

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

EMANUELA SANCHES MOREIRA

**ELABORAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO
PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE
USO SUSTENTÁVEL DO TIMBURI, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE
PRUDENTE/SP**

Presidente Prudente

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

EMANUELA SANCHES MOREIRA

**ELABORAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO
PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE
USO SUSTENTÁVEL DO TIMBURI, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE
PRUDENTE/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da UNESP/Campus de Presidente Prudente, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Livre Doc. João Osvaldo Rodrigues Nunes.

Coorientadora: Profa. Dra. Melina Fushimi.

Presidente Prudente

2021

M838e	Moreira, Emanuela Sanches Elaboração de bases cartográficas como subsídio para implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas na área de proteção ambiental de uso sustentável do Timburi, município de Presidente Prudente-SP / Emanuela Sanches Moreira. -- Presidente Prudente, 2021 61 f. : il., tabs., fotos, mapas Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes Coorientadora: Melina Fushimi 1. Banco de dados cartográficos. 2. Área de proteção ambiental. 3. Recuperação de áreas degradadas. 4. Focos erosivos. 5. Cartografia. 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.

AGRADECIMENTOS

Ao longo destes cinco anos de graduação em Geografia, vivenciei experiências que possibilitaram a constituição de uma bagagem enriquecedora, tanto profissional quanto pessoal. Agradeço não só pessoas, mas todas as oportunidades que tive. Agradeço ter sido unespiana.

No entanto, devo iniciar os agradecimentos pelos responsáveis por eu ter entrado na Unesp, minha família. Primeiramente, meu tio Evandro, quem me inspirou para seguir a carreira de geógrafa e a viver tudo que a universidade pública, gratuita e de qualidade viria me proporcionar, sem palavras para descrever o quanto o admiro. A Minha mãe, Régia, e minha avó, Amélia, que são o meu porto seguro, sempre me incentivaram a estudar, me inspiraram a voar alto, a ser uma mulher forte e independente e se fazem presentes todos os dias, mesmo que de longe; amor incondicional a vocês duas. A minha irmã, Daniela, quem deixou que eu me dedicasse integralmente aos estudos, mesmo precisando muito de mim. Ao meu tio Ricardo, que mesmo com suas poucas palavras sempre me transmitiu sentimentos bons de satisfação por tudo que eu percorri. Por último, mas não menos importante, Cupim e Lolo, que estavam sempre dispostos a me fazer feliz durante o ano de isolamento social que passei imersa neste trabalho de graduação.

Agradeço à Deus, que nunca me deixou perder a fé e que sempre me colocou nos caminhos certos. Ao Pe. Marcos sempre presente me auxiliando espiritual e psicologicamente.

No caminho, tive o João Vitor, quem me ensinou a ser cada dia mais determinada e dedicada. Apoiou-me nos momentos mais difíceis, me inspirou a ser uma aluna e pessoa melhor, fez-me mais feliz dentro desse turbilhão chamado vida. Foi, e é, meu grande amor, de 2017 até aqui.

Também caminharam comigo Pedro, Mariana, Guilherme, Thais, Karina, José, Lucas (Tarzan), Felipe Melhado, Fernando, Wiliam, Fernanda, Araújo, minhas “filhas” Bruna e Monique, o Caio, que compartilha o caminho comigo desde 2012 com muita paciência e carinho, e o Augusto, que me ajudou muito neste trabalho e no companheirismo do dia a dia. A cada ano que se passou, pessoas foram e vieram, cumprindo os ciclos da vida, todas se fizeram importantes de alguma forma, todas ficam na memória, algumas no coração.

Além disso, tive meus amigos de longa data, aqueles que de longe também passaram seus perrengues e nas férias nos encontrávamos para esquecer as loucuras da vida universitária. Fernanda, Denise, Gustavo, Jéssica, Haila, Natália, Nádia, Mari, Fer, entre outros encontros e desencontros. Obrigada a cada um de vocês, independentemente dos caminhos que trilharmos no futuro.

Agradeço imensamente as equipes que estiveram comigo organizando os dois trabalhos de campo e a “Álcool em Geo VI”. Experiências que me fizeram crescer como geógrafa e como profissional, onde aprendi a ser responsável e organizada, lidando com diversas situações.

À GeoAmbiental Jr., empresa júnior que me mostrou ser a universidade muito mais do que cobrança e academicismo. Da diretoria de recursos humanos aos projetos, todas as pessoas que passaram pela minha vida naqueles dois anos foram importantes, em especial Tiffany, Ladeira, Rosinha, Satin e Thais.

À Liga das Empresas Juniores de Presidente Prudente, onde pude ampliar minha atuação junto as outras empresas juniores do campus. Onde fui pega desprevenida para ser presidente e senti muito orgulho da gestão que fizemos. Agradecimento especial a Thais e a Esthé.

Ao Centro Acadêmico de Geografia, onde eu me desenvolvi politicamente, de forma leve, com a chapa “Transparência”.

Às comissões organizadoras das quatro semanas de geografia das quais participei (2016-2019). Bem como a turma do XIX Encontro Nacional de Geógrafos, em João Pessoa (2018).

Ao Projeto Rondon, uma das experiências mais incríveis que vivi na Unesp. Atravessar o país para aprender tanto sobre cidadania, sobre ser uma pessoa melhor e sobre como a vida pode ser mais leve do que vivemos. Só tenho que agradecer a equipe que abraçou esse projeto comigo: João, Karina, Carol, Thais, Eduardo, Kliwert, Pedro, Claudemira e Fernando Okimoto. Também agradeço às pessoas que nos acolheram em Francinópolis (PI) e ficaram no meu coração, como seu Adão, Galbi, Aninha, Lidiane, Márcia, Regiane, Francilio, entre tantos que fizeram a diferença na minha vida. Eterna gratidão.

Agradeço aos que me acompanharam na elaboração desse TCC. Primeiramente, meu amigo e orientador João Osvaldo, quem me deu a chance de ser melhor do que eu imaginava ser e nunca desistiu de mim. Ele que abraçou minhas ideias malucas e nunca me desamparou. Segundo, a minha coorientadora Melina, ela que passou por um teste de paciência comigo, auxiliando-me com os mapas e as ferramentas; gratidão eterna por todo seu auxílio até aqui.

Também, à Mariana e Leonardo, que além de terem me ensinado tanto sobre mapeamento, ArcGIS, relatório, mestrado e artigo, tiveram extrema paciência comigo e me deram muito suporte. Além disso, sou grata por comporem minha banca de TCC e tornam-nos amigos.

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por financiar o trabalho realizado através da bolsa de treinamento técnico (Processo: 2019/25171-9).

Obrigada.

RESUMO

A elaboração de bases de dados cartográficos é de fundamental importância para o melhor conhecimento do espaço geográfico em que se pretende desenvolver projetos de planejamento ambiental e social. Assim sendo, o presente TCC consiste na elaboração de um banco de dados cartográficos da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, localizada no município de Presidente Prudente/SP. O objetivo principal é a organização desse banco de dados numa plataforma em que ele possa ser compartilhado com outros pesquisadores que realizam trabalhos de recuperação de áreas degradadas pelos processos erosivos lineares, sobretudo aqueles vinculados ao Projeto Regular da FAPESP que vem sendo realizado na área de estudo. Os procedimentos metodológicos consistiram no levantamento bibliográfico, em trabalhos de campo e na elaboração de mapas temáticos no software ArcGIS PRO 2.5, utilizando as bases cartográficas disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, as imagens dos satélites Landsat-5, Landsat-7, Alos avnir-2 e Sentinel-2, e modelos digitais de elevação disponíveis no TOPODATA. Como resultados finais obtivemos os seguintes mapas: mapa de localização das propriedades trabalhadas, mapa dos focos erosivos, mapa de cobertura e uso da terra, mapa de hipsometria, mapa clinográfico, mapa de curvatura da superfície, perfil topográfico horizontal e vertical, mapa de escoamento superficial, mapa de esboço de solos, mapa geomorfológico e mapa de vulnerabilidade ambiental. A partir da análise deles, produzimos um artigo que visou compreender a relação entre as características físicas e a ocorrência de focos erosivos lineares. Para a preservação dos dados, o banco elaborado foi organizado no Google Drive como pasta pública, onde é possível consultar arquivos *shapefile*, raster e os mapas prontos em *JPG*.

Palavras-chave: Banco de dados cartográficos. Área de proteção ambiental. Recuperação de áreas degradadas. Focos erosivos. Cartografia.

ABSTRACT

The development of cartographic databases is of fundamental importance for the best knowledge of the geographic space in which planning projects are intended to be developed environmental and social. Therefore, this TCC consists of the preparation of a database maps of the Sustainable Use Environmental Protection Area of Timburi, located in municipality of Presidente Prudente/SP. The main objective is the organization of this database on a platform where it can be shared with other researchers who carry out work to recover areas degraded by linear erosion processes, especially those linked to FAPESP's Regular Project that has been carried out in the area of study. The methodological procedures consisted of a bibliographic survey, in field work and the elaboration of thematic maps in ArcGIS PRO 2.5 software, using the cartographic bases provided by the City Hall of Presidente Prudent, the Landsat-5, Landsat-7, ALOS AVIRIS-2 and Sentinel-2 satellite images, and models elevation digitals available on TOPODATA. As final results we obtained the following maps: location map of worked properties, map of erosive foci, land cover and land use map, hypsometry map, clinographic map, curvature map of surface, horizontal and vertical topographic profile, runoff map, map of soil sketch, geomorphological map and environmental vulnerability map. From the analysis of them, we produced an article that aimed to understand the relationship between physical characteristics and the occurrence of linear erosive foci. For data preservation, the database created was organized in Google Drive as a public folder, where you can consult shapefile files, raster and ready-made maps in JPGE.

Keywords: Cartographic database. Environmental Protection Area. Recovery of degraded areas. Erosive Spots. Cartography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Área de Proteção Ambiental do Timburi no município de Presidente Prudente/SP	11
Figura 2 - Mapa de localização das propriedades estudadas no Projeto Regular FAPESP.....	14
Figura 3 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Vertente declivosa na propriedade do Sr. José	15
Figura 4 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Paliçadas de bambu aplicadas na propriedade do Sr. José.....	15
Figura 5 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Vista da propriedade do Sr. Ilário	16
Figura 6 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Barramentos de erosão na propriedade do Sr. Ilário	16
Figura 7 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Vista das erosões na propriedade do Sr. Luís	17
Figura 8 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Paliçadas de bambu aplicadas na propriedade do Sr. Luís.....	17
Figura 9 - Captura de tela da pasta do banco de dados disponível no Google Drive	19
Figura 10 - Captura de tela da pasta do banco de dados disponível no Google Drive. Parte 2	19
Figura 11 - Histórico de regulamentação Federal das Áreas de Proteção Ambiental até a criação da APA do Timburi	22
Figura 12 - Estado de São Paulo: expansão das estradas de ferro	23
Figura 13 - Mapa da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	25
Figura 14 - Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente/SP com a localização da APA do Timburi	27
Figura 15 - Mapa de focos erosivos da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi	30
Figura 16 - Banda de satélite compostas pela ferramenta “Bandas compostas”	31
Figura 17 - Ferramentas “Georreferenciar” e “Adicionar Pontos de Controle”.....	31
Figura 18 - Imagem de satélite recortada pela ferramenta “Extrair por máscara”	32
Figura 19 - Ferramenta de classificação e seus desdobramentos	33
Figura 20 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 1989	34

Figura 21 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 1999	35
Figura 22 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 2009	36
Figura 23 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 2019	37
Figura 24 - Modelo digital de elevação em fase de recorte	38
Figura 25 - Representação das classes hipsométricas a partir do modelo digital de elevação	38
Figura 26 - Mapa de hipsometria da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	39
Figura 27 - Mapa clinográfico da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	41
Figura 28 - Aplicação da “Triangular Irregular Network” (TIN).....	42
Figura 29 - TIN convertido em Raster	43
Figura 30 - Ferramenta “Curvatura” aplicada	43
Figura 31 - Mapa de curvatura da superfície da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	45
Figura 32 - Mapa do fluxo de concentração de escoamento superficial da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	47
Figura 33 - Esboço simplificado das principais classes de solos da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	48
Figura 34 - Mapa geomorfológico da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	49
Figura 35 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental a processos erosivos lineares da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	51
Figura 36 - Feição Linha traçada de Norte a Sul e de Leste a Oeste.....	52
Figura 37 - Perfil topográfico vertical (N-S) da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	53
Figura 38 - Perfil topográfico horizontal (W-E) da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	53
Figura 39 - Localização dos focos erosivos nos diversos compartimentos de relevo da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classes de declividade para a área de estudo	40
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP - Processo Analítico Hierárquico

ArcGis - ArcGis® é marca registrada pela ESRI Inc.

