UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SOROCABA

CAMILA CARDOSO LEITE DA SILVA

DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) DE CURSOS DE RIO E ANÁLISE DE NECESSIDADE DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE BOITUVA, SP

SOROCABA, 2023

CAMILA CARDOSO LEITE DA SILVA

DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) DE CURSOS DE RIO E ANÁLISE DE NECESSIDADE DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE BOITUVA, SP

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos necessários à obtenção de título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Assoc. Alexandre Marco da Silva

SOROCABA, 2023

S586d

Silva, Camila Cardoso Leite da

Definição das áreas de preservação permanente (APPs) de cursos de rio e análise de necessidade de restauração florestal no município de Boituva, SP / Camila Cardoso Leite da Silva. -- Sorocaba, 2023

46 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

Orientador: Alexandre Marco da Silva

1. Área de preservação permanente. 2. Mata ripária. 3. Gestão urbana. 4. Planejamento ambiental. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários e professores do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP Sorocaba, por todos os ensinamentos e ótimo trabalho. Ao meu professor orientador, Dr. Alexandre Marco da Silva, pela disponibilidade em me aceitar como sua orientada e por todas as instruções para a melhoria desse trabalho.

Ao projeto PAEPAC e ao laboratório NEAPS (UFSCar, Campus Sorocaba), ambos sob responsabilidade da Dra. Eliana Cardoso Leite, pela liberação do uso de dados.

À minha mãe que, além das suas contribuições acadêmico-científicas à sociedade brasileira, também acreditou na minha capacidade e continuou apostando em mim mesmo nos meus piores momentos.

À minha avó, tios, tias e primas por me mostrarem que aquela criança feliz que eles viram crescer ainda existia dentro de mim. Ao meu avô, Joaquim José Leite, que faleceu durante a realização desse estudo, e sempre ensinou aos seus filhos e netas a importância do trabalho duro e honesto.

Aos meus amigos sorocabanos Henrique, Guilherme, Juliana e sua irmã Maria Eduarda, que no decorrer dos anos tornaram-se minha segunda família. Às minhas queridas amigas Angela, Angelita e Beatriz, pelos anos de cumplicidade e inúmeras vezes que me abrigaram em suas casas. Ao meu grupo de amigos mais inusitado: Eduardo, Gabriela, Gisele, Guilherme Henrique e Rodrigo; por todo apoio durante a pandemia de Covid-19 e distanciamento social, e por ajudarem a me sentir menos sozinha durante esse período.

Às excelentes profissionais Amanda, psicóloga, e Nathalie, psiquiatra, sem as quais esse trabalho não teria tomado forma e conteúdo, pois enxergaram em mim uma paciente com potencial de melhora e não desistiram até essa ter sido atingida.

Ficou inerme no canto da rua, talvez descansando das emoções, e viu entre as pedras do esgoto o ralo capim de um verde da mais tenra esperança humana. Hoje, pensou ela, hoje é o primeiro dia de minha vida: nasci.

"A hora da estrela",
Clarisse Lispector

Mas se você se reconhecer nestas páginas – se sentir alguma coisa emocionante lá dentro –, pare de ler imediatamente. Você pode ser um de nós. E, uma vez que fica sabendo disso, é apenas uma questão de tempo antes que eles *também sintam isso, e venham atrás de você. Não diga que eu não avisei.*

"Percy Jackson e o ladrão de raios",
Rick Riordan

DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) DE CURSOS DE RIO E ANÁLISE DE NECESSIDADE DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE BOITUVA, SP

Candidata: Camila Cardoso Leite da Silva
Orientador: Prof Assoc Alexandre Marco da Silva.

Resumo - As Áreas de Preservação Permanente foram criadas no Brasil através da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) como um instrumento para, dentre vários benefícios, preservar os recursos hídricos, visto que a retirada de vegetação nativa ocorreu historicamente para dar lugar ao processo de urbanização e uso agropecuário. Com isso, o objetivo desse estudo foi mapear Áreas de Preservação Permanentes ao longo dos cursos d'água e verificar os locais que não possuem cobertura florestal para que o poder público tenha conhecimento de quais áreas tenham que ser reflorestadas e assim, subsidie plano de ações que busquem a regularização com a LPVN. Para isso, uma imagem de satélite de alta resolução disponibilizada gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi georreferenciada para o datum SIRGAS 2000 e sistema de coordenadas UTM zona 23S e juntamente com os vetores da malha hídrica disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi possível determinar onde ocorrem Áreas de Preservação Permanente de beira de rios no município de Boituva, São Paulo, por meio da ferramenta de geoprocessamento "Amortecedor" do software gratuito Qgis. Boituva possui cerca de 13,46% da sua área coberta por vegetação (3352,2 hectares) e 14,64% por área urbana consolidada, e além de abrigar as atividades econômicas rurais também apresenta atividades de serviços, comércio e turismo. O município apresenta 3325,6 hectares de APP de curso de rio, dos quais, apenas 1415,6 hectares possuem cobertura florestal, ou seja, somente 42,57% da área levantada está seguindo o estipulado pela LPNV. De acordo com o levantamento, o município deve investir em adequar-se ao requisito legal reflorestando 1910 hectares de Área de Preservação Permanente sem cobertura florestal. Embora o município apresente fragmentos de vegetação que totaliza 3352,2 hectares, mais de 57% dessa vegetação não se encontra em locais onde ocorrem as APPs. Portanto, visando maximizar a proteção das APPs e, consequentemente, aumentar a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos na região, planos de ações municipais devem ser elaborados para realizar a restauração ecológica nas APPs sem vegetação ao mesmo tempo que conserve as demais áreas com cobertura florestal já existentes.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente, Mata Ripária, Gestão Urbana, Planejamento Ambiental

DEFINITION OF PERMANENT PRESERVATION AREAS (APPs) OF RIVER COURSES AND ANALYSIS OF THE NEED FOR FOREST RESTAURATION IN THE MUNICIPALITY OF BOITUVA, SP

Candidate: Camila Cardoso Leite da Silva
Advisor: Assoc Professor Alexandre Marco da Silva

Abstract - Permanent Preservation Areas (PPAs) were established in Brazil through the Native Vegetation Protection Act (NVPA) as an instrument to, among many benefits, preserve water resources, since the removal of native vegetation has historically occurred to give way to the urbanization process and agriculture. Thus, the objective of this study was to map the Permanent Preservation Areas along watercourses and verify if those locations do not have vegetation cover, in order to provide knowledge to support public policies invested in reforest these areas in need and, consequently, subsidize an action plan that seek regularization within the NVPA. To do so, a high resolution satellite image made available free of charge by the National Institute for Space Research (INPE) was georeferenced to the SIRGAS 2000 datum and UTM zone 23S coordinate system and jointly with the water grid vectors provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) it was possible to determine where watercourses' Permanent Preservation Areas occur in the city of Boituva, São Paulo, by using the geoprocessing tool "Buffer" available in the free software Qgis. Boituva presents 13.46% of its area covered by vegetation (3352.2 hectare), 14.64% by consolidated urban area, and in addition to housing rural economic activities, it also has service, trade and tourism activities. The municipality presents 3325.6 hectares of river course PPA, of which only 1415.6 hectares have vegetation cover, that is, only 42.57% of the surveyed area is following the stipulated by the NVPA. According to the survey, the municipality must invest in adapting to the legal requirement by reforesting 1910 hectares of Permanent Preservation Area without vegetation cover. Although it presents many vegetation fragments that add up 3352.2 hectares, more than 57% of this vegetation is not found in places where PPAs occur. Therefore, in order to maximize the protection of PPAs and, consequently, increase the quality and availability of water resources in the region, municipal action plans must be prepared to reforest PPAs without vegetation at the same time as maintain other forest areas.

Keywords: Permanent Preservation Areas, Riparian Forest, Urban Management, Environmental Planning

LISTA DE SIGLAS

APP ..... **Área de Preservação Permanente**
LPVN ..... **Lei de Proteção a Vegetação Nativa**
INPE ..... **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**
IBGE ..... **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**
RMS ..... **Região Metropolitana de Sorocaba**
ONG .....**Organização Não Governamental**
FES ..... **Floresta Estacional Semidecidual**
FESA ..... **Floresta Estacional Semidecidual Aluvial**
PAEPAC.....**Planejamento Ambiental e Priorização de Áreas para Conservação**
NEAPS .....**Núcleo de Estudos de Áreas Protegidas para Sustentabilidade**
SMA ..... **Secretaria do Meio Ambiente**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA 9

HIPÓTESE E OBJETIVOS 12

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 13

Área de Preservação Permanente (APP) 13

Função da Mata Ripária (Mata ciliar ou Floresta de Galeria) 14

Mata Atlântica 15

Planejamento urbano 15

Serviços ecossistêmicos 17

MATERIAIS E MÉTODOS 19

Localização e Caracterização da área de estudo 19

Coleta /Obtenção dos dados 21

Análise dos dados 22

RESULTADOS 24

DISCUSSÃO 38

CONSIDERAÇÕES FINAIS 41

BIBLIOGRAFIA 42

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A ocupação histórica do território brasileiro deu-se, a partir da colonização, pela derrubada de matas para darem lugar a povoados, que com o tempo se consolidaram entre as áreas urbanas e áreas rurais que temos atualmente. Praticamente todos os biomas brasileiros sofreram retirada de vegetação nativa nesse processo, em maior ou menor escala, sendo que até hoje alguns biomas sofrem derrubada dessa vegetação por conta da exploração da madeira, carvão, minérios ou para dar lugar a pastos e plantações.

