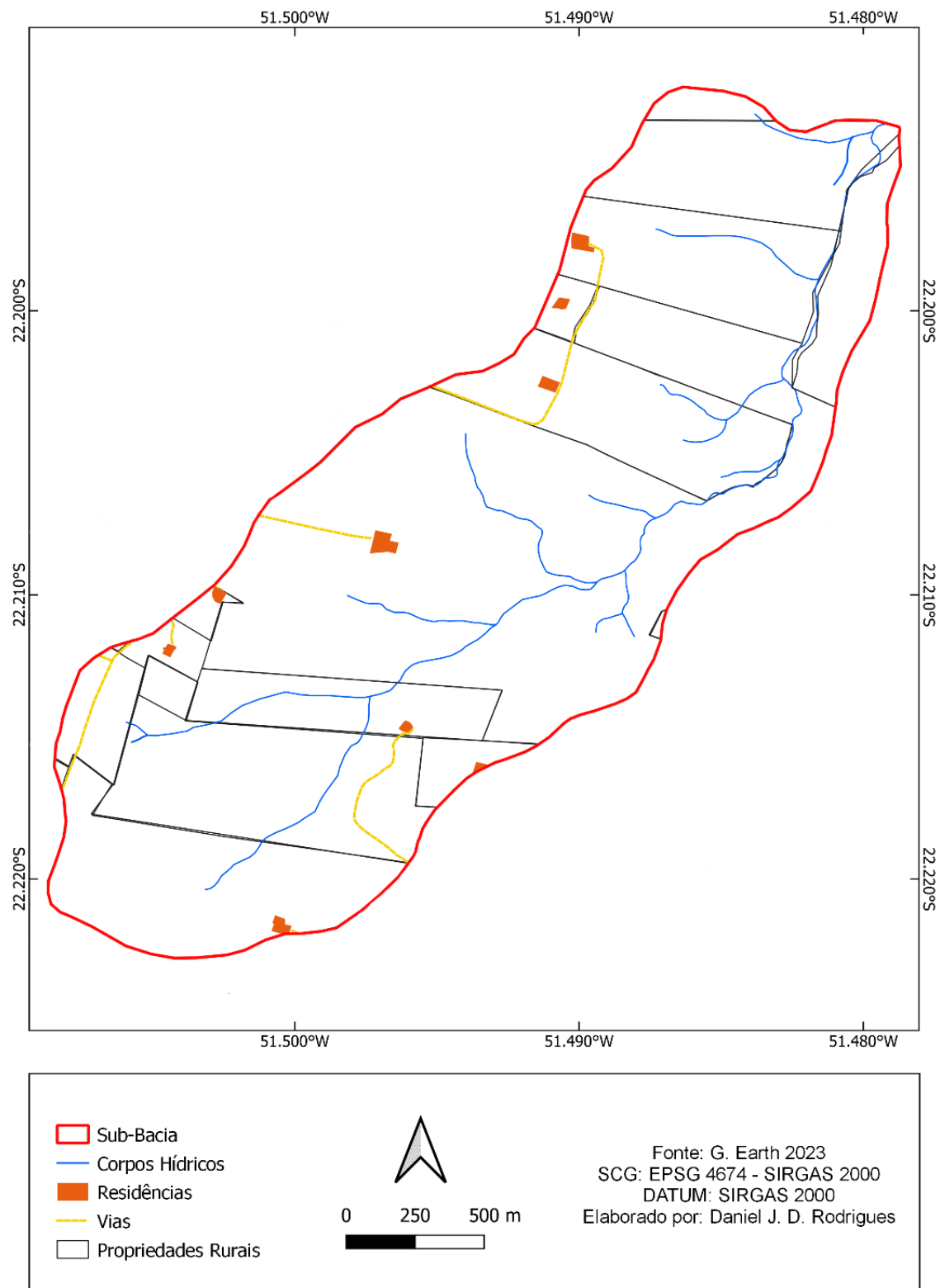
Vale ressaltar que a plataforma MapBiomas possui um eficiente trabalho de mapeamento remoto. A fonte caracteriza sua metodologia descrevendo que todos os mapas são gerados analisando pixel a pixel de imagens vindas dos satélites Landsat. Todo esse processo é conduzido com o auxílio de algoritmos avançados de aprendizagem de máquina (machine learning) através da plataforma Google Earth Engine. As contribuições do MapBiomas para trabalhos como esse são indiscutíveis, por isso, o objetivo deste trabalho é agregar ao conhecimento de áreas pequenas como a área de estudo em questão.

De acordo com os métodos utilizados para levantamento de dados, foi possível chegar a conclusões divergentes ao que foi apresentado pelo MapBiomas. Ao analisarmos o mapa de uso e cobertura do solo em 2022, segundo o MapBiomas, percebemos que não existe nenhuma área voltada à agricultura. Entretanto, existem sim práticas agrícolas dentro da sub-bacia, com extensão aproximada de 214.743,68 m², contendo culturas tanto permanentes quanto temporárias.

MORADIAS

A sub-bacia não possui traços de urbanização, as construções se limitam às moradias dos proprietários das terras e as vias são compostas apenas por estradas de terra. Estas informações, assim como o limite de cada propriedade dentro da sub-bacia, foram compiladas no Mapa 7.

Mapa 6: Propriedades e construções na área de estudos.



Durante os trabalhos de campo foi possível entrevistar um dos moradores que descreveu as práticas comuns em sua propriedade e na dos demais

moradores que residem dentro da área de estudo. Foram identificadas nove moradias dentro do limite da sub-bacia, que segundo a entrevista, se tratam de primeiras moradias, ou seja, onde o proprietário do imóvel reside de maneira fixa, com isso, nenhuma das outras casas se referem a uma segunda moradia, na qual o proprietário frequenta sazonalmente.

Além disso, as propriedades presentes no local são relativamente pequenas, em média os terrenos possuem uma extensão de aproximadamente 1.620.000,00m², sendo que apenas uma das propriedades conta com uma dimensão considerável, que ocupa um espaço aproximado de 33% de toda a área da bacia.

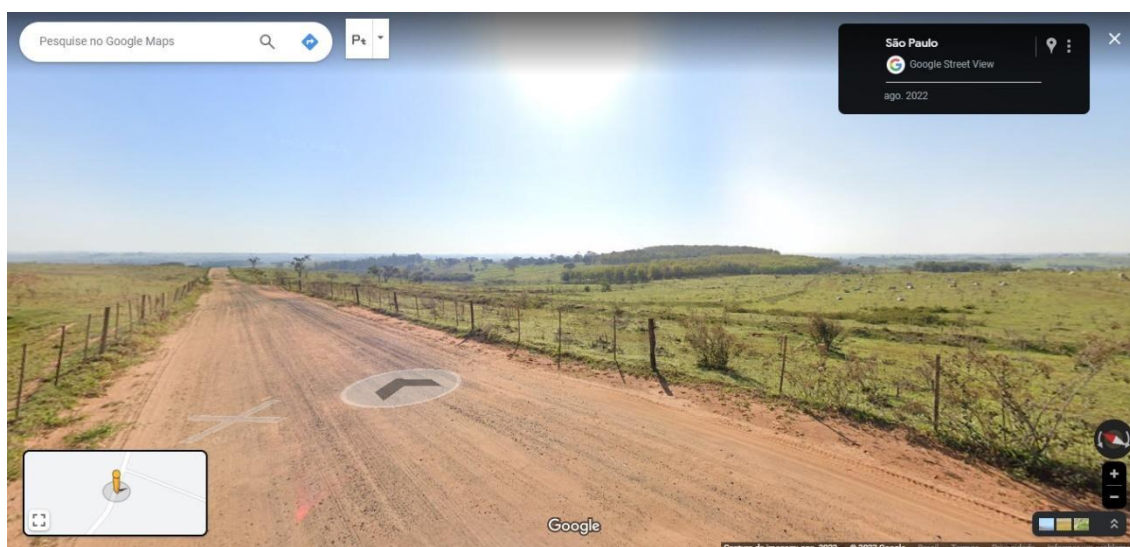
Como já dito anteriormente todas as vias presentes na sub-bacia são estradas de terra, a mais utilizada e principal via de acesso é a estrada Coronel Goulart, que liga os municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho (Figura 11), inclusive, a mesma conta com registro do Google Street View (Figura 12) ao longo de toda sua extensão. Além desta, a maior parte das vias são curtas e estão presentes dentro das propriedades, já que a principal finalidade é levar da via principal a alguma moradia.

Figura 12: Acesso a estrada Coronel Goulart em Pirapozinho.



Fonte: Google Street View (2023)

Figura 13: Estrada Coronel Goulart registrada pelo Street View.



Fonte: Google Street View (2023)

AGRICULTURA

Os dados apresentados a seguir foram levantados através de visões por satélite (via Google Earth), trabalhos de campo, MapBiomas e outros trabalhos sobre o manancial do alto Santo Anastácio.