APA - Área de Proteção Ambiental

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico

MDE - Modelo Digital de Elevação

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

UNESP - Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	12
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
2.1	Levantamento bibliográfico	13
2.2	Trabalho de campo	13
2.3	Banco de dados cartográficos	18
3	ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	20
3.1	Legislação de Áreas de Proteção Ambiental	20
3.2	Área de proteção ambiental de uso sustentável do Timburi.....	22
3.3	Regulamentação da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi	25
4	ELABORAÇÃO DO BANCO DE DADOS CARTOGRÁFICOS DA APA DO TIMBURI	29
4.1	Elaboração dos mapas	29
4.2	Mapa de localização das propriedades	29
4.3	Mapa de focos erosivos lineares.....	29
4.4	Mapa de cobertura e uso da terra	30
4.5	Mapa de hipsometria	37
4.6	Mapa clinográfico	39
4.7	Mapa de curvatura da superfície	41
4.8	Mapa de escoamento superficial	45
4.9	Esboço simplificado das principais classes de solos.....	47
4.10	Mapa geomorfológico	48
4.11	Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares	50
4.12	Perfil topográfico.....	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

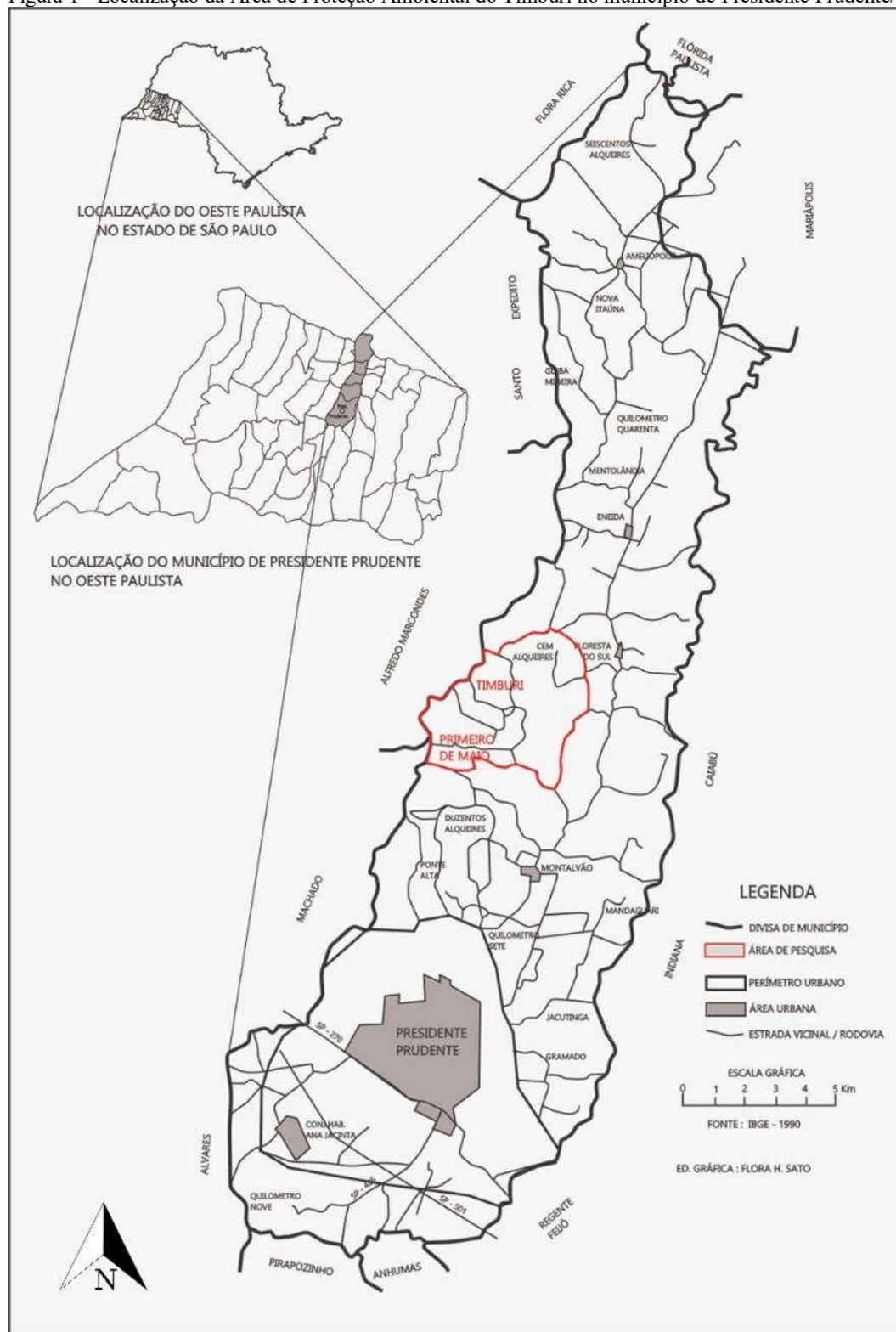
A Geografia é a ciência que tem como objeto de estudo a relação entre a sociedade e natureza a qual se dá dentro do espaço geográfico. Ambos são tão conectados que, segundo Suertegaray (2001), muitas vezes o próprio espaço geográfico é compreendido como o objeto de estudo da Geografia. A autora aponta ainda que Kant concebe o espaço a partir da perspectiva da cartografia, sendo absoluto, como o lugar de ocorrência do fenômeno geográfico (SUERTEGARAY, 2001, p. 3).

A partir dessa abordagem podemos afirmar que a principal forma de representação do espaço geográfico é através da Cartografia. Neste aspecto, a representação cartográfica de mapas e cartas temáticas, principalmente em escala mais detalhada, é fundamental para aplicação em projetos de planejamento ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Esse TCC tem como recorte territorial a Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi (APA do Timburi), tendo em vista o enorme potencial de pesquisas sociais, ambientais e econômicas desta área que teve seu decreto firmado no início de 2019. Sendo assim, a área necessita de uma base de dados que seja de uso fácil e acessível e que possibilite a compreensão da dinâmica espacial de modo rápido e confiável.

Por este motivo, o presente trabalho de graduação em Geografia tem como objetivo principal a elaboração e organização de um banco de dados cartográficos da APA do Timburi, a qual está localizada no município de Presidente Prudente, no Extremo Oeste do Estado de São Paulo (Figura 1).

Figura 1 - Localização da Área de Proteção Ambiental do Timburi no município de Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

Uma Área de Proteção Ambiental consiste em um tipo de Unidade de Conservação, onde é possível fazer uso direto de seus recursos naturais de forma sustentável. No capítulo 3 deste TCC, apresentaremos de forma mais detalhada a regulamentação das Áreas de Proteção Ambiental do Brasil, além de caracterizar nosso objeto de estudo física e historicamente. A APA do Timburi foi decretada no início de 2019, pela Lei Complementar nº 235 (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019) e, desde então, vem passando por projetos de recuperação de áreas degradadas inseridos no Projeto Regular financiado pela FAPESP - Processo: 2019/12164-4 – intitulado *Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente/SP* (NUNES, 2019).

A justificativa desse TCC encontra-se na necessidade de se constituir um banco de dados cartográficos que embasasse os projetos realizados na APA, além de documentar as características da área, a qual carece de informações. Ainda, é extremamente importante a execução de projetos de restauração ecológica e recuperação ambiental. Portanto, para fomentar tais projetos, a cartografia da área é um recurso imprescindível que atua como facilitadora da análise para diversos pesquisadores e, também, como difusora de dados acerca do local.

1.1 Objetivos

O objetivo geral consiste na organização de um banco de dados cartográficos em ambiente digital, a fim de subsidiar projetos de recuperação de áreas degradadas na Área de Proteção Ambiental do Timburi-SP.

Os objetivos específicos são:

- Elaborar mapas temáticos;
- Relacionar as características mapeadas da área com os processos erosivos;
- Fomentar futuros projetos de pesquisa na mesma área de estudo.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir, apresentaremos os três procedimentos metodológicos que possibilitaram a execução do trabalho. Foram eles o levantamento bibliográfico, os trabalhos de campo e a elaboração do banco de dados cartográficos.

2.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico buscou experiências de mapeamento semelhantes, bem como relações entre os mapas produzidos e os processos ocorridos na área. Buscou-se também conhecer a história da região em que a APA do Timburi está inserida, pensando em compreender as transformações ocorridas na paisagem, além das leis federais que regulamentam as Unidades de Conservação e Áreas de Proteção Ambiental no Brasil e a lei municipal que criou a Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, em Presidente Prudente/SP.

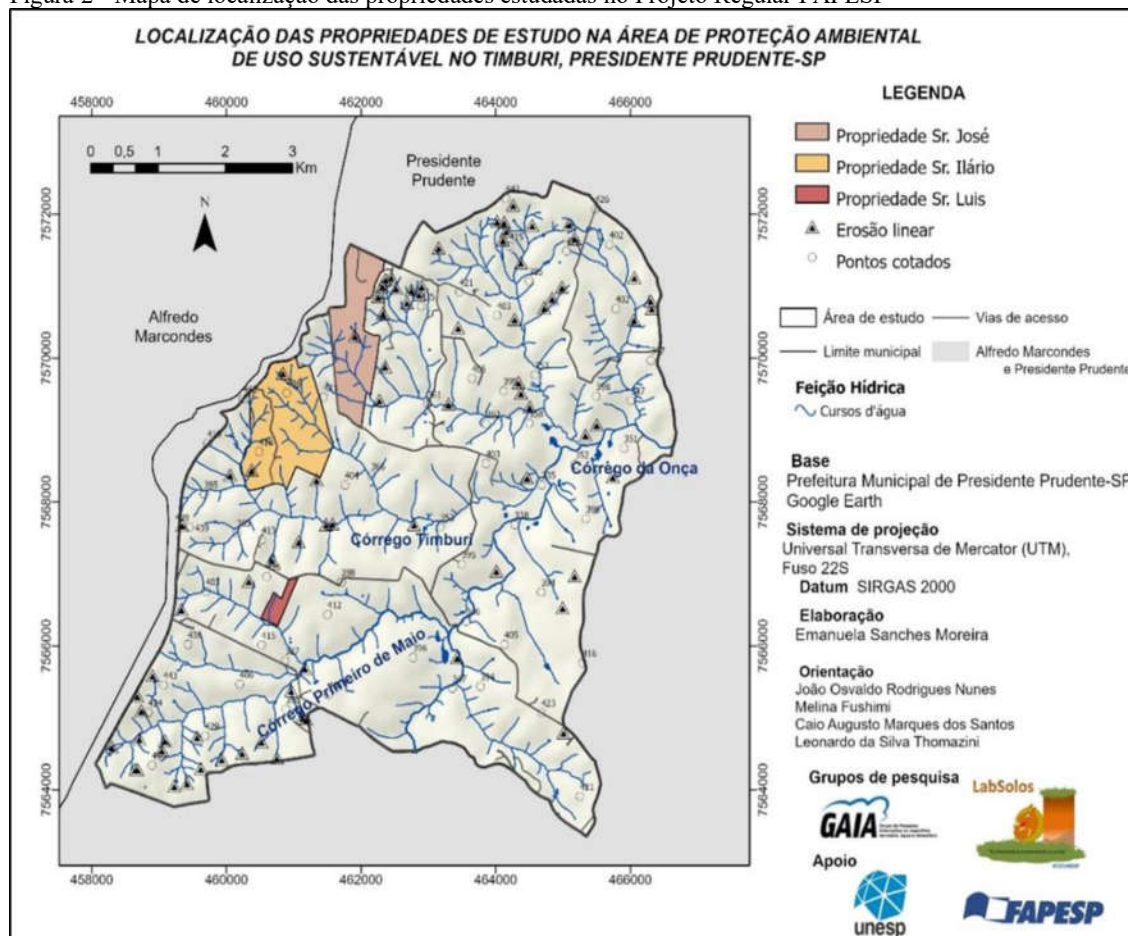
As referências bibliográficas levantadas encontram ao longo do texto, principalmente no capítulo 3, onde encontra-se exposta a caracterização da APA e sua regulamentação.

2.2 Trabalho de campo

Ao longo da realização desse TCC foram realizados três trabalhos de campo percorrendo a área de estudo. O primeiro, realizado em outubro de 2019, teve como objetivo o reconhecimento inicial da área de estudo. O segundo foi realizado ao final da elaboração do banco de dados cartográficos em agosto de 2020, para averiguar a coerência dos mapas elaborados com a realidade do local, para eventuais atualizações. Enquanto o terceiro, realizado em janeiro de 2021, teve como objetivo a conclusão da análise das feições mapeadas.

O segundo trabalho de campo, mais longo e detalhado, foi realizado no dia 31 de agosto de 2020, onde percorremos as três propriedades trabalhadas inicialmente no *Projeto Regular FAPESP*: Sr. José, Sr. Ilário e Sr. Luís, representadas na Figura 2.

Figura 2 - Mapa de localização das propriedades estudadas no Projeto Regular FAPESP



Fonte: Autoria própria.

As três propriedades foram contempladas pelo Projeto Regular FAPESP, que visa recuperar áreas degradadas, cumprindo um dos objetivos previstos na lei de criação da APA. Durante os trabalhos de campo foram analisados os locais onde foram instaladas as estruturas de bioengenharia para conter as erosões causadas, principalmente, pelo escoamento das águas da chuva em superfícies descobertas de vegetação nativa, as quais, muitas vezes, foram pisoteadas pelo gado.

A seguir, apresenta-se uma sequência de fotos (Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8) obtidas durante o trabalho de campo nas três propriedades. As estruturas de bioengenharia supracitadas estão apresentadas nas Figuras 4, 6, 7 e 8, consistindo nas paliçadas de bambu implementadas para barramento das erosões.

Figura 3 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Vertente declivosa na propriedade do Sr. José



Fonte: Autoria própria (trabalho de campo). 31 ago. 2020.

Figura 4 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Paliçadas de bambu aplicadas na propriedade do Sr. José



Fonte: Autoria própria (trabalho de campo). 31 ago. 2020.

Figura 5 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Vista da propriedade do Sr. Ilário



Fonte: Autoria própria (trabalho de campo). 31 ago. 2020.

Figura 6 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Barramentos de erosão na propriedade do Sr. Ilário



Fonte: Autoria própria (trabalho de campo). 31 ago. 2020.

Figura 7 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Vista das erosões na propriedade do Sr. Luís



Fonte: Autoria própria (trabalho de campo). 31 ago. 2020.

Figura 8 - APA do Timburi, Presidente Prudente/SP. Paliçadas de bambu aplicadas na propriedade do Sr. Luís



Fonte: Autoria própria (trabalho de campo). 31 ago. 2020.

Durante a visita nas três propriedades foi possível verificar, confirmar e atualizar as feições traçadas nos mapas, como a ausência de vegetação nativa, as declividades médias predominantes na região percorrida, as formas das vertentes, os tipos de solos, o uso da terra e

significativo número de erosões tornando a área altamente vulnerável à intensificação de novos processos erosivos lineares e laminares.