Por consequência dessa drástica remoção vegetal, muitos recursos naturais e biomas encontraram-se em situações de ameaça e escassez. Além da diversidade da fauna e da flora, a disponibilidade de água e solo com qualidade para uso humano são alguns dos fatores que foram impactados negativamente desde esse período da formação do país até os dias de hoje. Então, com o objetivo de promover o equilíbrio entre o desenvolvimento da sociedade e a preservação dos recursos naturais, aos poucos o poder público foi gerando esforços para conter o desmatamento através da legislação brasileira. Concretamente, a partir do ano de 1934, foi criado o primeiro Código Florestal (Dec. n ° 23793/34) e esse é considerado uma das primeiras leis exclusivas para proteção ambiental, juntamente com o Código das Águas (Dec. nº 24643/34) e a lei de Proteção da Fauna (Dec. n° 24645/34) de mesmo ano (BRASIL, 1934).

Por causa de anos de exploração descontrolada, um dos biomas mais afetados pelo desmatamento é a Mata Atlântica, que originalmente estendia-se por 150 milhões hectares (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021) e atualmente possui menos de 16% de sua vegetação nativa remanescente (RIBEIRO et al., 2009). Esse bioma brasileiro é um dos mais estudados no país por abrigar uma das maiores concentrações de espécies endêmicas do mundo e por estar presente desde o Estado da Paraíba (PB) na região nordeste até o Estado do Rio Grande do Sul, contemplando a área costeira das regiões Sul, Sudeste e Nordeste e tendo sua maior concentração de área na região sudeste, que simultaneamente também abriga uma alta densidade demográfica humana e alta e concentração de renda (IBGE, 2021).

O Estado de São Paulo está presente na região Sudeste do Brasil e apresenta a indústria e serviços como as principais atividades econômicas. Possui população estimada para 2021 pelo IBGE de 46,6 milhões habitantes distribuídos entre 645 cidades, sendo

que somente na região metropolitana da capital estão presentes 22 milhões de habitantes. De modo geral, a ocupação do solo no Estado se dá 33% por uso pecuário e 34% por agricultura, de acordo com IBGE, sendo que o cultivo de cana de açúcar, silvicultura e pastagens ocupam grande pare do território do interior paulista (BDiA IBGE, 2021).

Localizada no interior do Estado de São Paulo, a cidade de Boituva apresenta características similares ao restante do estado na sua formação: zona urbana consolidada e grande área rural. Está a cerca de 120 quilômetros da capital estadual e a 42 quilômetros de Sorocaba, cidade sede da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), a qual Boituva faz parte desde 2014. A RMS foi criada através da sanção ao projeto de Lei Complementar Estadual 1241/14 (Estado de São Paulo, 2014).

O rio que determina o limite municipal de Boituva ao sul e oeste é o Rio Sorocaba, que faz parte da Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê. Essa bacia é constituída por 35 municípios, que apresentam população total de cerca de 2 milhões de habitantes (Portal SigRH, 2022). Somente cerca de 23,4% da área da bacia é composta por vegetação nativa (Instituto Florestal, 2020). O que faz dela uma importante bacia a ser monitorada pois certamente grande parte das Áreas de Proteção Permanente (APP) dessa bacia estão desprovidas de cobertura florestal.

Estudos que analisam a relação entre a cobertura florestal em APPs na RMS são escassos, um deles é o trabalho de Mello et al. (2016) que focou na cidade de Sorocaba e registrou que a cobertura florestal do município representa apenas 17% da área total. Outro resultado interessante obtido pelo estudo é que 60% dos fragmentos vegetais sorocabanos apresentam área menos que um hectare e apenas 1% deles é maior que 50 hectares. Por possuir muitos fragmentos pequenos e pequena área coberta por vegetação, o estudo também encontrou que menos da metade dos fragmentos conectam-se uns com os outros (MELLO et al., 2016).

Ainda sobre o estudo de Mello et al. (2016) em Sorocaba-SP, os fragmentos foram classificados de acordo com um índice de prioridade para ordenar a conservação florestal. Muitos dos caracterizados como alta prioridade coincidem com áreas com alta declividade ou áreas ao longo de rios (indicando possivelmente que estão localizados em APPs). Como recomendação dos resultados obtidos, as ações de gerenciamento da cobertura florestal devem focar no aumento da conectividade entre os fragmentos,

principalmente dentre aqueles listados entre prioritários e muito prioritários (MELLO et al., 2016).

Um estudo realizado em Boituva - SP por Gregorini (2015), teve como objetivo realizar o levantamento da vegetação em dois fragmentos florestais, já um estudo mais recente mapeou todos os fragmentos de vegetação maiores que 5 hectares no município com o objetivo de indicar áreas para conservação, porém sem discutir a presença de vegetação nas áreas de preservação permanente (CARDOSO-LEITE et al., 2020). Por isso, um estudo que avalie o uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente em Boituva é essencial para subsidiar a tomada de decisão dos gestores públicos.

HIPÓTESE E OBJETIVOS

Este estudo parte da premissa de que os municípios com área urbana consolidada e grandes áreas destinadas ao uso de atividades rurais possuem suas APPs degradadas e com demanda para projetos de restauração.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi mapear as APPs de curso d'água existentes no município de Boituva, evidenciar se elas possuem ou não cobertura florestal e indicar áreas prioritárias para restauração ecológica nestas APPs, fornecendo subsídios para políticas públicas locais de incentivo a conservação e restauração das matas ciliares.

Sendo assim, os objetivos específicos do trabalho são:

1. Mapear as APPs de beira de rio do município de Boituva;
2. Identificar as áreas com cobertura florestal delimitadas dentro das APPs;
3. Levantar a área prioritária para restauração.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Área de Preservação Permanente (APP)

No Brasil, o Código Florestal existe desde 1934. Esta lei foi criada com o objetivo de proteger as florestas em terrenos frágeis ou extremamente importantes, como "os topos de morros", as "áreas muito declivosas", as "nascentes e margens de cursos de água". Esta lei foi atualizada em 1965 e novamente em 1988 e, futuramente, foi amplamente conhecida e debatida no território brasileiro, dentro de fora dos meios acadêmicos devido a uma proposta de reformulação do seu texto que aconteceu nos anos de 2011/2012. Houve grande embate neste momento por alguns setores da sociedade, pesquisadores e Organizações Não Governamentais (ONGs), defendiam a manutenção e até mesmo maior rigorosidade no texto da lei no sentido de proteger mais áreas com floresta, e outros setores (pecuarista, políticos) defendiam a flexibilização da lei e a diminuição das áreas com floresta. Ao final de intenso debate o Código Florestal foi alterado, e publicado em 2012 como a nova "Lei de Proteção da Vegetação Nativa ou LPVN" (BRASIL, 2012).

Atualmente a LPVN afirma que devem existir florestas ao redor das nascentes num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros, e ao longo dos cursos d´água, nas seguintes faixas marginais: 30 (trinta) metros para cursos d'água que apresentem até 10 (dez) metros de largura; 50 (cinquenta) metros para cursos d'água que tenham entre 10 (dez) e 50 (cinquenta) metros de largura e assim sucessivamente (BRASIL, 2012).

A área definida por lei para que se tenha cobertura florestal a fim de promover a preservação dos recursos naturais, tais como "recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica", tem o nome de Área de Preservação Permanente ou APP (BRASIL, 2012).

Apesar dos instrumentos legais que determinam as APPs no Brasil, a Lei não tem competência legal para autuar criminal ou civilmente o descumprimento do que é estipulado. No estudo de Moraes et al. (2021) a Área de Preservação Permanente do rio Paraíba do Norte no município de Itabaiana apresentou degradação do solo e acúmulo de resíduos sólidos. O que foi destacado no caso dessa APP é a falta de sinalização, ausência de consciência da população sobre a importância da área e o impacto que a não fiscalização da APP causa a longo prazo (MORAES et al., 2021).

Outro exemplo são os impactos ambientais identificados por Silva et al. (2018) na Área de Preservação Permanente estudada no Tocantins. Dentre os impactos, foram encontrados: desmatamento irregular, afugentamento da fauna, assoreamento do corpo

hídrico e compactação da camada superficial do solo, processos erosivos e pisoteamento do solo por bovinos (SILVA et al., 2018).

Função da Mata Ripária (Mata ciliar ou Floresta de Galeria)

A floresta que ocorre nas margens dos rios é conhecida como "Mata Ripária" e pode ser dividida em dois tipos: "Mata Ciliar" quando ocorre nas margens de grandes rios, e "Mata de Galeria" quando ocorre em riachos ou córregos e, portanto, as copas das árvores se fecham sobre a lâmina d´água, formando uma galeria (ICMBIO, 2022).

Em geral estes termos são utilizados onde a "Mata Ciliar" ou "Mata de Galeria" ocorre dentro de um Bioma não florestal, como a Savana (Cerrado) ou a Savana- Estépica (Caatinga), pois estas formações florestais ao longo dos rios irão se destacar na paisagem.

Quando estas florestas (de beira de rios) ocorrem dentro de um Bioma Florestal, como é o caso da Mata Atlântica, sua visualização em imagens aéreas é mais difícil, então seu mapeamento em geral é feito utilizando-se aspectos legais, ou seja, considerando a largura da Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

A importância da vegetação florestal para a conservação da água é muito grande, pois a presença de vegetação protege o solo contra processos erosivos, além de aumentar a taxa de infiltração de água no solo, com isso mantendo a quantidade de água disponível na bacia hidrográfica em questão (ASSUNÇÃO et al., 2020). Por outro lado, a vegetação arbórea na beira dos rios e ao redor de nascentes também atua como filtro para os fertilizantes e defensivos químicos geralmente utilizados em áreas agrícolas (ALVES et al., 2019).

A importância da zona ripária em áreas urbanas fica evidenciado no estudo de Ribeiro et al. (2020) que aponta a conservação e restauração da zona ripária como um dos pilares para a manutenção da biodiversidade em paisagens urbanas e com isso, utilizando-se dados espaciais, é possível realizar o planejamento ambiental e urbano de um município apoiado em dados técnicos e científicos.