Como já dito anteriormente, a bacia hidrográfica não possui zonas urbanas, suas construções se limitam a edifícios comuns de áreas rurais, como casas, estaleiros, galpões, mangueiras, dentre outros. Com isso, o território da sub-bacia se divide em apenas duas práticas econômicas, agricultura e pecuária, que como veremos a seguir, ocupando assim quase toda a área de estudo, com exceção das moradias e áreas reservadas, como podemos conferir na Tabela 5.

Tabela 5: Extensão dos tipos de culturas.

AGRICULTURA (m²)	
Seringueira	90.537,70
Eucalipto	89.659,51
Permanente	180.197,21
Hortaliças	31.566,08
Cana-de-açúcar	4.623,46

Temporária	36.189,54
Sub-Bacia	4.850.000,00

Fonte: O autor.

Como apresentado na tabela, a sub-bacia possui práticas agrícolas temporárias, correspondentes a 17% de todo o território voltado à agricultura. A maior parte desta área é composta por hortas, que se encontram próximas às moradias e planícies de alagamento, que estão presentes às margens dos corpos hídricos. Como pode ser visto através a seguir na Figura 14 e Figura 15.

Figura 14: Horta próxima das residências.



Fonte: Google Earth (2023).

Figura 15: Hortas próximas do córrego principal.



Fonte: Google Earth (2023).

Além das hortas apresentadas, a sub-bacia possui uma área que cultiva cana-de-açúcar. Mas, é válido ressaltar que se trata de um pequeno espaço, com apenas 4.623,46 m². Esse cultivo também ocorre próximo às moradias e seu plantio é voltado ao consumo do gado local. Podemos observar o plantio local de cana na Figura 16 a seguir.

Figura 16: Cultivo de cana-de- açúcar.



Fonte: O autor.

Fora essas práticas, também existe a presença de culturas permanentes sobre o território da bacia hidrográfica, correspondendo a um total de 83% do solo da agricultura. Apesar de ser a maior porção do território, são encontrados apenas o cultivo de Seringueiras e Eucaliptos dentro da área de estudos, como podemos observar a seguir (Figura 17, Figura 18 e Figura 19).

Figura 17: Cultivo de seringueiras 1.



Fonte: O autor.

Figura 18: Cultivo de seringueiras 2.



Fonte: O autor.

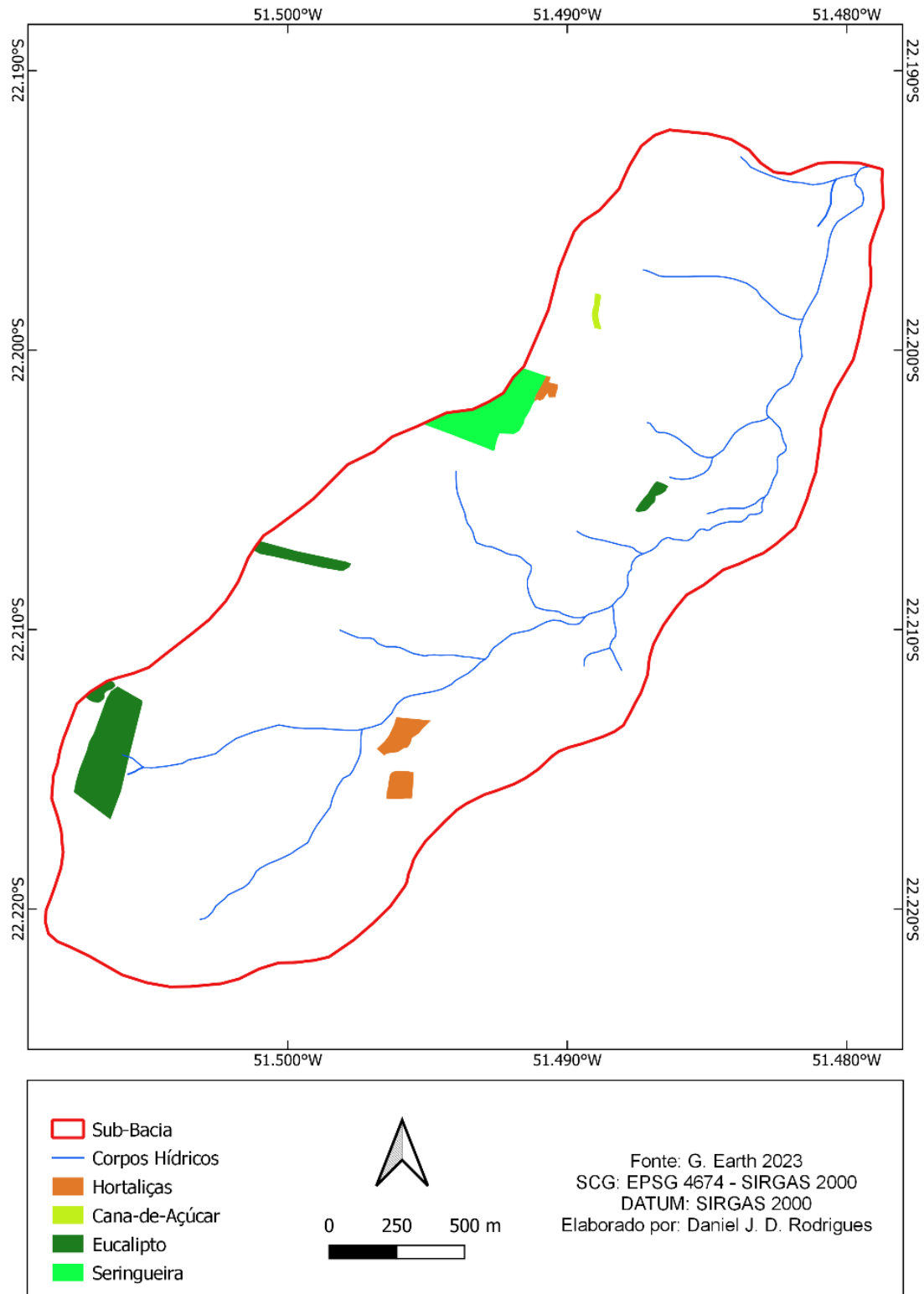
Figura 19: Cultivo de eucaliptos.



Fonte: O autor.

Com isso o Mapa 9, apresentado a seguir, compila os dados levantados acerca da agricultura, representando a localização das porções voltadas às culturas temporária e permanente, além de suas proximidades com os cursos d'água da sub-bacia.

Mapa 7: Locais voltados à agricultura dentro da sub-bacia do córrego
São Sebastião.



PASTAGENS

O cultivo de pastagens é mais abundante, não apenas dentro do limite da sub-bacia, mas também no manancial do alto Santo Anastácio como um todo. Segundo Dibieso (2023) 69% dos solos do manancial são voltados à pecuária, dentro da área de estudo os pastos também correspondem a 69% do território total. A extensão das pastagens na área de estudo pode ser conferida na Figura 20.

Figura 20: Cobertura das pastagens sobre a sub-bacia.



Fonte: O autor.

Como afirma Dibieso (2013, p.159) esta prática é a mais usada pelos produtores pois: “requer menos mão-de-obra e investimentos que a agricultura e, por isso, é a atividade predominantemente desenvolvida, pois de acordo com entrevistas realizadas a diminuição do número de produtores rurais na bacia é uma constante”. Outro fator importante ressaltado pelo autor é o tipo de gramínea utilizada pelos proprietários, que dentro da área de estudos, se trata da Braquiária, marcando presença em quase todas as pastagens. A principal finalidade dos bovinos criados na sub-bacia são os gados de corte e leiteiros (Figura 21), cujo desenvolvimento está diretamente ligado às condições onde se encontra o pasto.

Figura 21: Gado leiteiro na sub-bacia.



Fonte: O autor.

Por isso é comum encontrarmos áreas que servem para a rotação do gado, como podemos ver na Figura 22, onde pasto a beira da área reservada está dividido em três partes, e todas elas apresentam suas gramíneas em diferentes estágios. Isso ocorre pois os proprietários revezam as partes onde soltam o gado, para que assim, as porções vazias possam se desenvolver e serem usadas posteriormente.