2.3 Banco de dados cartográficos

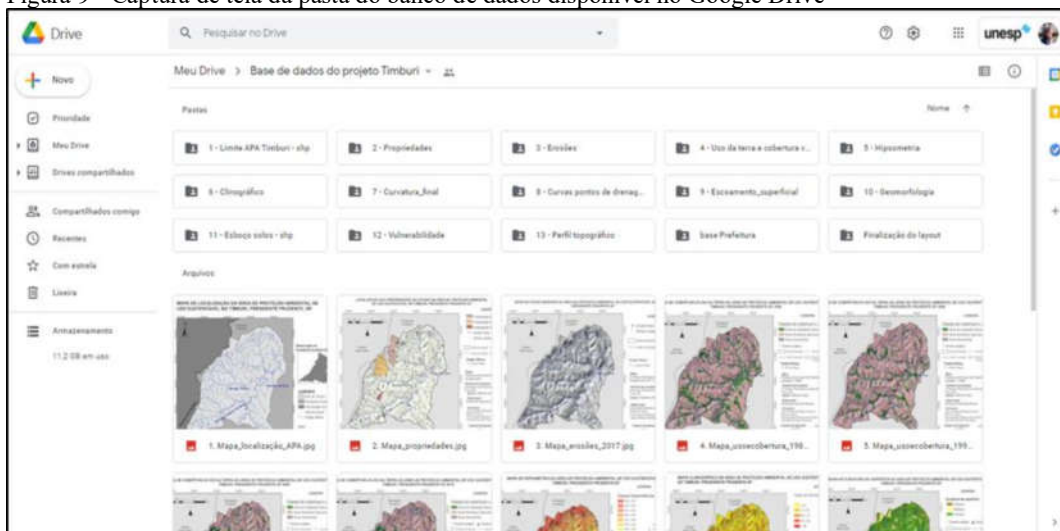
O desenvolvimento do banco de dados cartográficos da APA do Timburi consistiu na elaboração de mapas temáticos por meio do Software ArcGIS® da ESRI, versão PRO 2.5, disponibilizado no site da própria empresa, gratuitamente, entre abril e dezembro de 2020.

Para o melhor domínio do software, foram assistidas aulas online sobre os tipos de mapas a serem elaborados, bem como um curso com duração de uma semana disponibilizado pela empresa Ambiental Pro. Além disso, buscou-se auxílio com membros do Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos e do Projeto Regular FAPESP, os quais demonstram experiência com cartografia.

Os mapas temáticos previstos para esse trabalho foram: mapa de localização das propriedades trabalhadas, mapa dos focos erosivos, mapa de cobertura e uso da terra, mapa de hipsometria, mapa clinográfico, mapa de curvatura da superfície, perfil topográfico horizontal e vertical, mapa de escoamento superficial, esboço de solos, mapa geomorfológico e mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares.

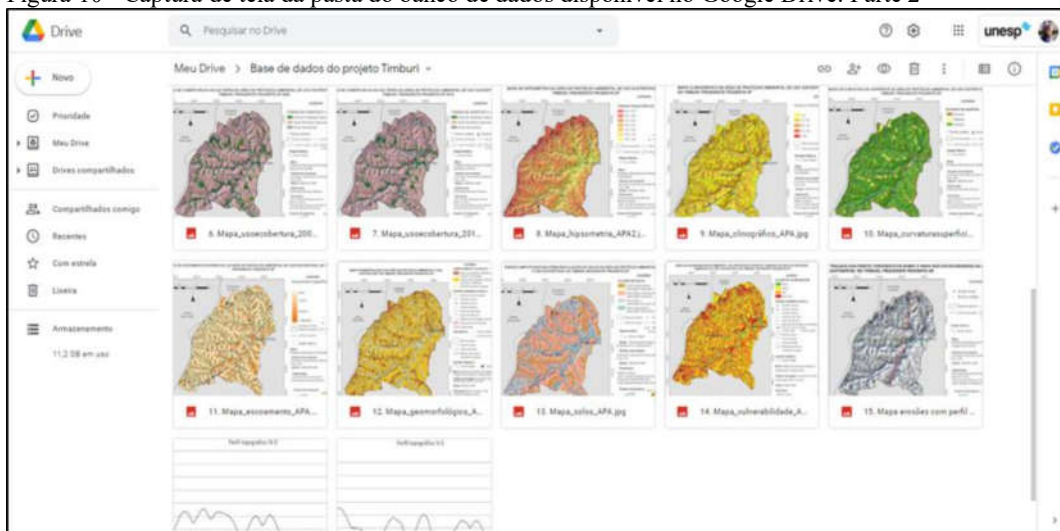
Todos os mapas elaborados para o Projeto Regular, bem como as bases cartográficas foram obtidas com a Prefeitura Municipal de Presidente Prudente/SP, site do IBGE e TOPODATA. As imagens de satélite e os arquivos *shapefile* e raster trabalhados no software ArcGIS para a construção dos mapas temáticos foram organizados num banco de dados disponível no Google Drive (Figuras 9 e 10).

Figura 9 - Captura de tela da pasta do banco de dados disponível no Google Drive



Fonte: Armazenamento do Google Drive.

Figura 10 - Captura de tela da pasta do banco de dados disponível no Google Drive. Parte 2



Fonte: Armazenamento do Google Drive.

3 ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

3.1 Legislação de Áreas de Proteção Ambiental

As Áreas de Proteção Ambiental (APA's) no Brasil, são Unidades de Conservação regulamentadas pela Lei Federal nº 9.985 de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). No entanto, foi a Lei Federal nº 6.902 de 1981 que dispôs sobre a criação de Áreas de Proteção Ambiental e Estações Ecológicas, prevendo que as APA's teriam o objetivo de “[...] assegurar o bem-estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais.” (BRASIL, 1981).

Nos dezenove anos que passaram entre a criação das APA's e a sua regulamentação pelo SNUC, essa categoria de área protegida manteve seus princípios básicos:

Art. . 9º - Em cada Área de Proteção Ambiental, dentro dos princípios constitucionais que regem o exercício do direito de propriedade, o Poder Executivo estabelecerá normas, limitando ou proibindo:

- a) a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água;
- b) a realização de obras de terraplenagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;
- c) o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas;
- d) o exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional. (BRASIL, 1981).

A Lei Federal nº 9.985, por sua vez, foi decretada apenas em 18 de julho de 2000, instituindo o SNUC, o qual regulamentou as Unidades de Conservação, classificando-as em Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Unidades de Conservação de Proteção Integral.

As Unidades de Conservação de Uso Sustentável têm como objetivo principal compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais; enquanto as Unidades de Conservação de Proteção Integral visam principalmente preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000).

As Áreas de Proteção Ambiental fazem parte do grupo das Unidade de Conservação de Uso Sustentável e foram definidas no Artigo 15 do SNUC como:

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das

populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

§ 1o A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2o Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental.

§ 3o As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade.

§ 4o Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

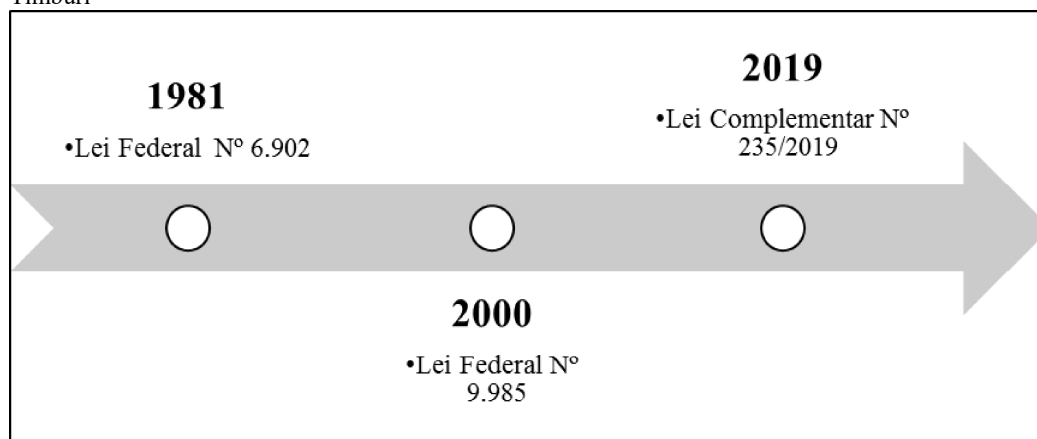
§ 5o A Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta Lei. (BRASIL, 2000).

Essa definição é a que rege as Áreas de Proteção Ambiental até o momento, possibilitando que em todo território nacional as mesmas sigam parâmetros em comum para elaborar e executar seus respectivos planos de manejo, respeitando suas características e peculiaridades. É com base nisso que a Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi foi criada pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, pela Lei Complementar nº 235, em março de 2019.

Em seu primeiro artigo observamos o compromisso com os objetivos assegurados na Lei nº 9.985/2000: “Art. 1º Fica criada a Área de Proteção Ambiental do Timburi (APA do Timburi), com a finalidade de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso de seus recursos naturais.” (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

Portanto, a fim de sintetizar a legislação que regulamenta as Áreas de Proteção Ambiental em nosso país, assim como a criação da nossa Área de Proteção Ambiental de estudo, apresenta-se uma linha do tempo (Figura 11).

Figura 11 - Histórico de regulamentação Federal das Áreas de Proteção Ambiental até a criação da APA do Timburi



Fonte: Autoria própria.

A seguir, explanaremos sobre a caracterização, contextualização e os objetivos da nossa área de estudo, a Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi.

3.2 Área de proteção ambiental de uso sustentável do Timburi

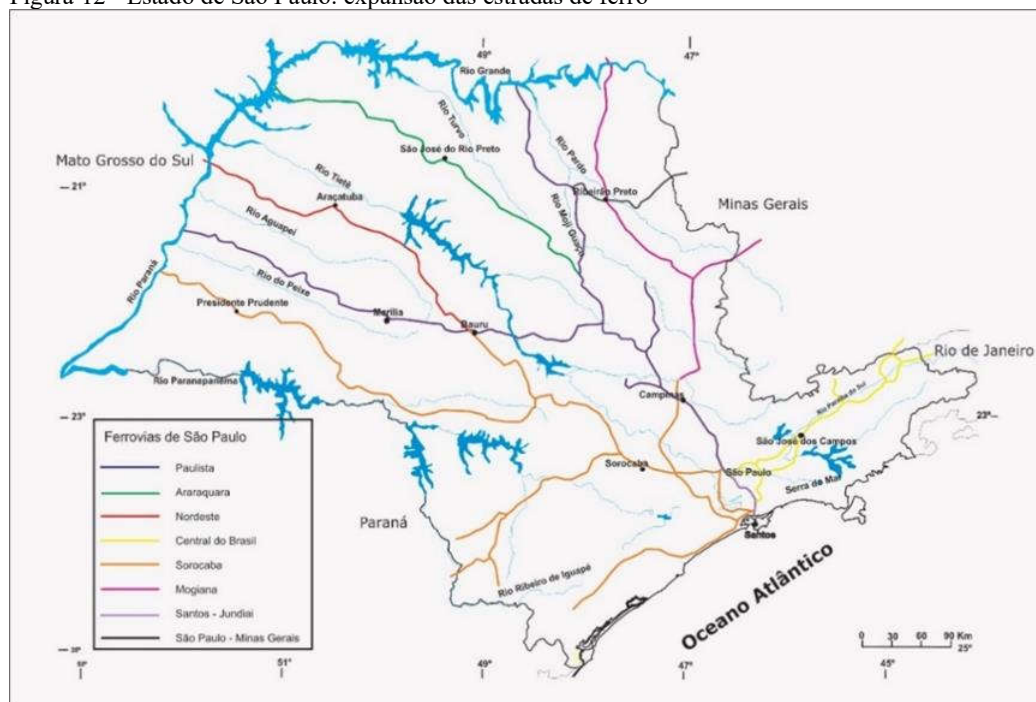
A Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi compõe parte da zona rural do município de Presidente Prudente, o qual está inserido no Oeste do estado de São Paulo. O então município possui 560,637 km² de extensão e população estimada, para o ano de 2019, de 228.743 habitantes (IBGE, 2019) e é sede de uma das quinze regiões administrativas do Estado de São Paulo, cujo território já foi habitado por indígenas das etnias Caiuá, Xavantes e Caingang; por ex-mineradores em busca de terra fértil para agricultura; por brancos fugitivos da convocação da Guerra do Paraguai; e, posteriormente, por coronéis, dentre eles Francisco de Paula Goulart e José Soares Marcondes, que lotearam suas terras, fundando, assim, duas vilas ao redor da linha férrea, as quais deram origem ao que conhecemos hoje como a cidade de Presidente Prudente (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020).

De acordo com Queiroz Neto (2001), a região supracitada tinha como cobertura original a floresta estacional semidecidual (bioma mata atlântica) e cerrados. No entanto, é uma área que passou por grandes transformações paisagísticas, históricas e econômicas, as quais substituíram a vegetação nativa por cultivos agrícolas e, posteriormente, por pastagens, ocasionando degradações ambientais, com destaque para os processos erosivos. Atualmente, em toda região de Presidente Prudente, só é possível encontrar resquícios de mata atlântica

preservada no Parque Estadual Morro do Diabo, situado no município de Teodoro Sampaio, a 130 quilômetros do município de Presidente Prudente.

O principal fator que impulsionou o crescimento econômico e urbano do município de Presidente Prudente foi a construção da Estrada de Ferro Sorocabana, em 1919 que, partindo de Sorocaba, permitia o escoamento do café produzido na região (Figura 12).

Figura 12 - Estado de São Paulo: expansão das estradas de ferro



Fonte: Arquivo Público do Estado de São Paulo. Acesso em: 20 jan. 2021.