Cardoso-Leite et al. (2022) apontam que as florestas ripárias devem ser o ponto focal do planejamento ambiental e políticas públicas por proverem inúmeros serviços ecossistêmicos. É essencial realizar o alinhamento entre proteção do meio ambiente, urbanização, agricultura e sustentabilidade (CARDOSO-LEITE et al., 2022).

Mata Atlântica

No sudeste do Brasil, a cobertura florestal original é representada pelo Bioma Mata Atlântica e seus ecossistemas associados, ou seja, pela Floresta Ombrófila Densa ("mata atlântica" propriamente dita), Floresta Estacional Semidecidual ("mata de planalto") e pela Floresta Estacional Semidecidual Aluvial ("matas de galeria" ou "matas ciliares"), que são aquelas que ocorrem ao redor das nascentes de água e nas porções mais baixas do terreno ao longo dos córregos, riachos e rios (IBGE, 2012).

A Mata Atlântica cobria originalmente 80% do território do Estado de São Paulo, mas foi historicamente desmatada para dar lugar a outros usos do solo como áreas agrícolas (produção animal ou vegetal), áreas de silvicultura (plantio florestal homogêneo geralmente com espécies exóticas) ou mesmo às áreas urbanizadas. Apesar de abrigar muitas espécies endêmicas e ser um dos biomas com maior biodiversidade do mundo, Ribeiro et al. (2009) apontam que a Mata Atlântica também sofreu muita perda devido ao desmatamento.

Em seu estudo sobre os fragmentos remanescentes do bioma, Ribeiro et al. (2009) evidenciam que apenas 11,73% da área total do bioma ainda possui remanescentes, sendo que reservas naturais protegem 9% da área total do bioma e somente 1% dela é ocupada por vegetação original. Assim, fica corroborado a urgência para tomada de ações que visem mitigar o desmatamento por meio de conservação dos remanescentes e restauração de áreas desmatadas (RIBEIRO et al., 2009).

Planejamento urbano

O crescimento urbano dos municípios deve ser planejado de modo que proteja os recursos naturais disponíveis, pois, caso contrário, a tendência é que a disponibilidade e qualidade da água sejam afetadas negativamente, assim como a biodiversidade local (ROMERO et al., 2018).

Na RMS alguns estudos foram desenvolvidos discutindo questões relacionadas ao planejamento e conservação dos recursos naturais, sendo que dois deles foram realizados em Sorocaba (MELLO et al. 2014; SMITH, et al. 2018) e um em Boituva (CARDOSO-LEITE et al. 2022).

Em Sorocaba, menos da metade das áreas levantadas como APPs possuíam cobertura florestal, mas apesar disso, foi possível notar relação direta entre a presença de vegetação com rios ou alta declividade (MELLO et al., 2014). Cerca de 50% dos fragmentos do município estão delimitados dentro de APPs (MELLO et al., 2014). Nesse caso, restaurar as áreas desmatadas significaria o aumento da cobertura florestal total do município como também diminuição do isolamento dos fragmentos e o aumento do tamanho desses, com a formação de corredores de mata ripária. Outros impactos positivos que também foram citados por Mello et al. (2014) são a melhora da qualidade da água e diminuição do assoreamento dos corpos hídricos. Com isso, Mello et al. (2014) também discutem sobre a importância de se realizar o planejamento da expansão urbana aliado a conservação das áreas que estão conservadas, visando aumentar a sustentabilidade do município.

Smith et al. (2018) apontam que para ocorrer uma conservação da biodiversidade eficiente, as três esferas (política, educativa e ecológica) são essenciais pois os principais fatores que levam a um bom resultado unem concomitantemente educação ambiental da população, planejamento urbano de áreas destinadas a reflorestamento e, de acordo com a necessidade do local, criação de áreas protegidas. Fica claro também a importância do planejamento do uso e ocupação do solo em esfera municipal pois no estudo no município de Sorocaba, fica evidenciado a importância de garantir corredores ecológicos, diminuir a supressão vegetal e prevenir os usos inadequados em áreas de risco (SMITH et al., 2018).

No município de Boituva Cardoso-Leite et al. (2022) estudaram a relação entre tamanho, forma e conectividade de fragmentos florestais, integridade biótica das florestas e existência de cabeceiras de drenagem. Os resultados mostraram que existe relação entre tamanho e integridade biótica das florestas, ou seja, quanto maior o tamanho do fragmento maior a chance de ele estar bem conservado. Os autores registraram também a relação entre presença de cabeceiras de drenagem (onde existe grande chance de se ter nascentes de água) e desenho irregular dos fragmentos, e explicaram este fato relacionando a presença de florestas somente nas áreas de APPs, ou seja, historicamente o território foi todo desmatado mas em função da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (BRASIL, 2012) algumas das áreas de APPs foram mantidas, mas com desenhos bastante irregulares acompanhando o desenho do rede hídrica. Os autores concluíram que no planejamento urbano deve-se levar em conta tanto o tamanho dos fragmentos florestais, para

conservação da biodiversidade, quanto a presença de cabeceiras de drenagem, para conservação dos recursos hídricos (CARDOSO-LEITE et al., 2022).

Serviços ecossistêmicos

As florestas possuem um papel muito importante na manutenção da qualidade de vida das sociedades humanas, pois elas fornecem bens e serviços para a humanidade. Estes bens e serviços podem ser denominados "serviços ecossistêmicos" (MEA, 2005) e podem ser divididos em serviços de provisão (alimentos, madeira, remédios, água), serviços de regulação (regulação climática, microclimática, dos regimes hídricos, de animais fatores que causam doenças na agricultura) e serviços culturais (recreação, lazer, esportes, educação, contemplação, além de aspectos estéticos e religiosos).

De acordo com Gao et al. (2017), alterações no uso do solo implicam diretamente em mudanças no serviço ecossistêmico e, tratando-se do recurso hídrico, essa mudança pode se dar na alteração de disponibilidade hídrica, qualidade da água e até mesmo na conservação do solo. Em cenários com presença de espécies lenhosas os serviços ecossistêmicos ofertados referentes à água e solo melhoraram, o que não ocorre num cenário oposto, como uso agropecuário (GAO et al., 2017).

O serviço ecossistêmico também pode ser utilizado como parâmetro para determinar a prioridade de restauração de uma área, visto que uma área com água e solo bem preservados e presença de vegetação apresenta uma alta oferta de serviços ecossistêmicos. Valente et al. (2021) desenvolveram um método para priorizar áreas em bacias hidrográficas que necessitam de restauração, de acordo com os serviços ecossistêmicos providos pela água num cenário agrícola. Os autores mostram que as áreas com maiores níveis de prioridade para a restauração ecológica estão localizadas perto de rios, nas áreas mais declivosas da bacia hidrográfica, e em solos com alto potencial de erosão, principalmente em pastos e áreas agrícolas, mesmo quando a bacia hidrográfica apresenta uma grande área de vegetação (VALENTE et al., 2021).

Devido a urbanização sem planejamento e cobertura e uso do solo para atividades agrícolas, muitas florestas apresentam-se em forma de fragmentos e, portanto, a oferta dos serviços ecossistêmicos nessas áreas pode ser afetada. A preservação dos maiores fragmentos presentes em uma área é de grande importância pois, como mostraram

Cardoso-Leite et al. (2022) quanto maior o fragmento maior a chance de ele prover os mais diversos serviços ecossistêmicos. Desde suporte pelo ciclo de nutrientes, provisão de diferentes espécies madeireiras, alimentícias e medicinais, regulação pelo sequestro de carbono, até cultural pela beleza cênica e possibilidade de se realizar educação ambiental (CARDOSO-LEITE et al., 2022).

Outro modo para se garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos, principalmente em áreas urbanizadas, foi descrito por Zhang et al. (2019) através da manutenção de corredores ecológicos em matrizes urbanas. Nesse estudo, os corredores foram analisados como facilitadores de troca gênica, diminuindo o fator de isolamento entre fragmentos florestais e demonstrando assim a importância fundamental dos remanescentes naturais para garantir a conservação da biodiversidade e o fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais para a população de uma cidade (ZHANG et al., 2019).