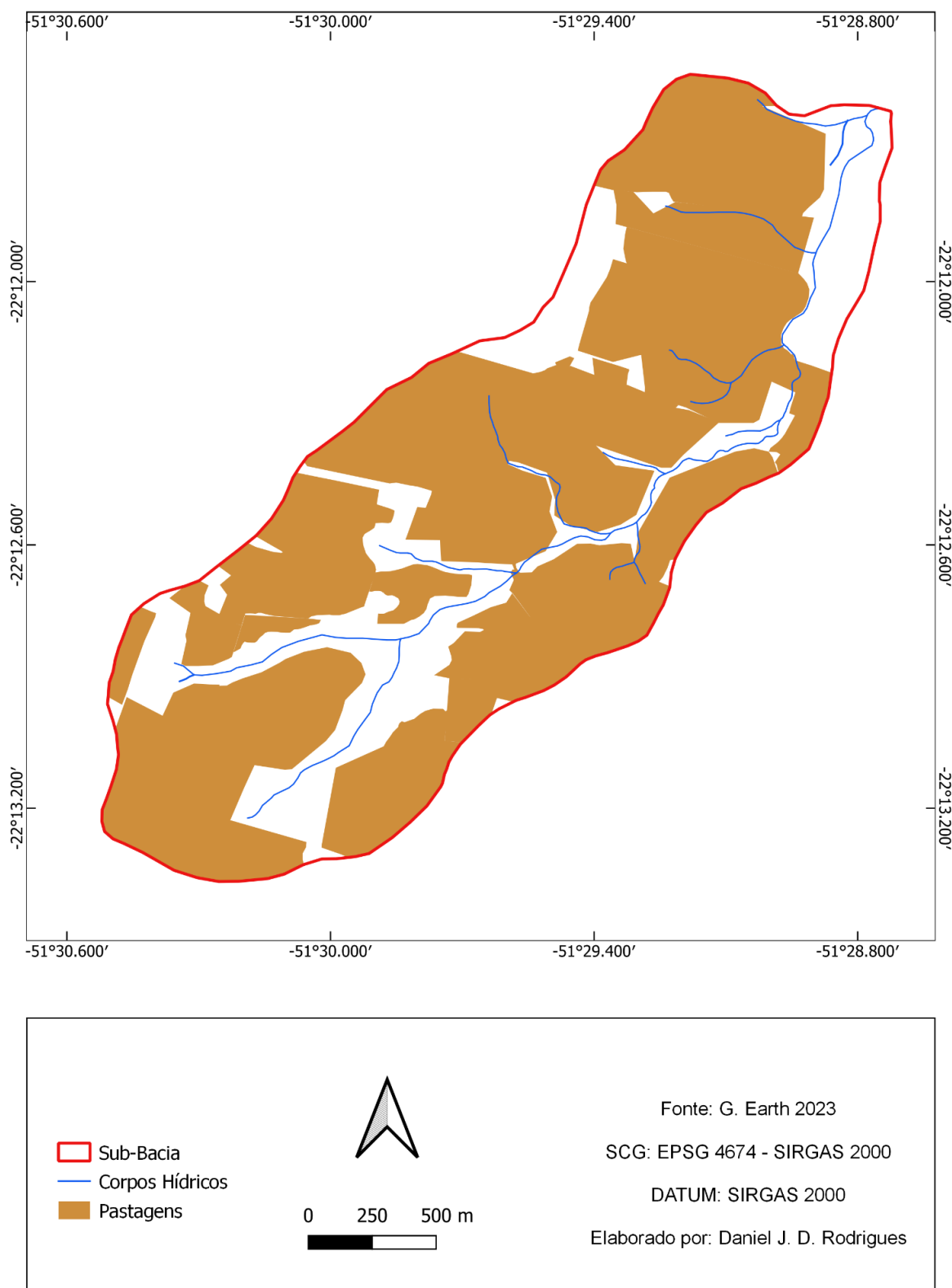
Figura 22: Rotação das pastagens.



Fonte: Google Earth (2023).

Com isso, através dos métodos utilizados para o levantamento de dados, foi possível identificar as áreas voltadas à pecuária, e assim, realizar o mapeamento do uso do solo voltado às pastagens (Mapa 10), evidenciando as porções que se sobressaem aos cursos d'água, tanto afluentes, quanto o próprio canal principal.

Mapa 8: Ocupação das pastagens na sub-bacia do córrego São Sebastião.



ÁREAS RESERVADAS

Às áreas reservadas, como já debatido anteriormente, são os espaços que abrigam as matas ciliares, que desempenham um papel constante na manutenção do equilíbrio das bacias hidrográficas, influenciando positivamente na qualidade e quantidade da água, na biodiversidade e colaborando para os corredores ecológicos. Além disso, a preservação das áreas em torno dos córregos é essencial para gestão de recursos hídricos, já que as matas nativas colaboram e muito para mitigar e até solucionar os problemas causados pelas ações antrópicas.

As formações florestais mais antigas da sub-bacia se encontram próximas das áreas mais baixas do território, junto da foz do córrego São Sebastião. Isso ocorre pois temos trabalhos de proteção e restauração do rio Santo Anastácio a algumas décadas, o que tem colaborado para a preservação das apps às margens do rio Santo Anastácio.

Em relação ao córrego São Sebastião, 23% de toda a área da sub-bacia se encontra cercada às margens dos cursos d'água, o que corresponde a um total de 1.119.837,59 m². Entretanto, boa parte deste território não possui vegetação nativa, ou seja, apesar de estarem reservadas, essas áreas não possuem cobertura vegetal adequada, como podemos observar na Figura 23. Segundo os dados levantados, apenas 58% das porções cercadas estão florestadas, um total de 652.382,76m².

Tabela 6: Divisão das áreas reservadas.

ÁREAS RESERVADAS (m ²)	
Florestadas	652.382,76
Não Florestadas	467.454,83
Total	1.119.837,59

Fonte: O autor.

Figura 23: Área reservada sem cobertura arbórea.



Fonte: Google Earth (2023).

O desenvolvimento econômico que se apresenta na área estudada é o mesmo que ocorreu em seu entorno. Com isso, boa parte da vegetação que ocupava a região foi retirada para dar espaço à agropecuária. Hoje, apesar de um aumento de trabalhos voltados ao manancial buscando sua proteção, muitas áreas às margens dos córregos se encontram violadas ou sem a cobertura vegetal adequada.

Os córregos que mais sofrem com a falta de mata ciliar são os cursos temporários, aqueles que surgem durante o período de chuvas. Como já dito anteriormente, a sub-bacia conta com dois córregos temporários, que ao compararmos os mapas Mapa 9 e Mapa 10, podemos notar que ambos os cursos não possuem matas ciliares em suas margens, o que pode resultar em complicações ao funcionamento da sub-bacia.

Boa parte das áreas florestadas se encontram fragmentadas, com exceção da reserva próxima a foz e de uma grande porção reservada que se encontra em

uma altura intermediária dentro da sub-bacia. Esta extensão contínua de mata possui 239.685,83m² e corresponde a um total de 39% das áreas reservadas que possuem cobertura vegetal. Entretanto, esta área está limitada, tanto a montante quanto a jusante, por locais cujo o gado tem acesso e até transita sobre o canal principal como podemos ver na Figura 24 a seguir.

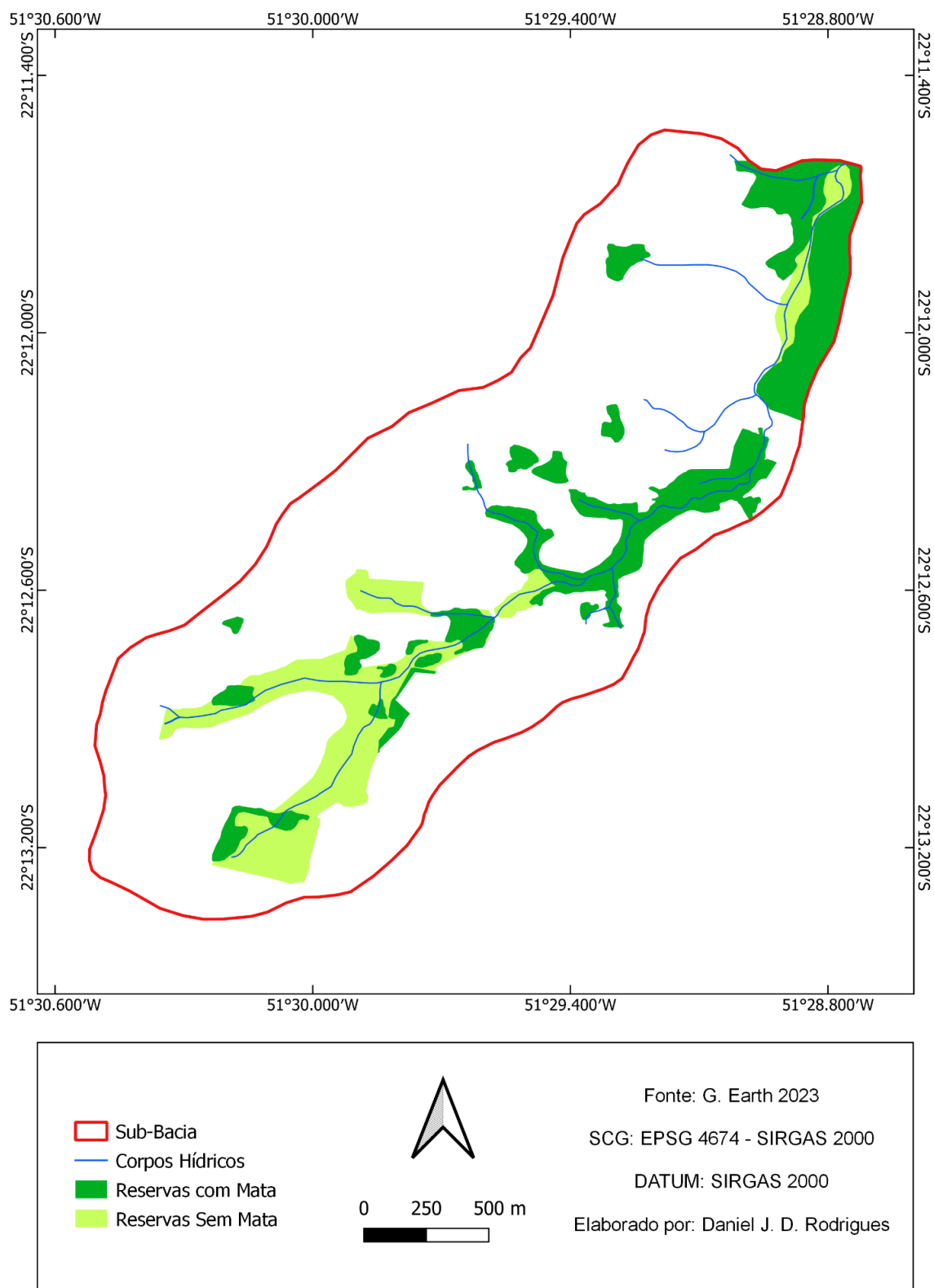
Figura 24: Áreas com trânsito de animais.