O cultivo desse produto era a principal atividade econômica da região, perdurando até a crise de 1929. A partir de então, surgiram investimentos em novos produtos, como o algodão, cultura que trouxe, além da lavoura, indústrias de beneficiamento como a Matarazzo e a Anderson Clayton.

Posteriormente, a pecuária emergiu como outra atividade econômica importante, sendo predominante até hoje. Em 1960, estabeleceram-se em Presidente Prudente, curtumes, frigoríficos e fábricas de calçados, explorando ainda mais a produção bovina da região. Grande parte da área rural de Presidente Prudente tem seu sustento baseado nesse setor, sendo que boa parcela da produção é proveniente de grandes e médias propriedades rurais, ainda que existem inúmeras propriedades de pequeno porte.

Segundo Varcacel e Silva (1997), todas as atividades supracitadas contribuíram para o desmatamento da vegetação nativa, ocasionando a degradação dos ecossistemas locais. Como consequência desses processos, podemos constatar, atualmente, o intenso processo erosivo, grande número de nascentes desprotegidas e o assoreamento de cursos d'água.

De acordo com a Prefeitura Municipal de Presidente Prudente (2020) a área urbana ocupa 16,560 km², enquanto o município apresenta área total de 560 km². Na área rural estão localizados quatro distritos, sendo eles: Ameliópolis, Eneida, Floresta do Sul e Montalvão. Estão presentes, também, inúmeros bairros rurais, dentre eles, o Timburi e o Primeiro de Maio, os quais se tornaram nosso objeto de estudo.

O Bairro do Timburi, juntamente com seu vizinho Primeiro de Maio, constitui a mais antiga aglomeração rural do município de Presidente Prudente/SP. Essa área passou por uma série de perturbações nos últimos anos, devido a uma de suas propriedades, a Fazenda Santa Apolônia, ter sido escolhida para a implantação do aterro sanitário de Presidente Prudente, gerando incômodo aos moradores de toda a região. Então, a comunidade local se uniu a professores da FCT/UNESP, atestando que aquela área não poderia receber um empreendimento dessa categoria.

A impossibilidade de implantação desse tipo de infraestrutura decorre de o fato dessa área apresentar uma grande diversidade biótica e abiótica, com destaque para as inúmeras nascentes desprotegidas, e que já vinham sendo degradadas, principalmente pela substituição da vegetação nativa por pastagens. Dessa forma, pesquisadores da FCT participaram da elaboração de um projeto com intuito de transformar o perímetro dos dois bairros numa Área de Proteção Ambiental (APA).

Foi então, em março de 2019 que a Prefeitura do município aprovou a criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi por meio da Lei Complementar nº 235. Na Figura 13 podemos observar a área total que compreende a APA atualmente.

Figura 13 - Mapa da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: MOREIRA et al. (2020).

3.3 Regulamentação da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi

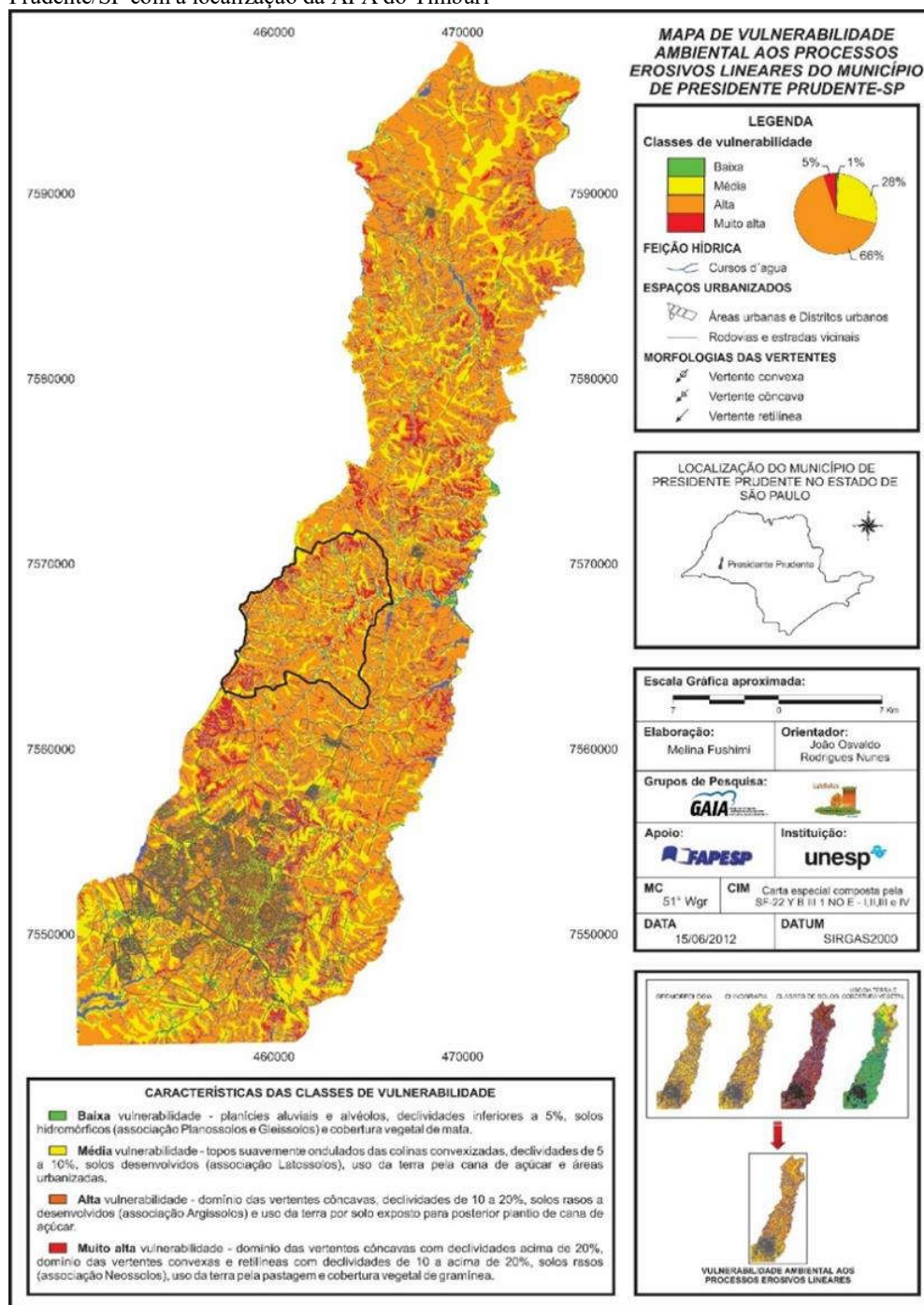
A APA foi decretada englobando os Bairros Timburi e Primeiro de Maio que possuem, juntos, cerca de 82 propriedades rurais, segundo Donaton (2013). A área total é de 4.608,2 hectares e tem sua economia baseada na agropecuária, com predomínio de pastagens para a pecuária de corte e leiteira, intercaladas com algumas porções de produção de hortaliças e frutas.

De acordo com Nunes (2019), a área possui 127 fragmentos de mata residuais, compreendendo 11,24% da área total e uma rede de drenagem de 118,89 km de extensão. Os principais cursos d'água são os Córregos do Leque, da Onça, 1º de Maio e Timburi, sendo esse último, o qual dá nome à APA, o mais importante deles. As cabeceiras de drenagens são majoritariamente em forma de anfiteatro e possuem maior número de ocorrências de processos

erosivos, decorrentes, principalmente, do pisoteio intenso do gado e do escoamento das águas de chuvas em áreas sem a presença de vegetação.

Além disso, conforme Fushimi (2012), a área que compreende a APA está localizada numa porção de alta a muito alta vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares, como podemos observar na Figura 14.

Figura 14 - Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente/SP com a localização da APA do Timburi



Fonte: Fushimi (2012).

A APA do Timburi tem enormes potencialidades ambientais, históricas, culturais, educacionais e econômicas. Entretanto, necessita de um intenso processo de recuperação ambiental, tanto em relação às erosões, quanto em relação à vegetação. Em virtude disso, a

partir do decreto que constitui a APA, foram previstos alguns objetivos e um plano de manejo para a adequação da área em uma APA. Os objetivos estão no Artigo 3º do decreto e são:

Art. 3º A APA do Timburi tem por objetivos:

- I – promover o uso sustentável dos recursos naturais;
- II – proteger a biodiversidade, favorecendo a conectividade dos fragmentos florestais remanescentes por meio da consolidação de corredores ecológicos;
- III – proteger os recursos hídricos e os remanescentes da vegetação natural;
- IV – proteger o patrimônio cultural da comunidade rural local;
- V – proteger as sub-bacias hidrográficas do Rio do Peixe, contribuintes para o abastecimento de água potável do município;
- VI – promover a melhoria da qualidade de vida da população residente na área;
- VII – manter o caráter rural e desenvolver as atividades econômicas existentes na área;
- VIII – evitar o avanço da ocupação urbana e a instalação de atividades danosas na área protegida;
- IX – recuperar e promover a memória da formação histórica do Município de Presidente Prudente;
- X – garantir a proteção dos sítios históricos, paleontológicos e arqueológicos;
- XI – ordenar o turismo ecológico, científico e cultural, e demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental. (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

Tendo em vista os objetivos citados nos incisos II, III e V, percebeu-se a necessidade de ações de recuperação das áreas degradadas, que constitui um dos programas do plano de manejo, previsto no inciso VIII do Artigo 18º do decreto. Pensando nisso é que o Professor Livre Docente João Osvaldo Rodrigues Nunes tem coordenado o Projeto Regular financiado pela FAPESP, intitulado *Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente/SP* (NUNES, 2019).

Portanto, além da criação da APA, é extremamente importante para o município e os bairros em questão que sejam realizados projetos de recuperação ambiental, histórica, cultural e de economia sustentável, por exemplo. No entanto, para fomentar projetos e pesquisas de qualquer cunho científico, a cartografia é um recurso imprescindível para reconhecimento da área e das atividades presentes na mesma, atuando como facilitadora da análise por parte de diversos pesquisadores e, também, como difusora de dados acerca do local.

Considerando-se esses aspectos é que o Projeto Regular FAPESP disponibilizou uma bolsa de treinamento técnico para que fosse elaborada a base de dados cartográficos da APA do Timburi. Assim nasceu esse TCC, a partir da elaboração de um banco de dados cartográficos conciso para a Área de Proteção Ambiental do Timburi, criada recentemente e sem dispor de número significativo de documentos, pesquisas e dados. Assim, espera-se que os mapas realizados e compilados aqui subsidiem futuras pesquisas realizadas na área, a qual constitui um grande palco de estudos ambientais, econômicos, sociais, culturais, históricos e agrícolas.

4 ELABORAÇÃO DO BANCO DE DADOS CARTOGRÁFICOS DA APA DO TIMBURI

4.1 Elaboração dos mapas

No que se refere à elaboração dos mapas temáticos, foi utilizado o Software SIG ArcGIS®/Esri PRO 2.5, cuja licença foi concedida pela empresa aos estudantes universitários, durante a pandemia de COVID-19, como anteriormente explicitado. Foram elaborados, então, o Mapa de Localização da APA, Mapa de Focos Erosivos, quatro mapas da evolução de Cobertura e Uso da Terra, o Mapa de Curvatura da Superfície, Mapa Clinográfico, Mapa de Hipsometria, Mapa Geomorfológico, Esboço de Solos, Mapa de Escoamento Superficial, Mapa de Vulnerabilidade Ambiental e os Perfis Topográficos Horizontal e Vertical.

4.2 Mapa de localização das propriedades

No Google Earth foram delimitadas as três propriedades, com as coordenadas coletadas em campo. Criou-se, assim, um arquivo KMZ. No ArcGIS Pro 2.6 o arquivo KMZ foi transformado em polígono para preencher a forma, seguindo as seguintes ferramentas: “Análise” → “Ferramentas de gerenciamento de dados” → “Recursos” → “Feição para polígono”. Gerou-se então o mapa da Figura 2.

4.3 Mapa de focos erosivos lineares

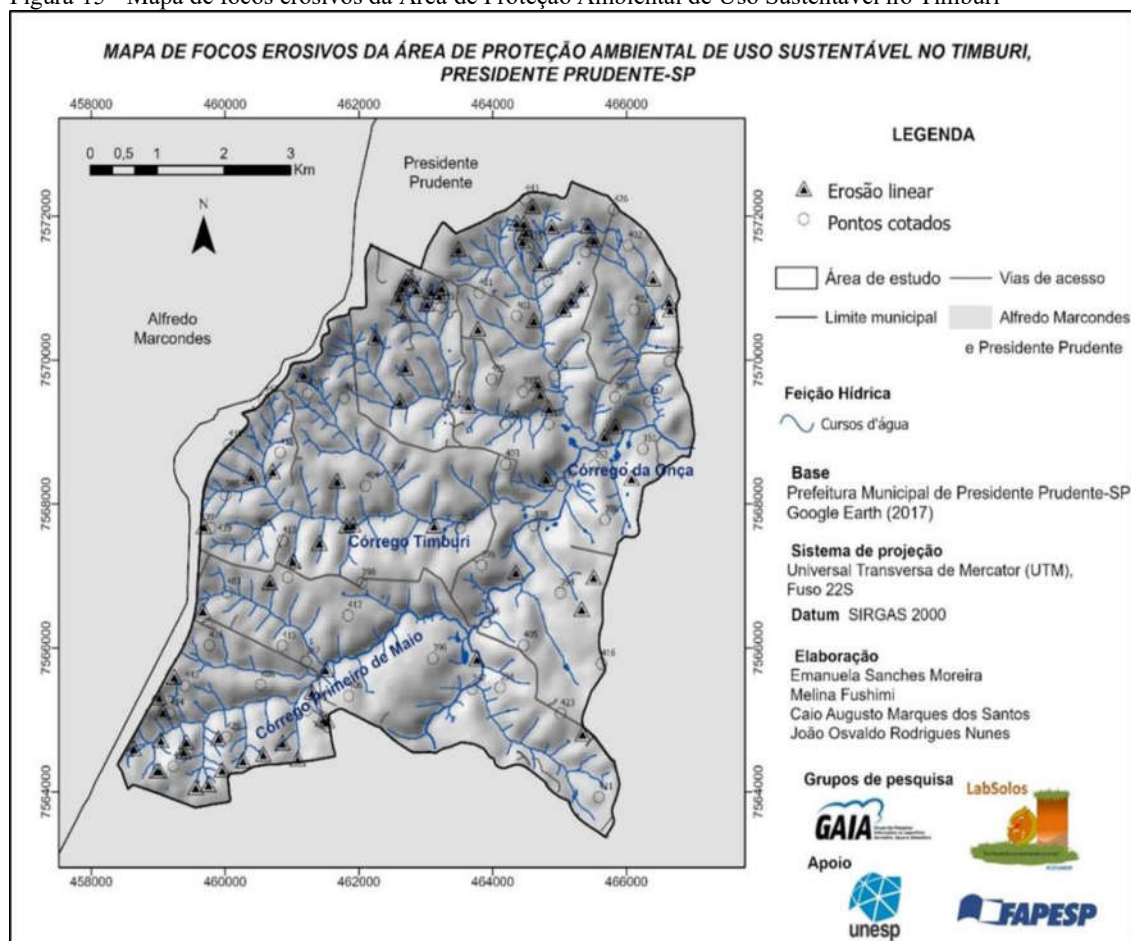
Os focos erosivos foram mapeados a partir da identificação visual de erosões lineares na imagem da área, retirada do Google Earth (2017). Nesta imagem, foram marcadas as coordenadas dos pontos que, em seguida, foram transformadas num *shapefile* para serem inseridos nos mapas.