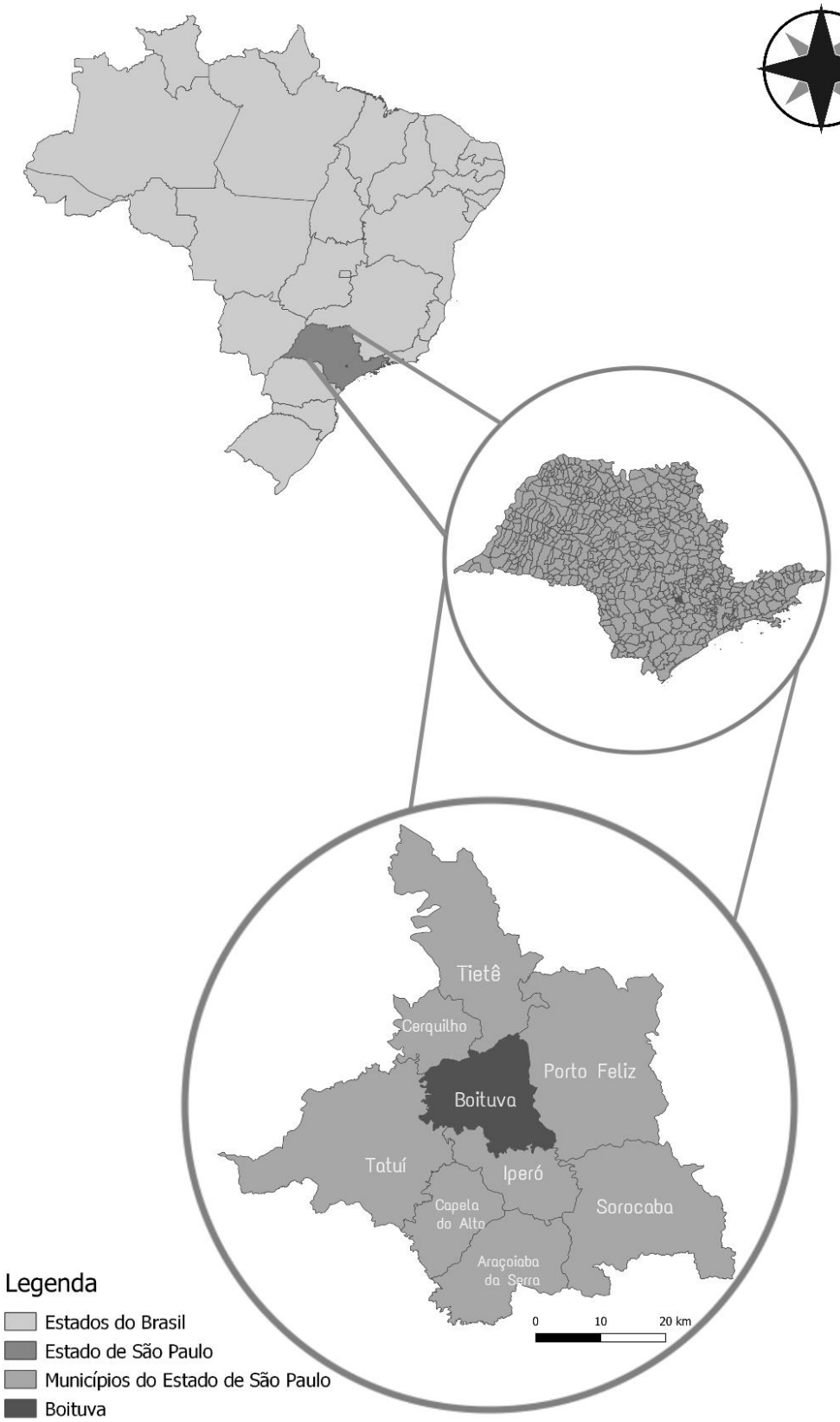
MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e Caracterização da área de estudo

A área estudada (Boituva/SP) está localizada no sudeste do Brasil no Bioma Mata Atlântica (Figura 1) no cruzamento das coordenadas 23º17’00” (Lat Sul) e 47º20’00” (Long Oeste). Possui área total de 248,96 km^2 e, em 2021, população total de pouco mais de 63.000 habitantes (IBGE, 2022). O uso da terra é predominantemente rural, com grandes manchas urbanas e pequenas manchas de vegetação nativa, que correspondem a aproximadamente 10% da área (CARDOSO-LEITE et al., 2020).

O município faz parte da Bacia Hidrográfica do Médio Tietê Sorocaba (SÃO PAULO, 1991), importante rio que abastece diversos municípios desta porção do estado e faz parte da RMS (SÃO PAULO, 2014). As atividades socioeconômicas predominantes na cidade são a produção agrícola (gado, cana-de-açúcar), a indústria (bebidas e outras) e o turismo (paraquedismo, balonismo).

Figura 1: Localização da área de estudo no Estado de São Paulo e Brasil.



O clima da cidade é caracterizado como Cwa - clima subtropical seco e verão quente. A temperatura média no mês mais frio (julho) é de 17,1°C, enquanto a do mês

mais quente (fevereiro) é de 24°C, sendo a temperatura média anual de 20,9°C. A menor precipitação anual é no inverno (agosto) com 25,6mm, e a maior, no verão (janeiro) com 179,8mm e o total anual de precipitação é de 1.072,4mm.

O relevo é caracterizado pela Depressão Periférica de São Paulo com altitude variando de 512 a 670 m. Sendo que os solos podem ser descritos como dois tipos principais, os argilosos vermelho-amarelo que são solos suscetíveis à erosão, e o principal solo visto na maior parte dos solos do município, o latossolo vermelho, coincidindo com áreas de relevo plano, suave e suave ondulado.

A vegetação do município é caracterizada como "Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (FESA), ambas fitofisionomias da Mata Atlântica, além de alguns fragmentos de savana, ou seja, de cerrado (BRASIL, 2012).

Um estudo prévio (CARDOSO-LEITE et al., 2020) realizou o mapeamento de todos os fragmentos de vegetação nativa existentes em Boituva acima de 5 ha, e registrou a existência de 155 fragmentos de vegetação nativa, sendo 8 de Cerrado e 147 de Floresta FES e FESA.

Coleta /Obtenção dos dados

Os dados foram obtidos através do Relatório do Projeto PAEPAC (CARDOSO-LEITE et al, 2020) e junto ao Banco de Dados do NEAPS – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) Campus Sorocaba, sob responsabilidade da profª. Drª. Eliana Cardoso Leite, que coordenou o projeto entre 2017 e 2021 e possui dados vetoriais de uso e ocupação do solo, relevo e vegetação, todos em ambiente SIG.

Para o levantamento prévio realizado pelo grupo de pesquisa do Projeto PAEPAC foi utilizado imagem do satélite CBERS-4 de alta resolução, registrada em 19 de setembro de 2017 e disponibilizada gratuitamente pelo INPE. Essa imagem foi reprojetada para o datum SIRGAS 2000 e sistema de coordenadas UTM, que no caso do projeto foi utilizada a zona 23S.

Dados geográficos de hidrografia e limite do município disponibilizados pelo IBGE, escala 1:50.000, foram utilizados para a determinação das Áreas de Preservação Permanente da cidade de estudo.

Os dados de localização de vegetação e área urbana utilizados para as análises desse estudo foram levantados na realização do Relatório do Projeto PAEPAC.

A análise e determinação do produto dessa monografia deu-se graças ao uso do software QGIS 3.16.1 (https://www.qgis.org), de uso livre e público.

Análise dos dados

A Área de Preservação Permanente dos rios foi determinada a partir do uso da ferramenta Amortecedor da análise de Geoprocessamento de vetores do software QGIS.

Para a determinação da APP referente ao rio Sorocaba foi considerado que se enquadra no artigo IV, inciso primeiro, alínea B da Lei de Proteção a Vegetação Nativa nº 12.651 que prevê 50 metros de Área de Preservação Permanente para rios com margens de largura entre 10 e 50 metros (BRASIL, 2012).

Para os demais rios, a Área de Preservação Permanente foi levantada considerando-se que são rios com largura de margens inferiores a 10 metros, e de acordo com a LPVN (artigo IV, inciso primeiro, alínea A), utilizando-se 30 metros (BRASIL, 2021).

Nesse estudo não foi aplicado o artigo IV inciso quarto da LPVN que determina as APPs de nascentes, visto que, de acordo com Ferreira et al. (2017), toda nascente tem que ser determinada com indícios geomórficos e constatação a campo, sendo insuficiente considerar todas as cabeças de drenagem levantadas num estudo de relevo como sendo nascentes.

A determinação do tamanho das áreas das feições foi realizada por meio da ferramenta “area” do cálculo geométrico da calculadora de campo, item presente nas tabelas de atributos das feições.

Para a determinação espacial das APPs de margens de rios foi necessário utilizar a ferramenta Intersecção da análise de Geoprocessamento de vetores. Somente a área em comum entre os produtos APP do Rio Sorocaba e APP dos demais rios foi considerada para não haver superestimação no cálculo da área final. Essa ferramenta foi utilizada também para a determinação espacial de outros parâmetros, tais quais: ‘APP’ dentro da área urbana e ‘APP’ com cobertura florestal.

Já para a determinação espacial da ‘APP’ sem cobertura florestal e a cobertura florestal que não está presente dentro das delimitações das demais APPs foi utilizado a ferramenta Diferença da análise de Geoprocessamento de vetores.

