

MARIANO ARAÚJO CACCIA GOUVEIA

**DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL E
IMPLEMENTAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL DO TIMBURI – PRESIDENTE PRUDENTE/SP.**

PRESIDENTE PRUDENTE

2022

MARIANO ARAÚJO CACCIA GOUVEIA

**DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL E
IMPLEMENTAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL DO TIMBURI – PRESIDENTE PRUDENTE/SP.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia, Mestrado Profissional da
Faculdade de Ciências e Tecnologia FCT- UNESP
Campus de Presidente Prudente
Orientação: Prof. Dr. Raul Borges Guimarães

PRESIDENTE PRUDENTE

2022

G719d Gouveia, Mariano Araújo Caccia

Definição de áreas prioritárias para a restauração florestal e implantação de corredores ecológicos na Área de Proteção Ambiental do Timburi – Presidente Prudente/SP / Mariano Araújo Caccia Gouveia. -- Presidente Prudente, 2022

73 f. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (Mestrado profissional - Geografia Profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Raul Borges Guimarães

1. Biogeografia. 2. Ecologia da paisagem. 3. Restauração florestal. 4. Corredores ecológicos. 5. APA Timburi – Presidente Prudente – SP. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL E IMPLEMENTAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO TIMBURI – PRESIDENTE PRUDENTE/SP

AUTOR: MARIANO ARAUJO CACCIA GOUVEIA

ORIENTADOR: RAUL BORGES GUIMARÃES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Geografia, área: Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RAUL BORGES GUIMARÃES (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Unesp/FCT - Câmpus de Presidente Prudente

Prof. Dr. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Unesp/FCT - Câmpus de Presidente Prudente

Prof. Dr. EDUARDO AUGUSTO WERNECK RIBEIRO (Participação Virtual)
Instituto Federal Catarinense - IFC (Campus São Francisco do Sul)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "R. B. Guimarães", with a full name "Prof. Dr. Raul Borges Guimarães" written below it in a similar script.A handwritten signature in black ink, appearing to read "Eduardo Werneck", with a full name "Prof. Dr. Eduardo Augusto Werneck Ribeiro" written below it in a similar script.

Presidente Prudente, 10 de dezembro de 2022

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta e indireta de muitas pessoas. Manifestamos nossa gratidão a todas elas e de forma particular:

Ao professor Raul, pela orientação desse trabalho e apoio para a realização dessa pesquisa;

Aos professores João Osvaldo e Eduardo Ribeiro pelas análises e importantes contribuições ao trabalho;

Ao Departamento de Geografia e professores, pelo aprendizado e dedicação nas disciplinas ministradas;

À Cris pelo auxílio e dicas no geoprocessamento;

Ao meu pai, pelas correções (ao longo da vida);

À toda a minha família, por existirem e por me apoiarem sempre;

À Marina, pelo suporte em todos os momentos e pela cumplicidade.

*[...] e quando crescia,
cada menino já ganhava uma foice e um carneiro pra cuidar.
E tinha que cuidar direito!
(José de Gouveia)*

RESUMO

Devido aos avanços dos diversos usos da terra dados pelas sociedades humanas, a restauração florestal apresenta-se como fundamental para a manutenção das infinitas formas de interações ecológicas e relações entre meio biótico e abiótico. A regeneração das áreas de preservação permanentes, a conexão entre fragmentos florestais e a formação de corredores ecológicos pode contribuir para a preservação dos recursos hídricos, contenção de processos erosivos, minimizar o assoreamento dos corpos d'água além de viabilizar o fluxo gênico das espécies da flora e fauna, circulação dos indivíduos entre os fragmentos e viabilizar a manutenção das populações. Nesse sentido, através de importantes conceitos como a *biogeografia de ilhas*, a *ecologia da paisagem* e a *geometria da paisagem*, esse trabalho procurou desenvolver um delineamento das áreas prioritárias para restauração na Área de Proteção Ambiental do Timburi, em Presidente Prudente - SP. Alguns dos principais resultados obtidos e produtos elaborados foram extensos mapeamentos da área para identificação dos usos da terra dentro da APA, identificação dos principais fragmentos remanescentes, análise dos conflitos de usos em Áreas de Preservação Permanente e a delimitação das áreas prioritárias para restauração. As APPs fluviais foram definidas como as áreas prioritárias de nível 1 e, para a conexão de fragmentos, mudança no *design*, contenção de processos erosivos e os corredores de interflúvio como áreas prioritárias de nível 2. A projeção do aumento da cobertura arbórea passou de 665,49 para 1.141,87 hectares, aumentando assim a porcentagem da área de cobertura florestal na APA dos 14,40% atuais para 24,71%.

Palavras-chave: Biogeografia; Ecologia da paisagem; Restauração florestal; Corredores ecológicos; APA Timburi – Presidente Prudente – SP.

ABSTRACT

Due to advances in the various uses of the ground given by human societies, forest restoration is fundamental for the maintenance of infinite forms of ecological interactions and relationships between biotic and abiotic environments. The regeneration of permanent preservation areas, the connection between forest fragments and the formation of ecological corridors can contribute to the preservation of water resources, containment of erosive processes, minimize the silting of water bodies in addition to enabling the gene flow of the species of the flora and fauna, movement of individuals between the fragments and enabling the maintenance of populations. In this sense, through important concepts such as *island biogeography*, *landscape ecology* and *landscape geometry*, this work sought to develop a delineation of priority areas for restoration in the Timburi Environmental Protection Area, in Presidente Prudente - SP. River APPs were defined as priority level 1 areas and, for the connection of fragments, change in design, containment of erosive processes and the interfluvial corridors as priority areas of level 2. The projection of the increase in tree cover increased from 665.49 to 1,141.87 hectares, thus increasing the percentage of forest cover area in the APA from the current 14.40% to 24.71%.

Key words: Biogeography; landscape ecology; forest restoration; ecological corridors; APA Timburi – Presidente Prudente – SP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Configuração recomendada para o estabelecimento de reservas naturais conforme os fragmentos e manchas.	24
Figura 2 - Fragmento florestal circundado por matriz de grande área de pastagem.	25
Figura 3 - Representação esquemática do tamanho do fragmento e seu efeito de borda. ...	27
Figura 4 - Exemplo hipotético do aumento da área de efeito de borda promovido pela fragmentação florestal.	27
Figura 5 - Diferentes <i>designs</i> de fragmentos na APA Timburi.	28
Figura 6 - Formação de corredores ecológicos, em meio à produção de silvicultura.	30
Figura 7 - Projeção, em hectares, para as APPs fluviais na APA Timburi.	43
Figura 8 - Conflitos de usos em APPs fluviais, por classes de culturas na APA Timburi.	53
Figura 9 - Processo erosivo em estágio avançado na porção norte da APA – Timburi, na bacia hidrográfica do Córrego do Leque.	55
Figura 10 - Processo erosivo próximo à entrada do Fragmento 2.	56
Figura 11 - Registro de intenso pisoteio de gado em Área de Proteção Permanente.	57
Figura 12 - Animal morto encontrado dentro de córrego.	57
Figura 13 - Bosque consolidado no fragmento 1.	58
Figura 14 - <i>Ficus sp.</i> de grande porte, localizado no Fragmento 2.	59
Figura 15 - Distribuição da cobertura arbórea na APA Timburi, conforme a projeção de restauração e formação de corredores.	62
Figura 16 - Recorte da porção mais ao norte da APA Timburi com a projeção para a restauração e conexão de corredores, e a formação de um grande maciço.	63
Figura 17 - Recorte da porção mais ao leste da APA Timburi, junto ao Córrego da Onça, com a projeção para a restauração e conexão de corredores.	64
Figura 18 - Recorte da porção mais a oeste da APA Timburi, com a projeção para a restauração e conexão de corredores.	65
Figura 19 - Recorte da porção sul da APA Timburi, com a projeção para a restauração e conexão de corredores.	66

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Identificação da área de estudo.	16
Mapa 2 - Mapa das Áreas de Preservação Permanentes Fluviais da APA do Timburi.....	42
Mapa 3 - Uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental do Timburi, Presidente Prudente/SP.	45
Mapa 4 - Conflitos de usos em APPs fluviais na APA Timburi, Presidente Prudente/SP.	50
Mapa 5 - APA do Timburi com demarcação da cobertura vegetal nativa e os pontos levantados em campo.....	54
Mapa 6 - Áreas prioritárias para restauração ecológica na Área de Proteção Ambiental do Timburi, Presidente Prudente – SP	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área ocupada (em hectares) por usos da terra e a porcentagem com relação ao total da APA do Timburi.	46
Tabela 2 - Usos da terra por categoria de cultura na APA do Timburi.	48
Tabela 3 - Conflitos de usos por cobertura, nas APPs fluviais da APA Timburi.	51
Tabela 4 - Conflitos de usos nas APPs fluviais por classes de culturas, na APA Timburi.	52
Tabela 5 - Cobertura arbórea na APA Timburi, segundo à situação atual dos fragmentos e das projeções para restauração.....	61

LISTA DE SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de Preservação Permanente

CDB - Convenção sobre a Diversidade Biológica

CAR - Cadastro Ambiental Rural

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PRA - Programa de Regularização Ambiental

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVOS	14
ÁREA DE ESTUDOS	15
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: A CONTRIBUIÇÃO DA GEOGRAFIA E DA ECOLOGIA	17
1.1. ECOLOGIA DA PAISAGEM	18
1.2. BIOGEOGRAFIA DE ILHAS	21
1.3. PROCESSOS EROSIVOS	31
1.4. A LEGISLAÇÃO PARA ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	33
CAPÍTULO 2: A DEFINIÇÃO DE METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	37
2.2. USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DA APA TIMBURI E NAS APPS IDENTIFICADAS	38
2.3. PROCESSOS EROSIVOS	39
2.4. FRAGMENTOS RELEVANTES	39
2.5. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTAURAÇÃO	40
CAPÍTULO 3: A BUSCA DE ÁREAS PRIORITÁRIAS DE REGENERAÇÃO E PROPOSTAS DE CONECTIVIDADE	41
3.1. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS	41
3.2. USO DA TERRA NA APA DO TIMBURI	44
3.3. CONFLITOS DE USO EM APPS	48
3.4. LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	53
3.5. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RESTAURAÇÃO	59
CONSIDERAÇÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

INTRODUÇÃO

Frente às evidentes espoliações que podemos perceber no meio ambiente causadas pelo atual modo de produção capitalista, os sistemas naturais sofrem alterações e desequilíbrios que alteram a dinâmica da reposição de alguns recursos naturais:

A relação sociedade/natureza, e conseqüentemente, sua forma específica de organização e realização do trabalho têm se caracterizado pela intensa exploração de recursos naturais que constitui o sustentáculo primordial do modo de produção capitalista. (...) esse usufruto de caráter apropriativo dá-se de forma predatória, gerando desequilíbrios e alterações em sistemas naturais, estes que, muitas vezes, sustentam ciclos e dinâmicas responsáveis pela reposição de alguns recursos fundamentais para a sociedade. (GOUVEIA 2010. p. 3).

Considerando-se a água como recurso natural e, portanto, elemento fundamental nos processos produtivos, torna-se evidente a importância do planejamento e gestão ambiental dos diferentes territórios como forma de proteção dos recursos naturais. Observa-se a cobertura vegetal e o uso do solo como fundamentais na manutenção do *equilíbrio dinâmico* e, portanto, na preservação dos recursos hídricos. No presente trabalho, ganha-se destaque a vegetação ripária.

De forma genérica, as matas ripárias – ou ciliares – são as formações compreendidas como um tipo de vegetação nativa distribuídas ao longo das margens dos rios, igarapés, lagos, olhos d'água e represas. Diversos autores descrevem a importância ambiental das matas ciliares nesses processos, relacionados a seguir:

Importância Botânica

Segundo Souza *et al* (2005), as formações ripárias possuem características distintas das adjacentes, isso por possuírem influência direta dos corpos d'água que possibilitam maior dispersão das espécies, inclusive sobre outras formações vegetais. Além disso, a dinâmica constante da água no solo permite o desenvolvimento de espécies higrófitas, geralmente ausentes no entorno.

Sobre as influências dos processos fluviomórficos na composição vegetal, vemos em Lima e Zákia (2000):

Devido a esta elevada frequência de alterações que ocorrem na zona ripária, a vegetação que ocupa normalmente esta zona (mata ciliar) deve, em geral, apresentar uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Esta variação deve ocorrer tanto ao longo do curso d'água, refletindo variações de micro-sítios resultantes da dinâmica dos

processos fluviomórficos, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial. Lateralmente, as condições de saturação do solo diminuem à medida que se distancia do canal, o que deve, também, influenciar a composição das espécies.” (LIMA & ZÁKIA, 2000. p. 34).

Importância Ecológica

As zonas ripárias apresentam-se como importantes corredores para a dispersão vegetal, conforme descrito anteriormente, assim como possibilitam o movimento e habitat para a fauna. Além de apresentarem as espécies típicas dessas formações, também são encontrados exemplares característicos de terra firme. Desta forma, as matas ciliares servem como uma imprescindível fonte de sementes, sendo, portanto, fundamentais para a manutenção da biodiversidade. (TRIQUET et al., 1990; GREGORY 1992 et al., *apud* LIMA E ZÁKIA, 2000).

Diversas interações relevantes entre os meios biótico e abiótico também são observadas nas formações ripárias, como as relações com o tipo de margem e solo; com os períodos de águas baixas e de águas altas; dinâmica do rio; substrato; matéria orgânica; e de determinadas variações de condições ambientais (Souza *et al*, 2005). A importância dessas interações, são evidenciadas em Lima e Zákia (2000):

Esta função ecológica já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das zonas ripárias. A isto, deve-se somar a função hidrológica das zonas ripárias na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático. (LIMA & ZÁKIA, 2000. p. 35).

Importância Hidrológica

A importância das matas ciliares nos processos hidrológicos é citada em Gouveia (2018, p.380):

1.As matas ciliares desempenham importante papel regulador nos processos de troca entre os ambientes terrestre e aquático, atuando como barreira física. Dessa forma, propicia a filtragem das águas que abastecem o curso d'água pelo escoamento superficial, favorecendo a retenção de sedimentos e de resíduos químicos derivados de insumos agrícolas, como agrotóxicos e fertilizantes. Assim, reduz a possibilidade de contaminação do corpo d'água; 2. Controla a erosão das margens, com consequente redução na carga de sedimentos transportados, reduzindo o assoreamento e seus efeitos à jusante; 3. Absorve e retém parte das águas oriundas do escoamento superficial em episódios pluviométricos intensos, retardando as vazões de pico, contribuindo para a redução de inundações; 4. Ao absorver a energia cinética de pluviosidades intensas, reter parte significativa da água em seus vários estratos e na serapilheira, e fixar o solo através de sua rede de raízes, favorece a infiltração. Assim, propicia a recarga do lençol

freático e o abastecimento das nascentes, garantindo a vazão mínima mesmo em períodos de estiagem. Desta forma assegura a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Entende-se também que o volume de água que infiltra no solo e reabastece os aquíferos está estritamente ligado com a disponibilidade de água superficial, como por exemplo, as vazões dos cursos d'água nos períodos de estiagem (BRANDÃO, CECÍLIO, PRUSKI E SILVA 2006). Nesse contexto, configuram-se as Unidades de Conservação e as áreas protegidas pela cobertura vegetal como importantes elementos para a manutenção desse recurso, visto que a vegetação possui papel fundamental na retenção e infiltração da água no solo.

Segundo Rawls *et al* (1996), o processo de infiltração da água no solo, em maior ou menor grau, depende de quatro fatores: *fatores relacionados ao solo*, principalmente sua textura e estrutura, que influenciam na condutividade hidráulica e na estabilidade dos agregados; *fatores relacionados à superfície* que são fundamentais uma vez que interferem no movimento de água através da interface ar-solo, atuando no sentido de modificar as propriedades do solo (BRANDÃO *et al* 2006); *fatores relacionados ao preparo e manejo do solo*, como práticas do cultivo agrícola, irrigação e o intenso trânsito de máquinas sobre a superfície; e, *outros fatores*, relacionados com a intensidade, duração e distribuição das chuvas, além da energia cinética das gotas. Ainda cabe ressaltar a importância da topografia no processo de infiltração da água no solo, pois, esta, influencia no aumento ou diminuição do escoamento superficial (TROPPMAIR 2008).

Outros fatores fundamentais para o entendimento das dinâmicas ecológicas dentro da **Ecologia da Paisagem** e, portanto, dos padrões de mosaico, serão abordados no Capítulo 1, acerca da fundamentação teórica.

Também serão discutidos nesse capítulo os principais elementos da **Biogeografia de Ilhas** e os fatores da **geometria da paisagem**, como os efeitos da fragmentação, efeitos de borda, forma, conectividade e corredores ecológicos.

Ainda dentro do capítulo de fundamentação teórica, será apresentada a situação atual das legislações federais e estaduais no que concerne às Áreas de Preservação Permanentes.

Os procedimentos metodológicos estão relacionados no Capítulo 2. Para a definição de metodologias de restauração ecológica, os principais itens abordados são as Áreas de Preservação Permanentes, a identificação dos usos e cobertura da

terra na Área de Proteção Ambiental do Timburi, os processos erosivos, a identificação dos fragmentos florestais relevantes, além da definição das áreas prioritárias à restauração.

No Capítulo 3 serão apresentados os resultados obtidos na definição de áreas prioritárias de regeneração, além das propostas de conectividade. Os principais aspectos estão relacionados às APPs, os Usos e Conflitos de Usos da Terra na APA do Timburi, e as áreas demarcadas como prioritárias à restauração e conectividade.

Objetivos

Objetivo Geral

Identificar as áreas prioritárias para restauração florestal e implantação de corredores ecológicos na Área de Proteção Ambiental do Timburi, no município de Presidente Prudente – SP.

Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo proposto, foram trabalhados e elaborados os seguintes objetivos específicos:

a) Identificação e mapeamento das Áreas de Preservação Permanente - APPs, com delimitação de buffer em mapa, conforme legislação vigente, como parâmetro inicial para a localização dos corredores ecológicos;

b) Mapeamento da cobertura atual e uso da terra na área da APA Timburi e em suas APPs, visando identificar e quantificar os usos da terra e a fragmentação da vegetação arbórea remanescente;

c) Identificação e mapeamento de áreas com maior susceptibilidade a processos erosivos lineares e laminares, para especializar áreas de interesse para a restauração;

d) Levantamento e mapeamento dos fragmentos florestais remanescentes na área, e sua avaliação quali-quantitativa para a investigação de seus potenciais ecológicos, pressões sofridas, e potencial de regeneração; e,

e) Análise da distribuição espacial das áreas prioritárias para a restauração ecológica no intuito de aumentar a conectividade com os corredores ecológicos e, simultaneamente, conter e retardar os processos erosivos agressivos identificados na área de estudo.

Área de Estudos

O recorte empírico estabelecido para a definição de áreas prioritárias para restauração ecológica, e para a formação de corredores ecológicos é a Área de Proteção Ambiental do Timburi, localizada no município de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. Conforme a Lei Complementar Municipal Nº 235, sancionada em 17 de março de 2019 (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019), que cria a APA Timburi, esta possui a finalidade de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso de seus recursos naturais pois, “possui atributos bióticos, abióticos, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem estar das pessoas, em especial contemplando mananciais de extrema relevância para o município [...]”.

Ainda segundo a LC 235/19, no Art.3º, a APA Timburi tem como objetivo:

II-protger a biodiversidade, favorecendo a conectividade dos fragmentos florestais remanescentes por meio da consolidação de corredores ecológicos; III-protger os recursos hídricos e os remanescentes da vegetação natural; V-protger as sub-bacias hidrográficas do Rio do Peixe, contribuintes para o abastecimento de água potável do município¹; e VI-promover a melhoria da qualidade de vida da população residente na área. (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019; LC 235/19, Art.3º)

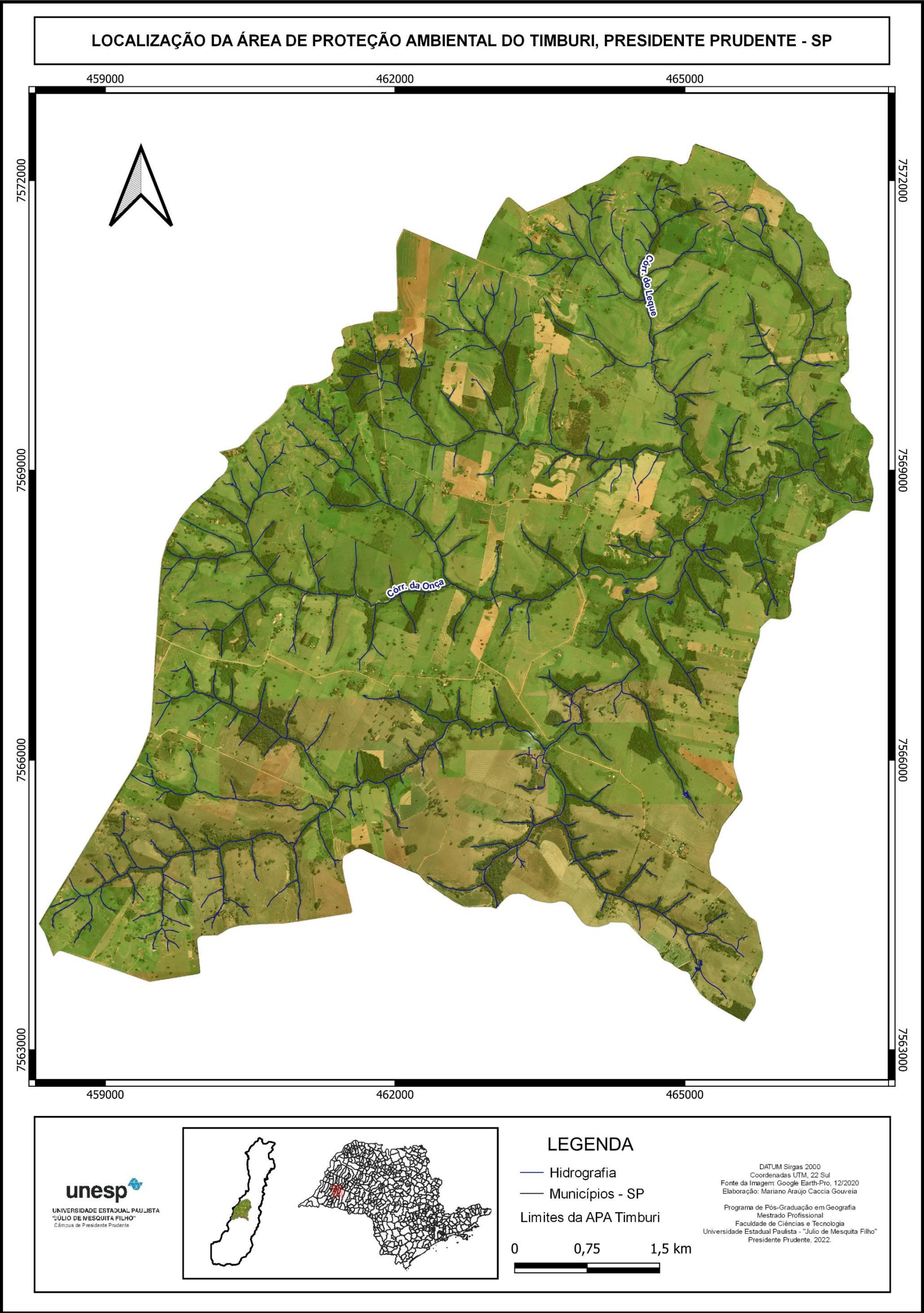
Para a gestão da área em questão, a elaboração do Plano de Manejo deverá conter em seu conjunto de programas a recuperação de áreas degradadas, consolidando assim, a justificativa para realização da proposta de pesquisa (LC 235/19, Art. 17 e 18, Parágrafo VIII; PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

Ante a relevância da área, tanto para a manutenção dos recursos hídricos quanto para a diversidade biológica e a preservação dos recursos naturais e culturais, esse trabalho visou propor a definição de áreas prioritárias à restauração e à formação de corredores ecológicos, objetivando a conexão de fragmentos florestais. Serve, dessa forma, como uma possível ferramenta para uma melhor gestão do território e preservação dos seus recursos naturais.

A área selecionada para esta pesquisa pode ser observada no mapa a seguir (Mapa 1):

¹ Grifos do autor

Mapa 1 - Identificação da área de estudo.



Fonte: O autor, 2022

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: A CONTRIBUIÇÃO DA GEOGRAFIA E DA ECOLOGIA

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), assinada em 1992, propõe que a identificação de áreas prioritárias para a conservação e restauração da biodiversidade seja uma das diretrizes utilizadas para conciliar o desenvolvimento com a conservação e a utilização sustentável dos recursos naturais (BRASIL - MMA, 2011).

Para Rodrigues et al (2008), além do pequeno número de remanescentes naturais no Estado de São Paulo, estes ainda têm a sua função de conservação da biodiversidade comprometida, decorrente da intensa fragmentação e da recorrência de perturbações oriundas das áreas agrícolas e urbanizadas do entorno.

A fragmentação destes remanescentes representa uma das grandes ameaças à conservação dos ecossistemas, pois tornam-se cada vez mais expostos ao chamado efeito de borda, resultado direto de alterações morfoclimáticas no contato entre os remanescentes e o seu entorno. Outro efeito relevante da fragmentação dos habitats naturais é o isolamento de populações de espécies animais e vegetais, o que restringe trocas gênicas e conduz à perda de variabilidade genética. Isso influi diretamente nas possibilidades de adaptação das espécies às alterações ambientais. Além disso, a redução no tamanho e acesso fácil aos fragmentos, aumenta a possibilidade de incêndios, invasões biológicas e invasão por caçadores e extratores de plantas (SÃO PAULO, 2011).

Segundo Durigan et al (2006), a restauração de corredores ecológicos com a finalidade de conectar os fragmentos naturais na paisagem e ampliar o número de unidades de conservação, apresenta-se como uma das principais estratégias de conservação da biodiversidade remanescente.

A definição de áreas relevantes para a restauração ecológica e para a conexão de fragmentos florestais, na intenção de formar corredores ecológicos é um importante processo para garantir a manutenção da estrutura e dos processos ecológicos dos remanescentes florestais, bem como dos serviços ecossistêmicos por eles prestados. A identificação dessas áreas é o primeiro passo para um plano para a conservação da diversidade biológica, pois permite ordenar os esforços e recursos disponíveis para conservação, e subsidiar a elaboração de políticas públicas de ordenamento territorial (SARTORI, 2010).

Outro aspecto importante que deve ser elencado é a contribuição para a formação de um arcabouço que coopere com o planejamento e gestão da Área de Proteção Ambiental do Timburi, servindo, também, de embasamento para o Plano de Manejo da APA. Principalmente no que diz respeito à criação de um mapa de uso da terra, identificação dos fragmentos florestais mais relevantes, indicação de áreas prioritárias para restauração e conexão de corredores ecológicos. Isso pode derivar tanto na recuperação das interações ecológicas, manutenção dos recursos hídricos, contenção de processos erosivos como no aumento da produtividade agropecuária.

O presente trabalho é uma contribuição para a discussão a respeito dessas questões, numa perspectiva geográfica e ecológica. Principalmente, destacam-se as contribuições da Ecologia da Paisagem e da Biogeografia de ilhas.

1.1. Ecologia da Paisagem

A Ecologia da Paisagem tem um importante papel no sentido de contribuir para a tomada de decisões sobre as áreas a serem priorizadas para a restauração ecológica. A Ecologia da Paisagem pode ser definida como uma abordagem holística que envolve o estudo dos padrões da paisagem, das dinâmicas entre os elementos que compõem este padrão, e como as múltiplas interações evoluem ao longo tempo. Ela surge ao final dos anos de 1930, quando o geógrafo Carl Troll, observou que todos os métodos em ciência natural estavam aprisionados no cerne da ciência da paisagem (ODUM e BARRETT, 2008).

Para Metzger (2001), essa ciência busca entender como processos ecológicos são influenciados pelos padrões da paisagem, composta por mosaicos heterogêneos, estudando as maneiras como as espécies se concentram, dispersam e interagem, em determinada escala. Conforme afirma o autor, existem duas principais abordagens da ecologia da paisagem, que possuem definições distintas e por vezes conflitantes:

A ecologia de paisagens é uma nova área de conhecimento dentro da ecologia, marcada pela existência de duas principais abordagens: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos, e a importância destas relações em termos de conservação biológica. (METZGER, 2001, p 01.)

As duas abordagens possuem características distintas no que concerne suas origens, variação nos objetos de estudo, escalas e apresentam conceitos e definições distintas e por vezes conflitantes, que dificultam a concepção de um arcabouço teórico comum (METZGER, 2001). Alguns dos principais aspectos que diferenciam as duas abordagens estão descritos a seguir.

Abordagem Geográfica (Escola Europeia)

A Ecologia de Paisagens constitui uma nova área de conhecimento, surgida nos anos de 1930-40, na Europa, especialmente Alemanha e Holanda, cuja a percepção ressaltava o enfoque inicial, uso e ordenamento do espaço de vida do homem. Tendo sido concebida principalmente por geógrafos, a Ecologia de Paisagens surgiu com forte influência da Geografia Humana e da Biogeografia, preocupada em desvendar padrões em macro-escala, sob a perspectiva do homem (Turner 2005).

É a ecologia humana de paisagens, centrada nas integrações do homem e seu ambiente, que a paisagem é vista como o resultado da integração da sociedade com a natureza. Na classificação da paisagem, os estudos geográficos tentam abranger um grande número de variáveis biofísicas integradas, como os estudos geossistêmicos (METZGER, 2001).

Abordagem Ecológica (Escola Americana)

Nos anos de 1980, pesquisadores norte-americanos imprimiram um enfoque mais biológico à Ecologia de Paisagens com a preocupação de relacionar padrões espaciais aos processos ecológicos em ambientes naturais ou modificados, percebidos por qualquer espécie biológica e não apenas pelo homem (Turner 2005)

Considerada como uma ecologia espacial de paisagens, particularmente preocupada na compreensão das consequências do padrão espacial nos processos ecológicos, essa abordagem dá maior ênfase às paisagens naturais ou às unidades naturais da paisagem, à aplicação de conceitos da ecologia de paisagens para a conservação da diversidade biológica e ao manejo de recursos naturais, e não enfatiza obrigatoriamente macro escalas. Na abordagem ecológica o mosaico é considerado como um conjunto de habitats que apresentam condições favoráveis para a espécie ou a comunidade estudada. Dentro desta perspectiva, a escala

espaço-temporal de análise não é obrigatoriamente ampla, como na primeira abordagem, pois ela depende da escala de ação-percepção da espécie ou comunidade em estudo, em particular de seus requerimentos em termos de área de vida, alimentação, abrigo e reprodução (METZGER, 2001).

Integração entre as duas abordagens

No Brasil, a Ecologia de Paisagens estabeleceu-se, inicialmente, por volta dos anos 1970-1980, sob forte influência da vertente geográfica. Apenas na década de 1990 aparecem grupos com abordagens predominantemente ecológicas (Paese & Santos 2004).

Pensando em uma conceituação mais **abrangente** e **integradora** das diferentes abordagens, Metzger (2001) propõe que a paisagem seja definida como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação” (METZGER, 2001, p.04).

O conceito de paisagem proposto evidencia ainda que a paisagem não é, obrigatoriamente, um amplo espaço geográfico ou um novo nível hierárquico de estudo em ecologia, justo acima de ecossistemas, pois a escala e o nível biológico de análise dependem do observador e do objeto de estudo. A problemática central é o efeito da estrutura da paisagem e o padrão espacial nos processos ecológicos.

O ponto central da análise em ecologia de paisagens é o reconhecimento da existência de uma dependência espacial entre as unidades da paisagem: o funcionamento de uma unidade depende das interações que ela mantém com as unidades vizinhas e, diferentes tipos de habitats. A ecologia de paisagens seria assim uma combinação de uma análise espacial da geografia com um estudo funcional da ecologia. Segundo Metzger,

Para compatibilizar uso das terras e sustentabilidade ambiental, social e econômica, é necessário planejar a ocupação e a conservação da paisagem como um todo. Por exemplo, a proteção de apenas um fragmento de vegetação ou um trecho do rio não é suficiente se o entorno do fragmento ou as cabeceiras estiverem comprometidas. O homem está na origem dos problemas ambientais, mas é parte também das soluções. Resolver o problema da perda da biodiversidade excluindo o homem da paisagem é apenas um paliativo, e não uma solução. Em poucas palavras, ao lidar com a paisagem como um todo, considerando as interações espaciais entre unidades culturais e naturais, incluindo assim o homem no seu sistema de análise, a ecologia de paisagens adota uma perspectiva correta para propor soluções aos problemas ambientais. (METZGER, 2001. pág. 7)

A Ecologia da Paisagem, em virtude do seu caráter interdisciplinar, mostra-se como uma importante abordagem metodológica para análise da dinâmica da paisagem. A estreita relação com a Geografia possibilita o uso integrado de técnicas de análise espacial para a melhor compreensão dos processos intrínsecos a paisagem e, com isto, a formulação de estratégias e táticas de otimização do seu uso e manejo adequado.

Devido ao seu caráter recente e, especialmente, ao tentar unir os dois principais enfoques apontados (o geográfico e o ecológico), a Ecologia de Paisagens ainda se encontra numa fase de organização e solidificação de conceitos. Assim, embora tenha avançado rapidamente nessas últimas décadas, a Ecologia de Paisagens chega ao século XXI ainda com necessidade de definir seus principais caminhos e prioridades, e de testar e refinar sua base conceitual (METZGER, 2007).

1.2. Biogeografia de Ilhas

Para Troppmair (2008), a biogeografia de ilhas se debruça sobre o estudo das espécies que habitam ilhas, em função da área e da distância da ilha com o continente. Ou seja, a teoria da biogeografia de ilhas tenta explicar quais as dinâmicas de imigração, especiação, seleção natural, extinção e isolamento que determinam o equilíbrio entre as comunidades.

A dificuldade de colonização de uma ilha se dá em uma relação direta com os níveis de isolamento, onde a distância também é um fator-chave para entendermos a diversidade em ilhas. Normalmente, quanto mais distante a ilha for de uma área continental (que funcionará como área-fonte), maior será a dificuldade para imigração e incorporação de novas espécies. (CHIROL & COSTA, 2018.)

Além disso, o isolamento resulta em maior susceptibilidade com extinções:

Um aspecto importante em relação às ilhas é a sua susceptibilidade a perturbações. Exemplo: espécies insulares de aves correspondem a apenas 20% do total no planeta, mas contribuem com 90% dos gêneros extintos desde o ano de 1.600. Isso ocorre porque ilhas são menores e têm populações menores, logo é mais complexa e difícil a recomposição de suas populações após uma perturbação (CHIROL & COSTA, 2018. Pag. 263).

Conforme afirmam Odum e Barrett (2008) as manchas de paisagens, como fragmentos florestais isolados, funcionam como ilhas dentro do mosaico da paisagem, inclusive, se ajustando dentro da teoria da biogeografia de ilhas no que

concerne aos graus de isolamento, tamanho dos fragmentos, formas, conectividade e etc. Para ele,

Por exemplo, uma mancha de floresta pode estar localizada em um “mar” de áreas de cultivo agrícola [...], isolada de outras manchas na paisagem. O efeito do tamanho e do isolamento da mancha parece ter influência pronunciada na natureza e na diversidade de espécies dentro dessas manchas de paisagem. [...] Assim, a teoria da biogeografia de ilhas enuncia que o número de espécies de um dado táxon (insetos, aves ou mamíferos) presente em uma ilha ou em uma mancha representa um equilíbrio dinâmico entre a taxa de imigração de novas espécies colonizadoras daquele táxon e a taxa de extinção das espécies previamente estabelecidas. (ODUM e BARRETT, 2008. Pag. 391).

Nesse sentido, nos estudos em áreas relativamente isoladas e de difícil comunicação, os conhecimentos de biogeografia de ilhas têm sido aplicados à gestão de unidades de conservação, estudos de fragmentação florestal e proposições para formação dos corredores ecológicos. Alguns conceitos-chave para o entendimento dessas dinâmicas partem da geometria da paisagem, isso é, como as formas (design), padrões e configurações dos elementos da paisagem influenciam nessas dinâmicas são apresentados a seguir, acompanhados de imagens para melhor representação e entendimento.