Para a elaboração do mapa utilizou-se a ferramenta “Adicionar Dados”, onde foram adicionados os *shapefiles* de pontos de erosão, pontos cotados, cursos d’água, vias de acesso, limite da APA, limite municipal e, por fim, o sombreamento do relevo.

Foi preciso, então, recortar apenas a área da APA no *shapefile* de sombreamento, a partir das seguintes ferramentas: “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas de

gerenciamento de dados” → “Raster” → “Processamento de raster” → “Recortar raster”. Por fim, finalizou-se o mapa alterando a transparência do sombreado, no ícone “Aparência” com o layout final (Figura 15).

Figura 15 - Mapa de focos erosivos da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi



Fonte: Autoria própria.

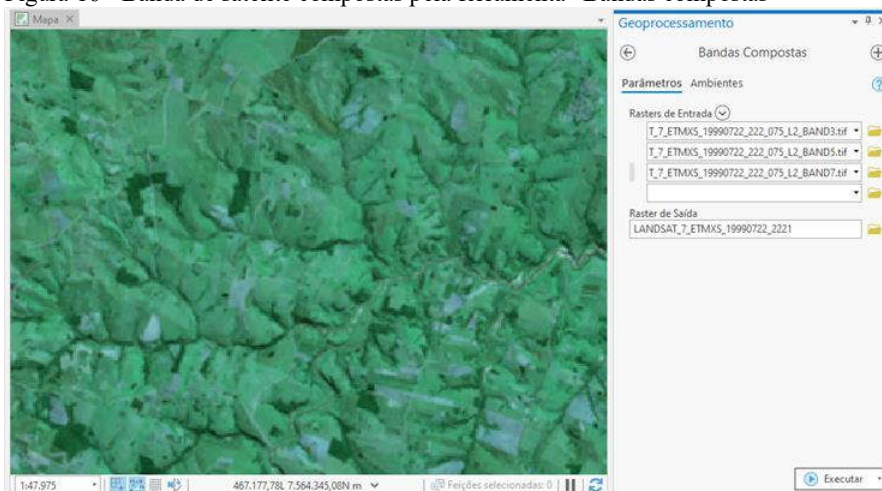
4.4 Mapa de cobertura e uso da terra

Foram elaborados quatro mapas de uso e ocupação da terra dos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019, para auxiliar na análise histórica do processo de ocupação da área de estudo. Na elaboração dos mapas, foi utilizada a versão Pro 2.5 do software ArcGIS® e, como base, foram utilizadas imagens dos seguintes satélites: Landsat-5 (07/11/1989) e Landsat-7 (27/11/1999), com 30 metros de resolução espacial cada; Alos avnir-2 (20/02/2009) e Sentinel-2 (29/11/2019), ambas com resolução de 10 metros.

As imagens do Landsat-5 e do Landsat-7 foram obtidas no Catálogo de Imagens do INPE, no Sistema de Coordenadas WGS 1984. Então, foi preciso criar uma composição de cores, pois as imagens são disponibilizadas em bandas com escala de cinza e, posteriormente, georreferenciar as mesmas.

Para compor as bandas: “Análise” → “Caixa de ferramentas” → “Ferramentas de Gerenciamento de Dados” → “Raster” → “Processamento de raster” → “Bandas compostas”. Então, são escolhidas três bandas que suprem melhor o objetivo do trabalho, sendo criado um raster com cor (Figura 16).

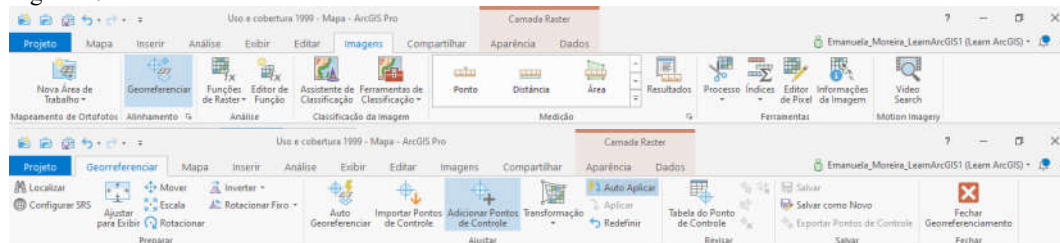
Figura 16 - Banda de satélite compostas pela ferramenta “Bandas compostas”



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Para georreferenciar a imagem (Figura 17), foi adicionado o *shapefile* dos Cursos d'água e em seguida, utilizadas as ferramentas: “Imagens” → “Georreferenciar” → “Adicionar Pontos de Controle”. A execução consiste em adicionar um ponto na imagem e outro ponto correspondente no *shapefile*, finalizando com dois cliques.

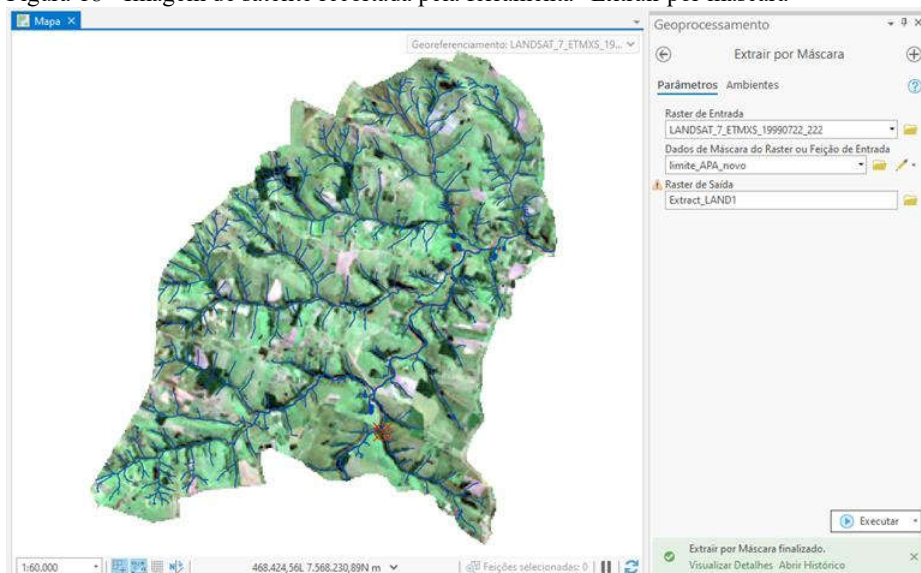
Figura 17 - Ferramentas “Georreferenciar” e “Adicionar Pontos de Controle”



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Com a imagem colorida e georreferenciada, fizemos o recorte da área de estudo (Figura 18) pela ferramenta “extraindo por máscara”, uma vez que a imagem consiste em um raster. “Análise” → “Caixa de ferramentas” → “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Extração” → “Extrair por máscara”.

Figura 18 - Imagem de satélite recortada pela ferramenta “Extrair por máscara”

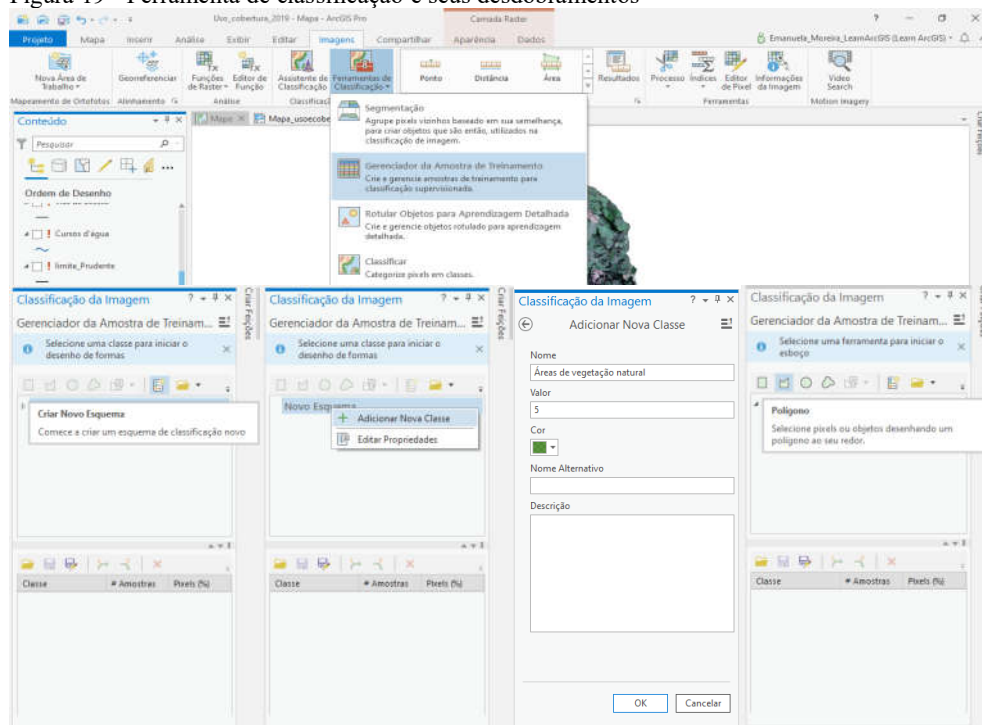


Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

A partir de então, começou o processo de classificação da imagem. Os procedimentos foram os mesmos nas quatro imagens e será detalhado a seguir.

Para classificar os tipos de cobertura e uso do solo criou-se uma classificação supervisionada a partir das ferramentas “Gerenciador da Amostra de Treinamento” e “Classificar” (Figura 19). Para a primeira ferramenta, o caminho foi: “Imagens” → “Ferramentas de Classificação” → “Gerenciador de Amostra de Treinamento” → “Criar Novo Esquema” → “Adicionar Nova Classe”. Em seguida, adicionamos três classes, sendo elas as “Áreas de Vegetação Natural”, “Áreas Antrópicas Agrícolas” e “Áreas Descobertas”, e, com a opção “Polígono”, foram desenhadas amostras de cada classe definida.

Figura 19 - Ferramenta de classificação e seus desdobramentos



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

As classes foram escolhidas com base nos usos observados por meio da imagem de satélite e confirmados em campo. Para análise da imagem, foi levado em consideração a textura, a rugosidade e a tonalidade dos objetos observados nas imagens. Essas classes, bem como suas cores, foram definidas de acordo com a Tabela de Classes da Cobertura e do Uso da Terra Níveis I e II, encontrada na página 149 do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). O critério para adoção da categoria “Áreas Antrópicas Agrícolas” foi estabelecido a partir do fato de que a área possui pastagens e culturas agrícolas. Não sendo possível diferenciá-las na imagem de satélite, optou-se, assim, pela generalização.

Após as amostras terem sido criadas, agrupou-se cada qual em sua respectiva classe através da ferramenta “Recolher”. Depois de todas as classes terem sido devidamente agrupadas, clica-se no botão “Salvar”, ao lado de “Recolher”, salvando, assim, as amostras que serão utilizadas a seguir.