Fonte: Google Earth (2023).

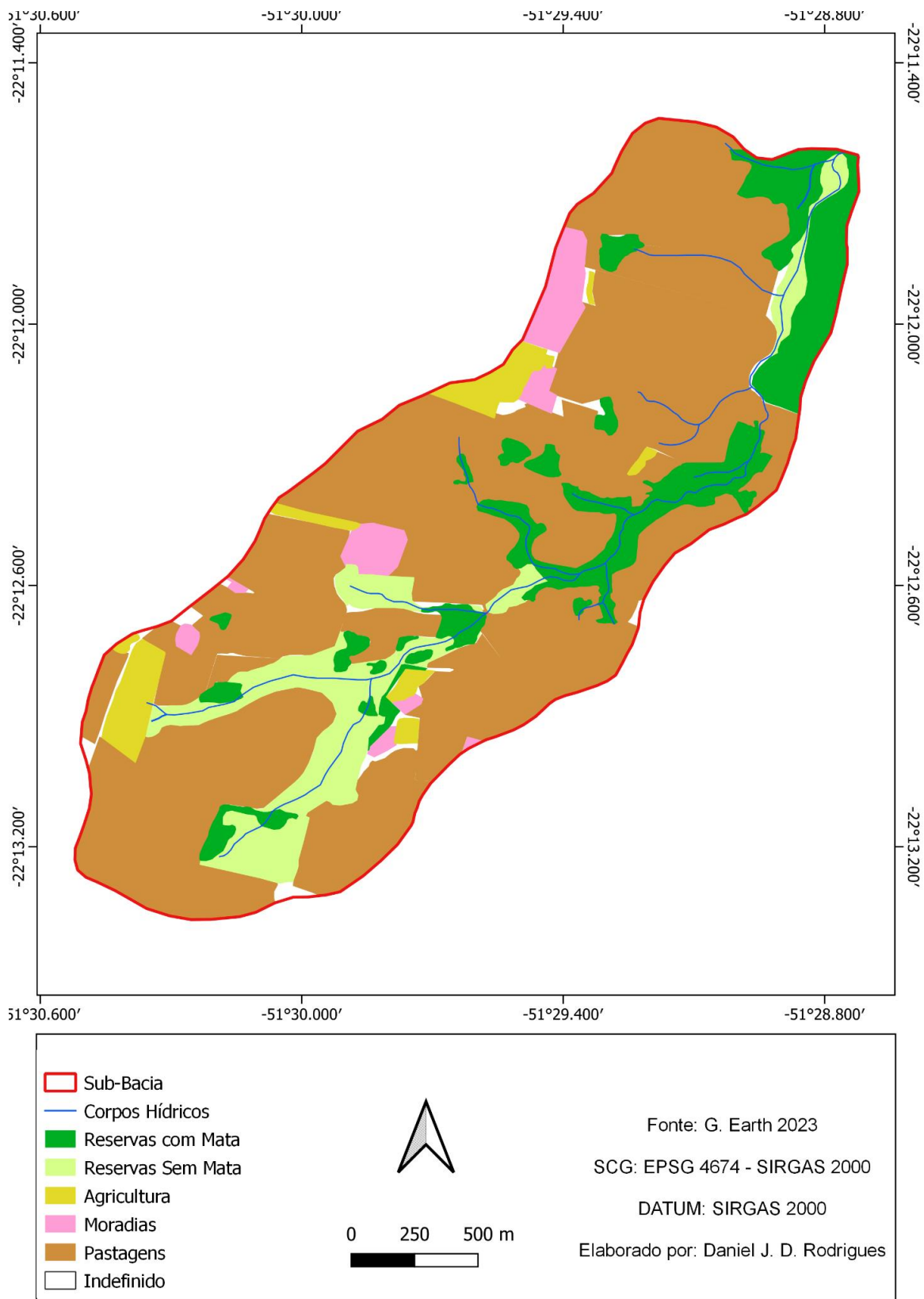
Com isso, através dos levantamentos feitos durante a elaboração deste trabalho, foi possível realizar a compilação de dados a fim de mapear as regiões reservadas e separá-las entre florestadas e não florestas, que possui vegetação campestre, resultando assim na realização do Mapa 10.

Mapa 9: Áreas reservadas à margem dos cursos d'água.



Com isso, através da compilação dos dados levantados e analisados sobre o uso e ocupação do solo, foi elaborado o Mapa 11, cujo objetivo é apresentar a extensão de cada cobertura do solo sobre as áreas analisadas. Nele é possível conferir as porções ocupadas pelas áreas reservadas (com ou sem mata), agricultura, pastagens e as moradias, que são os locais reservados para o uso pessoal dos moradores e não apresentam atividade econômica.

Mapa 10: Uso e cobertura do solo da sub-bacia do córrego São Sebastião.



6.2. POSSÍVEIS IMPACTOS RECORRENTES DO USO E COBERTURA DO SOLO

O principal problema proveniente das moradias dentro das sub-bacias é referente ao descarte de resíduos sólidos. Dentro das propriedades presentes na área de estudo podemos encontrar lixos domésticos oriundo do uso pessoal dos moradores e lixos resultantes da produção agropecuária.

O bairro urbano mais próximo da sub-bacia se trata do Jardim Novo Prudentino, próximo ao Residencial Ana Jacinta, zona oeste de Presidente Prudente, que fica a cerca de 7,5km de distância da área de estudo. Com isso não ocorre coleta de lixo por parte do poder público para atender as moradias dentro da sub-bacia, o que leva os moradores a encontrarem outros meios de se desvencilhar de seus resíduos.

Segundo os moradores entrevistados, boa parte das pessoas que residem dentro ou próximo da sub-bacia tem como preferência queimar seus lixos, prática comum em áreas rurais que não possuem amparo das prefeituras para a coleta de lixo. Dados levantados por Dibieso (2013) também confirmam que os moradores desta área, em maioria, costumam incendiar os despejos que são produzidos, tanto domésticos quanto agropecuários, além de combinarem esta prática com outros métodos, como enterrar, reciclar e levar até ao meio urbano.

Além do que já foi citado, muitos moradores optaram por descartar seus resíduos em locais inapropriados, fazendo com que o lixo jogado fique à mercê do escoamento superficial da água que acaba transportando os dejetos até os cursos d'água que, como já apresentado, acabam chegando à represa de onde a água é captada, tratada e distribuída. Ao longo dos trabalhos de campo, foi notado que o principal local onde ocorria o descarte de lixo ilegal situava-se na estrada Coronel Goulart (Figura 25), próximo, mas não dentro dos limites da sub-bacia.

Figura 25: Descarte ilegal de lixo na estrada Coronel Goulart.



Fonte: O autor.

Já por parte dos resíduos provenientes da produção agrícola, os que mais demandam preocupação são os dejetos resultantes do uso de agrotóxicos. Culturas temporárias são as que mais demandam a utilização de pesticidas, e como já apresentado, o cultivo de hortaliças ocupa 87% do espaço entre as culturas temporárias. Como afirma Dibieso (2013, p.140) “O desenvolvimento de atividades agrícolas para comercialização, que mais utilizam agrotóxicos no seu manejo, é realizado em pequenas áreas e caracterizam-se pelo cultivo de hortaliças, sendo cultivadas em pequenas propriedades (...)”, sustentando que as atividades agrícolas presentes na sub-bacia acompanham as práticas econômicas de seus arredores.

Com isso, podemos entender que o principal alvo dos defensivos agrícolas são as hortaliças proveniente das hortas que, como vimos, estão presentes próximo às moradias e até mesmo do canal principal da bacia. Este fator aumenta os efeitos negativos já que a contaminação de solo por defensivos agrícolas usados nas hortaliças pode ter impactos de longo prazo e com isso, afetar gradativamente a saúde humana de quem consome a água e alimentos da região. A aplicação de fertilizantes também pode resultar em problemas, apesar de ter como objetivo melhorar a produtividade agrícola, os fertilizantes acabam elevando

os índices desses nutrientes no solo, por consequência, este excesso de substâncias pode resultar na eutrofização da água, causada pelo carregamento de nutrientes através da água que flui até o corpo d'água ou se infiltra no solo (MOTA, 1999).