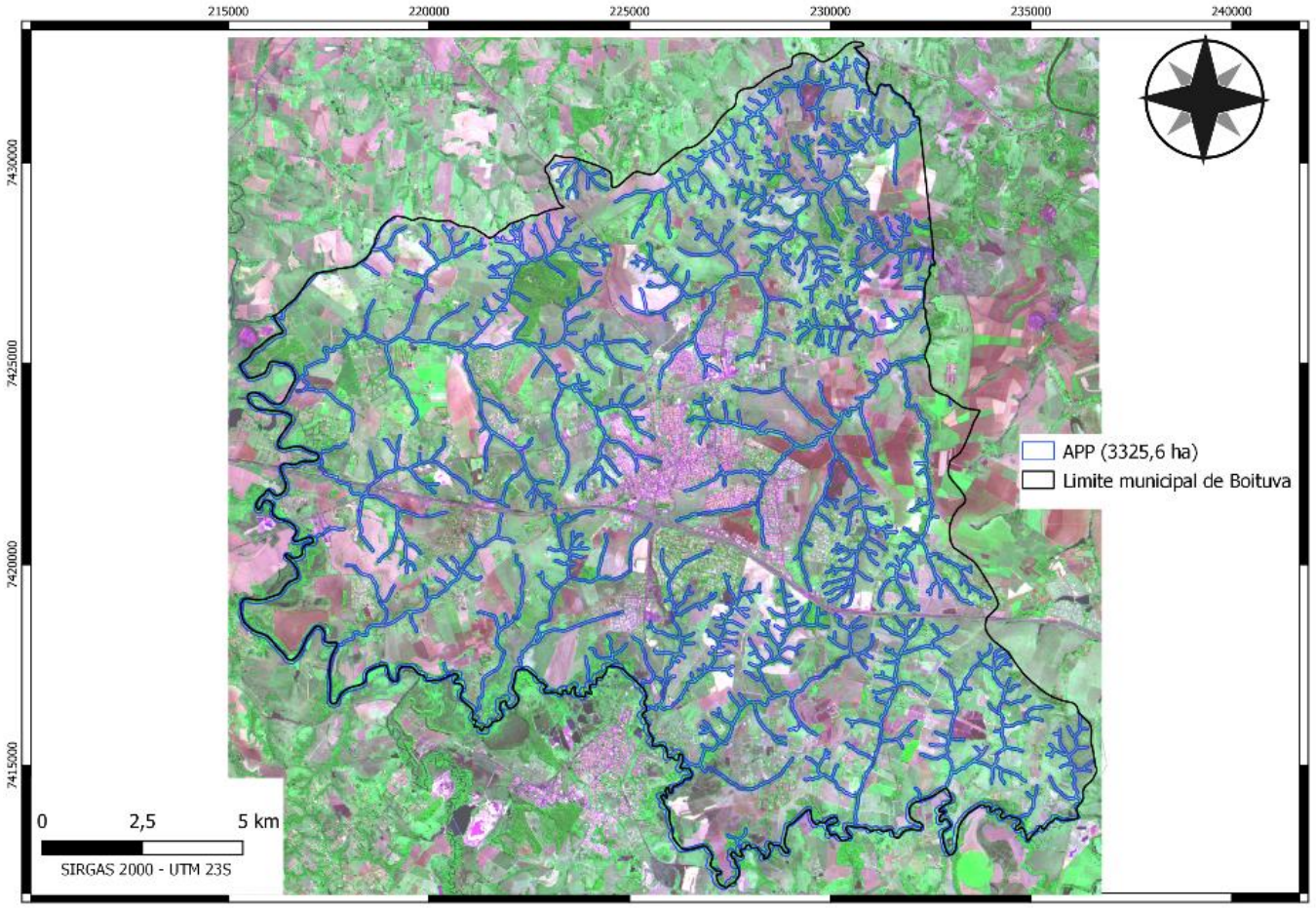
RESULTADOS

Os primeiros resultados obtidos, Tabela 1 e Figura 2, são referentes a área total do município e a APP, tanto referente ao Rio Sorocaba quanto aos demais rios do município. Com isso, demonstrado na Tabela 2 tem-se que a soma da Área de Preservação Permanente total de Boituva representa 13,36% da área total da cidade, ou equivalente a 33,25 km^2. Sozinha, a APP referente ao rio Sorocaba representa 2,82% da área total do município (7,03 km^2). A APP dos demais rios de Boituva representa 10,77% da área total do município, ou seja, 26,82 km^2.

Tabela 1: Área do município de Boituva, APP do Rio Sorocaba, APP dos demais rios e a APP total

Feições	Área (km^2)	Área (ha)	Percentual em relação a área do município
Município	248,96	24896,8	100%
APP Rio Sorocaba	7,03	703,2	2,82%
APP demais rios	26,82	2682,6	10,77%
APP Total	33,25	3325,6	13,36%

Figura 2: Área de Preservação Permanente dos Cursos de água em Boituva, SP, disposta sobre uma fotografia do satélite CBERS-4 de 19 de setembro de 2017

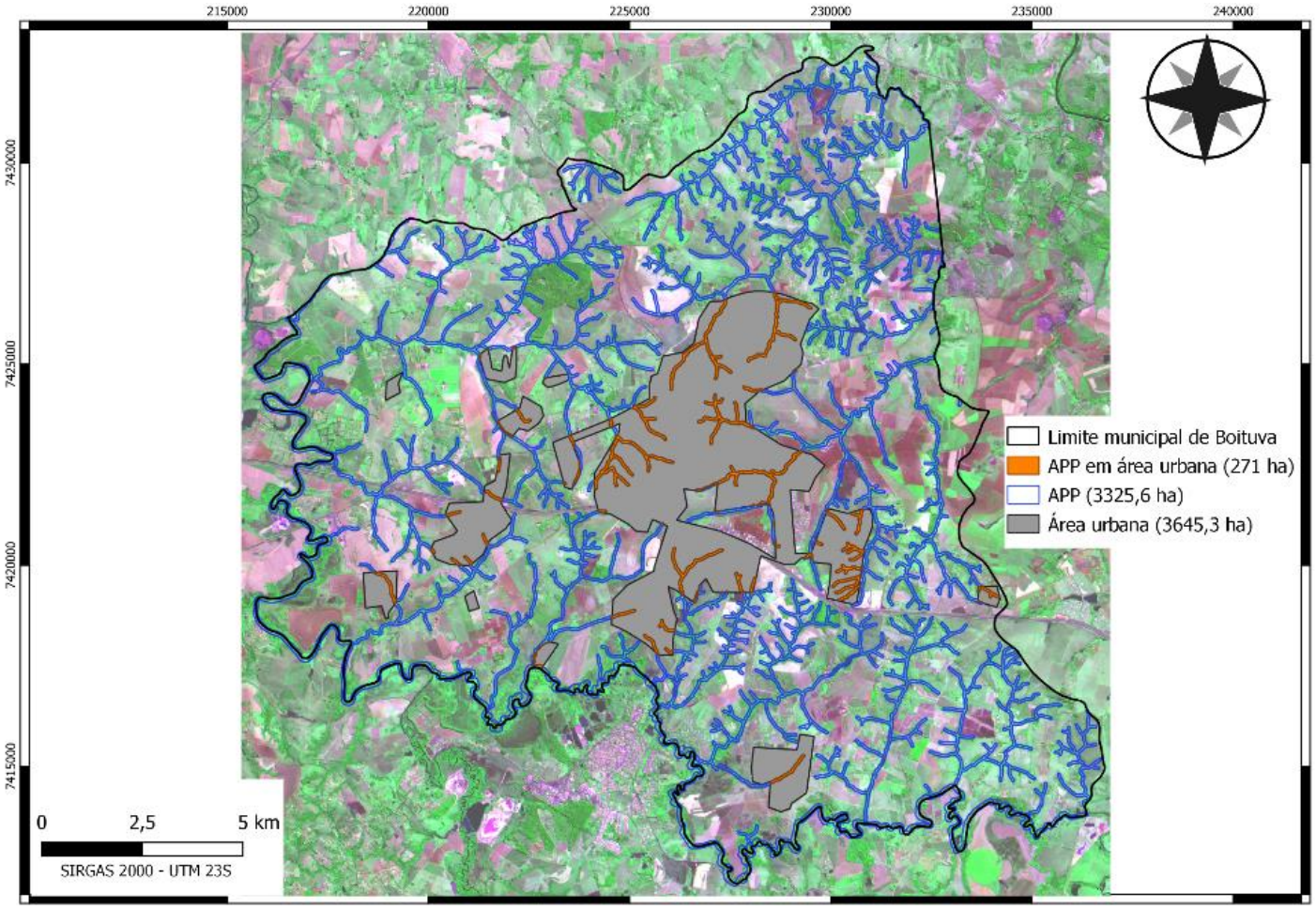


A relação da área urbana de Boituva e ocorrência de Áreas de Preservação Permanentes pode ser observada na Tabela 2 e na Figura 3. O município apresenta área urbanizada total de 36,45 km^2 e, dentro dessa delimitação, 2,71 km^2 de APP, representando 7,43% da área urbana total. Como a área urbana já está consolidada, restaurar essa APP significará um desafio a ser enfrentado pelo poder público.

Tabela 2: Área das feições APP Total, APP em área urbana e área urbana do município de Boituva – SP.

Feições	Área (km^2)	Área (ha)	Percentual (área do município)	Percentual (área urbana)
APP Total	33,25	3325,6	13,36%	-
APP em área urbana	2,71	271,0	1,09%	7,43%
Área Urbana	36,45	3645,3	14,64%	100,00%

Figura 3: Área de Preservação Permanente presente na área urbana de Boituva, SP.



A cobertura florestal total em Boituva representa 13,46% da área total do município, ou 33,52 km^2 de vegetação, de acordo com a Figura 4 e Tabela 3. Inclusive, parte desse número conta com cobertura florestal dentro da área urbana, quase 3 km^2, sendo que 1,5 km^2 de vegetação não se encontra dentro das delimitações de APP e 1,26 km^2 representa Área de Preservação Permanente florestada cumprindo o estipulado pela LPVN.