Fragmentos e Manchas

A fragmentação é o processo de dividir um todo em partes. Em relação à vegetação, podemos pensar em uma floresta que foi derrubada, mas que partes dela foram deixadas mais ou menos intactas. Um grande exemplo de fragmentação é o experimentado pela Mata Atlântica que, originalmente, recobria praticamente toda a zona litorânea do Brasil e que está atualmente restrita a apenas 7% da sua área original, dividida em inúmeros fragmentos isolados (CHIROL & COSTA, 2018).

Vale ressaltar que, para Figueiró (2015), a fragmentação dos habitats leva ao desaparecimento de populações devido à criação de barreiras geográficas e isolamento das manchas. Além disso o autor salienta que algumas espécies endêmicas e especialistas podem ser extintas dos fragmentos por estarem associadas a tipos particulares de habitat. Segundo ele,

A fragmentação do *habitat* acarreta fundamentalmente a diminuição do potencial de dispersão e colonização de diferentes espécies animais e vegetais pela introdução de barreiras geográficas que impedem a livre circulação dessas espécies. Como consequência, muitas espécies não recolonizam os fragmentos isolados após a população original ter desaparecido. (FIGUEIRÓ, 2015. Pág. 134).

Afim de maximizar a riqueza de espécies e minimizar os efeitos de perturbação e dos efeitos de borda sobre os processos ecológicos, Odum e Barrett (2008) apresentam algumas características preferíveis para as manchas:

uma mancha grande é melhor que várias manchas pequenas com o mesmo tamanho do total;

os corredores que conectam manchas isoladas são preferíveis a uma ausência total de corredores; e

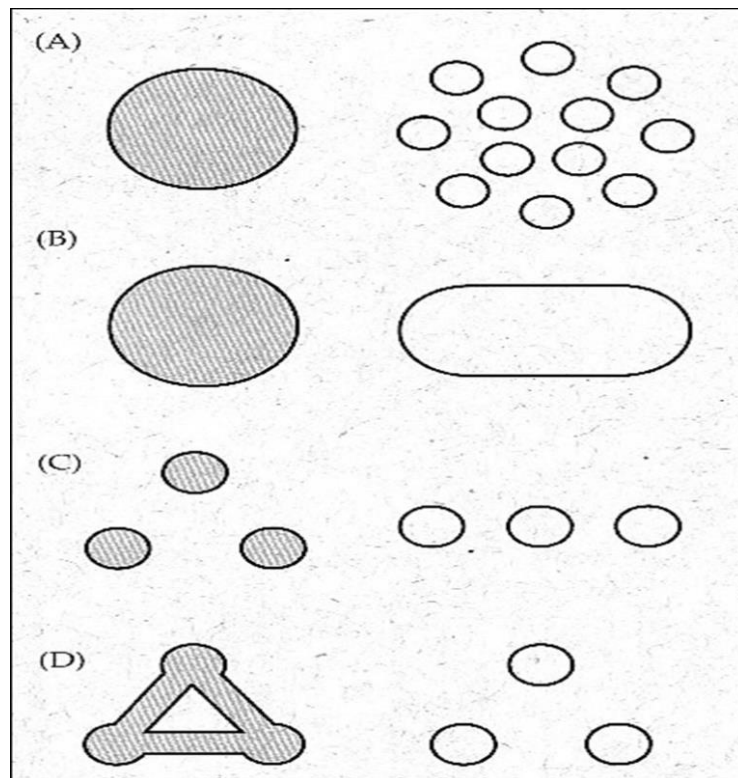
manchas circulares ou quadradas que maximizam a relação área-perímetro são preferíveis a manchas retangulares e prolongadas com muita borda.

Para Forman e Godron (1986), os fragmentos (remanescentes) menores possuem importância por seu funcionamento como “trampolins” ecológicos, servindo de ligação entre os fragmentos de grandes áreas. Isso melhora o nível de heterogeneidade da matriz (biodiversidade) e serve como abrigo de espécies endêmicas. Assim, fragmentos com grandes extensões são vitais para manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos de maiores proporções.

No caso desse estudo, o tamanho dos fragmentos florestais representa um importante ponto de partida para uma indicação da conexão dessas manchas. Nesse sentido, a abrangência espacial desses fragmentos em relação às outras manchas do entorno como pastagem, massas d'água, silvicultura e outras culturas sazonais apresenta um importante indicador de sua possível insularidade ou conectividade.

Sobre fragmentos e manchas, Brown e Lomolino (2006) resumem na Figura 1.

Figura 1 - Configuração recomendada para o estabelecimento de reservas naturais conforme os fragmentos e manchas.



Fonte: BROWN e LOMOLINO, 2006, p. 565

Conforme a Figura 1, a aplicação dos princípios biogeográficos para o estabelecimento ótimo de reservas naturais resulta em várias recomendações, baseadas nos fragmentos e manchas. Em cada par de desenhos, a configuração à esquerda é preferível em relação à configuração da direita, mesmo que ambas incorporem a mesma área total (BROWN e LOMOLINO, 2006). Observa-se que, em:

- (A) Uma reserva contínua é preferível a uma reserva fragmentada;
- (B) A relação entre a área e a margem deve ser maximizada;
- (C) A distância entre os fragmentos deve ser minimizada; e,
- (D) Corredores de dispersão devem ser estabelecidos entre os fragmentos isolados.

Matriz

A matriz é o entorno do fragmento, a área que está em volta dele e que foi instituído algum tipo de atividade, podendo ser, por exemplo, área dedicada à agricultura, à pastagem, silvicultura, entre outras. A matriz, portanto, é toda área que

trocará matéria e energia com o fragmento; logo, a extensão dos impactos e efeitos degenerativos nos fragmentos dependerá diretamente das características da matriz. Por exemplo, se no entorno do remanescente florestal ocorrerem práticas agrícolas, pode ser que o fragmento seja afetado pelos agrotóxicos oriundos da cultura; se a matriz for urbana, pode ser que o fragmento seja afetado por resíduos de combustíveis fósseis (CHIROL, 2018). Em geral essa unidade pode ser reconhecida por recobrir a maior parte da paisagem, sendo a unidade dominante em termos de recobrimento espacial (METZGER, 2001), como podemos observar na Figura 2.

Figura 2 - Fragmento florestal circundado por matriz de grande área de pastagem.



Fonte: Montagem realizada através de um recorte do Mapa de Uso da Terra da APA Timburi, desenvolvido para esse trabalho. O autor, 2022.

No exemplo demonstrado (Figura 2), é possível observar um fragmento florestal na APA Timburi, com *matriz* de pastagem. Isso significa que as interações entre o fragmento e a área ao redor, poderão incluir fatores como erosão e assoreamento, mudança no microclima do interior do fragmento, chegada no interior da mata de possíveis resíduos de insumos e agrotóxicos, perda de biodiversidade através da entrada de espécies exóticas invasoras, entre outros.

Efeitos de borda

Borda é a área de contato entre o fragmento e a matriz. É a partir da borda que ocorrerão as interações entre o fragmento e as áreas circundantes e, os efeitos degenerativos virão da borda em direção ao interior do fragmento (Turner et al, 2003).

Quando ocorre a fragmentação da floresta, ocorrem mudanças imediatas e profundas, iniciando-se pelas mudanças na luminosidade, temperatura, umidade e velocidade do vento. Estas mudanças são mais pronunciadas na borda e diminuem na direção do interior da floresta. O efeito de borda tenderá a ser mais intenso no limite dos fragmentos, e menos intenso no adentrar de seu interior. Segundo Viana (1992), a cobertura vegetal pode sofrer ações diretas e indiretas:

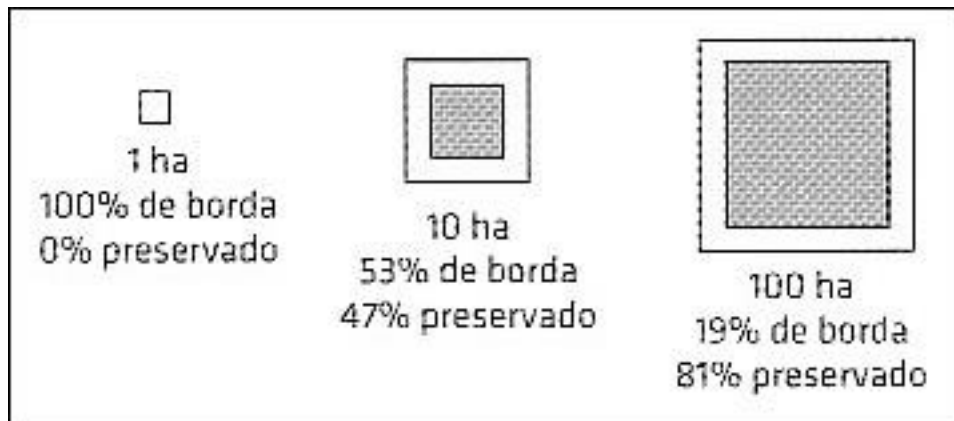
Para as plantas, os efeitos da borda podem ser diretos (ex. climáticos) ou indiretos (ex. interações com polinizadores, dispersores, cipós, etc). Com o aumento da luminosidade na borda dos fragmentos, ocorre um aumento no crescimento de espécies pioneiras, especialmente cipós (VIANA, 1992. Pág. 401).

Fragmentos florestais estão geralmente margeados por campos agrícolas, pastagens, assim, pelo fato de as culturas agrícolas geralmente possuírem reduzida altura e biomassa, a incidência de raios solares sobre a borda do fragmento ocorre de forma lateral. O mesmo também ocorre em bordas de rodovias. Além disso, a radiação solar se apresenta como a causa primária dos efeitos de borda em fragmentos florestais, o que determina a ocorrência de alguns padrões em florestas tropicais: existência de um gradiente composto entre umidade e luminosidade, em que a luminosidade se apresenta alta na borda e baixa no interior, e a umidade se apresenta baixa na borda e alta no interior. A densidade vegetal aumenta mais próxima da borda, principalmente quanto às populações de Lianas, e reduz à medida em que se interioriza na mancha (RODRIGUES, 1998).

Para a fauna local, o efeito de borda também traz algumas problemáticas diretas e indiretas, assim como afirma Silva (2019, pág. 1258), onde as espécies “anteriormente adaptadas ao habitat do interior da floresta, passam a ser expostas a fatores abióticos como altos índices de temperatura, luminosidade, vento e baixa umidade. O reflexo dessa exposição é a morte dos indivíduos que estão na borda [...]”.

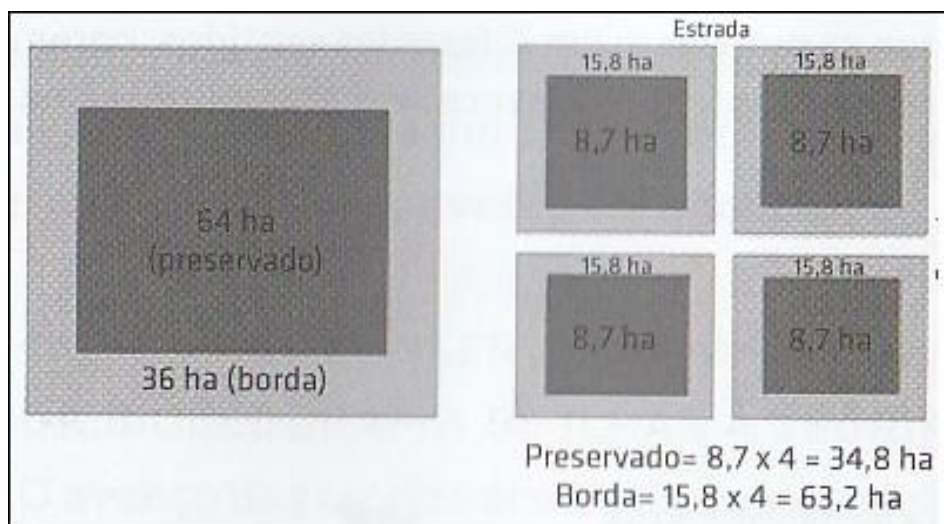
Nas Figuras 3 e 4, Figueiró (2015) apresenta dois exemplos de influência do efeito de borda em fragmentos florestais.

Figura 3 - Representação esquemática do tamanho do fragmento e seu efeito de borda.



Fonte: FIGUEIRÓ, 2015, p.138.

Figura 4 - Exemplo hipotético do aumento da área de efeito de borda promovido pela fragmentação florestal.



Fonte: FIGUEIRÓ, 2015, p.139.

Conforme observa-se nas Figuras 3 e 4, à medida em que o fragmento aumenta de tamanho, a proporção relativa do ambiente de borda diminui. Ao mesmo tempo, manchas que são fragmentadas, aumentam consideravelmente a proporção do efeito de borda.

Efeitos de forma (design)

O design do fragmento (ou forma) é relevante no sentido de entendermos a propagação do efeito de borda. Em tese, quanto mais circular, mais protegido será o interior do fragmento e menor será a área exposta ao efeito de borda.

Para Odum (2007), a forma das manchas incide diretamente na intensidade dos efeitos de borda e, conseqüentemente, na diversidade biológica:

Por causa da variedade e da diversidade de vida serem frequentemente maiores dentro e ao redor de bordas e ecótonos (fenômeno denominado *efeito de borda*), sucede que as mudanças na forma da mancha, resultando em aumento ou redução na quantidade de *habitats de borda*, também resultam em aumento ou redução de abundância de espécies e diversidade biótica (ODUM, 2007.pag. 403).

Portanto, fragmentos de área arredondada ou circular apresentam uma baixa razão borda-interior enquanto fragmentos alongados apresentam uma alta razão borda-interior. A razão é importante pois indica a fração da área do fragmento que se encontra sob o efeito de borda. (VIANA, 1991).

Na Figura 5 são apresentados dois fragmentos de vegetação arbórea que possuem diferentes *designs* sendo que, o fragmento da esquerda, possui menor efeito de borda por ter uma melhor relação área-perímetro.

Figura 5 - Diferentes *designs* de fragmentos na APA Timburi.



Fonte: Montagem elaborada a partir de recortes do Mapa de Uso da Terra, desenvolvido para esse trabalho O autor, 2022

Conectividade e Corredores Ecológicos

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, corredores ecológicos “são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação que possibilitam, entre elas, o fluxo de genes e movimento da biota, facilitando a dispersão das espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que aquelas das unidades individuais” (BRASIL, 2000).

Para Odum (2007), os corredores da paisagem possuem importância fundamental na manutenção de determinadas interações, no fluxo gênico e no controle de algumas problemáticas como processos erosivos e controle de pragas, conforme observa-se a seguir:

Os corredores da paisagem são cada vez mais reconhecidos como importantes elementos da paisagem, pois fornecem um meio que possibilita a dispersão animal, reduzindo a erosão do solo e a erosão eólica, permitindo a transferência da informação genética entre as manchas, auxiliando um manejo integrado de pragas e fornecendo habitat para animais não caçáveis.” (ODUM, 2007, pág. 380).

A conectividade depende da proximidade dos elementos de habitat, da densidade de corredores e “stepping stones”², e da permeabilidade da matriz. METZGER (2001). É importante destacar que o corredor pode variar de espécie para espécie, por exemplo, uma determinada espécie de ave tem uma maior autonomia de movimentação que uma espécie de mamífero terrestre e, assim, para essa espécie de ave, é mais fácil encontrar corredores adequados (CHIROL, 2018).

Segundo Figueiró (2015), os corredores ecológicos têm sido cada vez mais utilizados como instrumento para aumentar a conectividade em paisagens muito fragmentadas e podem ocorrer como feições naturais no ambiente, como no caso das matas ripárias ou ser construído artificialmente com o objetivo explícito da conservação. Abaixo, algumas vantagens da implementação dos corredores ecológicos:

² *Stepping Stones*: pequenos fragmentos próximos que permitem o deslocamento entre remanescentes, atuando como trampolins ecológicos, servindo como elementos de ligação. Adequado para espécies que são capazes de fazer movimentos curtos, através de ambientes perturbados. (FORMAN, 2014).

aumento na taxa de migração entre os fragmentos, diminuindo os riscos de extinção;

possibilidade de recolonização de espécies em áreas que já estavam localmente extintas, ampliando-se o habitat;

aumento do fluxo gênico e, portanto, diminuição na possibilidade de depressões endogênicas, ou seja, a fertilidade das espécies;

aumento na área de reprodução das espécies;

proteção para a movimentação dos grandes predadores entre os fragmentos;

contenção da expansão urbana em alguns locais, por algumas vezes formar espaços de recreação;

qualidade estética da paisagem.

Nesse sentido, os problemas como a conectividade e a dificuldade de manutenção da viabilidade ecológica em fragmentos, são amplamente trabalhados na biogeografia de ilhas e fornecem um importante arcabouço teórico para a gestão. No tocante à regeneração ecológica das paisagens, encontramos na formação de corredores ecológicos uma possibilidade de reestabelecer e dinamizar algumas das interações que haviam sido prejudicados com as práticas humanas.

Na Figura 6, é possível observar a conexão de corredores ecológicos em área de silvicultura na Bahia.

Figura 6 - Formação de corredores ecológicos, em meio à produção de silvicultura.



Fonte: ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/corredor-ecologico-reserva-parque-nacional-bahia/

1.3. Processos Erosivos

A erosão dos solos é um fenômeno natural. Todas as paisagens que possuam algum tipo de declividade, geralmente superior a 3°, podem sofrer erosão. Os problemas relativos à erosão ocorrem quando as taxas de perda de solo ultrapassam níveis naturais, geralmente por falta de práticas conservacionistas. Os processos iniciam quando a intensidade da chuva excede a capacidade de infiltração do solo, o escoamento superficial começa a ocorrer, provocando erosão. (JORGE e GUERRA, 2013).