Já no plantio de culturas permanentes, que é o caso dos eucaliptos e seringueiras, possuem um menor uso de agrotóxicos em comparação às hortaliças, porém seus impactos ainda podem ser significativos em casos de negligência. Como já apresentado anteriormente, boa parte das nascentes dentro da área de estudo se encontram fora de uma área corretamente protegida. Esta ocorrência se perpetua até mesmo sobre a nascente do córrego principal, onde o afloramento do lençol freático está localizado dentro do maior cultivo de eucalipto da sub-bacia, como podemos conferir na Figura 26.

Figura 26: Cultivo de eucaliptos sobre a nascente do córrego principal.



Fonte: Google Earth (2023).

Segundo as ideias de Silva (2004), em áreas voltadas a plantação de eucalipto que se situem sobre bacias hidrográficas, os eucaliptos aumentam sua demanda de água, acelerando o crescimento da vegetação, mas podendo trazer efeitos negativos ao lençol freático local e a jusante da área. Com isso, apesar do plantio de eucalipto corresponder a aproximadamente 2% de toda a sub-bacia, seu cultivo pode oferecer riscos diretos ao abastecimento hídrico da bacia,

gerando possíveis danos ao canal principal e uma de suas nascentes, além de comprometer o lençol freático que abastece o próprio córrego São Sebastião e seus afluentes.

Além do risco sobre a água, o cultivo de eucaliptos pode causar danos ao solo. Segundo Oliveira et al (2018) a presença de eucaliptos a longo prazo sobre o solo pode resultar na alteração dos atributos químicos da camada superficial do solo em relação à vegetação nativa. De acordo com os estudos do autor, os eucaliptos, de maneira geral, podem elevar os níveis de matéria orgânica e de P (Fósforo) disponível, além de promoverem a acidificação e o aumento do Al (Alumínio) trocável.

Já em relação às pastagens voltadas ao gado, o principal problema associado, na maior parte dos casos, é referente às erosões. Por conta da falta de vegetações arbóreas, o solo sob as gramíneas acaba sofrendo mais com o escoamento superficial da água das chuvas (BOIN, 2000). Com isso a água transporta os sedimentos em grandes quantidades, resultando em sulcos que vão aumentando com as precipitações. Entretanto, apesar de 69% do território da sub-bacia ser composto por pastos, foram identificados poucos sulcos, o que pode ser justificado pelas características do relevo local que não possui grandes inclinações. Com isso, os processos erosivos mais avançados estão presentes nas margens dos rios, os solapamentos, que ocorrem por conta da falta de vegetação ciliar, como já foi abordado e será melhor analisado mais à frente.

Contudo, mesmo que ocorram poucas erosões na área de estudo, existem outros problemas recorrentes da pecuária que podem afetar o funcionamento da sub-bacia do córrego São Sebastião. Como salienta Mota (1999) os dejetos liberados pelos bovinos podem contribuir para a contaminação do solo por conta da água que se infiltra, resultando assim em um aumento significativo da demanda bioquímica de oxigênio por conta dos organismos que se alimentam dos dejetos, este fenômeno ocorre também nos rios devido o escoamento superficial da água.

Analisando a sub-bacia, é possível identificar trechos do canal principal onde o gado não só se abastece, mas também transita sobre o córrego, este fator agrava os problemas já levantados. Ainda de acordo com as ideias de Mota (1999) a presença de gado nos cursos d'água impede o crescimento da mata ciliar, seja pisoteando ou até se alimentando de qualquer vegetação que comece a se

desenvolver no local, anulando assim, a capacidade de regeneração do ecossistema a beira dos rios. O pisoteio dos bovinos também colabora com o agravamento dos processos erosivos às margens dos rios, agravando os solapamentos. As duas áreas onde o gado transita pelo córrego podem ser conferidas na Figura 27 e Figura 28 a seguir.

Figura 27: Pisoteio do gado sobre o córrego principal 1.



Fonte: Google Earth (2023).

Figura 28: Pisoteio do gado sobre o córrego principal 2.



Fonte: Google Earth (2023).

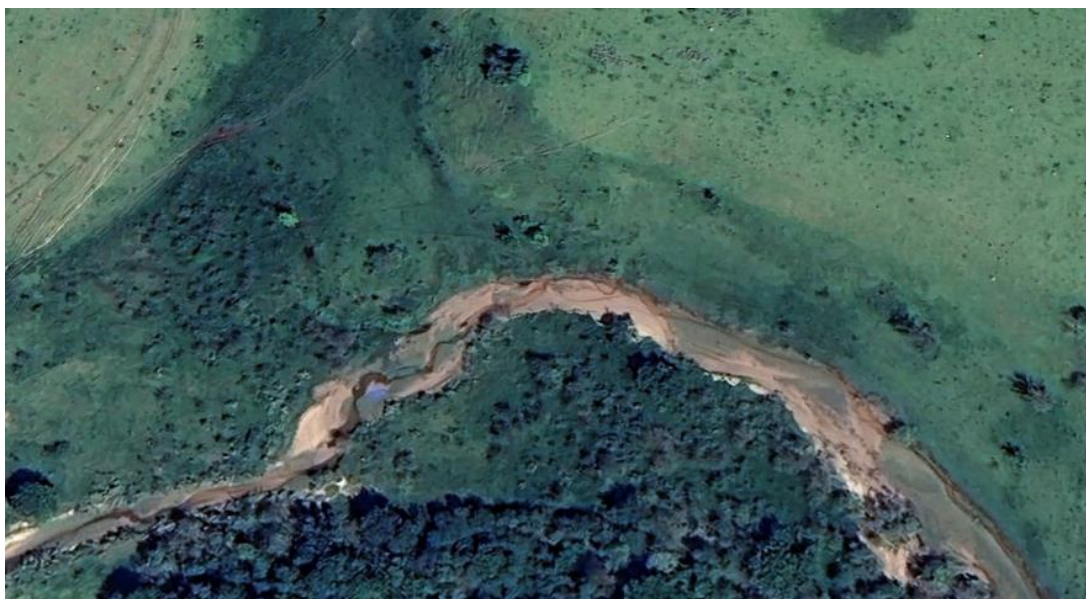
Como as pastagens ocupam quase 70% do solo da sub-bacia, o manejo do gado deve ocorrer de forma consciente para não ocasionar danos à estrutura do solo. De acordo com Barbosa, et al (2002) a compactação do solo causa modificações em sua estrutura, o que acaba resultando na destruição dos sedimentos que compõem o solo. Isso pode dificultar o crescimento das raízes e reduzir a quantidade de solo explorado pelo sistema radicular.

Mesmo que a sub-bacia não possua o registro de erosões graves, como é o caso de uma voçoroca, a grande concentração de pastagens na área de estudos ainda pode ocasionar o escoamento superficial difuso gerando assim erosões laminares onde, diferente das erosões concentradas, a água da chuva escoar de maneira mais abrangente pela superfície do solo, sem seguir um caminho específico, ainda assim, resultando em uma grande perda de sedimentos do terreno, o que pode resultar em um déficit de matéria orgânica, já que esse material se encontra nas camadas mais superficiais do solo (JÚNIOR et al, 2008).

Entretanto, o principal problema relacionado a perda de sedimentos dos pastos está ligado ao assoreamento dos cursos d'água que se encontram a jusante. De acordo com Carvalho (2000), diversos elementos influenciam a localização dos sedimentos, podendo ser: a quantidade e a intensidade das chuvas, o tipo de solo e sua composição geológica, a cobertura e a utilização do solo, a configuração topográfica etc. Naturalmente, a melhor forma de impedir com que estes sedimentos cheguem até o curso d'água é através das matas ciliares, que como já abordado, formam uma barreira natural que retém os sedimentos e os demais resíduos de alcançarem os rios.

Quando analisamos o córrego São Sebastião notamos que os pontos onde encontramos o maior acúmulo de sedimentos dentro do leito do rio são justamente os locais onde a vegetação ribeirinha é baixa ou até mesmo nula, como pode ser visto na Figura 29 e Figura 30, reforçando a ideia de que falta de APP demarcadas afeta diretamente o funcionamento dos cursos d'água e da bacia como um todo.

Figura 29: Deposição de sedimentos no fundo do córrego 1.



Fonte: Google Earth (2023).

Figura 30: Deposição de sedimentos no fundo do córrego 2.



Fonte: Google Earth (2023).

Ademais, a falta de matas ciliares resulta em erosões nas margens dos rios, também conhecido como “solapamento”. O solapamento pode ser influenciado e agravado pela velocidade da corrente, magnitude do fluxo, carga

de sedimentos em suspensão e pela rugosidade do leito. À medida que as margens são erodidas, elas podem se recuar ou colapsar, levando a um alargamento do canal do rio. Esse aumento pode ser prejudicial, causando instabilidade nas margens do curso (CHRISTOFOLETTI 1981).