Figura 4: Relação da cobertura florestal com as Áreas de Preservação Permanentes de margem de rio e a área urbana do município de Boituva, SP

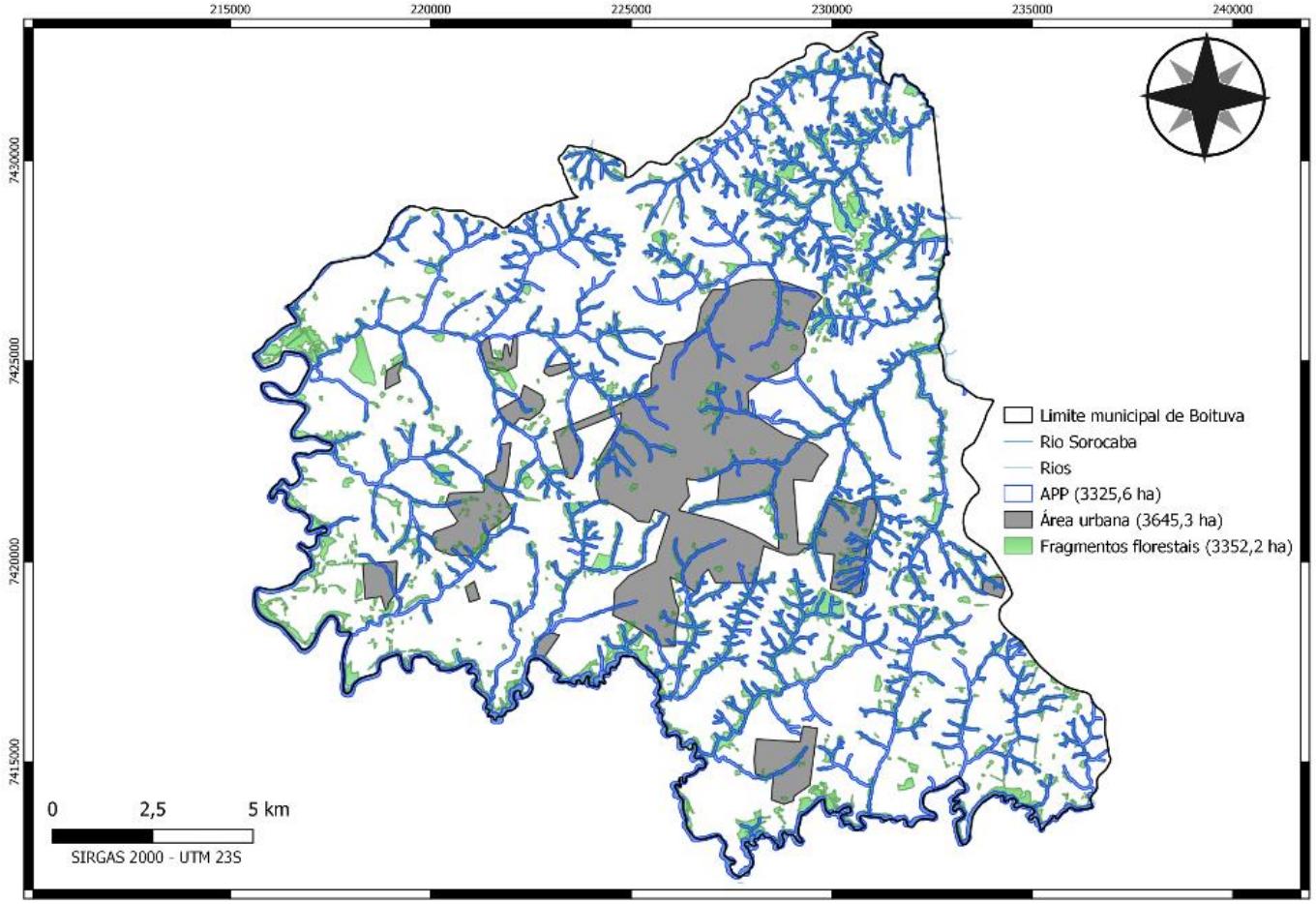


Tabela 3: Área das feições Limite do município de Boituva, APP Total, APP em área urbana, Cobertura florestal total, Área urbana, cobertura florestal fora de APP dentro da área urbana e Cobertura florestal em APP dentro da área urbana, comparadas em quilômetro quadrado, hectare e porcentagem de ocupação com relação a área total do município e a APP TOTAL

Feições	Área (km^2)	Área (ha)	Percentual em relação a área do município	Percentual (área urbana)
Município	248,96	24896,8	-	-
Área Urbana	36,45	3645,3	14,64%	-
APP Total	33,25	3325,6	13,36%	-
APP em área urbana	2,71	271,0	1,09%	7,43%
Cobertura florestal total	33,52	3352,2	13,46%	-
Cobertura florestal em APPs de área urbana	1,26	126,4	0,51%	3,47%
Cobertura florestal fora de APPs em área urbana	1,50	149,8	0,60%	4,11%

No município de Boituva apenas 42,57% das APPs estão em conformidade com a LPVN, o que significa 14,15 km^2 de área vegetada dentro das delimitações das APPs de rio e 42,43% da área total de cobertura florestal, como pode ser visto na Figura 5. Com isso, o município apresenta 19,1 km^2 que necessitam de restauração, apresentando 57,43% da APP de rio levantada desconforme com a legislação vigente, dados presentes na Tabela 4.

Figura 5: Relação entre as APPs que possuem cobertura florestal e as APPs que não possuem cobertura florestal.

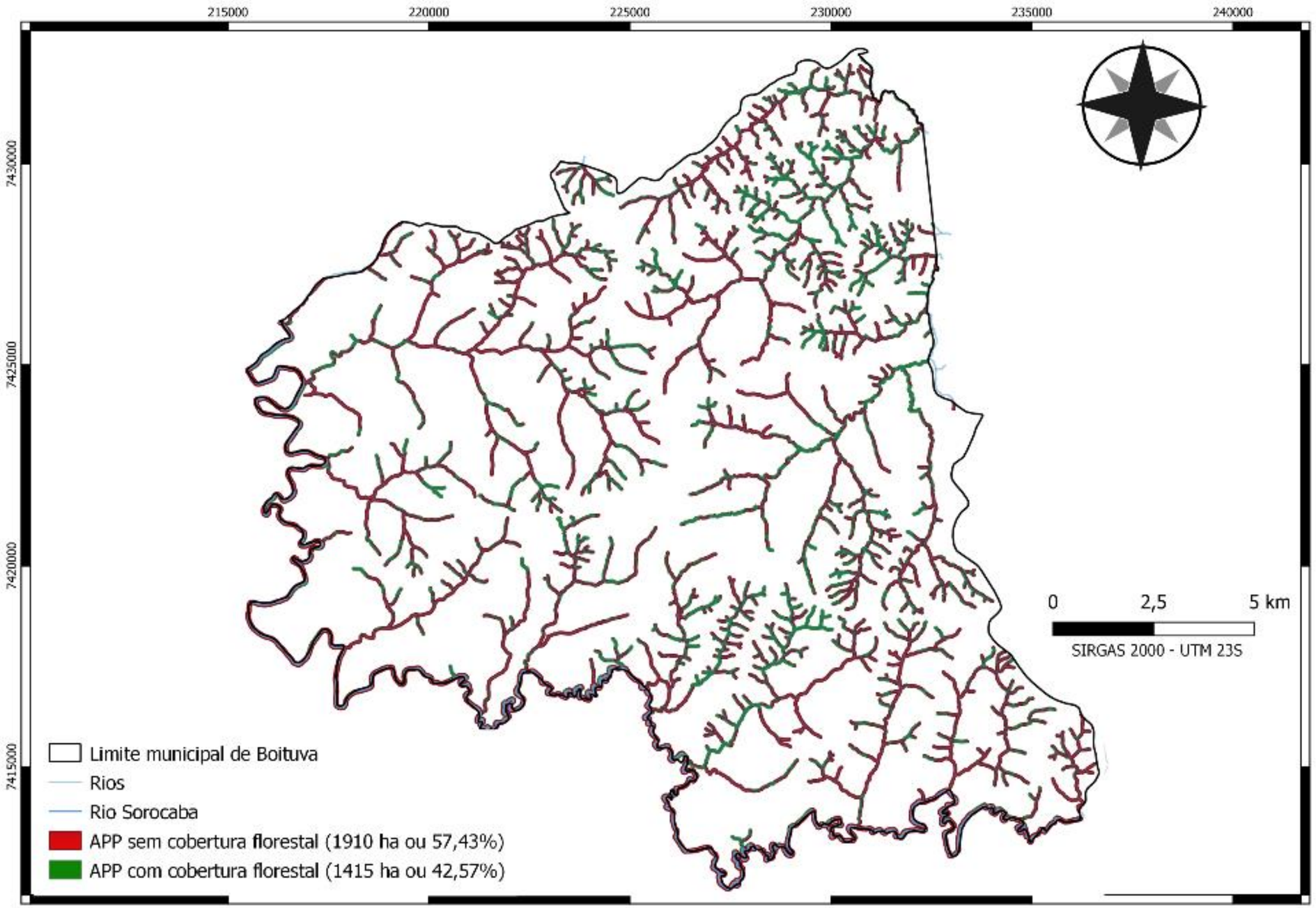


Tabela 4: Área das feições levantadas para o estudo comparadas em quilômetro quadrado, hectare e porcentagem de ocupação com relação a área total do município.

Feições	Área (km^2)	Área (ha)	Percentual em relação a APP Total	Percentual em relação a Cobertura florestal total
APP Total	33,25	3325,6	-	-
APP sem cobertura florestal	19,10	1910,0	57,43%	-
APP com cobertura florestal	14,15	1415,6	42,57%	42,23%
Cobertura florestal total	33,52	3352,2	-	-

Como ilustrado pela Figura 6, mais da metade da cobertura florestal de Boituva encontra-se fora das delimitações de APP de rio, o que representa 7,78% da área total do município e 57,77% da cobertura florestal, dados expressos na Tabela 5.