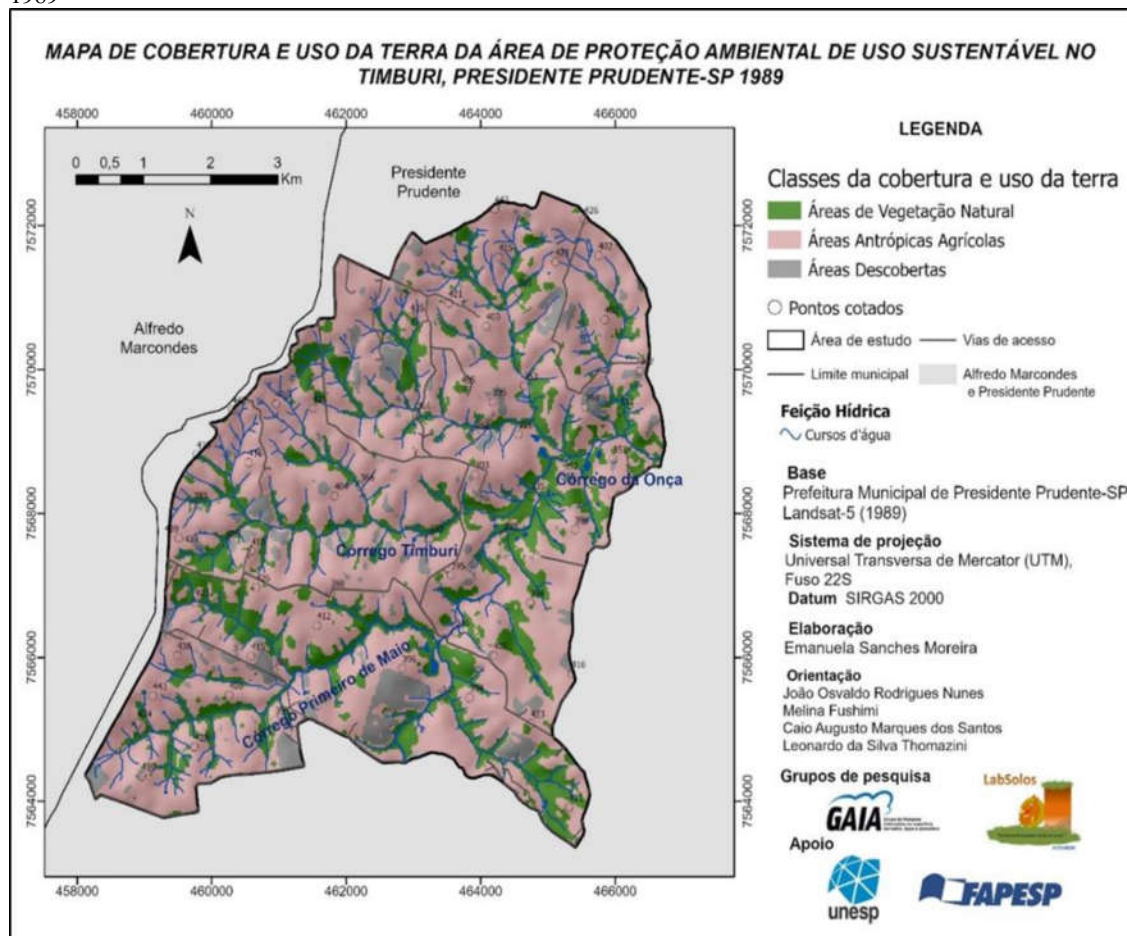
A segunda ferramenta utilizada foi “Classificar”, a qual está inserida na “Ferramenta de Classificação”, encontrada no ícone “Imagens”. Para a execução da classificação automática, é preciso selecionar o classificador “Máxima Verossimilhança” e, em “Amostras de Treinamento”, escolher o *shapefile* das amostras, que foi criado na etapa anterior. Ao executar, a classificação ocorre automaticamente, sendo necessário, apenas, generalizar os pixels a fim

de limpar a visualização da imagem, por meio das seguintes ferramentas: “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Generalização” → “Filtro Predominante”.

Posteriormente, partimos para a finalização, adicionando os *shapefiles* de relevo sombreado, limite do município, drenagem, vias de acesso, erosões lineares e pontos cotados. Coloca-se o de sombreado atrás do mapa generalizado do uso da terra, que está com transparência 25%. Para os pontos cotados, é preciso colocar os valores. Clicando em cima da camada, aparece a aba “Rotulação” e, no ícone “Campo”, seleciona “Elevation” e, em “Rótulo”, desabilita e habilita novamente para atualizar.

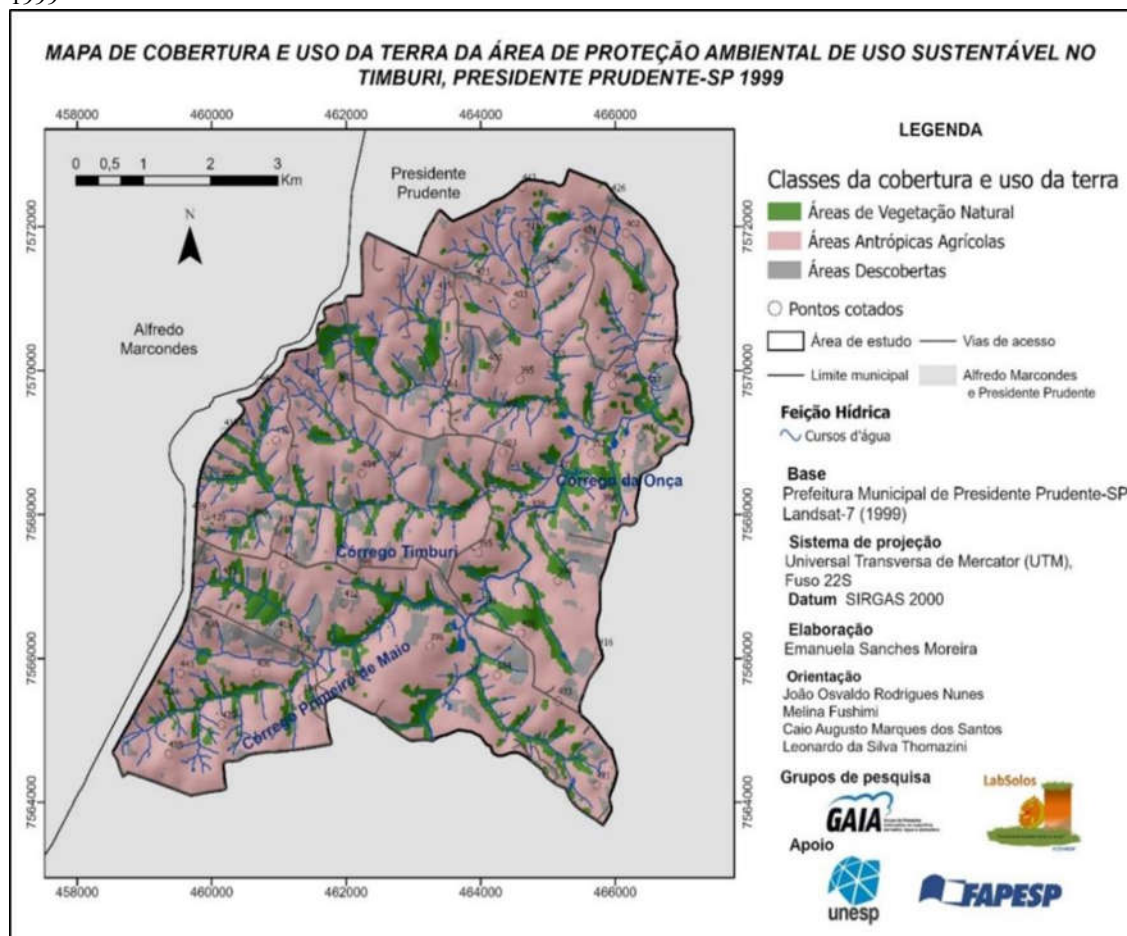
Para a edição do Layout, deve-se clicar no ícone “Inserir” → “Novo Layout”. Escolhe-se o tamanho A4 em paisagem e insere legendas, escala, título e dados acerca da construção do mapa. Por fim, exporta-se o layout em JPEG chegando nos seguintes resultados (Figuras 20, 21, 22 e 23).

Figura 20 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 1989



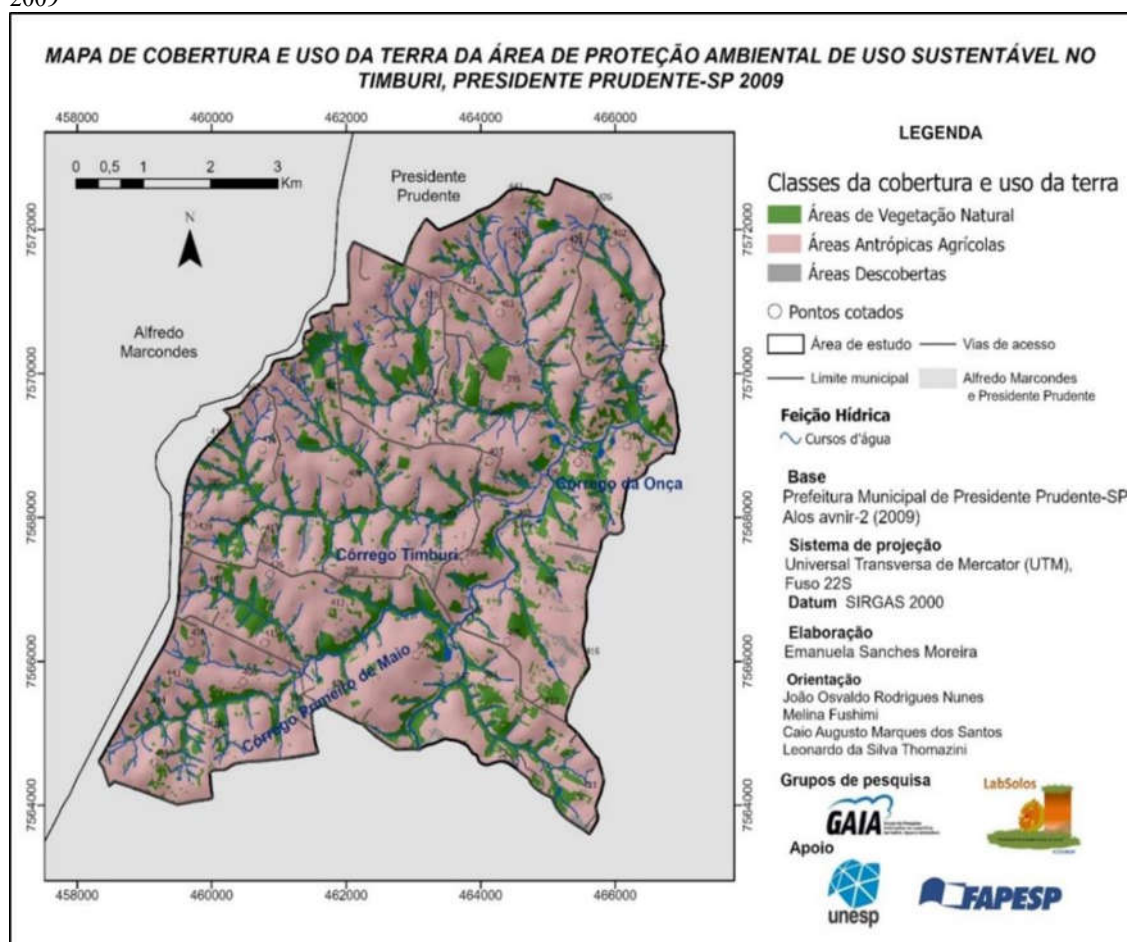
Fonte: Autoria própria.

Figura 21 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 1999



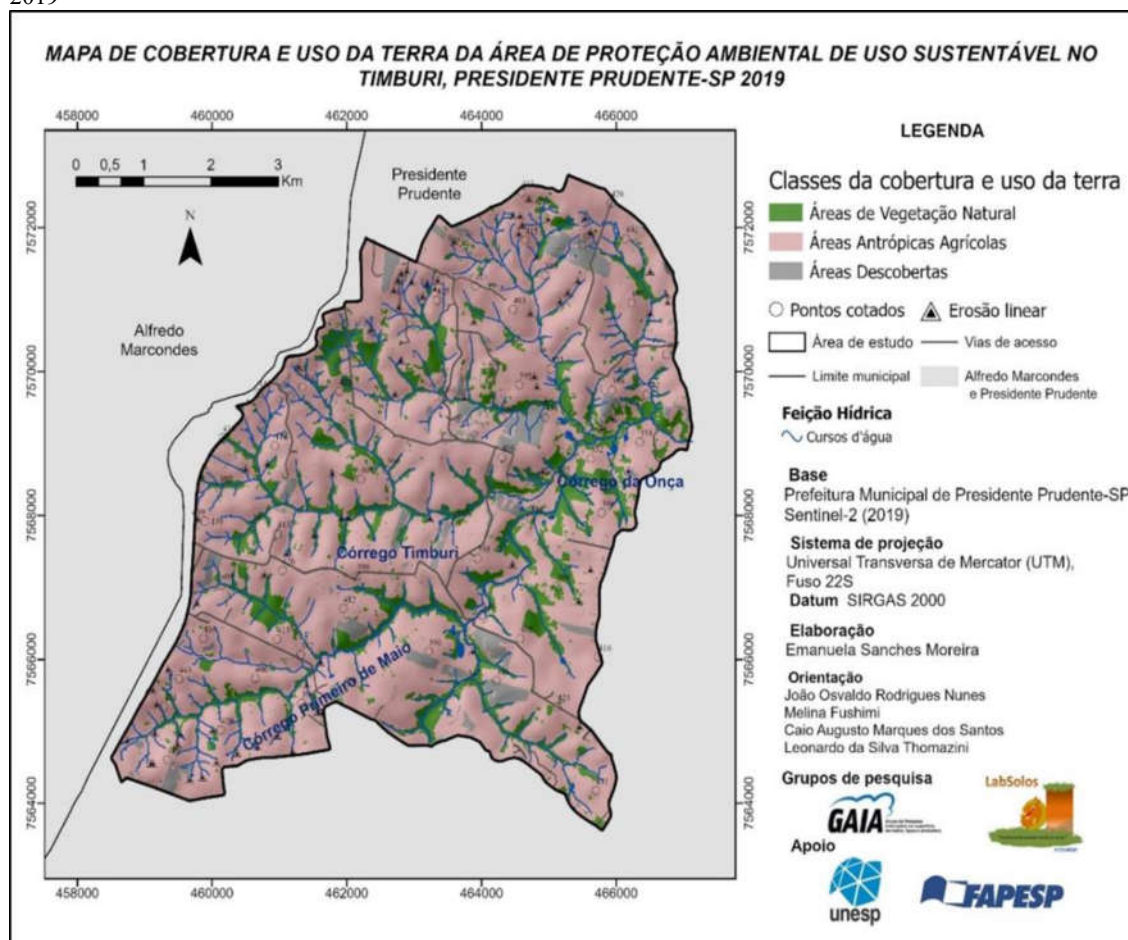
Fonte: Autoria própria.