Com isso, podemos concluir que a falta de vegetação arbórea a margem dos rios é o que mais resulta em problemas aos cursos d'água, o déficit de mata ciliar além de resultar em problemas, como o solapamento, agrava outros impactos, como é o caso da erosão difusa já que as áreas reservadas que não possuem vegetação apropriada também liberam sedimentos que só aumentam o assoreamento dos rios. Como visto, tanto o assoreamento quanto o solapamento só ocorrem nas áreas onde as APP estão degradadas, o que confirma a ideia.

6.3. PROPOSTAS MITIGADORAS SOBRE OS IMPACTOS

Já tendo analisado o uso e cobertura do solo e suas problemáticas, por fim abordaremos métodos mitigatórios visando diminuir os impactos provenientes das ações antrópicas. Para isso, iremos rever os resultados anteriores comparando aos resultados de outros autores que trabalharam com o mesmo tema em outras bacias ou até neste mesmo manancial, porém em tempos anteriores.

Como salienta Darolt (2008) no Brasil o descarte de embalagens de Agrotóxicos ocorria de maneira tão negligente, que se tornou necessário a promulgação da lei n.9.974/00, que define diretrizes para a coleta das embalagens, abrangendo não apenas o consumidor, mas também o fabricante. Ainda segundo o autor, as embalagens de agrotóxicos poderiam seguir por dois caminhos. Aquelas que não podem ser lavadas (como sacos plásticos e caixas de papelão) assim sendo incineradas, e o restante dos resíduos, que deveriam ser levados a reciclagem. Para isso os proprietários deveriam levar os resíduos até os pontos de coleta disponibilizados pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev). Entretanto, este se trata do ponto de maior desacato por parte dos produtores, já que o transporte do material até os postos de coleta acaba não acontecendo, em função das distâncias, condições das estradas e falta de estrutura de armazenamento adequada nas propriedades.

Com isso, podemos concluir que a melhor saída para lidar com o lixo proveniente da produção agrícola, primeiramente é tornar os pontos de coleta

mais acessíveis, facilitando o transporte do proprietário até o local correto. Outro fator que pode melhorar os índices de resíduos coletados corretamente é aumentar as fiscalizações sobre os proprietários que possuem cultivos agrícolas dentro de suas propriedades, especialmente aqueles que produzem hortaliças. Por fim, é válido instruir os produtores, levar informações importantes sobre os riscos do descarte negligente e as melhores formas de manusear o lixo nas propriedades.

Boa parte dos problemas relatados também se aplicam à produção de resíduos domésticos, resultantes do uso pessoal dos moradores. Por não contar com o amparo municipal para a coleta, boa parte do lixo produzido está fadado a ocupar espaços não apropriados. Como já visto no início do trabalho, a sub-bacia está situada no município de Álvares Machado, porém, a área de estudo está situada mais próxima das cidades de Presidente Prudente e Pirapozinho. Com isso em mente, torna-se mais viável a ideia de elaborar acordos com os municípios visando a coleta de resíduos desta região. Como a distância não permite o acesso de caminhões de lixo, a ideia de instalar pontos específicos para o descarte de dejetos se torna mais acessível. Além disso, instruir a população também pode trazer resultados que minimizem os impactos provenientes do lixo.

Já em relação ao uso dos agrotóxicos, segundo Karam et al (2014) o uso de agrotóxicos deve ser pautado pela avaliação dos níveis de toxicidade e impacto ambiental dos pesticidas. Essa avaliação deve ser realizada levando em consideração a análise dos principais fatores envolvidos na dinâmica dos agrotóxicos, no que se refere à ecotoxicologia, além dos aspectos ambientais, legais, técnicos e práticos amplamente reconhecidos.

Como já foi dito, a sub-bacia não possui erosões agravadas, como voçorocas. Entretanto, como podemos ver no trabalho de Dibieso (2013), erosões são as maiores dificuldades enfrentadas no meio rural, dado a extensão dos pastos sobre o manancial. A maneira mais utilizada de impedir o avanço das erosões é a construção dos terraceamentos, que consistem em dividir o terreno em parcelas por meio da construção de terraços, comumente chamados de “curvas de nível” cuja finalidade é a de diminuir a velocidade do escoamento superficial de água. Sua construção deve ser adaptada de acordo com diversos fatores, incluindo a especificação do terreno, o propósito de uso da terra e as características do solo. Ainda assim, a maneira mais eficaz de diminuir os

impactos dos agrotóxicos é a prática de agricultura orgânica, que evita o uso de agrotóxicos sintéticos. Isso inclui o uso de adubos orgânicos, controle biológico de pragas e técnicas de manejo que promovem a saúde do solo e dos recursos hídricos.

A sub-bacia já conta com esses tipos de estruturas, por isso, um bom acompanhamento sobre os pastos da região é a melhor forma de garantir que as erosões não venham se agravar no futuro. Já em relação a erosão difusa, a principal consequência é acúmulo de resíduos no fundo do vale, onde estão os cursos d'água, resultando assim nos assoreamentos, como veremos à frente.

Além disso, a perda de sedimentos pode ocorrer em casos onde o manejo do solo ocorre em estações inapropriadas. Movimentar grandes porções de solo no período chuvoso pode acarretar em uma grande perda de material, que acaba escoando junto com as precipitações. Por isso, atividades que demandam um amplo manejo do solo, como ocorre nas construções ou ao arar a terra, devem ocorrer próximo do meio do ano, durante o inverno, onde acontecem menos precipitações.

Como visto, a compactação do solo pode oferecer danos à estrutura do solo, mas o proprietário pode optar em adotar medidas que amenizem este problema, uma delas se trata da rotação de culturas, que já foi citada, onde as áreas de pastagem têm o uso alternado com o tempo, permitindo que o solo se recupere entre os períodos de pastoreio. Como salienta Silva et al (2005) é importante também respeitar a quantidade de animais no pasto levando em consideração a capacidade de suporte do solo, evitando uma superlotação. Segundo o autor, a compactação pode se agravar em tempos úmidos, por isso, deve-se evitar transitar com gado nos dias chuvosos sempre que possível.

Como já dito anteriormente, as mata ciliares tem um forte impacto positivo sobre quantidade e qualidade da água, sua integridade está diretamente relacionada ao funcionamento da bacia. Todos os impactos apresentados até aqui seriam fortemente mitigados caso a sub-bacia possuísse suas APP respeitadas. Com isso, é possível concluir que as áreas que maior fragilidade da sub-bacia são aquelas que estão desprovidas de mata ciliares.

Como já citado anteriormente, as matas ciliares exercem forte impacto positivo sobre todos os problemas identificados na bacia. Inclusive, foi constatado que as principais áreas de fragilidade na sub-bacia são aquelas que não possuem suas APPs respeitadas. Isso ocorre não apenas na área de estudos, mas também em qualquer outra bacia hidrográfica. Como salienta Mota (1995) a vegetação está diretamente ligada aos cursos hídricos:

As plantas amortecem a chuva e regulam o escoamento superficial da água, contribuindo para reduzir a erosão do solo e os consequentes assoreamento e poluição dos mananciais; os recursos hídricos situados em áreas onde o desmatamento é intenso estão mais sujeitos às cheias, devido ao aumento do escoamento superficial; as plantas contribuem, também, para reduzir a ação erosiva do vento; em áreas com vegetação, é maior a infiltração da água. Observe-se, no entanto, que grande parte desta água é absorvida pelas raízes das plantas e o solo de áreas de florestas, composto de uma camada de matéria orgânica, funciona como um “filtro”, melhorando a qualidade das águas que por ele percolam (MOTA 1995, p. 118).

A mata ciliar possui este nome pois se assemelham aos cílios dos olhos humanos, cuja principal finalidade é impedir que pequenas impurezas adentrem nos olhos. No caso da sub-bacia, as impurezas que normalmente chegam até o leito dos rios são os sedimentos destacados do solo. Como grande parte da sub-bacia está sob os pastos, a falta de APP pode resultar em áreas propícias ao assoreamento. Este problema só não é mais comum na área de estudos pois as mata ciliares cobrem a maior parte das margens dos córregos. Isso acaba favorecendo tanto o meio natural quanto econômico, já que a presença da vegetação ribeirinha resulta em um baixo acúmulo de resíduos no fundo do leito dos rios, tornando o córrego mais fino e profundo, além de ajudar a evitar os alagamentos. Além disso, a vegetação diminui os detritos em suspensão, ou seja, o rio deixa de transportar os sedimentos que chegam até ele, minimizando os resíduos que chegam até a represa, onde a água é coletada e tratada.

Além disso, a vegetação é eficaz em reter dejetos antrópicos, como os lixos domésticos e embalagens de agrotóxicos. Mesmo sendo prejudicial que este tipo de resíduo se encontre na natureza, ainda é menos maléfico que este resíduo esteja retido nas matas ciliares do que dentro dos corpos hídricos, já que o lixo

também pode ser transportado até outros locais, como a represa, o que ampliaria sua contaminação.

É válido ressaltar que as áreas à margem dos rios não devem ser apenas cercadas e abandonadas, isso resultaria em um longo período de recuperação natural, que levariam décadas para atingir um estado eficaz de proteção. Além disso, vegetar a área sem um estudo prévio pode resultar em uma degradação ainda maior dos cursos d'água, como é o caso dos eucaliptos sobre a nascente do córrego São Sebastião, que podem absorver mais umidade que uma árvore nativa da região resultando assim em impactos negativos a sub-bacia.