Figura 6: Fragmentos vegetais de Boituva – SP que não estão dentro das delimitações de APP de beira de rio

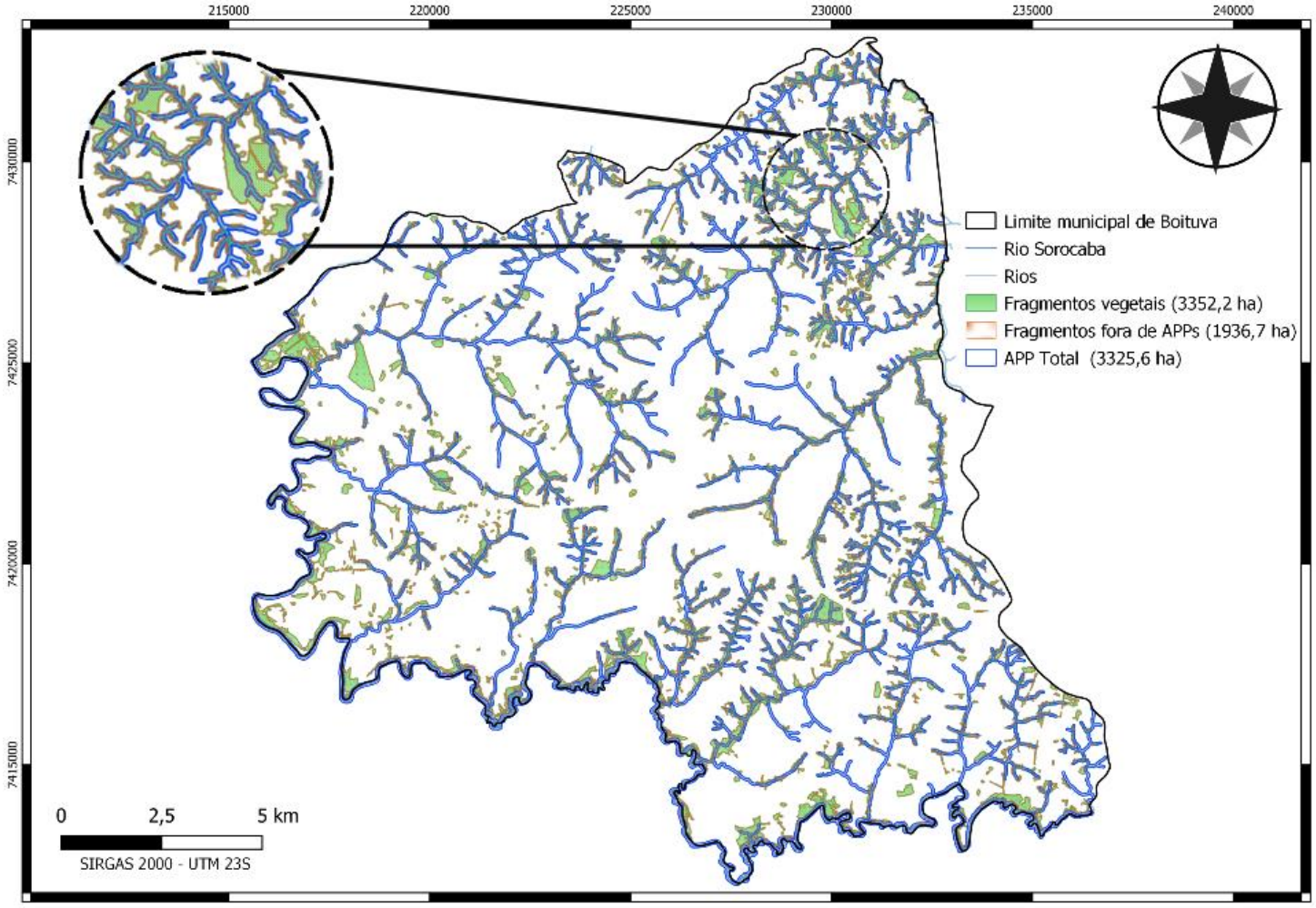


Tabela 5: Área das feições levantadas para o estudo comparadas em quilômetro quadrado, hectare e porcentagem de ocupação com relação a área total do município.

Feições	Área (km^2)	Área (ha)	% (área do município)	% (área cobertura florestal total)
Município	248,96	24896,8	-	-
APP Total	33,25	3325,6	13,36%	-
Cobertura florestal total	33,52	3352,2	13,46%	-
Cobertura florestal fora de APPs	19,37	1936,7	7,78%	57,77%

De modo geral, todos os resultados obtidos nesse estudo foram agrupados na Tabela 6 a seguir. É possível observar que 7,67% da área do município é referente a Áreas de Preservação Permanente de curso de rio que não possuem cobertura florestal, ou seja, são regiões que necessitam de ações de restauração ecológica. Ademais, cerca de 144,6 hectares provavelmente necessitarão ser compensados em outro local do município pois representa a área total de APP sem cobertura florestal dentro da área urbana de Boituva.

Tabela 6: Área das feições levantadas para o estudo comparadas em quilômetro quadrado, hectare e porcentagem de ocupação com relação a área total do município.

Feições	Área (km^2)	Área (ha)	Percentual em relação a área do município
Município	248,96	24.896,8	100%
APP Rio Sorocaba	7,03	703,2	2,82%
APP demais rios	26,82	2.682,6	10,77%
APP Total	33,25	3325,6	13,36%
APP sem cobertura florestal	19,10	1.910,0	7,67%
APP com cobertura florestal	14,15	1.415,6	5,69%
APP em área urbana	2,71	271,0	1,09%
APP em área urbana sem cobertura florestal	1,45	144,6	0,58%
Cobertura florestal total	33,52	3.352,2	13,46%
Cobertura florestal fora de APPs	19,37	1.936,7	7,78%
Área Urbana	36,45	3.645,3	14,64%
Cobertura florestal fora de APPs em área urbana	1,50	149,8	0,60%
Cobertura florestal em APPs de área urbana	1,26	126,4	0,51%

DISCUSSÃO

Os resultados indicam que o município de Boituva possui cobertura florestal em avançado estágio de degradação, caracterizado pelo baixo percentual de vegetação remanentes, mesmo em áreas atualmente sob proteção da legislação. Adicionalmente, as áreas remanescentes apresentam alta fragmentação, vários pequenos fragmentos. Além disso, parte da cobertura existente está fora das delimitações das APPs, ou seja, não cumprem com os objetivos de proteção dos rios e riachos para manutenção qualidade e disponibilidade de água. Somente 42,57% das APPs estão cobertas por vegetação, sendo que a maior parte delas (57,43%) está desprovida de cobertura florestal, definindo assim a necessidade de ações de manejo no sentido de restaurá-las.

A área total coberta por vegetação representa mais que a totalidade necessária para o município estar de acordo com a legislação que define as APPs de cursos de rios. Porém o que é apresentado na realidade é que muito das áreas cobertas por vegetação, em fato 57,77% delas, não está localizado espacialmente nos locais onde as APPs foram definidas.

Outros estudos na Região Metropolitana de Sorocaba atingiram resultados melhores, ou seja, Áreas de Preservação Permanente desprovidas de cobertura florestal menores tamanhos, como no caso de Mello et al. (2014) e Pires et al. (2016), respectivamente nos municípios de Sorocaba (SP) e Salto de Pirapora (SP). Nesses estudos a porcentagem encontrada de APPs com uso do solo em conflito com a Legislação de Preservação a Vegetação Nativa (LPVN) foi de 45% (MELLO et al., 2014) e 41,94% (PIRES et al., 2016), enquanto Boituva apresentou 57,43%.

Em caso de restauração das Áreas de Preservação Permanentes que não estão conformes com a LPVN, a área da cobertura florestal total do município iria de 33,52km^2 para 52,62 km^2, representando um aumento de 156,98% de área verde. O que significaria que tanto a conectividade dos fragmentos aumentaria quanto o tamanho deles (MELLO et al., 2014).

Com isso fica claro que o município deve investir em garantir que áreas de preservação permanente sejam reflorestadas ao mesmo tempo que tome ações que visem a manutenção e conservação das áreas florestadas que ainda não foram exploradas com atividades rurais ou uso urbano, para assim garantir que com fragmentos maiores e nos

locais determinados de APP de beira de rio a cobertura florestal possa atuar mais efetivamente na oferta de serviços ecossistêmicos, os quais se referem principalmente a manutenção dos recursos hídricos, sequestro de carbono pelo crescimento das mudas, aumento do fluxo gênico de espécies da flora e fauna e beleza cênica (MELLO et al., 2014; GAO et al., 2017; ZHANG et al., 2019; VALENTE et al., 2021; CARDOSO-LEITE et al., 2022).

O estudo de Leinfelder et al. (2019) mostra que a sub bacia do Médio Tietê, onde Boituva está localizada, requer ação imediata para racionalização do uso da água, sendo indicado pelos autores impedimento a novas outorgas ou restrições mais severas a concessões. Já Abreu; Tonello (2018) mostram que no período do estudo a bacia do Rio Sorocaba apresentava demanda hídrica de 49% de sua disponibilidade, colocando-a em situação crítica de uso. Ademais, a importância de realizar a gestão de uma bacia hidrográfica é impactada positivamente com a proteção das florestas nativas justamente pela função delas na provisão dos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica (MELLO et al., 2020).

O município de Boituva apresentou 1.910 hectares de APPs desprovidas de vegetação, sendo necessário proceder a restauração com metas mensuráveis dessas áreas, pois somente assim é possível obter a recuperação total do ecossistema (CLEWELL et al., 2004; GANN et al., 2019). Para restauração ecológica em florestas, o Estado de São Paulo possui normas específicas dadas pela Resolução SMA nº 32/2014 (ESTADO DE SÃO PAULO, 2014), que recomenda em APP a utilização apenas de espécies nativas regionais e implantação de no mínimo 80 espécies. O espaçamento usualmente utilizado no caso do plantio de mudas é de 2 metros por 3 metros, ou seja, uma muda a cada $6m^2$, o que determina a densidade do plantio 1.666 mudas por hectare. Para se restaurar toda a área de APP em Boituva (1.910 hectares) seria necessário implantar 3.182.060 mudas, o que representaria um alto investimento por parte dos gestores públicos.

Ainda que o sistema de plantio de mudas não seja o único a ser considerado em projetos de restauração, por meio do presente estudo estima-se que seriam necessárias 3.182.060 mudas. Contudo, como o estudo considerou a área de preservação permanente de nascentes, estima-se que este número final seja muito maior que esse ora apresentado. Destaca-se aí a notável oportunidade de negócios que existe para suprir a demanda local,

visando atender a legislação ambiental vigente e recuperar as características ecológicas essenciais locais.