Figura 22 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 2009



Fonte: Autoria própria.

Figura 23 - Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi – 2019

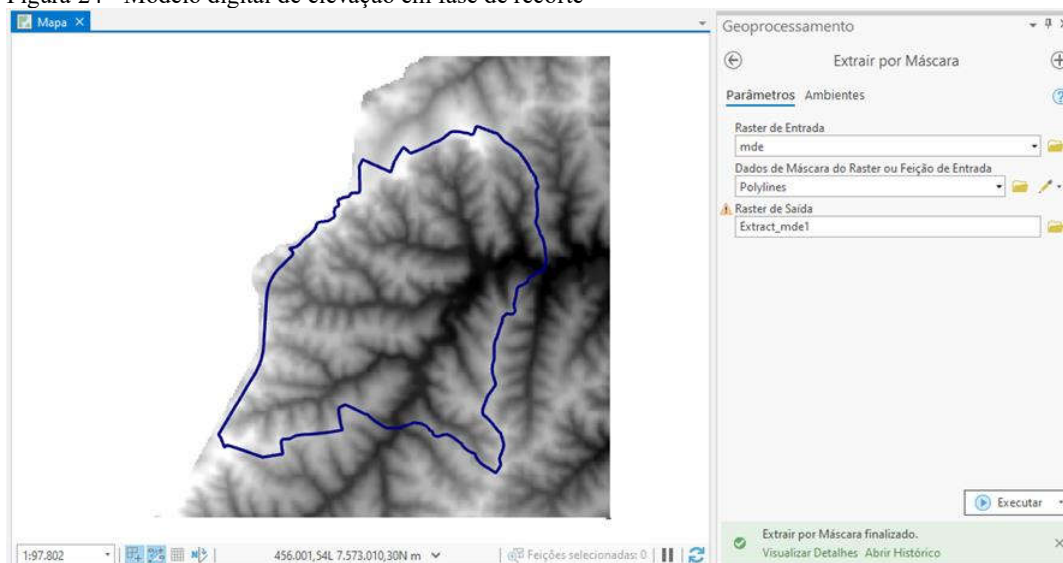


Fonte: Autoria própria.

4.5 Mapa de hipsometria

O mapa de hipsometria da APA do Timburi foi elaborado no software ArcGIS® PRO 2.5, a partir do modelo digital de elevação baixado no site TOPODATA. Fizemos o recorte no raster (Figura 24): “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Extração” → “Extrair por máscara”.

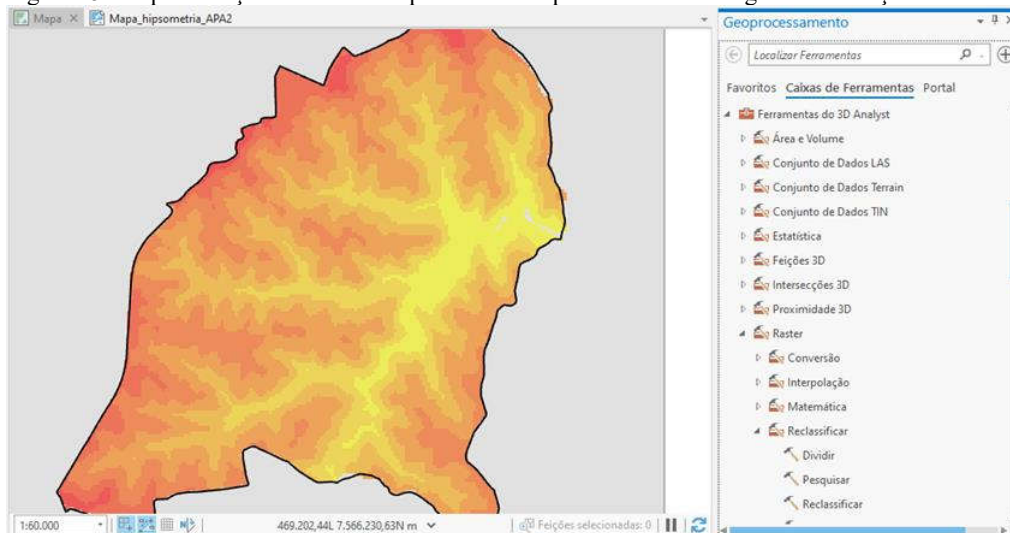
Figura 24 - Modelo digital de elevação em fase de recorte



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Então é feita a reclassificação do modelo digital de elevação, por meio da ferramenta “Reclassificar”, encontrada no ícone “Ferramentas do 3D Analyst → Raster”. A amplitude altimétrica da área de estudo é de 140 metros, sendo que a área com maior altitude está situada a 470 metros e a menor, a 330 metros. Assim, a altimetria foi dividida em sete classes hipsométricas (Figura 25).

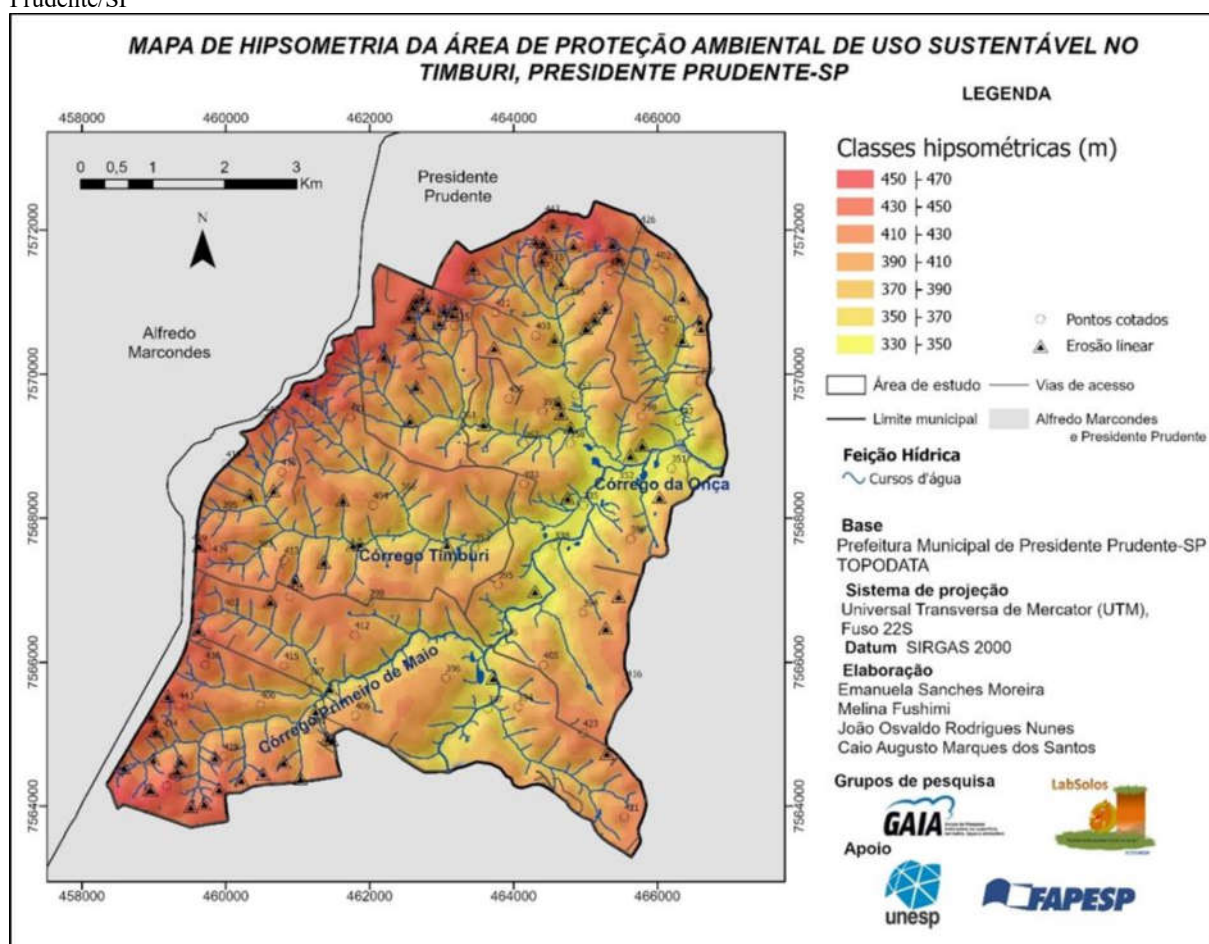
Figura 25 - Representação das classes hipsométricas a partir do modelo digital de elevação



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

O raster reclassificado teve sua transparência alterada e, abaixo dele, foi inserido um relevo sombreado, a fim de dar profundidade. Isso foi feito da seguinte forma: “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Superfície” → “Relevo sombreado”. Com os dois *shapefiles* sobrepostos finalizou-se o mapa, inserindo cursos d’água, limite municipal, vias de acesso, erosões lineares e pontos cotados, gerando o layout final (Figura 26).

Figura 26 - Mapa de hipsometria da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

4.6 Mapa clinográfico

O mapa clinográfico da APA do Timburi foi elaborado no software ArcGIS®, versão PRO 2.5, a partir do modelo digital de elevação disponível no TOPODATA. A princípio, criou-se uma declividade na ferramenta “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Superfície” →

“Declividade”. Em seguida reclassificou-se em “Ferramentas do 3D Analyst” → “Raster” → “Reclassificar”, utilizando as classes de declividade definidas por Cunha (2001), realizando adaptações para as características ambientais da área de estudo (Quadro 1) e (Figura 27).

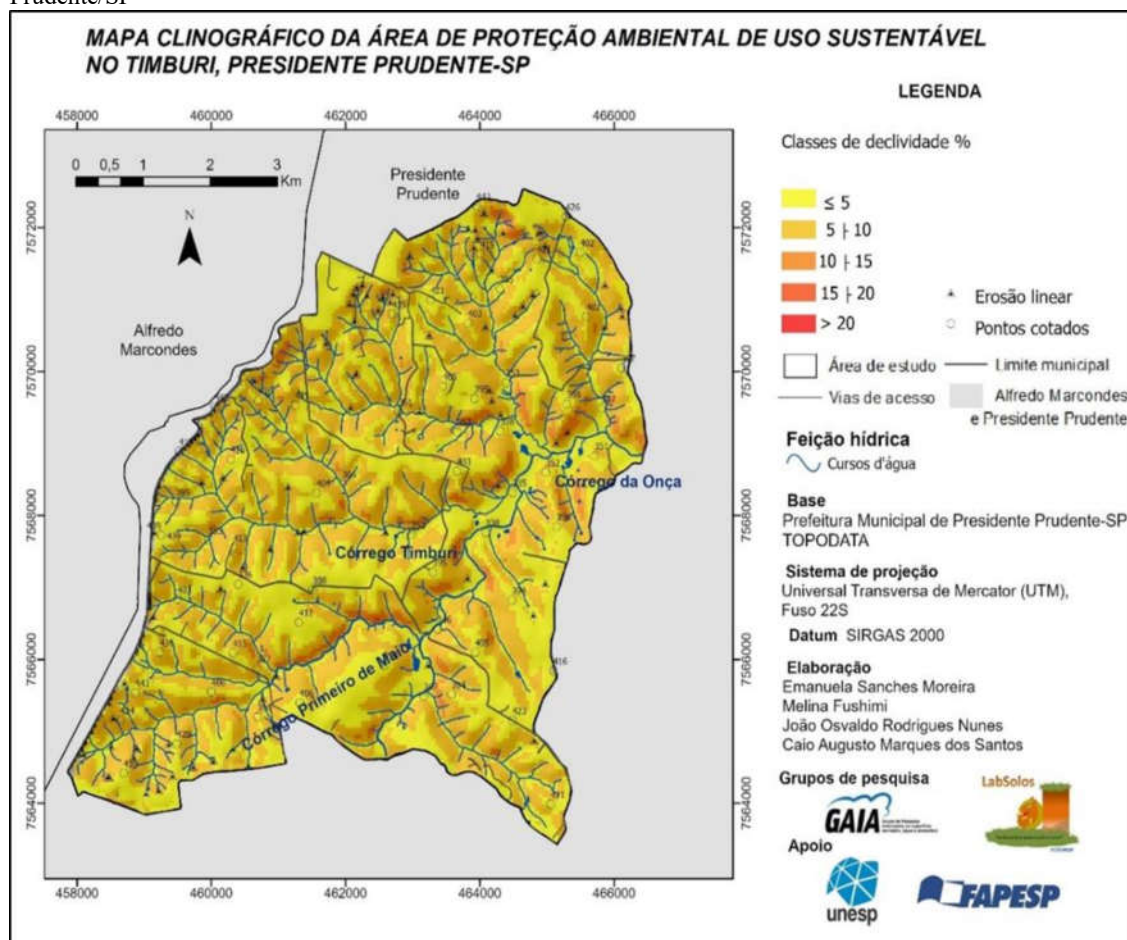
Quadro 1- Classes de declividade para a área de estudo

Classes de declividade propostas por Cunha (2001)	Classes de declividade adaptadas para a área de estudo
< 5%	$\leq 5\%$
5 F 10%	5 F 10%
10 F 20%	10 F 15% 15 F 20%
20 F 30% 30 F 40% $\geq 40\%$	> 20%

Fonte: Cunha (2001), adaptado.

As classes de 20 a 40% foram generalizadas numa única classe (>20%) devido a região de Presidente Prudente apresentar suas declividades mais acentuadas em torno dos 20%.