As principais atividades humanas que aceleram os processos erosivos, segundo Jorge e Guerra (2013), são: desmatamento, deixando os solos desprotegidos; agricultura e pecuária, sem adoção de práticas conservacionistas; cultivo e pecuária em encostas de elevada declividade, às vezes superior a 45°, sem adoção de práticas conservacionistas; trilhas abertas por animais e por homens, compactando os solos, por onde a água se escoia com facilidade (em que podemos incluir o pisoteio do gado); construção de rodovias sem cuidados especiais, o que faz aumentar o escoamento superficial, causando ravinas que podem evoluir para voçorocas; mineração e outras atividades econômicas, que deixam os solos desprotegidos, sem recuperação dessas áreas, durante e após o término dessas atividades. Os dois tipos principais de erosão são: erosão laminar, ou erosão em lençol e erosão linear.

O escoamento linear é gerado quando as águas pluviais se concentram em canais, já o escoamento laminar é caracterizado pela falta de concentração dessas águas em canais, ou seja, ela escoia em forma de lâmina sobre uma superfície desprovida de vegetação (ROSSATO et al., 2003).

Conforme Guerra e Guerra (2008), a erosão laminar é causada pelo escoamento em lençol (por isso o nome) e, não há escoamento de fluxos de ravinas, onde nesse estágio o escoamento é difuso que, aliado à ação desagregadora do *splash* promove a lixiviação e o empobrecimento do solo.

A erosão linear se inicia com a erosão em lençol, que passa a se concentrar em pequenas incisões, formando inicialmente os sulcos, ravinas e que podem evoluir para voçorocas, à medida que se alargam e se aprofundam. Enquanto as ravinas tendem a fazer incisão, principalmente no horizonte A, as voçorocas atingem facilmente os horizontes B e C, podendo, por vezes, chegar até a rocha matriz, dependendo da força do processo erosivo (JORGE e GUERRA, 2013).

1.3.1. Conservação dos solos e a vegetação

Para Jorge e Guerra (2013), a erosão de solos não é um problema restrito apenas às áreas de retirada de materiais:

“A erosão dos solos não é apenas um problema para as áreas em que ocorre, ao diminuir a quantidade de nutrientes no topo do solo, mas também causa assoreamento e poluição nos lugares em que os sedimentos se depositam [...], em especial, quando se trata de reservatórios, rios, lagos e açudes” (JORGE e GUERRA, 2013, pág. 08).

Os principais problemas resultantes da erosão dos solos podem ser descritos da seguinte forma:

- remoção dos nutrientes existentes no topo dos solos;
- redução da penetração das raízes e do armazenamento de água;
- diminuição das áreas a serem utilizadas para agricultura e pecuária;
- aumento do assoreamento de rios, lagos, reservatórios e açudes, levando, inclusive, ao aumento de enchentes;
- poluição de corpos d'água, principalmente, pelo carregamento de insumos agrícolas juntamente com os sedimentos erodidos.

Para a conservação dos solos, a regeneração da vegetação apresenta-se como um dos principais fatores que atuam na redução da erosão. No tocante à erosão hídrica, a vegetação atua na proteção do solo em três níveis (PES e GIACOMINI, 2017):

- a) nível do dossel - o impacto das gotas de chuva é amortecido pelas folhas e ramos da vegetação, diminuindo ação do efeito *splash* no solo;
- b) nível da superfície do solo - a vegetação funciona como uma barreira, diminuindo a velocidade do escoamento superficial da água e, como consequência, reduzindo a capacidade da água de desagregar e transportar as partículas de solo;
- c) nível subsuperficial - as raízes aumentam a estabilidade dos agregados do solo, dificultando a desagregação. Além disso, com a morte das raízes e posterior decomposição, haverá formação de canais preferenciais, que aumentam a porosidade do solo e a capacidade de infiltração de água.

A cobertura vegetal também contribui para minimizar a desagregação eólica do solo e o transporte de sedimentos, pois diminui a velocidade do vento próximo à superfície, ajuda a manter um maior teor de umidade no solo e a presença arbustiva e arbórea obstrui o movimento das partículas transportadas por salteamento e rolamento. (PES e GIOCOMINI, 2017).

1.4. A legislação para Áreas de Preservação Permanente

A legislação em âmbito federal vigente, que regula as Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal, define-se no chamado “Código Florestal”, sancionado em 12 de maio de 2012, na Lei Federal 12.651, que ainda legisla sobre as atividades produtivas em áreas protegidas e incentivos para a recuperação dessas áreas.

A lei define: “Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.”

A primeira versão do Código Florestal surgiu em janeiro de 1934, no governo de Getúlio Vargas (Decreto 23.793) e classificava as florestas de acordo com sua utilidade socioeconômica, considerando a matriz energética à base de carvão e lenha do país. Uma vez que a derrubada de florestas nativas para a exploração de madeira acelerava-se, o código obrigava os donos de imóveis a manterem uma cobertura de mata original em 25% da área, a fim de garantir as reservas de lenha nacionais.

A Lei Federal 4.771, de 1965, estabelece um novo código florestal, mantendo os objetivos do anterior, porém, considerando que as florestas existentes em todo o território nacional e demais vegetações são bens de interesse comum aos habitantes do país. Assim, visando a preservação de recursos hídricos e das áreas de risco (encostas íngremes e dunas), estabelece as Áreas de Preservação Permanente.

Posteriormente, no ano de 2012, a Lei 4.771 foi alterada pela Lei 12.727, que tornam menos restritivos alguns aspectos ligados aos usos e proteção às Áreas de Preservação Permanentes, que são melhor abordados no próximo tópico.

Legislação federal

Na legislação federal vigente são estabelecidas normas gerais para a proteção da vegetação nativa, incluindo APPs, de Reserva Legal e Uso Restrito, para exploração florestal e suprimento de matéria-prima com essa origem, para controle de incêndios florestais, além de previsão de instrumentos financeiros e econômicos que serão utilizados para tais fins.

A respeito das APPs, em seu artigo 4º, o código define seus limites, estabelecendo faixas de proteção ao longo dos cursos d'água, no entorno de lagos e lagoas naturais, de reservatórios d'água artificiais, de nascentes e dos olhos d'água perenes e veredas, como segue:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012). (Vide ADIN Nº 4.903)

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Com essa redação, a área a ser protegida é reduzida em relação à constante na lei revogada, que previa a demarcação das APPs a partir da borda do nível alto do curso d'água em oposição à atual definição desde a borda de seu leito regular.

O Artigo 61 reconhece a existência de áreas de imóveis rurais com ocupação antrópica preexistentes a 22 de julho de 2008 em APP e autorizando sua continuidade, com obrigatoriedade de recuperação de florestas nas margens dos

rios e lagos naturais, de acordo com o tamanho da propriedade. A área rural consolidada, conforme termo constante na lei, implica em suspensão das sanções que decorreriam das infrações referentes à supressão irregular de vegetação em APP cometidas antes de 22 de julho de 2008, a partir da assinatura do termo de compromisso na adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), após a inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Admite-se a permanência de tais imóveis rurais e de suas atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural consolidadas em APPs, com obrigatoriedade de recuperação de florestas, independente da largura do curso d'água. Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular; para imóveis entre 1 e 2 módulos fiscais, a recomposição deve ser de 8 metros; entre 2 e 4 módulos fiscais, deve ser preservada uma margem de 15 metros.

A partir de 4 módulos fiscais, a recomposição deve ser de acordo com determinação do PRA, contemplando o mínimo de 20 metros e o máximo de 100 metros. No Estado de São Paulo, de acordo com o Decreto 61.792/16, o PRA institui que deve ser feita a recomposição em toda a Área de Preservação Permanente. No município de Presidente Prudente, onde se insere a área de estudo desse trabalho, um módulo fiscal equivale a 22 hectares.

O artigo 4º estabelece ainda que nas acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a um hectare, fica dispensada a reserva da faixa de proteção, vedada nova supressão de áreas de vegetação nativa.

A recomposição pode ser feita através de condução de regeneração natural de espécies nativas, plantio de espécies nativas, plantio de espécies nativas conjugado com a condução de regeneração natural de espécies nativas e/ou plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional em até 50% da área total a ser recomposta.

Legislação estadual

No Estado de São Paulo, o Decreto 61.792/16 regulamenta o Programa de Regularização Ambiental (PRA) dos imóveis rurais, conforme a Lei Estadual

15.684/15 e a Lei Federal 12.651/12 e estabelece que a recomposição de APP e de Reserva Legal dos imóveis rurais que integram o PRA pode ser efetivada no âmbito do Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água – Programa Nascentes, desde que:

I – não sejam utilizadas espécies exóticas nas ações de recomposição; II - as ações de recomposição em toda a área sejam completamente implantadas em, no máximo, 10 (dez) anos a partir da assinatura do Termo de Compromisso; III – a Reserva Legal seja constituída integralmente dentro do imóvel; IV – a recomposição da Área de Preservação Permanente seja efetivada: a) nos imóveis com até quatro módulos fiscais de área, em uma faixa correspondente, no mínimo, ao dobro da faixa obrigatória para recomposição definida no artigo 61-A da Lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. b) nos imóveis com mais de quatro módulos fiscais de área, em toda a Área de Preservação Permanente.

Na Lei Estadual 15.684/15, a recomposição segue os mesmos limites estabelecidos pela lei federal nas faixas marginais dos cursos d'água e acrescenta que, para os imóveis rurais com área superior a dez módulos fiscais, a recomposição de extensão correspondente à metade da largura do curso d'água com mínimo de trinta e máximo de cem metros.

Com base nos conceitos apresentados acima, relacionados à temas importantes como a ecologia da paisagem, da biogeografia de ilhas, geometria da paisagem e também da atual situação das legislações referentes às Áreas de Preservação Permanentes, serão apresentadas as metodologias utilizadas nessa pesquisa, a partir do próximo capítulo (Capítulo 2).

CAPÍTULO 2: A DEFINIÇÃO DE METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

As metodologias de restauração ecológica vêm sendo aprimoradas com o decorrer dos anos, com a aplicação de novos conceitos e maior conhecimento das espécies vegetais nativas brasileiras e dos processos ecológicos envolvidos na formação e manutenção de florestas. A própria definição de restauração ecológica evoluiu e pode ser diversa, de acordo com os objetivos a que se pretende restaurar.

O conceito apresentado pela Society for Ecological Restoration (SER, 2004, p.3), afirma que restauração ecológica é “o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído”. Para Rodrigues et al (2009) restauração ecológica é entendida como:

[...] a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais. (RODRIGUES et al, 2009. p. 10)

Segundo a Resolução SMA 32/2014 (SÃO PAULO, 2014), a restauração ecológica é definida como “intervenção humana intencional em ecossistemas degradados ou alterados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica”

Além das diversas definições para o conceito, apresentadas por inúmeros autores, as metodologias de restauração também podem ser descritas de formas diferentes. A evolução dos métodos e conceitos de restauração ecológica são apresentados por Rodrigues et al (2009), dividindo essa evolução em fases. Até a década de 1980, o conceito era menos vinculado às concepções teóricas e concebido apenas com base em aspectos silviculturais. Isso resultava na escolha de espécies exóticas na implementação de projeto, sem o caráter sucessional, com o objetivo, geralmente, de recompor áreas objeto de degradação. Em um segundo momento, principalmente pela constatação de alguns aspectos negativos resultantes da utilização de espécies exóticas, passou-se a utilizar espécies nativas. Ainda que não se utilizassem apenas espécies regionais, os processos de sucessão ecológica passaram a ser adotados, dando-se prioridades às espécies pioneiras.

Em um último estágio, o foco torna-se a busca pela reconstrução dos processos ecológicos, responsáveis pela formação de florestas. A partir desse momento, começam a ser consideradas os exemplares nativos regionais, levando

em consideração suas características botânicas e a biodiversidade. Nesse sentido, busca-se atentar não apenas para a introdução de espécimes arbóreos, como também arbustivas, herbáceas, cipós, lianas e epífitas, entre outros, para a restauração do sub-bosque e da serapilheira.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados critérios para a seleção das áreas prioritárias para restauração, servindo-se, respectivamente, das metodologias descritas nos tópicos a seguir, cotejadas com os itens descritos nos objetivos específicos.

2.1. Áreas de Preservação Permanente - APPs

Para esse tópico, foram utilizadas as atuais legislações federal, estadual e municipal, no que concerne às determinações quanto à proteção, manejo e limites das Áreas de Preservação Permanente. Também foram utilizadas imagens orbitais para o geoprocessamento em software de Sistema de Informação Geográfica – SIG (*QGIS® 3.16 Hannover*) e delimitação de buffer, conforme legislação vigente, com imagem de 20/12/2020. É importante ressaltar que para esse tópico foram levados em consideração as APPs com relação aos corpos d'água (nascentes e cursos d'água), excluindo-se as alíneas referentes ao uso consolidado, módulos fiscais e inclinação das vertentes.

2.2. Uso e cobertura da terra na área da APA Timburi e nas APPs identificadas

Também a partir da utilização de imagens orbitais para o geoprocessamento em software de Sistema de Informação Geográfica (*QGIS® 3.16 Hannover*), foi produzido um Mapa de Uso da Terra em escala de 1:1.500, utilizada através do plugin “Web” e “*Quickmap S e r v i*” utilizando as imagens *Google Satellite* com imagem de 20/12/2020. Foi definida uma escala com grande riqueza de detalhes para, além de possibilitar uma maior precisão dos objetos, permitir a diferenciação da cobertura vegetal em duas categorias: Cobertura Arbórea e Cobertura Arbustiva. Isso permite distinguir os fragmentos em níveis diferentes de regeneração, como aquelas em estágio inicial ou avançado de sucessão ecológica. Vale ressaltar que essa distinção é viável por se tratar do bioma Mata Atlântica com formação de Floresta Estacional Semidecidual. Em fitofisionomias diferentes, como em formações

savânicas e formações estépicas, pode-se sentir a necessidade de se utilizar outros critérios e/ou procedimentos metodológicos. (IBGE, 2012).

2.3. Processos Erosivos

Para a definição das ocorrências de processos erosivos, como um dos parâmetros para a seleção das áreas prioritárias para restauração, foram utilizadas imagens orbitais no sentido de identificar e delimitar tais localidades. Posteriormente, foi realizado levantamento e registro em campo, com o objetivo de identificar os pontos emergentes para contenção dos processos erosivos através da restauração florestal.

2.4. Fragmentos relevantes

A identificação, localização e quantificação dos fragmentos florestais remanescentes na área também está apoiada na utilização de imagens orbitais e software de SIG, além de validação em levantamentos de campo. A partir do produto cartográfico obtido, foi estabelecida uma avaliação quali-quantitativa dos potenciais ecológicos, pressões sofridas, e potencial de regeneração desses fragmentos apoiada em três atributos biogeográficos de referência: Tamanho, Forma (Design) e conectividade.

Além dos aspectos descritos acima, como possibilidade condicionada à disponibilidade do equipamento, pretendeu-se a utilização de *Cameras Trap*, que poderiam fornecer dados robustos quanto à utilização dos fragmentos por mamíferos de médio e grande porte, dentre outros animais, como bioindicadores de suas funções ecológicas e qualidade ambiental. Devido à pandemia de Covid19 durante os anos de 2020 e 2021, que impossibilitou a realização de trabalhos práticos presenciais, dado o necessário isolamento social e, a indisponibilidade de recursos, não foi possível avançar neste quesito. Além disso, o presente trabalho demandou diversas modificações ao longo de seu desenvolvimento. Dentre as principais estão a circulação e deslocamento do local de moradia até a área de estudos (em média doze horas de percurso por ônibus), e o contato com os proprietários rurais para entrevistas e autorizações de estudos nas propriedades, entre outros.

2.5. Definição das Áreas Prioritárias para a Restauração

A espacialização das áreas prioritárias para a restauração foi obtida a partir da elaboração de produto cartográfico de síntese, resultante das correlações dos produtos cartográficos preliminares já relacionados, e da utilização software de SIG (QGIS® 3.16), com posterior conferência em campo. Com esse produto de síntese, que contemplou também a análise ponderada dos indicadores avaliados, esperou-se como resultado não apenas a especialização dessas áreas, como também seu dimensionamento e características específicas.

Assim, ao final da pesquisa, pretendeu-se apresentar um produto que possa subsidiar não apenas a elaboração de Programas para a restauração de áreas degradadas no interior da APA Timburi, como também o planejamento territorial e a adoção de políticas públicas para a Unidade de Conservação.

Para a elaboração e construção desse mapeamento, durante a seleção das áreas de conexão e formação de corredores, foram utilizados os seguintes critérios:

1. Inclusão das APPs fluviais como prioritários de nível 1 para restauração;
2. Conexão entre fragmentos isolados e as APPs fluviais, a fim de viabilizar as interações e processos ecológicos;
3. Quanto à forma, buscou-se suavizar os recortes nos contornos dos fragmentos, arredondando os formatos, no intuito de diminuir o perímetro e minimizar os efeitos de bordas;
4. Incluíram-se as áreas com processos erosivos intensos e solo exposto, afim de conter o avanço desses processos, a lixiviação e a perda de solos; e,
5. Buscou-se a conexão de APPs em nascentes através de um interflúvio, a partir de interligações, no sentido de viabilizar a circulação do meio biótico entre diferentes microbacias hidrográficas.