Parte das áreas a serem restauradas na área rural deve ser de posse privada, demonstrando a importância da criação de algum tipo de política pública, por parte do município, que incentive os proprietários rurais a restaurarem as áreas de seus terrenos que estão dentro das delimitações de APPS.

Por outro lado, terrenos ou lotes, contendo APPs sem vegetação dentro da área urbana podem ser de posse tanto pública quanto privada. Naquelas de posse pública a prefeitura poderia iniciar imediatamente um projeto de restauração destas APPs, procurando para isso parcerias com viveiros públicos, universidades e/ou ONGs que possam colaborar neste processo. Nas APPs de posse privada os proprietários devem ser estimulados a restaurar suas APPs.

Dentro do contexto urbano também deve haver áreas já ocupadas por outros usos, como uso urbano consolidado, o que impediria a restauração delas. Sendo assim, para compensar estas áreas, o município poderia investir em restaurar áreas (mesmo fora de APPS) que pudessem aumentar a área ou a conexão entre fragmentos já existentes ou ainda reabilitar as áreas, dotando-as de uma cobertura diferente da original, mas com funcionalidades ecológicas importantes, como permeabilização, controle de erosão, acúmulo/estoque de carbono.

Para todo esse processo seria muito interessante envolver a população como um todo, ou seja, moradores dos bairros de entorno das áreas a serem restauradas, proprietários rurais, estudantes, professores, pesquisadores e ambientalistas (de ONGs), pois um passo muito importante do processo de restauração é o acompanhamento e monitoramento das mudas plantadas, e isso poderia ser feito de forma participativa de modo que todo cidadão de Boituva pudesse compreender a importância da restauração dessas “Matas Ciliares” envolvendo-se no processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora no município de Boituva exista área coberta por vegetação em número equivalente a área delimitada para as APPs de curso de rio, a maior parte desses fragmentos não estão localizados ao longo dos rios, fazendo com que apenas 42% da área total coberta por vegetação esteja de acordo com a legislação vigente, a Lei de Proteção a Vegetação Nativa (BRASIL, 2012).

As áreas prioritárias nas quais é necessário ocorrer restauração florestal são as APPs que atualmente não possuem cobertura florestal e que não se encontram em área urbana consolidada para garantir a manutenção dos bens e serviços ambientais providos pelas APPs de cursos de rios.

O estudo não levou em conta a área de preservação permanente de nascentes, visto que para isso é necessário mais do que indicações geomorfológicas analisadas via sensoriamento remoto. Idas a campo de cada cabeceira de rio para verificar se o ponto se trata realmente de uma nascente são necessárias para seguir tal metodologia. Com isso, um próximo passo seria a determinação dessas áreas e verificação quantitativa e qualitativa dessas áreas.

Pode-se inferir que, ao não considerar as APPs de nascentes para o estudo apresentado, como essas devem apresentar um raio de 50 metros, de acordo com o Artigo IV inciso IV da Lei 12.651 (BRASIL, 2012), a área de reflorestamento será consideravelmente maior do que a levantada nesse estudo.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, M. C., TONELLO, K. C. Disponibilidade e demanda hídrica na bacia do rio Sorocaba, Brasil: um alerta à gestão dos recursos hídricos. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 209-232, set./dez. 2018

ALVES, W. S.; MORAIS, W. A.; OLIVEIRA, L. D.; PEREIRA, M. A. B.; MARTINS, A. P.; VASCONCELOS, S. M. A.; RAMALHO, F. L. Análise das relações entre uso do solo e qualidade da água do Lago Bonsucesso, em Jataí, Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 1, p. 326-342, jan. 2019.

ASSUNÇÃO, E. G.; CASTRO, P.; PEREIRA, A. C. F.; KURODA, E K. Análise temporal do uso e cobertura do solo e da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi. **Revista DAE**, v. 68, n. 222, p. 121-133, mar. 2020.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Cria o código florestal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm. Acesso em 07 de out. de 2022.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Congresso Nacional. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 07 de out. 2022.

CARDOSO-LEITE, E., ARRUDA, E.M., VALENTE, R.A. **Relatório Final do Projeto "PAePAC- Planejamento Ambiental e Priorização de Áreas para Conservação"**. Parceria UFSCar- Prefeitura Municipal de Boituva. 131 p. 2020.

CARDOSO-LEITE, E.; ARRUDA, E. M.; GALVANI, F. M.; VALENTE, R. A. Relationship between forest integrity, drainage headboards and patch-level metrics as subsidy for planning and conservation in fragmented Atlantic Forest áreas. **Reserch, Society and Development**, v. 11, n. 9, jul. 2022.

CLEWELL, A., ARONSON, J., WINTERHALDER, K., HIGGS, E., MARTINEZ, D., HOBBS, R., HARRIS, J., MURCIA, C., RIEGER, J. **International principles and standards for the practice of ecological restoration (2004).** Society for Ecological Restoration (SER) International. Tucson, Second edition, v. 2.

ESTADO DE SÃO PAULO. Lei Complementar nº 1.241, de 08 de maio de 2014. Cria a Região de Metropolitana de Sorocaba e dá providências correlatas. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/norma/172854. Acesso em 07 de out. de 2022.

FERREIRA, L. L. B.; MAGALHÃES JR, A. P.; FELIPPE, M. F.; COSTA, F. C. Considerações sobre perdas geoquímicas em nascentes e sistemas fluviais de cabeceiras de drenagem na borda oeste do espinhaço meridional (Minas Gerais). **Os desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 5991-6002, jul. 2017.

Fundação SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020**, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. 65p.

GANN, G. D., MCDONALD, T., WALDER, B., ARONSON, J., NELSON, C. R., JONSON, J., HALLETT, J. G., EISENBERG, C., GUARIGUATA, M. R., LIU, J., HUA, F., ECHEVERRÍA, C., GONZALES, E., SHAW, N., DECLEER, K, DIXON, K. W. **International principles and standards for the practice of ecological restoration (2019)**. Second edition. Restoration Ecology 27(S1): S1–S46.

GAO, J.; LI, F.; GAO, H.; ZHOU, C.; ZHANG, X. The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 163, p. S148-S155, out. 2017.

GREGORINI, R. A. Análise de áreas para a criação de Unidades de Conservação no município de Boituva (SP). Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, p. 95, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, RJ, IBGE: 2012.

BDiA – IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados de informações ambientais**. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao. Acesso em 07 de out. de 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html. Acesso em 07 de out. de 2022.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Projeto Corredor Ecológico Região do Jalapão. Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6#:~:text=Na%20defini%C3%A7%C3%A3o%20Mata%20Rip%C3%A1ria%20pode%20ser%20subdividida%20em,em%20que%20a%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20arb%C3%B3rea%20n%C3%A3o%20forma%20galerias. Acesso em 07 de out. 2022.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo – 2020**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. São Paulo.

LEINFELDER, F. M. S. U.; CORREA, C. J. P.; LEAL, M. S.; TONELLO, K. C. Indicadores socioambientais na gestão integrada das sub bacias da região metropolitana de Sorocaba, SP. **Sociedade & natureza**, Uberlândia, v. 31, p. 1-20, set. 2019.

MELLO, K. de; PETRI, L.; CARDOSO-LEITE, E.; TOPPA, R. H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de Áreas de Preservação Permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 309-317, mar. 2014.

MELLO, K. de; TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, jun./2020

MELLO, K. de; TOPPA, R. H.; CARDOSO-LEITE, E. Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between atlantic forest and cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 277-288, jul./sep. 2016.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. World Resources Institute, **Island Press**. Washington – DC. 2005

MORAES, M. N.; SANTOS, R. B. B.; FREITAS, S. S.; LIMA, W. S. G. Caracterização dos impactos ambientais em Área de Preservação Permanente - APP, localizado no médio curso do rio Paraíba do Norte, município de Itabaiana – PB. **Revista Acta Scientia**, v. 3, n. 1, p. 15-34, jan./jun. 2021

PIRES, V. R. O.; GARGIA, M. A.; MARTINES, M. R.; TOPPA, R. H. Identificação de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente no município de Salto de

Pirapora, SP. **Ambiciência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 12, Ed. Especial, p. 953-962, nov. 2016.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Alantic Forest: How Much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**. v. 142, n. 6, p 1141-1153, jun. 2009.

RIBEIRO, M. P.; MELLO, K.; VALENTE, R. A. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 819-834, jul./set. 2020

ROMERO, A. C.; ISSII, T. M.; PEREIRA-SILVA, E. F. L.; HARDT, E. Efects of urban sprawl on forest conservation in a metropolitan water source área. **Revista Árvore**, v. 42, n. 1, Viçosa, mar. 2018

SÃO PAULO. Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf. Acesso em 26 de outubro de 2022.

SILVA, T. G. N.; GAMA, R. C.; TEIXEIRA, L. G.; SANTOS, G. R.; SOUSA, R. M.; SOUZA, P. B. Diagnóstico ambiental de uma Área de Preservação Permanente (APP), Formoso do Araguaia – TO. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 2, p. 1-10, ago./dez. 2018

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Comitê de Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê (CBH-SMT)**. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/cbhsmt/apresentacao. Acesso em 07 de out. de 2022.

SMITH, W. S.; SILVA, F. L.; AMORIM, A. R.; STEFANI, M. S. Urban biodiversity: how the city can do its management? **Biodiversity International Journal**, Oklahoma, v. 2, n. 3, p. 246-251, mai. 2018.

VALENTE, R.A.; MELLO, K. de; METEDIERI, J. F.; AMÉRICO, C. A multicriteria evaluation approach to set forest restoration priorities based on water ecosystem services. **Journal of Environmental Management**, v. 285, jan. 2021

ZHANG, Z., MEEROW, S., NEWELL, J. P., LINDQUIST, M. Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modeling and design. **Urban Forestry & Urban Greening**, Jena, v. 38, p. 305-317, fev. 2019.