Dito isso, é importante ressaltar que as áreas de preservação devem sim ser cercadas e reservadas, mas a recuperação da vegetação ainda deve ocorrer com apoio antrópico baseados em estudo locais, assim resultando em uma regeneração mais rápida, impedindo também o possível desenvolvimento de uma espécies invasores, que poderia resultar em impactos negativos aos cursos d'água.

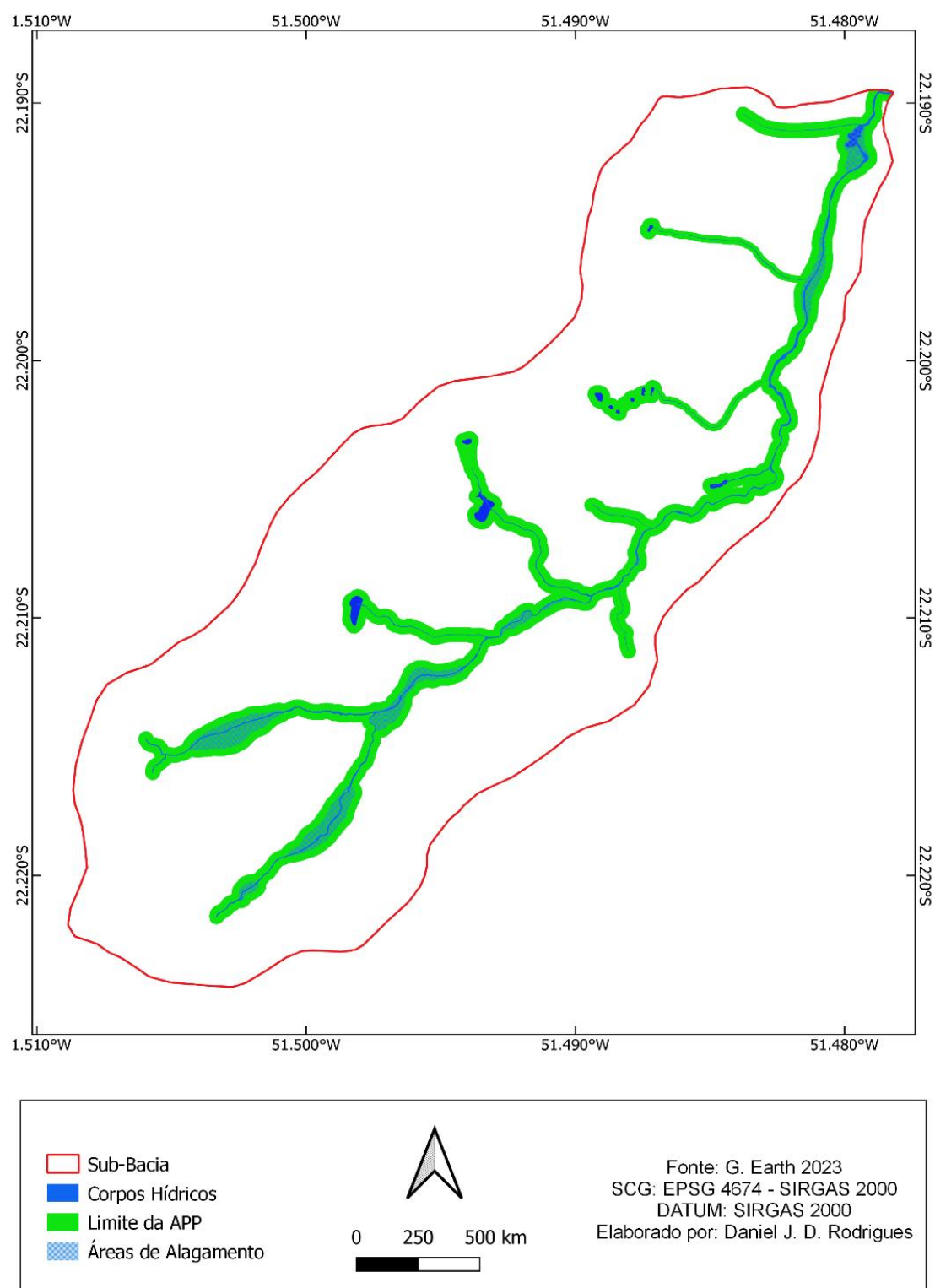
Além do que foi dito, a vegetação nativa também contribui com os solapamentos. Como salienta Guerra (1999) a vegetação ribeirinha apresenta forte impacto sobre o solo às margens dos rios. A presença das raízes das árvores, arbustos e plantas na mata ciliar ajudam a estabilizar o solo, com isso reduzindo a erosão. Essas raízes retêm as partículas como uma rede, tornando-o menos suscetível ao deslizamento e ao solapamento.

Segundo as ideias Salamão (1999) a vegetação ciliar atua como uma barreira natural para a própria água dos rios, desacelerando a velocidade da água que flui as margens dos cursos hídricos. Além de que, a água retida acaba sendo absorvida e armazenada nas raízes da vegetação. Tudo isso contribui para a diminuição da força erosiva da água, reduzindo a ocorrência do solapamento. Assim, podemos entender que a preservação e recuperação das APP está diretamente ligada à mitigação de todos os impactos apresentados. É válido ressaltar que as outras ideias de preservação da bacia não devem ser deixadas de lado e nem substituídas pela demarcação das APP, mas sim integradas, pois são igualmente significativas para cada impacto abordado.

Como já abordado, a delimitação de APP dá seguimento a Lei 12.651/2012, que defende a reserva de uma área de 30 metros para cada margem do rio, já

que os córregos possuem um leito inferior a 10 metros. A partir disso foi criado o Mapa 12, que apresenta a largura das APP em torno dos corpos hídricos. As áreas preservadas seguem o córrego principal, seus afluentes (perenes e temporários) e também as represas fluviais.

Mapa 12: Delimitação das APP na sub-bacia do córrego São Sebastião.



Ao compararmos o Mapa 11 e Mapa 12 podemos notar que os córregos temporários são os que menos possuem proteção. É válido ressaltar que a Lei 12.651/2012, defende que as APP devem ser mantidas ao longo de todos os cursos d'água, independentemente de serem temporárias ou permanentes. As APP em torno dos córregos temporários estão previstas nos artigos 4º e 5º do Código Florestal e a largura da área preservada varia de acordo com o tamanho do leito do rio, assim como nos córregos perenes. Por isso, os dois cursos d'água desse tipo que estão presentes na sub-bacia devem ser reservados e ter suas matas ciliares restauradas como prevê a legislação.

Ademais, novamente comparando os dois últimos mapas, podemos notar que a maior parte das APP se encontram reservadas. Mais de 80% das áreas que deveriam ser preservadas se encontram cercadas e sem atividades antrópicas. Comparando esta informação às demais sub-bacias do manancial podemos notar que a área de estudo possui um alto índice de preservação (DIBIESO 2013). Entretanto ainda são encontradas áreas de vulnerabilidade que demandam a atenção dos proprietários, como já visto anteriormente, 42% das áreas preservadas não possuem vegetação apropriada, o que torna essa reserva não tão eficaz quanto deveriam. Além disso, os locais onde o gado transita sobre o córrego também precisam ser revistos, dados os problemas levantados anteriormente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como base a análise ambiental e social realizada na sub-bacia hidrográfica do córrego São Sebastião realizada neste trabalho, podemos concluir que a região possui fragilidades que afetam o seu funcionamento natural. A antropização da área, como o uso e ocupação do solo, impactam nos índices de qualidade e quantidade da água. No entanto, as propostas de restauração e preservação apresentadas neste trabalho oferecem soluções viáveis para proteger e preservar o ecossistema da sub-bacia. A implementação dessas medidas, podem contribuir para a proteção dos cursos hídricos, a conservação dos atributos físicos e bióticos além do uso sustentável dos recursos naturais.

A análise ambiental realizada neste trabalho identificou diversas fragilidades na sub-bacia do córrego São Sebastião. Entre elas, destacam-se alta concentração de pastagens, a falta de coleta de resíduos, a degradação das matas ciliares e a perda de biodiversidade. Esses problemas têm um impacto direto na quantidade e qualidade da água que abastece o manancial, além de afetar a saúde dos ecossistemas locais.

Entretanto, é válido ressaltar que a sub-bacia possui bons índices de proteção e conservação, os problemas levantados são sérios, porém pontuais, o que colabora em combater as fragilidades. Como visto em trabalhos como o de Dibieso (2013) o manancial do alto Santo Anastácio sofreu com uma alta degradação em prol da expansão agropecuária na região e as marcas deste processo são visíveis na sub-bacia, mas dado a comparação do seu entorno, a área de estudos ainda possui um bom estado de preservação.

Ainda assim as propostas de mitigação levantadas neste trabalho devem ser consideradas. Entre elas, destacam-se o cercamento e recuperação das matas ciliares nos pontos afetados, a implantação de um programa de coleta de lixo e o cultivo de uma mata ciliar apropriada. Essas medidas visam a proteger a biodiversidade local, melhorar a qualidade da água e garantir o uso sustentável dos recursos naturais.