CAPÍTULO 3: A BUSCA DE ÁREAS PRIORITÁRIAS DE REGENERAÇÃO E PROPOSTAS DE CONECTIVIDADE

3.1. Áreas de Preservação Permanente - APPs

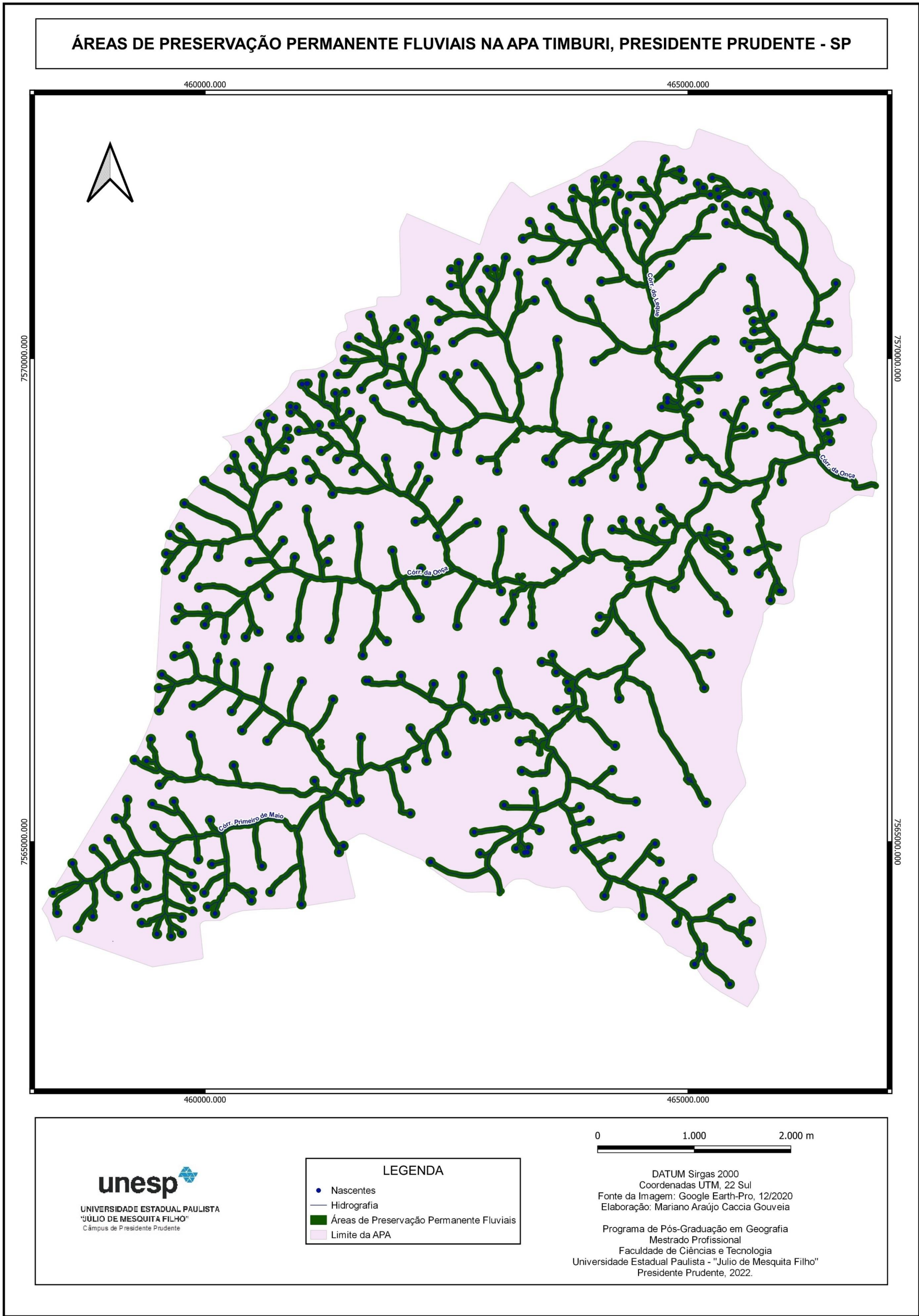
Para a delimitação das áreas de APPs, conforme descrito no tópico 6.1, foi utilizado o geoprocessamento de imagem em software de Sistema de Informação Geográfica – SIG (QGIS® 3.16 Hannover) e delimitação de buffer. Seguiu-se o tamanho das áreas conforme legislação vigente, de trinta metros de largura para todos os rios, por possuírem menos de dez metros de largura, e raio de cinquenta metros para as nascentes.

Conforme elucidado nos procedimentos metodológicos, não foi levado em consideração o uso consolidado, os módulos fiscais e também o grau de inclinação das vertentes, o que, inclusive, reflete no conteúdo e descrição da produção cartográfica, como mapa das Áreas de Preservação Permanentes *Fluviais* na APA Timburi.

Com relação à vegetação das APPs, foi possível notar uma distribuição desigual dos fragmentos ao longo da Área de Proteção Ambiental do Timburi. Por exemplo as áreas com maior preservação dos fragmentos encontram-se na parte leste, junto ao Córrego da Onça e alguns de seus afluentes, além de fragmentos relevantes em área mais ao sul da APA Timburi, no primeiro afluente à jusante, na margem direita do Córrego da Onça. Outro importante fragmento encontra-se na parte mais à sudoeste da APA, junto aos afluentes do Córrego Primeiro de Maio. Na porção mais ao norte e noroeste da APA, verificou-se uma maior degradação das matas ciliares com um maior avanço nos processos erosivos e de assoreamento.

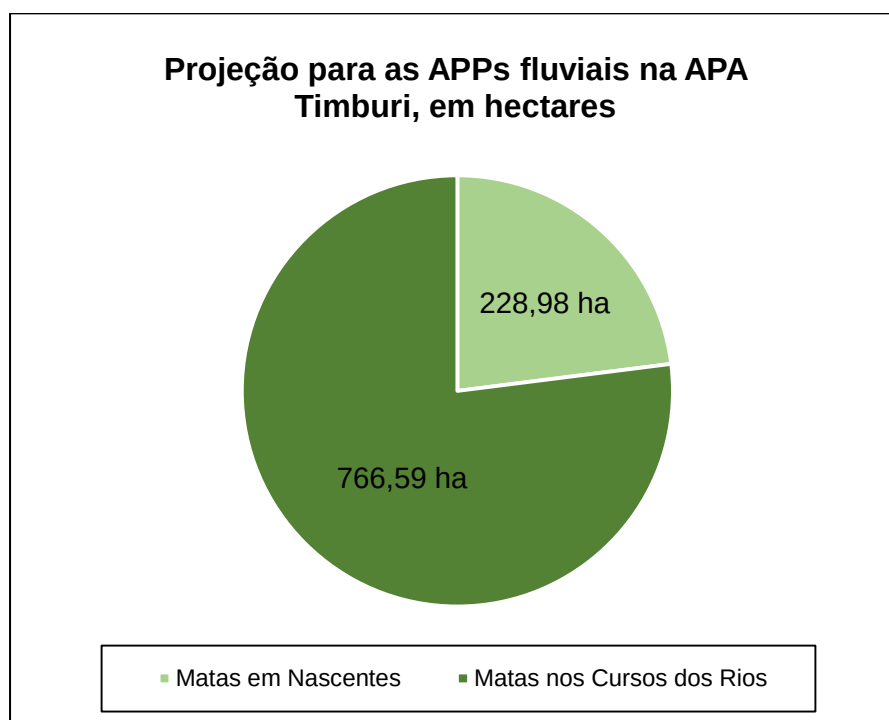
O Mapa 2 apresenta as Áreas de Preservação Permanente Fluviais.

Mapa 2 - Mapa das Áreas de Preservação Permanentes Fluviais da APA do Timburi.



A geração do *buffer* para as APPs fluviais, através das técnicas de geoprocessamento utilizadas para esse trabalho, apontou que o total da área de cobertura vegetal arbórea em hectares deveria ser de 995,57 hectares, sendo 228,98ha (23% do total das APPs) para as matas em nascentes, com 50 metros de raio por nascente, e 766,59ha (77% da área total) para os cursos dos rios, sendo 30 metros de cada margem por curso. O gráfico da Figura 7 apresenta a projeção, em hectares, para a cobertura vegetal das APPs fluviais da APA Timburi.

Figura 7 - Projeção, em hectares, para as APPs fluviais na APA Timburi.



Fonte: o autor, 2022.

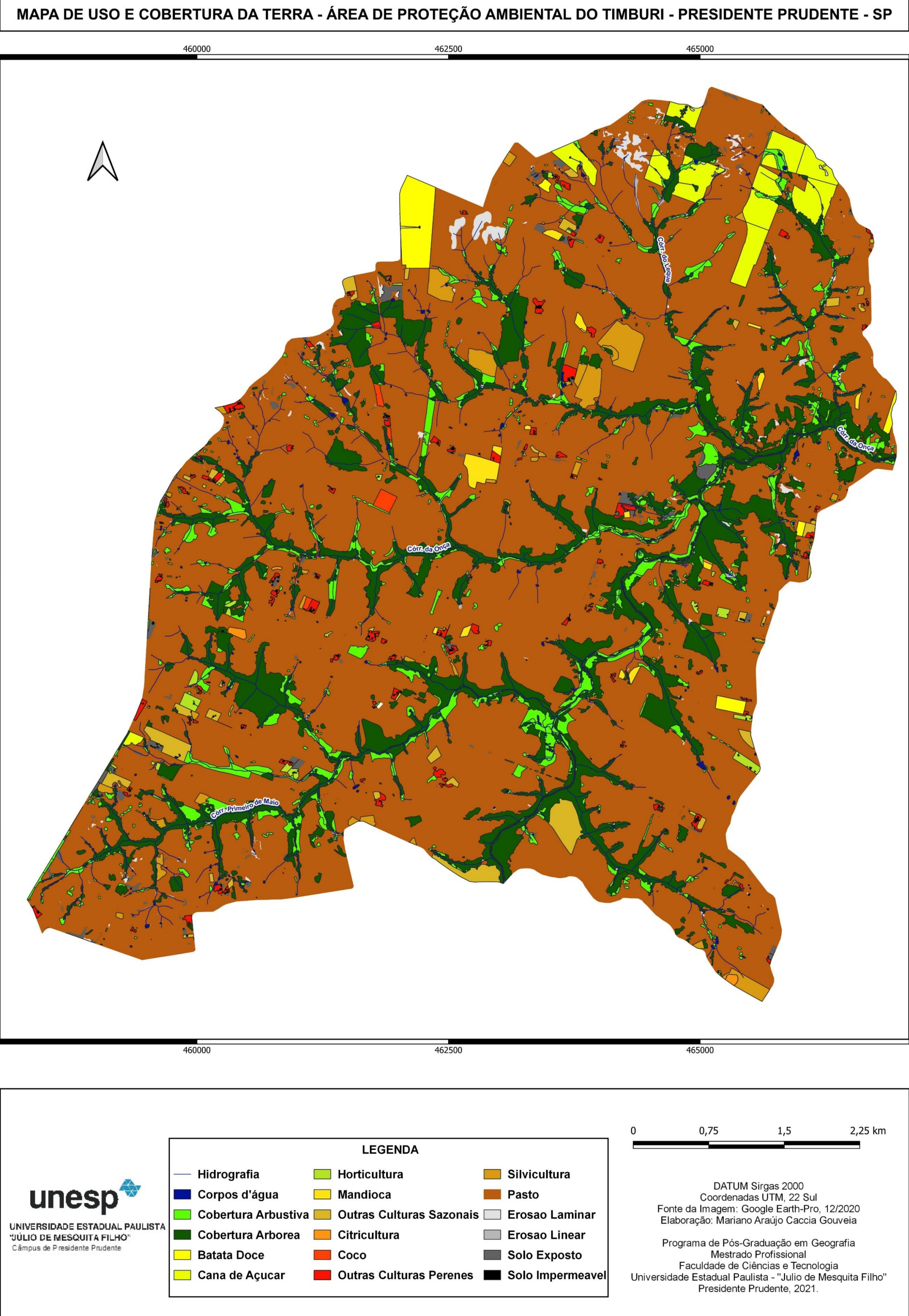
Fazendo um comparativo entre a projeção em hectares das APPs fluviais com os atuais fragmentos de vegetação arbórea nessas localidades, percebe-se que parte significativa da cobertura vegetal já foi retirada, pois, conforme os valores atuais encontrados, restaram ao todo 358,31 hectares, tendo sido identificada em apenas 36% do total das áreas de preservação permanentes.

Apesar da degradação e/ou falta de cobertura vegetal em partes das APPs fluviais da APA Timburi, se compararmos com a situação de preservação dos fragmentos no Pontal do Paranapanema como um todo, podemos inferir que o Timburi possui uma grande importância no total das áreas verdes. Conforme o Inventário Florestal do Estado de São Paulo de 2020, realizado pelo Instituto Florestal, o Pontal

do Paranapanema possui apenas 12,6% da cobertura vegetal nativa preservada (SÃO PAULO, 2020), enquanto o levantamento realizado por esse trabalho, identificou 14,4% da área da APA com fragmentos de vegetação arbórea, totalizando 665,49 hectares. Se ainda considerarmos as áreas de cobertura arbustiva, que inclui a vegetação em estágio inicial de regeneração, a somatória seria de 898,89 hectares, representando 19,45% do total. Vale ressaltar que essa comparação entre a cobertura vegetal da APA Timburi e da região do Pontal do Paranapanema como um todo, pode ser feita também a partir da distribuição dos fragmentos, uma vez que a maior parte dos remanescentes estão concentrados no Parque Estadual Morro do Diabo e a Estação Ecológica do Mico Leão Preto. Isso reforça a importância ambiental do Timburi, no sentido das interações ecológicas, como trampolim da vida selvagem para outras regiões, biodiversidade, banco de sementes entre outros.

3.2. Uso da terra na APA do Timburi

Como resultado do item 6.2 dos procedimentos metodológicos, foi produzido um Mapa de Uso e Cobertura da Terra de toda a Área de Preservação Ambiental (Mapa 2), em uma escala de 1:1.500. A área total de estudo foi mensurada, a partir desses levantamentos, em 46,06km². A partir do mapeamento, foram geradas tabelas para melhor visualização e interpretação dos dados, que são apresentados a seguir (Tabela 1), lembrando que a imagem utilizada foi produzida em 20 de dezembro de 2020 e se constitui no registro de uma configuração da paisagem naquele momento.



Dentre todas as categorias identificadas (Tabela 1), as áreas de pasto são aquelas com a maior dimensão com um total de 3.336,55 hectares, o que corresponde a 72,20% da APA. Isso demonstra que a pecuária é a principal atividade em todo o Timburi, o que pode trazer alguns problemas no que concerne ao pisoteio do solo pelo gado e a possibilidade de ativar e acelerar processos erosivos dentre outros apresentados anteriormente. Além disso, conforme se observa no Mapa de Uso e Cobertura da Terra (Mapa 3), áreas que deveriam ser ocupadas por cobertura vegetal nativa nas Áreas de Preservação Permanente, em alguns locais foram invadidas pelas áreas de pastagem, inclusive, com nascentes e córregos sendo utilizados para dessedentação animal.

Tabela 1 - Área ocupada (em hectares) por usos da terra e a porcentagem com relação ao total da APA do Timburi.

Relação dos usos da terra e área ocupada		
Cultura	Total ha	% da APA
Cobertura Arbórea	665,49	14,40%
Cobertura Arbustiva	233,40	5,05%
Batata Doce	34,81	0,75%
Cana de Açúcar	88,24	1,91%
Horticultura	12,65	0,27%
Mandioca	16,40	0,35%
Outras Culturas Sazonais	47,53	1,03%
Citricultura	2,86	0,06%
Coco	5,77	0,12%
Pastagem	3336,55	72,20%
Silvicultura	53,91	1,17%
Outras Culturas Perenes	31,78	0,69%
Erosão Laminar	34,63	0,75%
Erosão Linear	7,54	0,16%
Solo Exposto	42,65	0,92%
Solo Impermeabilizado	7,33	0,16%
Total ha	4621,54	100,00%

Fonte: o autor, 2021.

A segunda atividade com maior proporção de ocupação na APA Timburi é a monocultura de cana de açúcar, com 88,24 hectares, equivalente a 1,91% da área total. Percebe-se, através do mapeamento, que essa é uma atividade concentrada quase que totalmente na porção norte da APA.

Como terceiro maior uso, foi identificada a prática da Silvicultura, com 53,91 hectares, o que corresponde a 1,17% da área total da APA do Timburi.

Apesar de terem sido observados vários outros usos, todos correspondem à uma pequena parcela do total da área, com menos de 1% cada, como por exemplo o plantio de batata doce, mandioca, horticultura, coco e citricultura, com uma percentagem de 0,75%, 0,35%, 0,27%, 0,12% e 0,06%, respectivamente. Como se tratam de culturas temporárias (com exceção do coco e da citricultura, classificadas como perenes), há de supor que a ocupação da terra agrícola na área de estudo para estes usos, certamente, sofre variações no decorrer do ano, o que não foi possível de ser considerado no presente estudo.

A categoria *outras culturas perenes* inclui os usos ligados à pomares domésticos além de pequenos grupos não identificados. Esse uso foi dimensionado com 31,78 hectares, correspondendo à 0,69% da área total. Já o grupo de *outras culturas sazonais* inclui culturas não identificáveis através do mapeamento, mas com mudança constante observável (na textura e na cor), na linha histórica de imagens de satélite.

Em toda APA Timburi foram observadas áreas com solo exposto, erosão laminar e linear inseridas, em sua grande maioria, em áreas de pastagem. Além disso muitas nascentes estão desprovidas de cobertura vegetal em seu entorno, e são utilizadas pelo gado como pontos para dessedentação. Devido ao intenso pisoteio nessas localidades, o solo em torno dessas nascentes aparece desnudo e, por consequência, com processos erosivos em estágios diferentes, acarretando perda e empobrecimento do solo. Para a erosão laminar foram identificados 34,63 hectares, para a erosão linear 7,54 hectares e para a categoria de solo exposto 42,65 hectares. Tais valores correspondem a 0,75%, 0,16% e 0,92% da área total, respectivamente. Vale salientar que apesar dessas categorias terem sido identificadas em pontos distribuídos por toda a APA do Timburi, a região norte da área é a que mais concentra os focos de processos erosivos, tanto em espacialidade como na intensidade.

Com relação à vegetação, optou-se nesse trabalho realizar o mapeamento a partir de uma escala com grande riqueza de detalhes (1:1.500). Com isso, foi possível diferenciar a cobertura vegetal de acordo com a sua estrutura e adensamento, classificando-se, assim, em dois grandes grupos: *Cobertura Arbustiva* e *Cobertura Arbórea*. Essa diferenciação é importante para o entendimento das interações ecológicas para a restauração, dossel, sombreamento, níveis de estratos vegetais, umidade do solo, biodiversidade entre outros fatores, apresentados no tópico de

Fundamentação Teórica. Além disso a cobertura arbustiva nas APPs demonstra uma maior fragmentação da vegetação, e, portanto, maior isolamento. Nesse sentido, a formação de corredores ecológicos para conexão dessas áreas, tornam-se ainda mais importantes. A cobertura arbórea foi mensurada com um total de 665,49 hectares, o que representa 14,40% do total da APA. Já a cobertura arbustiva, representa 5,05% da área total, medindo 233,4 hectares. Após uma primeira interpretação dos dados foi gerada uma segunda tabela com os usos da terra agregados por classes (Tabela 2).

Tabela 2 - Usos da terra por categoria de cultura na APA do Timburi.

Uso da terra por categorias de culturas		
Culturas	Total ha	% da APA
Cobertura Arbórea	665,49	14,40%
Cobertura Arbustiva	233,40	5,05%
Culturas Sazonais	199,63	4,32%
Culturas Perenes	94,32	2,04%
Pastagem	3.336,55	72,20%
Erosão e Solo Exposto	84,82	1,84%
Solo Impermeabilizado	7,33	0,16%
Total ha	4.621,54	100,00%

Fonte: o autor, 2021

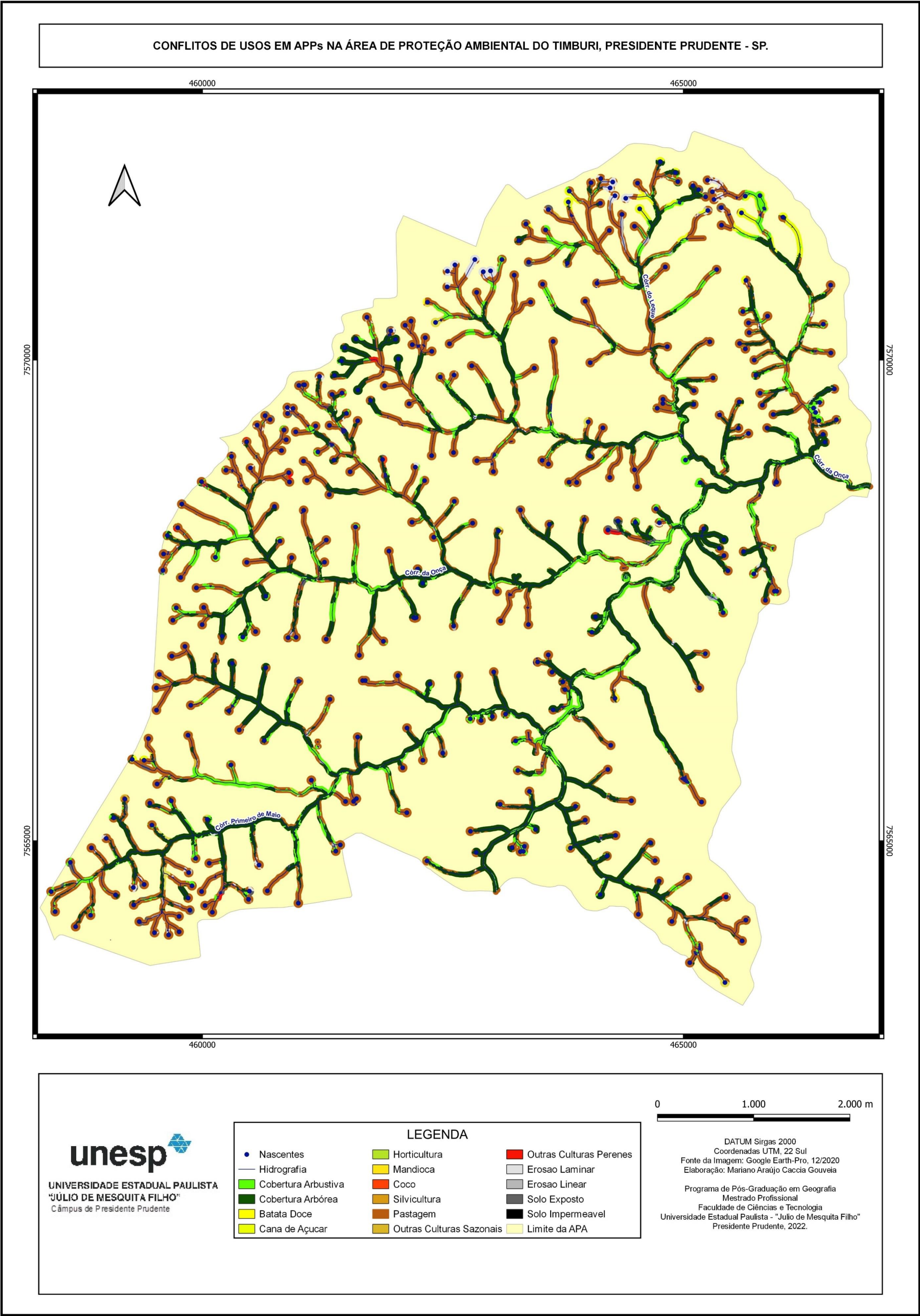
Para essa segunda análise dos usos, cada cultura foi agregada em duas classes maiores: *Culturas Sazonais* e *Culturas Perenes*. Dentro do primeiro grupo foram incluídas as culturas de batata doce, cana de açúcar, horticultura, mandioca e outras culturas sazonais. Já para as *Culturas Perenes*, foram inclusos: citricultura, coco, silvicultura e outras culturas perenes. Para o primeiro grupo, a somatória foi de 199,63 hectares, que equivale a 4,32% da área total. As culturas perenes ocupam uma área menor, de 94,32 hectares, cerca de 2,04% da APA. Também foram agregadas as categorias de erosões e solo exposto, o que ampliou a área para 84,82 hectares, o que representa 1,84% do total.

3.3. Conflitos de Uso em APPs

Após os levantamentos das áreas de APPs e dos usos da terra na APA Timburi, foi possível sobrepor as informações e verificar os conflitos de usos dentro das APPs.

Desse cruzamento de informações foi possível elaborar o Mapa de Conflitos de Usos em APPs Fluviais. (Mapa 4)

Mapa 4 - Conflitos de usos em APPs fluviais na APA Timburi, Presidente Prudente/SP.



Para uma análise mais aprofundada dos conflitos de usos, apresenta-se a Tabela 3.

Tabela 3 - Conflitos de usos por cobertura, nas APPs fluviais da APA Timburi.

Conflitos de usos nas APPs fluviais		
Cultura	Total ha	% das APPs
Cobertura Arbórea	358,31	36,03%
Cobertura Arbustiva	121,56	12,22%
Batata Doce	0,21	0,02%
Cana de Açúcar	12,52	1,26%
Horticultura	0,71	0,07%
Mandioca	0,45	0,05%
Coco	0,32	0,03%
Pastagem	464,71	46,73%
Silvicultura	4,30	0,43%
Outras Culturas Perenes	2,13	0,21%
Erosão Laminar	15,71	1,58%
Erosão Linear	5,43	0,55%
Solo Exposto	8,19	0,82%
		100,00%

Fonte: o autor, 2022

Conforme se observa na Tabela 3, algumas das categorias abordadas nas últimas discussões, não foram encontradas dentro das APPs fluviais. Como exemplo podemos citar a citricultura, outras culturas sazonais e solo impermeabilizado.

Por outro lado, foi verificado que apenas 36,03% das áreas de preservação permanentes possuem cobertura vegetal arbórea o que equivale a pouco mais de 358 hectares. Além disso, a vegetação classificada como cobertura arbustiva ocupa uma área de 121,56 hectares, que corresponde a 12,22% das APPs da APA Timburi. Vale considerar que essa última categoria acaba por incluir fragmentos com vegetação em estágio inicial de regeneração e que, para continuarem com os processos de sucessão ecológica, se faz necessário a proteção dessas áreas por cercamento para impedir a invasão e pisoteio pelo gado.

Dentre todos os usos inadequados dentro das APPs fluviais o que se destaca são as áreas de pastagem, que ocupam pouco mais de 464 hectares. Isso equivale a 46,73% dos locais que deveriam ser ocupados por cobertura arbórea das áreas de preservação permanente. Esses dados demonstram a necessidade e a importância de se estabelecerem as APPs como um primeiro critério para a delimitação de áreas prioritárias para regeneração.

Além daqueles citados anteriormente, foram encontrados outros tipos de usos inadequados nas APPs, que individualmente, apresentam menos de 2% da área total, são eles: batata doce, cana de açúcar, horticultura, mandioca, coco, silvicultura e outras culturas perenes. Esses usos contabilizam 0,21ha, 12,52ha, 0,71ha, 0,45ha, 0,32ha, 4,30ha e 2,13ha cada, respectivamente.

Com relação às áreas com processos erosivos e solo exposto em APPs, se somadas, apresentam um total de 29,33 hectares, o que corresponde a 2,95%. A porção norte da APA Timburi é quem apresenta maior evolução desses processos, o que resulta em outro importante fator para a delimitação das áreas para regeneração.

Como no tópico anterior, as culturas foram organizadas em duas classes, *Culturas Sazonais* e *Culturas Perenes* e, assim, gerada a Tabela 4.

Tabela 4 - Conflitos de usos nas APPs fluviais por classes de culturas, na APA Timburi.

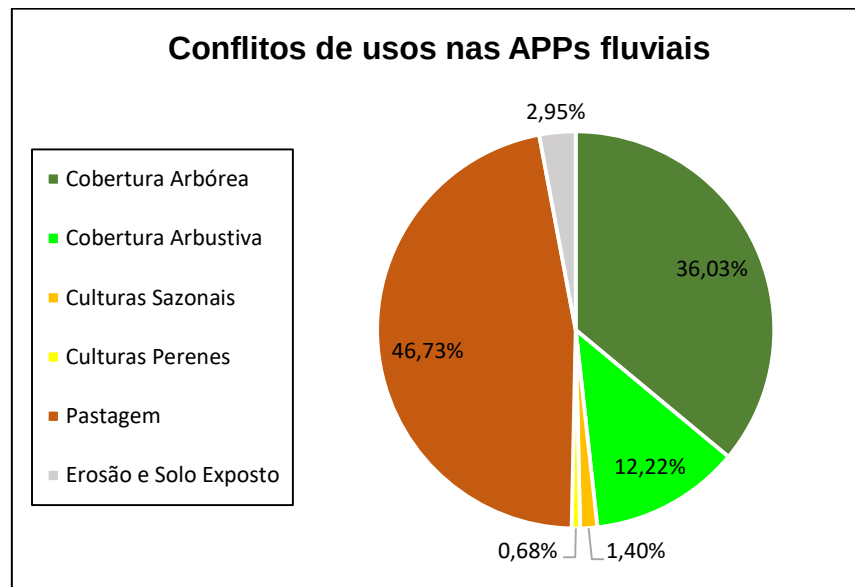
Conflitos de usos nas APPs fluviais por categorias de culturas		
Cultura	Total ha	% das APPs
Cobertura Arbórea	358,31	36,03%
Cobertura Arbustiva	121,56	12,22%
Culturas Sazonais	13,89	1,40%
Culturas Perenes	6,75	0,68%
Pastagem	464,71	46,73%
Erosão e Solo Exposto	29,33	2,95%
		100,00%

Fonte: o autor, 2022.

Conforme se constata na Tabela 4, mesmo quando somadas, as culturas categorizadas nas duas diferentes classes aparecem de forma muito menos significativa dentro das APPs fluviais (1,40% para as culturas sazonais e 0,68% para as culturas perenes), tendo as áreas de pastagem, como principal fator da degradação dos fragmentos.

O gráfico a seguir (Figura 8) ilustra de maneira prática os usos conforme a porcentagem do total da área das APPs fluviais, com os usos organizados por categorias de culturas.

Figura 8 - Conflitos de usos em APPs fluviais, por classes de culturas na APA Timburi.



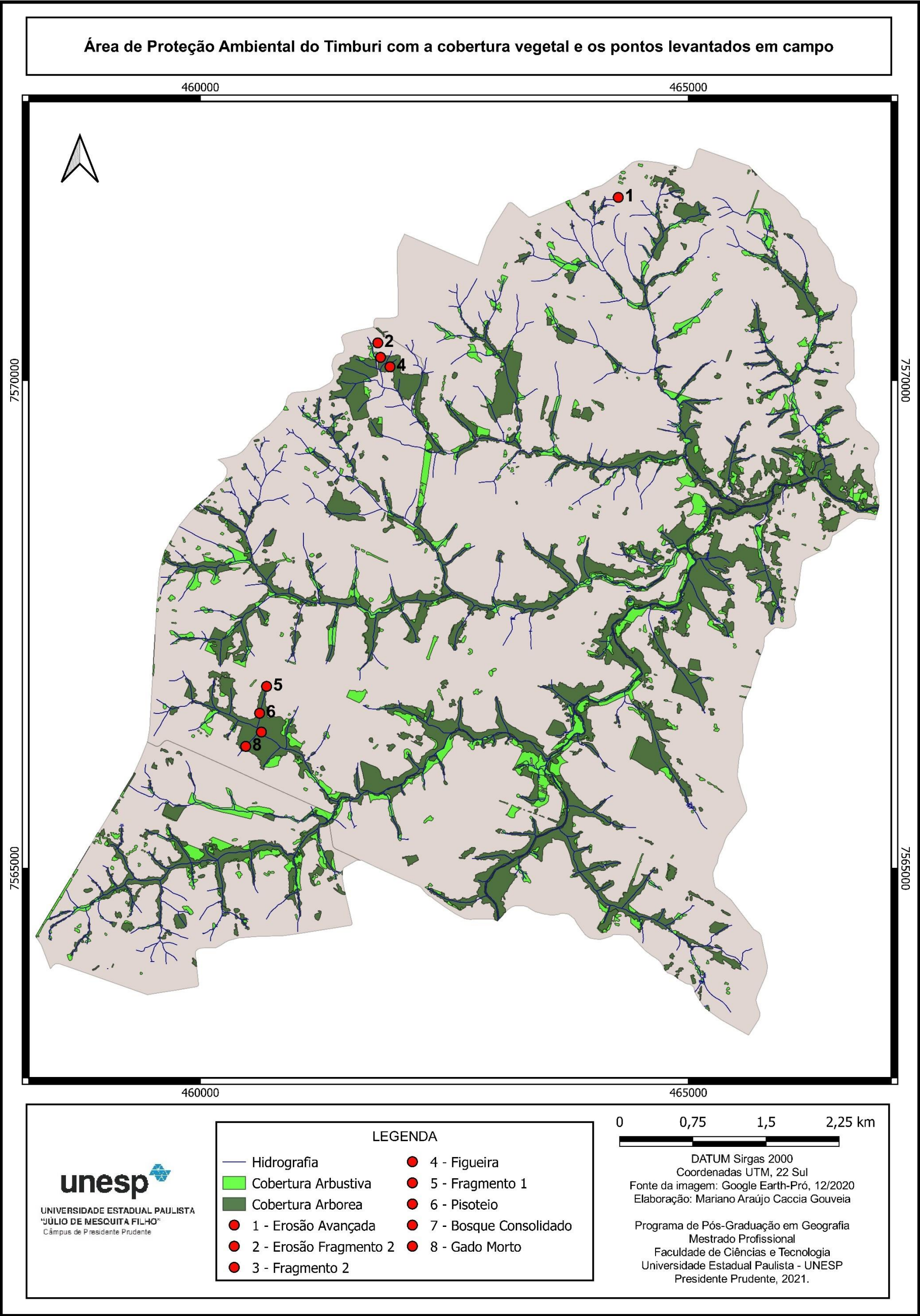
Fonte: o autor, 2022.

3.4 Levantamento de campo

No dia 13 de julho de 2019 foi realizado trabalho de campo tendo em vista um primeiro reconhecimento, com o objetivo de se identificarem possíveis áreas de investigação desse trabalho. Para as atividades de exploração da área de estudos, procurou-se verificar: a) as Áreas de Preservação Permanente, com e/ou sem cobertura vegetal; b) ocorrências de processos erosivos; c) invasões e pisoteio do gado em APPs; d) fragmentos de mata nativa relevantes, com potencialidade de conectividade aos corredores ecológicos; e) indícios das pressões sofridas pelos fragmentos remanescentes.

Apresenta-se a seguir o mapa da área de estudos (Mapa 5), com os pontos observados durante o levantamento preliminar:

Mapa 5 - APA do Timburi com demarcação da cobertura vegetal nativa e os pontos levantados em campo.



Para cada item descrito anteriormente, foi identificado em campo:

Quanto às Áreas de Preservação Permanente e a vegetação ripária

Verificou-se que parte das áreas destinadas às Áreas de Preservação Permanente não possuem vegetação ripária ou não possuem qualquer tipo de demarcação no intuito de protegê-las, havendo necessidade de incluí-las como áreas prioritárias para a restauração. Foi averiguado também que as cabeceiras das bacias do Córrego do Leque e do 1º de Maio são as mais desprotegidas, uma vez que muitas das nascentes estão ocupadas por pastagem e possuem maior incidência de processos erosivos. Necessita-se, portanto, realizar um maior levantamento dessas localidades, no intuito de mapear as nascentes e avaliar suas fragilidades.

Quanto às principais áreas de ocorrências de processos erosivos

Foram observados dois principais pontos com ocorrência de processos erosivos em estágio avançado, além de outros em estágio inicial. O primeiro deles, o mais relevante em extensão e tamanho das voçorocas, fica localizado na parte norte da APA – Timburi, na bacia hidrográfica do Córrego do Leque (Figura 09), localizado no Ponto 1 do Mapa 5. O segundo local registrado encontra-se próximo à entrada do Fragmento 2 (Figura 10), localizado no Ponto 2, ambiente com grande importância, visto que este, possui características de estágio médio de regeneração e maior diversidade de espécies arbóreas.

Figura 9 - Processo erosivo em estágio avançado na porção norte da APA – Timburi, na bacia hidrográfica do Córrego do Leque.
Foto tirada no Ponto 1 do Mapa 5.



Foto: João Paulo Pimenta (data: 13/07/2019).

Figura 10 - Processo erosivo próximo à entrada do Fragmento 2.
Foto tirada no Ponto 2 do Mapa 5.