A implementação dessas medidas requer a participação ativa de diversos atores sociais, incluindo governos, empresas, organizações da sociedade civil e comunidades locais. É fundamental que esses atores trabalhem juntos para promover a proteção ambiental e a sustentabilidade na região. Além disso, é importante que sejam criados mecanismos de monitoramento e avaliação para garantir a efetividade das medidas propostas.

Em resumo, a análise ambiental e social realizada neste trabalho mostra que a sub-bacia hidrográfica do córrego São Sebastião, mesmo que pontualmente, enfrenta desafios em relação à proteção ambiental. No entanto, a proposta de restauração apresentada oferece soluções viáveis para enfrentar esses desafios e garantir a conservação dos recursos naturais na região. A implementação dessas medidas requer a participação ativa de diversos atores sociais para garantir a efetividade das ações propostas.

8. BIBLIOGRAFIA

Arana A.R.A., Bezerra J.P.P., Golçalves D.L., Leal A.C., Osco L.P., Ramos A.P.M. (2018) **Gestão das águas e planejamento ambiental: áreas de preservação permanente no manancial do alto curso do rio Santo Anastácio – SP**. Revista Brasileira de Geografia Física.

ARONSON, J.; FLORET, C. PONTANIER, R. **Restauração e reabilitação de ecossistemas degradados em terras áridas e semiáridas**. Restoration Ecology 1(3):168-186, 1993.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br>>. Acesso em 09 ago. 2023.

Aumond, J. J. (2019). **Restauração ambiental de sistemas complexos**. Curitiba: Appris.

BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I.C.B. **Análise das características físicas do Latossolo Vermelho eutroférico após aplicação contínua de lodo de esgoto por dois anos**. Revista Sanare, Curitiba, v. 17, 2002.

BOIN, M. N. **Chuvvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2000.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P. de; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR, L. M. D.; BARROS, A. de. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, n. 7, jul. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000700016>

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**. In: GUERRA, A.J.T. et al. (Org Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999).

BRAGA, R. A. P., 2011. **As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.5.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 02 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. (2012). Resolução CONAMA nº. 448, de 18 de janeiro de 2012. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do CONAMA. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, P. C. **A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo**. Revista Eletrônica de educação da Faculdade Araguaia, v. 4, n. 4, 2013.

Christofolletti, A. 1981. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher. 1981.

Costa, M. H., Botta, A., & Cardille, J. A. 2003. **Efeitos de mudanças em larga escala na cobertura da terra na vazão do Rio Tocantins, Sudeste da Amazônia**. Journal of Hydrology 283.

DAROLT, M. R. **Lixo rural: do problema à solução**. (IAPAR). 2008. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/noticia.php?cod=757>. Acesso em: 07 jul. 2023.

DIBIESO, Eduardo Pizzolim. **Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP**. 2013. 283 f. Tese (doutorado) - Universidade

Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.

Domingues M.R., Bernardi M.R., Ono E.Y.S., Ono M.A.. **Agrotóxicos: Risco à Saúde do Trabalhador Rural**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde. 2004.

DUBREUIL, V. et al. **Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015**. Confins, n. 37, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>. Acesso em: 11 jul. 2023.

DE MORAIS, F. **Infiltração – uma variável geomorfológica**. Cadernos de Geografia, Belo Horizonte, v. 22, n. 38, jul/dez, 2012.

EMBRAPA TERRITORIAL. Agricultura e preservação ambiental: uma análise do cadastro ambiental rural. Campinas, 2020. Disponível em: < www.embrapa.br/car >. Acesso em: 26 nov. 2023

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996.

Freitas, L. E.; Nunes, F. S. B.; Cruz, J. C H. O.; Vilela, C.; Mendes, S.; Silva, A. C.; Borges, G (2015). **Atlas Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé**. Rio de Janeiro: Editora Nova Tríade do Brasil Ltda.

Gabarite Concurso: <https://gabarite.com.br/dica/654-quais-sao-as-massas-de-ar-que-atuam-no-brasil>.

GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2023.

GÖTSCH, E. **O Renascer da agricultura**. AS-PTA, Rio de Janeiro.1995. 22p.

Honda, E.A. & Durigan, G. (2017) **Restauração de ecossistemas e produção de água**. Revista Hoehnea, 44 (3), 315-327.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico do Brasi. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Divisão de Geração de Imagens – DGI. Imagens de satélites. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 31 jun. 2023.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P. **Comitês de Bacias Hidrográficas no Brasil - Desafios de fortalecimento da gestão compartilhada e participativa**. Meio Ambiente e Desenvolvimento, 2005.

KARAM, W.T.; da SILVA, J.N.G. RIOS, R.C. FERNANDES - 2014 - alice.cnptia.embrapa.br.

LEAL, A.C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca** - Campinas/SP. (Dissertação de Mestrado. UNESP/IGCE. Rio Claro). 1995.

LEAL, A.C. **Gestão urbana e regional em bacias hidrográficas: interfaces com o gerenciamento de recursos hídricos**. In: BRAGA, Roberto; CARVALHO, Pompeu Figueiredo (org). Recursos hídricos e planejamento urbano e regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal/DEPLAN/UNESP/IGCE, 2003.

LIMA, C.L.R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. 2004. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

LIMA, W.P. **Floresta natural protege e estabiliza recursos hídricos**. Visão Agrícola, Piracicaba, ano 2, n. 4, 2005.

LUZ, C. N. **Uso e ocupação do solo e os impactos na qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Ipitanga**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

Mestrinho, S. S. P. (2005). **Qualidade de águas subterrâneas e hidrogeoquímica para o agronegócio**. Águas Subterrâneas, (1). Recuperado de <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23234>

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; SILVA, N. R.; DERIVAÇÕES AMBIENTAIS. In: NUNES, J. O. R et al. (Org.). **Atlas ambiental escolar de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil**. 1ed. PRESIDENTE PRUDENTE: Ed. do Autor, .01/, V - 1, ISBN (978-85-60554-14-0). Disponível em: <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/>

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. ed. R. Janeiro: ABES, 1999.

NIMER, E. **Climatologia da região Sudeste**. (Org.). Climatologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, p. 265-313.

OLIVEIRA, J. R.; BRAGA, F. A.; COSTA, M. R. **Impacto do eucalipto na fertilidade do solo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 9. 2018. São Paulo...Anais eletrônicos [...]. São Bernardo do Campo. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/trabalhos2018/V-002.pdf>

PINESE JUNIOR, J. F.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. **Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG**. Revista Sociedade e Natureza, vol. 20 no. 2, Uberlândia, 2008.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>

Projeto MapBiomas - Coleção 8.0 da Série Anual de Mapas da Cobertura e Uso do Solo do Brasil, acessado em 25 jun. 2023 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura>.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo, Escrituras Editora, 2004

Rodrigues, R.R.; Lima, R.A.F.; Gandolfi, S.; Brancalion, P.H.S. **Restauração Florestal**; Oficina de Textos: São Paulo, Brasil, 2015

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas**. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (ORG). Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. Fortaleza: Ed. UFC, 2011. Tomo I.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

Santos, R.F. (2004). Planejamento Ambiental: Teoria e Prática. Brasil: Editora Oficina dos textos.

SILVA, W. et al. “Índice de consumo e eficiência do uso da água em eucalipto, submetido a diferentes teores de água em convivência com braquiária”. Curitiba: Floresta (UFPR), v. 34, 2004.

SILVA, M.A.S.; MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. **Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo**. Ci. Rural, 35:544-552, 2005

Silva, M.P., Santos, F.M., Leal, A.C., 2016. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Olga**, UGRHI Pontal do Paranapanema–São Paulo. Revista Sociedade & Natureza, 28(3), 409-428.

SILVEIRA, A.L.L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação São Paulo: EDUSP, 2001. p 35-51.

SOUZA. C.G., et al. **Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas**. Belo Horizonte: EMATER, 2002. 124p.

Suguio, K & Bigarella, J.J. 1979. **Ambiente fluvial**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná / Associação de Defesa e Educação Ambiental. 1979. 183 p.

Teodoro, V. L. I., Teixeira, D., Costa, D. J. L., & Fuller, B. B. (2007). **O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local**. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 11(1), 137-156. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>

TOLEDO, M. C. M. e OLIVEIRA, S. M. B. **Da rocha ao solo: intemperismo e pedogênese**. Decifrando a Terra. Tradução. São Paulo: Editora Nacional, 2009. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/4899c17d-2105-47ff-8516-d79dae5d28af/1800385.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação** 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

VAEZA, R. F. et al. **Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução**. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, 2010.

TUNDISI, J. G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Ciência e Cultura, v.55, n.4, 2003.

WOLKMER, M. F.; PIMMEL, N. F. **Política nacional de recursos hídricos: governança da água e cidadania ambiental**. Sequência, Florianópolis, v. 67, p. 165-198, 2013.

YASSUDA, E. R. **Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais**. *Rev. Adm. Púb.*, v.27, n.2, 1993.