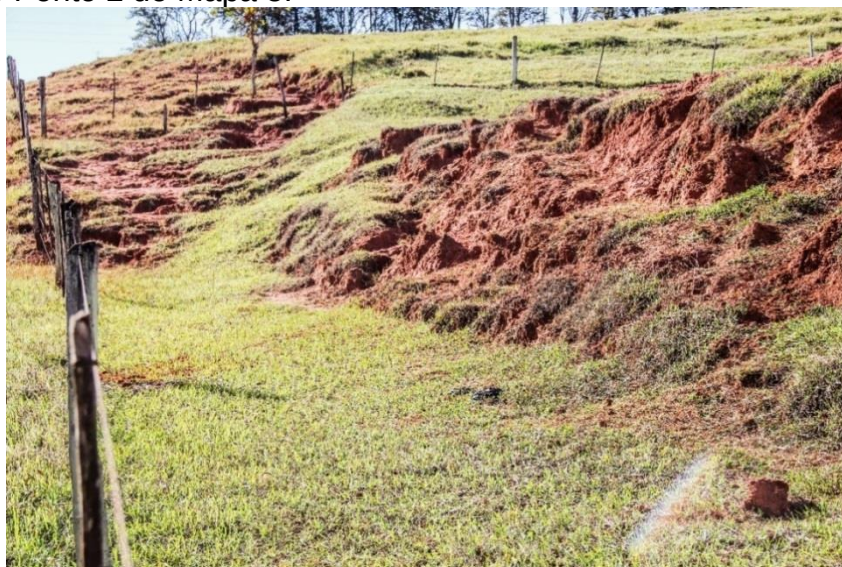


Foto: João Paulo Pimenta (data: 13/07/2019).

Quanto às invasões e pisoteio do gado em APPs

Em sua grande maioria as Áreas de Preservação Permanentes estavam desprotegidas quanto à entrada de animais, não havendo separação entre as áreas de pasto para o gado e APPs nas propriedades rurais. Dessa maneira, foram identificados inúmeros locais com intenso pisoteio nas margens de rios e nascentes, acelerando processos erosivos (Figura 11), localizado no Ponto 6 do Mapa 5. Em um dos fragmentos, inclusive, foi encontrada uma vaca morta dentro de um córrego, comprometendo assim, a qualidade do manancial (Figura 12), localizado no Ponto 8.

Figura 11 - Registro de intenso pisoteio de gado em Área de Proteção Permanente.
Foto tirada no Ponto 6 do Mapa 5.



Foto: João Paulo Pimenta (data: 13/07/2019).

Figura 12 - Animal morto encontrado dentro de córrego.
Foto tirada no Ponto 8 do Mapa 5.



Foto: João Paulo Pimenta (data: 13/07/2019).

Quanto aos fragmentos de mata nativa relevantes

Durante a atividade em campo foram identificados três fragmentos de mata nativa com maior extensão em área. Em visita a dois desses locais, localizados nos Pontos 3 e 5 do Mapa 5 (Figuras 13 e 14), foram observadas algumas características consideradas relevantes para a inclusão nas áreas prioritárias para conexão aos

corredores ecológicos, tais como: bosque e sub-bosque consolidados; dossel e sombreamento; maior porte e diversidade arbórea do que as APPs do entorno; e, boa diversidade espécies nativas significativas.

Figura 13 - Bosque consolidado no fragmento 1.
Foto tirada no Ponto 5 do Mapa 5.



Foto: João Paulo Pimenta (data: 13/07/2019).

Figura 14 - *Ficus sp.* de grande porte, localizado no Fragmento 2.
Foto tirada no Ponto 4 do Mapa 5.

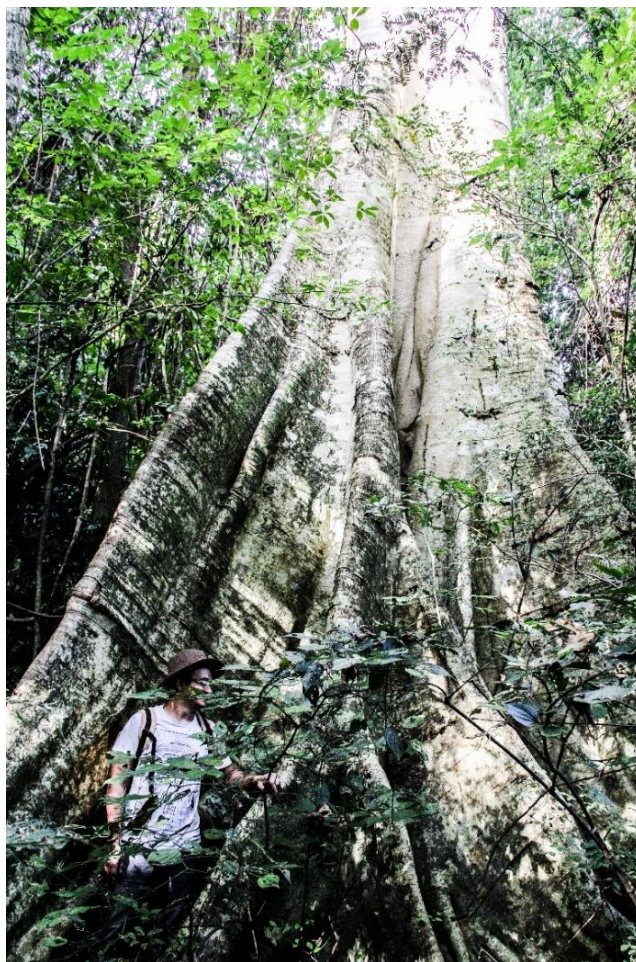
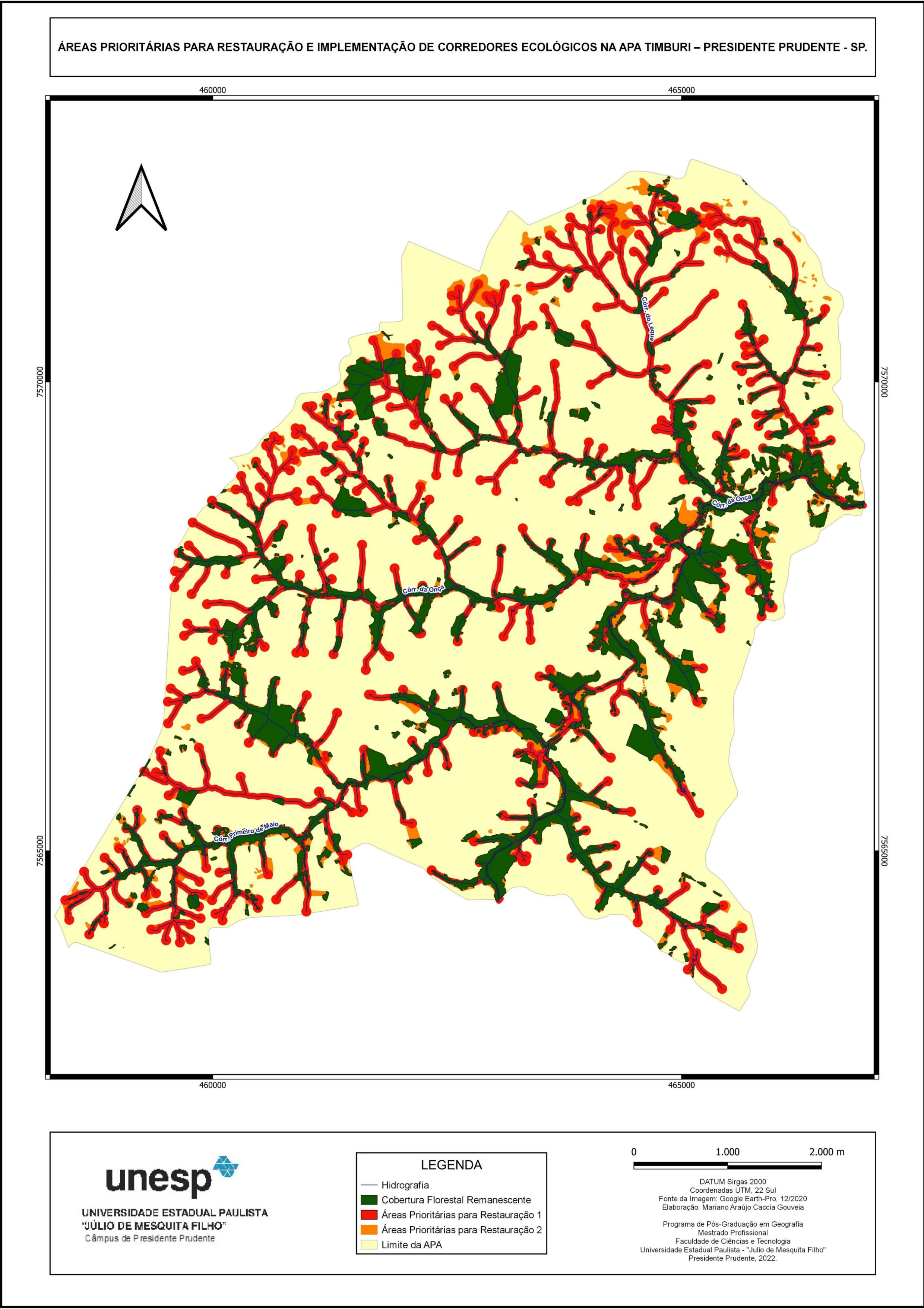


Foto: João Paulo Pimenta (data: 13/07/2019)

3.5. Definição das áreas prioritárias para a restauração

Como um dos resultados da pesquisa, para atender esse tópico foi gerado um mapa com as áreas selecionadas e indicadas como prioritárias à restauração, conforme descrito nos procedimentos metodológicos. Assim, apresenta-se o Mapa 6, denominado Mapa de Áreas Prioritárias para Restauração e Implementação de Corredores Ecológicos na APA Timburi – Presidente Prudente – SP



Fonte: o autor, 2022.

Com relação às áreas de cobertura vegetal na APA Timburi, em hectares, foi possível estimar o total atual dos fragmentos remanescentes e, desse total, o que se refere à vegetação dentro das APPs fluviais e dos fragmentos externos às APPs. Além disso, foi possível mensurar o total de área, em hectare, quanto às delimitações de áreas prioritárias à restauração fora das APPs, conforme apresenta a Tabela 5.

Tabela 5 - Cobertura arbórea na APA Timburi, segundo à situação atual dos fragmentos e das projeções para restauração.

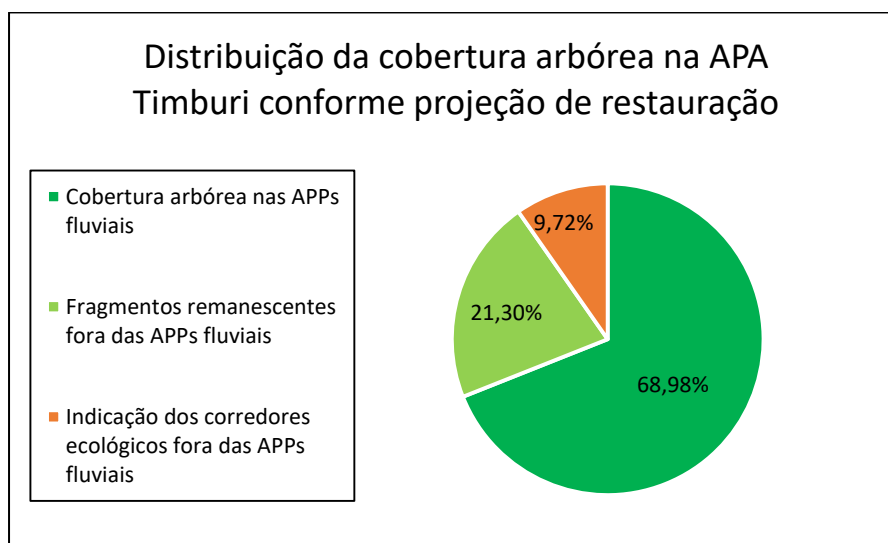
Cobertura Arbórea na APA Timburi	em Hectares
Total da cobertura arbórea atual:	665,49
Cobertura arbórea dentro das APPs fluviais:	358,31
Fragmentos fora das APPs fluviais	307,18
Área a ser recuperada nas APPs fluviais	636,24
Indicação de corredores localizados fora das APPs fluviais	140,14
Total da cobertura arbórea com a projeção de restauração	1441,87

Fonte: o autor, 2022.

Conforme se observa na Tabela 5, a partir da seleção de áreas prioritárias à restauração verificou-se um aumento na projeção da cobertura vegetal nativa na APA Timburi, em hectares, de um total atual de 665,49 hectares para 1.441,87 hectares. Desse aumento, 636,24 hectares referem-se à regeneração das APPs fluviais, conforme exigido pela legislação e consideradas áreas prioritárias de nível 1. Outros 140,14 hectares são pertinentes às áreas selecionadas para conexões de fragmentos e formações de corredores ecológicos fora das APPs fluviais, consideradas áreas prioritárias de nível 2.

O gráfico da Figura 15 apresenta a distribuição da cobertura arbórea dentro e fora das APPs fluviais após a restauração indicada por esse trabalho.

Figura 15 - Distribuição da cobertura arbórea na APA Timburi, conforme a projeção de restauração e formação de corredores.



Fonte: o autor, 2022.

Na Figura 15, o gráfico indica que após a restauração da APA Timburi, conforme as áreas indicadas por essa pesquisa, o total de 1.141,87 hectares de cobertura arbórea ficaria distribuído da seguinte maneira: 68,98% dentro das APPs fluviais; 21,30% correspondem aos atuais fragmentos florestais fora das APPs fluviais e; 9,72% da cobertura arbórea ficaria por conta dos locais indicados à restauração, formação de corredores e novos fragmentos fora das APPs fluviais.

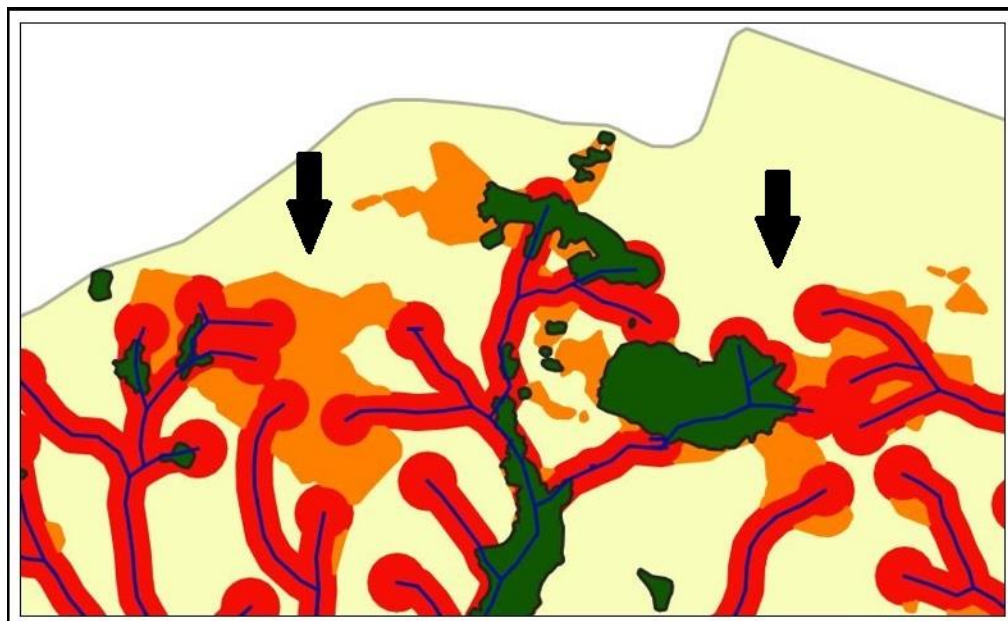
Outro aspecto importante de se salientar é o total da área da APA Timburi que passa a ser ocupada pela cobertura arbórea após a restauração das áreas prioritárias. O total de 665,49 hectares atuais, que representa 14,40% dos usos, passaria a um total de 1.441,87 hectares, que representariam um percentual de 24,71% do total da área da APA.

A seguir, apresenta-se uma breve descrição de algumas porções da APA Timburi quanto ao resultado obtido, conforme os critérios de seleção das áreas prioritárias à restauração.

Porção norte: problemáticas de originalmente ter ocorrido a supressão de grande parte da cobertura vegetal das APPs fluviais, não respeitando os limites delineados pela legislação, inclusive descobrindo totalmente as nascentes, o que ocasionou um grande avanço dos processos erosivos, e no assoreamento destas. Nesse sentido, na

delimitação das conexões dos fragmentos e, principalmente, indicação de restauração das extensas áreas em erosão, acabou por formar um grande maciço com áreas indicadas à recuperação da vegetação, conforme apresenta o recorte do mapa 6 na Figura 16.

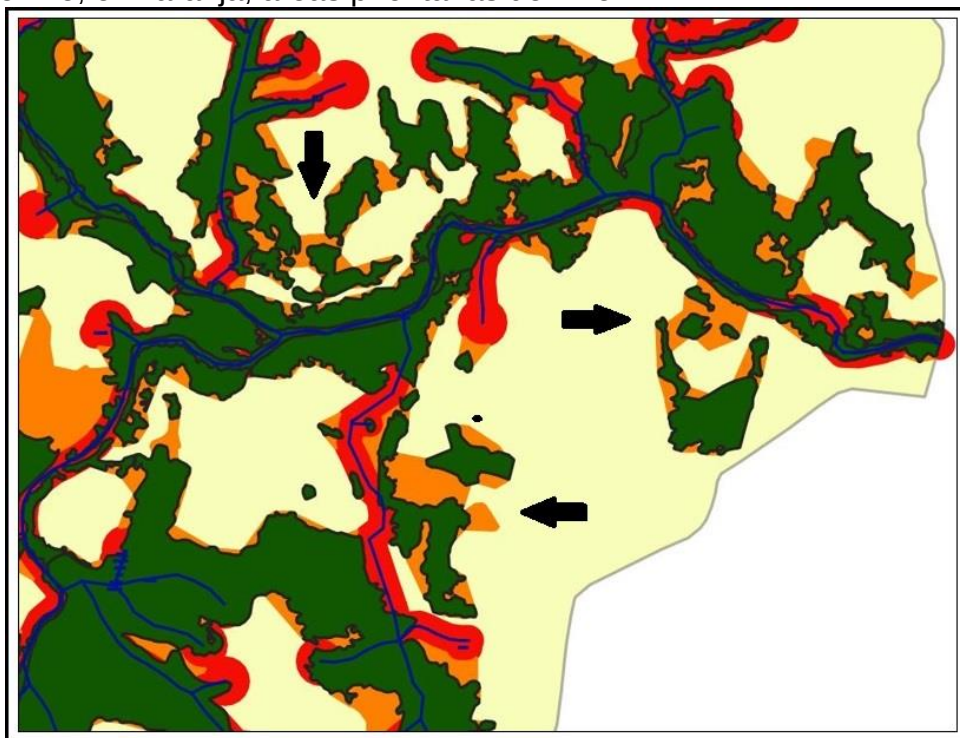
Figura 16 - Recorte da porção mais ao norte da APA Timburi com a projeção para a restauração e conexão de corredores, e a formação de um grande maciço. Em verde estão os fragmentos remanescentes, em vermelho são as áreas prioritárias de nível 1 e, em laranja, áreas prioritárias de nível 2.



Fonte: o autor, 2022.

No que se refere à porção mais à leste da APA, por haverem maiores fragmentos preservados e as APPs apresentarem melhores condições de proteção, a maioria das áreas selecionadas foram no intuito de preservar a forma dos fragmentos e diminuir o perímetro, “arredondando” os designs, além de pequenas conexões entre os fragmentos pré-existentes e às APPs fluviais, principalmente no que se refere ao Córrego da Onça, conforme se aponta na Figura 17.

Figura 17 - Recorte da porção mais ao leste da APA Timburi, junto ao Córrego da Onça, com a projeção para a restauração e conexão de corredores. Em verde estão os fragmentos remanescentes, em vermelho são as áreas prioritárias de nível 1 e, em laranja, áreas prioritárias de nível 2.

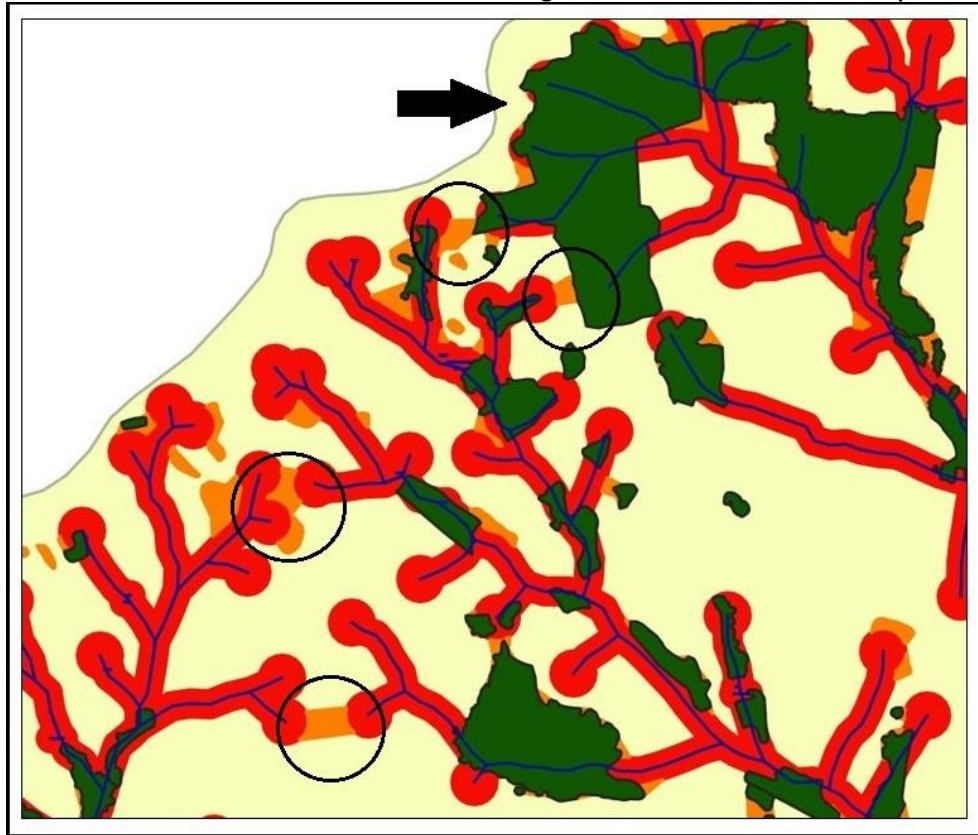


Fonte: o autor, 2022.

Na porção mais a Oeste da APA, além da indicação para restauração de diversas nascentes sem cobertura vegetal, foram delineadas conexões entre os interflúvios através de diferentes nascentes, no intuito de viabilizar o fluxo do meio biótico entre as microbacias, além de formar corredores aos fragmentos maiores, localizados à nordeste desse ponto. Para melhor visualização dessas indicações, apresenta-se a Figura 18.

Figura 18 - Recorte da porção mais a oeste da APA Timburi, com a projeção para a restauração e conexão de corredores.

Em verde estão os fragmentos remanescentes, em vermelho são as áreas prioritárias de nível 1 e, em laranja, áreas prioritárias de nível 2. Nos círculos estão em destaque as conexões entre nascentes e, na seta, os fragmentos remanescentes próximos.

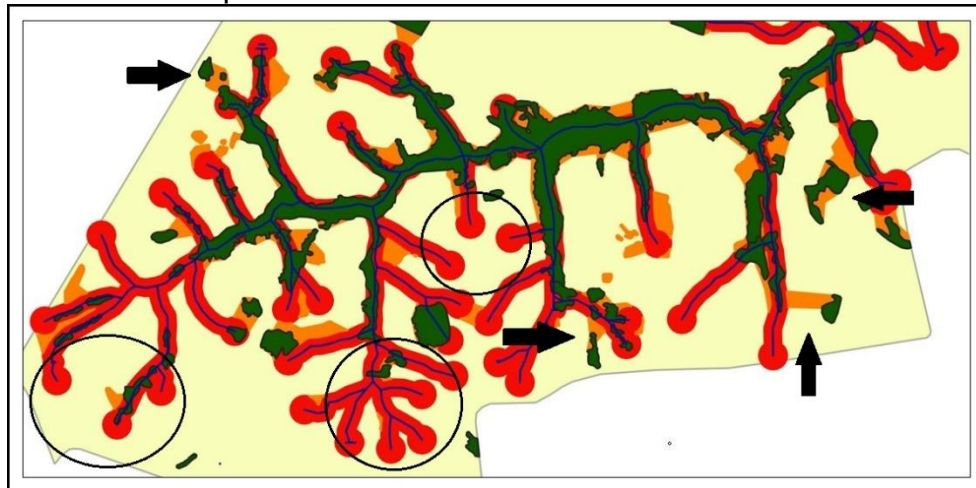


Fonte: o autor, 2022.

No que se refere à porção mais ao sul da APA, foi priorizada a regeneração de diversas nascentes desprotegidas, além da conexão de pequenos fragmentos remanescentes, dispersos próximos às cabeceiras. Esses corredores, além de aumentarem a proteção aos corpos d'água, diminuem os efeitos de borda (visto o menor recorte das formas) e possibilitam maior fluxo gênico nessa porção da APA (Figura 19).

Figura 19 - Recorte da porção sul da APA Timburi, com a projeção para a restauração e conexão de corredores.

Em verde estão os fragmentos remanescentes, em vermelho são as áreas prioritárias de nível 1 e, em laranja, áreas prioritárias de nível 2. Nos círculos estão em destaque as indicações para regeneração das nascentes e, nas setas, as conexões aos fragmentos remanescentes próximos às cabeceiras.



Fonte: o autor, 2022.

Com relação à outras localidades da APA Timburi, foram mantidos os métodos de seleção descritos nos procedimentos metodológicos. Sempre no intuito de recuperar as APPs fluviais, melhorar a forma (*design*), conectar fragmentos e viabilizar a formação de corredores ecológicos.

CONSIDERAÇÕES

A partir da perspectiva interdisciplinar e integradora da ecologia de paisagens, e da Biogeografia de ilhas, com a interpretação da geometria da paisagem, obtemos uma importante base teórica e um arcabouço de conceitos que nos permite desenvolver análises ambientais e nos fornecem base metodológica para a gestão territorial.

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes se mostra como primordial no parâmetro inicial para a localização de corredores ecológicos, quando observado sob diversos aspectos, tais como a importância ecológica e botânica de suas áreas, a obrigatoriedade de restauração e proteção conforme a lei, e a possibilidade de conexão com fragmentos florestais externos às APPs.

A identificação dos usos da terra na Área de Preservação Ambiental do Timburi, em Presidente Prudente, apresenta-se como uma importante ferramenta de análise, no intuito de identificar as principais culturas e seus possíveis reflexos nas interações ecológicas. Nesse sentido, é possível observar que o principal uso é a destinação de áreas para pastagem, inclusive, e em muitos pontos, invadindo as APPs fluviais e nascentes. Isso pode acarretar no aumento dos processos erosivos, assoreamento de nascentes e de toda a rede de drenagem, empobrecimento do solo e maior deposição de sedimentos nas regiões mais rebaixadas, como rios e lagos.

As áreas com empobrecimento do solo por lixiviação ou acentuados processos erosivos apresentam-se como fundamentais na incorporação em unidades de conservação e prioritárias à restauração, visto a necessidade de regeneração dessas localidades, a retomada dos processos pedogenéticos e dos processos de mitigação dessas problemáticas. Nesse contexto, a proteção às cabeceiras das bacias e nascentes apresentam-se como essenciais nos projetos de restauração, inclusive com a conexão dos corredores ecológicos, no sentido de viabilizar a recomposição dos recursos hídricos e outros serviços ecossistêmicos.

Ao longo do desenvolvimento desse trabalho foi possível identificar algumas problemáticas relacionadas à fragmentação da cobertura vegetal nativa e o isolamento de manchas que acabam por dificultar e/ou inviabilizar algumas dinâmicas e interações ecológicas que são fundamentais para a manutenção da biodiversidade, conservação dos solos e dos recursos hídricos e da sobrevivência das comunidades e das espécies. Nesse sentido, o aumento da conectividade das manchas através da formação dos corredores ecológicos se mostra de fundamental importância, reestabelecendo, assim, algumas dessas dinâmicas.

Outro ponto a se destacar é a importância da restauração das APPs e a formação de corredores ecológicos tanto para as dinâmicas naturais, como para a manutenção de alguns serviços ambientais que potencializam e melhoram produção na agricultura familiar. Podemos observar esses aspectos quando relacionamos, por exemplo, a cobertura vegetal nativa enquanto produtora de água, ou ainda nas matas ciliares como proteção e contenção dos processos erosivos, e na diminuição do assoreamento dos cursos d'água, fundamentais não apenas para a sobrevivência dos organismos, mas também para toda a cadeia produtiva. Isso nos leva a necessidade de enxergar as sociedades humanas não como descolados do meio natural, mas como parte integrante das interações e dinâmicas da natureza.

Deve-se salientar que através da restauração pode-se esperar o incremento de outros serviços ecossistêmicos prestados. Por exemplo, aqueles oferecidos por organismos polinizadores na melhoria da produtividade nos cultivos de pequenos produtores rurais, além da manutenção de populações desses organismos, do aumento da biodiversidade, e da complexidade das relações ecológicas locais.

Nesse sentido, esse trabalho poderá contribuir com políticas e práticas ecológicas e socialmente adequadas à gestão dessa importante unidade de conservação, que é a Área de Proteção Ambiental do Timburi.

Os arquivos produzidos e utilizados nas etapas de geoprocessamento e produção cartográfica desse trabalho estão disponibilizados no Google Drive. Para solicitar o acesso ao autor, acesse o link ou QR code abaixo:



LINK: <https://drive.google.com/drive/folders/1ybtI9MPq8Yu0eOvsuC-5jFlva4orQArU?usp=sharing>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, T. S. A aplicabilidade do código florestal na preservação da mata ciliar. In: **Revista Jus Navigandi**, n. 4175. Teresina: 2014. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/31044>. Acesso em: 02 set. 2021.

BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da Água no Solo**. 3ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.

BRASIL. MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**. Brasília: 2011.

BRASIL. MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o sistema nacional de unidades de conservação da natureza e dá outras providências. Brasília: 2000.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: 2012.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. **Biogeografia**. 2ª Ed. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2006.

CHIROL, A. D.; COSTA, N. **Biogeografia**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2018.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C.; RATTER, J.A. **Seleção de fragmentos prioritários para a criação de unidades de conservação do cerrado no Estado de São Paulo**. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 18, 2006.

ELLOVITCH, M.F.; VALERA, C. A. **Manual – Novo código florestal**. Jurídico – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Edição única. Belo Horizonte: 2013.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. Editor: John Wiley & Sons, New York, 1986.

FORMAN, R. T. T.; Basic Principles for Molding Land Mosaics: Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City. In: NDUBISI, F. O. **The Ecological Design and Planning Reader**. Washington: Island Press, 2014.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GARCIA, Y. M. **Conflitos de uso do solo em APPs na bacia hidrográfica do córrego Barra Seca (Pederneiras/SP) em função da legislação ambiental**. Dissertação (mestrado em Ciências Agrônômicas). Botucatu: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2014.

GOUVEIA, J. M. C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; Avaliação Quantitativa da Importância da Restauração de Matas Ciliares para a Redução de Perda de Solos em

Presidente Prudente/SP. In: **Anais do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia: Paisagem e geodiversidade - a valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro**. Crato - CE: SINAGEO, 2018.

GOUVEIA, J. M. C. **A Métrica da sustentabilidade na perspectiva da geografia: aplicação e avaliação do painel da sustentabilidade (*dashboard of sustainability*) na comunidade quilombola do Mandira – Cananéia/SP**. Tese (doutorado em Geografia Física). São Paulo: Universidade de São Paulo - USP, 2010.

GOUVEIA, J. M. C.; PAES, J. B. X. Meio físico/biótico. In: NUNES, J. O. R. et. al. **Atlas escolar ambiental de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: UNESP, 2017, p. 83-104.

GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. **Unidades de Conservação: Abordagens e Características Geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico -geomorfológico**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Manual Técnico da Vegetação Brasileira in Manuais Técnicos em Geociências, nº 1, 2ª ed. (revista e ampliada), Rio de Janeiro: FIBGE, 2012, 271p.

JORGE, M.C.O; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos e movimentos de massa – recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

LIMA, W. P.; ZÁKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: Ricardo Ribeiro RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 1 ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000, v., p. 33-44. Disponível em: <http://www.ipef.br/hidrologia/mataciliar.asp>

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? In: **biota neotropica**. Campinas/SP, v1, n1, dez. 2001.

METZGER, J. P.; PIVELLO, V. R. **Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005)**. In: *Biota neotropica*, v.7, n3, 2007.

NUNES, J. O. R.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; GOUVEIA, J. M. C.; ROSS, J. L. S., **Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente**, FCT/UNESP: Presidente Prudente, 2017, Disponível em: <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/>

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

PAESE, A. & SANTOS, J.E. 2004. Ecologia da paisagem: abordando a complexidade dos processos ecológicos. In **Faces da polissemia da paisagem** (SANTOS, J.E., CAVALHEIRO, F., PIRES, J.S.R., OLIVEIRA, C.H. & PIRES, A.M.Z.C.R., eds.). RiMa, São Carlos. p. 1-21.

PES, L. Z.; GIACOMINI, D. A. **Conservação do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, 2017.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei complementar municipal nº 235/2019**. Dispõe sobre a criação da área de proteção ambiental do Timburi, e dá outras providências. Câmara municipal de vereadores, Presidente Prudente: 2019.

RAWLS, W.J.; DAVID, G.; Van MULLEN, J.A.; WARD, T.J. **Infiltration**. In: ASCE. Hydrology handbook. 2.ed. New York. (ASCE Manuals and Report on Engineering Practice, 28), 1996. p.75-124.

RODRIGUES, Efraim. **Efeito de bordas em fragmentos de floresta**. Cadernos de Biodiversidade, v. 1, n. 2, p. 1-6, 1998.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.

RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R., orgs. **Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008.

ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; FACHINELLO, A.; CÂNDIDO, L. A.; SILVA, C. R.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Terra: feições ilustradas**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. **Decreto Nº 60.521, de 05 de junho de 2014**. Institui o programa de incentivos à recuperação de matas ciliares e à recomposição de vegetação nas bacias formadoras de mananciais de água, institui a unidade padrão árvore-equivalente e dá providências correlatas. São Paulo: 2014.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. **Decreto Nº 61.792, de 11 de janeiro de 2016**. Regulamenta o Programa de Regularização Ambiental - PRA no Estado de São Paulo, instituído pela Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015, e dá providências correlatas. São Paulo: 2016.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. **Lei Nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015**. Dispõe em caráter específico e suplementar, nos termos dos artigos 23, III, VI e VII e 24, VI e parágrafos da Constituição Federal e nos termos dos artigos 191, 193, XVI, 194, parágrafo único, 197, 205, III, 209, 213, da Constituição do Estado de São Paulo, sobre o Programa de Regularização Ambiental - PRA das propriedades e imóveis rurais, criado pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e sobre a aplicação da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, no âmbito do Estado de São Paulo. São Paulo: 2015.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Adequação ambiental**. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/sicar/adequacao-ambiental/>. Acesso em: 01 de set. de 2021.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Inventário florestal do Estado de São Paulo: mapeamento da cobertura vegetal nativa**. Instituto Florestal, São Paulo: 2020.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Plano de manejo da estação ecológica de Bauru**. 2011.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **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. Diário Oficial do Estado de São Paulo: 2014.

SARTORI, A.A.C. **Análise multicritérios na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais**. 2010. Mestrado em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrônômicas. UNESP – Campus de Botucatu.

SER. **The SER international primer on ecological restoration**. Society for Ecological Restoration International, Science & Policy Working Group, 2004. Disponível em: https://www.ctahr.hawaii.edu/littonc/PDFs/682_SERPrimer.pdf

SILVA, A.L.; LONGO, R.M.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M.F.H. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. In: **Ciência Florestal**, v.29, n.3, p. 1254-1269. Santa Maria: 2019.

SOUZA, M. C.; et al. **Vegetação ripária (mata ciliar)** in: PELD – Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. Universidade Estadual de Maringá/PR, UEL – Maringá/PR, 2005.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 8ª Ed. Rio Claro: Divisa, 2008.

TURNER, M.G. 2005. Landscape ecology: what is the state of the science? *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36:319-344.

TURNER, M.G; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. New York: Springer, 2003.

VIANA, V. M.; TABANEZ, J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: **Anais do congresso nacional sobre essências nativas**, 2, 1992, Campos do Jordão. Instituto Florestal/Secretaria do Meio Ambiente, 1992. p. 400-406.