Figura 27 - Mapa clinográfico da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

4.7 Mapa de curvatura da superfície

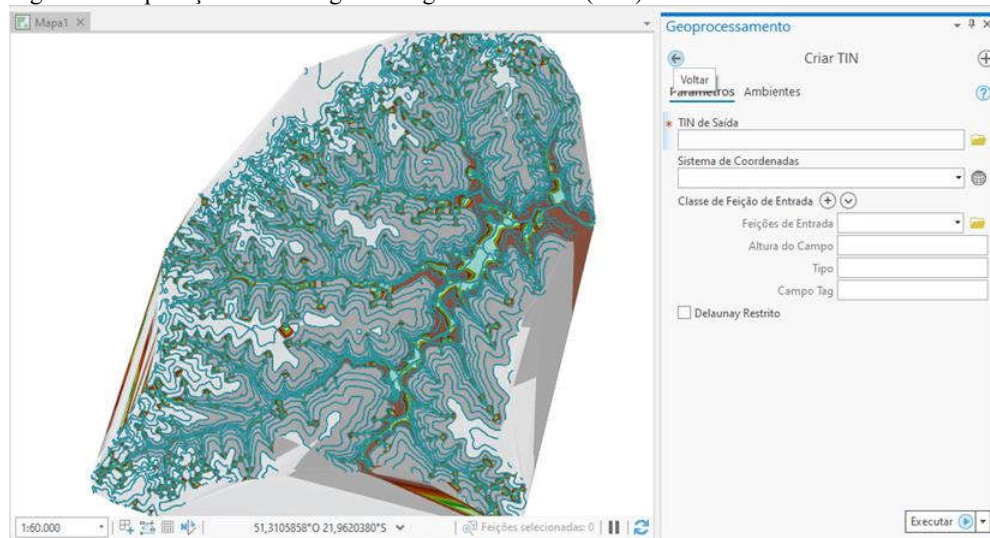
O mapa de curvatura da superfície é fundamental para reconhecer as feições geomorfológicas da área, uma vez que as curvaturas côncavas tendem a ter grande fluxo de escoamento concentrado, podendo, conforme o uso e ocupação, gerar processos erosivos lineares. Enquanto as curvaturas convexas possibilitam escoamentos superficiais mais difusos, podendo causar erosões laminares. Para a recuperação das áreas degradadas, faz-se importante reconhecermos tais especificidades, pois essas diferenças demandam distintas formas de técnicas de contenção das erosões.

Esse mapa foi elaborado no software ArcGIS PRO 2.5, utilizando como base o *shapefile* das curvas de nível do município de Presidente Prudente, fornecido pela Prefeitura. Foi preciso

recortar o limite da APA, seguindo os comandos: “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas de Análise” → “Extrair” → “Recortar”.

Para criar a classificação de curvatura da superfície, é preciso triangular as curvas de nível, ou seja, transformar o arquivo *shapefile* em TIN (Triangular Irregular Network) (Figura28). Para isso: “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do 3D Analyst” → “Gerenciamento de Dados” → “TIN” → “Criar TIN”.

Figura 28 - Aplicação da “Triangular Irregular Network” (TIN)

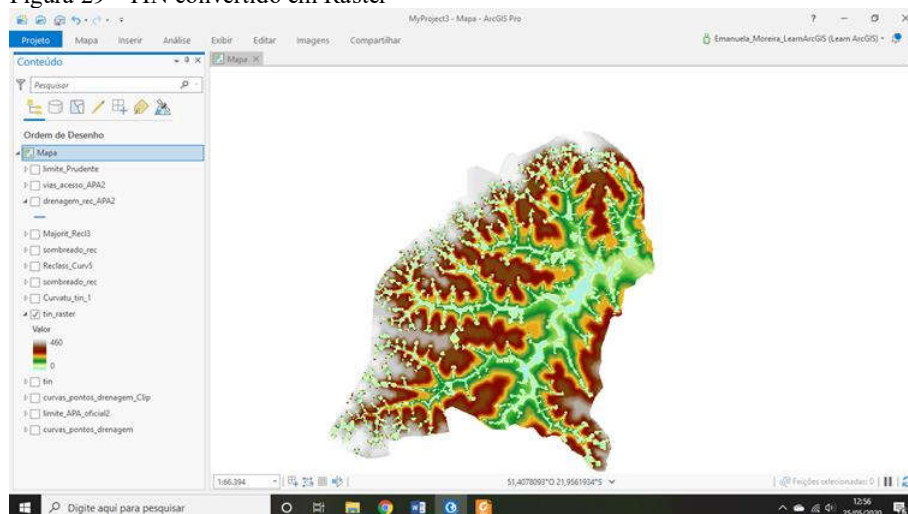


Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Ao criar o TIN, o limite da APA sofre uma desconfiguração, sendo necessário, então, realizar um novo recorte utilizando como base o *shapefile* do limite da APA. Dessa vez, é utilizada a ferramenta “Editar TIN”, encontrada no seguinte caminho: “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do 3D Analyst” → “Gerenciamento de Dados” → “TIN” → “Editar TIN”.

Com o TIN vetor pronto é preciso convertê-lo em Raster (Figura 29), pois a curvatura só é feita em arquivo raster. O processo é o seguinte: “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do 3D Analyst” → “Conversões” → “DO TIN” → “TIN para “Raster”.

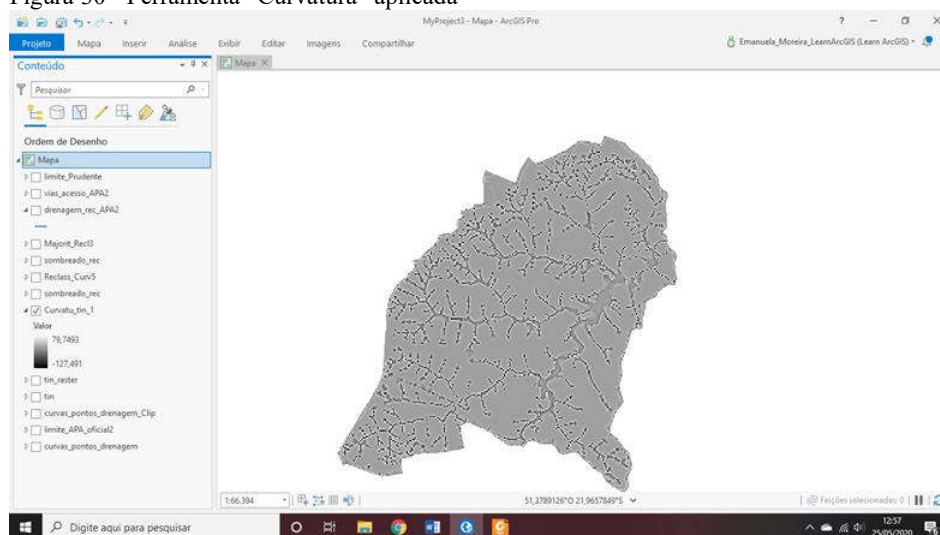
Figura 29 - TIN convertido em Raster



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Com o Raster criado, é preciso configurar as propriedades e dar início a elaboração da curvatura. “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do 3D Analyst” → “Superfície do Raster” → “Curvatura” (Figura 30).

Figura 30 - Ferramenta “Curvatura” aplicada



Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Com a curvatura criada é preciso reclassificar os valores para criar as classes côncava, retilínea e convexa. Para isso: “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do 3D Analyst” → “Reclassificação de Raster” → “Reclassificar”.

Seleciona o raster da curvatura e em “Parâmetros” clicamos no botão “Classificar” → Número de classes: 3, e “Reclassificação”, onde é preciso ajustar os valores de acordo com as classes, porém, mantendo as classes limítrofes de acordo com a base da Prefeitura:

- Classe 1 (côncavo): valor inicial mantém o gerado pelo mapa; valor final -0.001;
- Classe 2 (retilíneo): valor inicial -0.001; valor final 0.001;
- Classe 3 (convexo): valor inicial 0.001; valor final mantém o gerado pelo mapa.

Em “Ambientes”: “Método de conversão do tamanho da célula” → “Preservar resolução”.

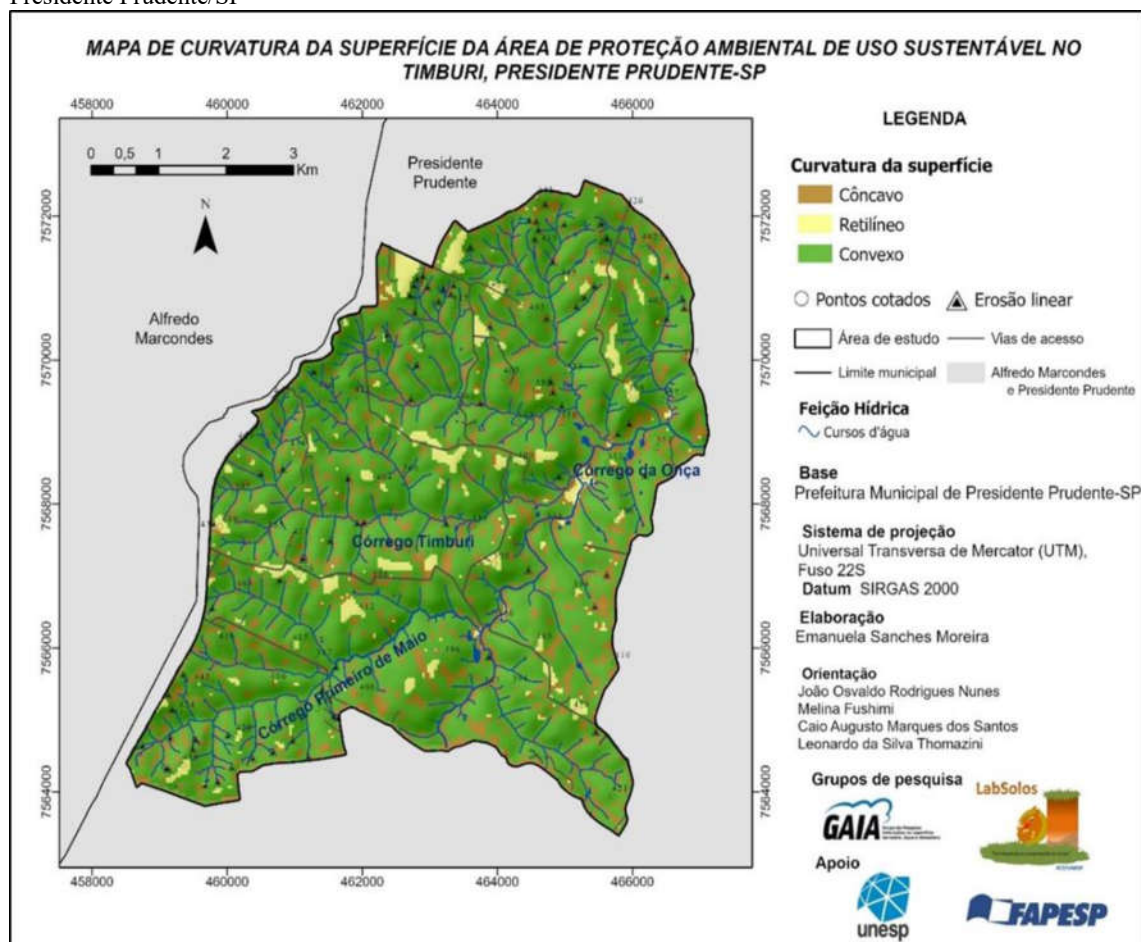
Com os valores reclassificados, o mapa é gerado com três classes. Então, é necessário fazer a generalização dos pixels, pois o programa lê alguns elementos da imagem em classificação discordante. Para isso: “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Generalização” → “Filtro Predominante”. Seleciona o *shapefile* da reclassificação, em “Número de vizinhos para utilizar” seleciona-se “Oito”.

Para configurar as cores é preciso clicar na cor com o botão direito do mouse e selecionar “Propriedades de cor”. Então, no editor, devemos conferir se está na composição “RGB” e colocar os seguintes valores:

- Para o Côncavo: Vermelho 168, Verde 112, Azul 0, Transparência 25%;
- Para o Retilíneo: Vermelho 252, Verde 253, Azul 115, Transparência 25%;
- Para o Convexo: Vermelho 59, Verde 168, Azul 0, Transparência 25%.

Com o mapa pronto, adicionou-se o *shapefile* de relevo sombreado, limite do município, drenagem, vias de acesso, erosões lineares e pontos cotados. Coloca-se o sombreado atrás do mapa generalizado da curvatura, que está com transparência 25%. Para os pontos cotados, é preciso colocar os valores: Clica com o direito na camada → “Rotulação” → “Rotular feições nesta classe”. Para a edição do Layout: “Inserir” → “Novo Layout”. Escolhe-se o tamanho e edita legendas, dados, escala, título e dados acerca da construção do mapa. Por fim, exporta-se o layout em JPEG (Figura 31).

Figura 31 - Mapa de curvatura da superfície da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

4.8 Mapa de escoamento superficial

O desenvolvimento dos processos erosivos lineares pode estar associado ao fluxo do escoamento superficial, juntamente com as características de uso e ocupação da terra. Com isso, buscou-se a elaboração do mapa de concentração do escoamento superficial da área de estudo. Para tal identificação, seguindo o método de fluxo múltiplo (*multiple flow*), realizou-se o mapeamento de Transferência de Fluxo Distribuída ou Fluxo Distribuído, o qual permite calcular áreas contribuintes de fluxos superficiais a montante de uma área, tendo o fator declividade como principal parâmetro dos cálculos.

O procedimento metodológico baseia-se numa matriz gerada a partir da base cartográfica, a qual é inserida no software ArcGIS para gerar o Modelo Digital do Terreno (MDT) pela ferramenta “Topo to Raster” em “Spatial Analyst”, tendo como base as curvas de

nível, drenagens e os pontos cotados. Para avaliar os desvios do escoamento superficial gerados pela ação antrópica, originados pelos arrumamentos criou-se um arquivo (*shapefile*) combinando as drenagens fluviais com as pluviais e as formadas pela concentração dos arruamentos.

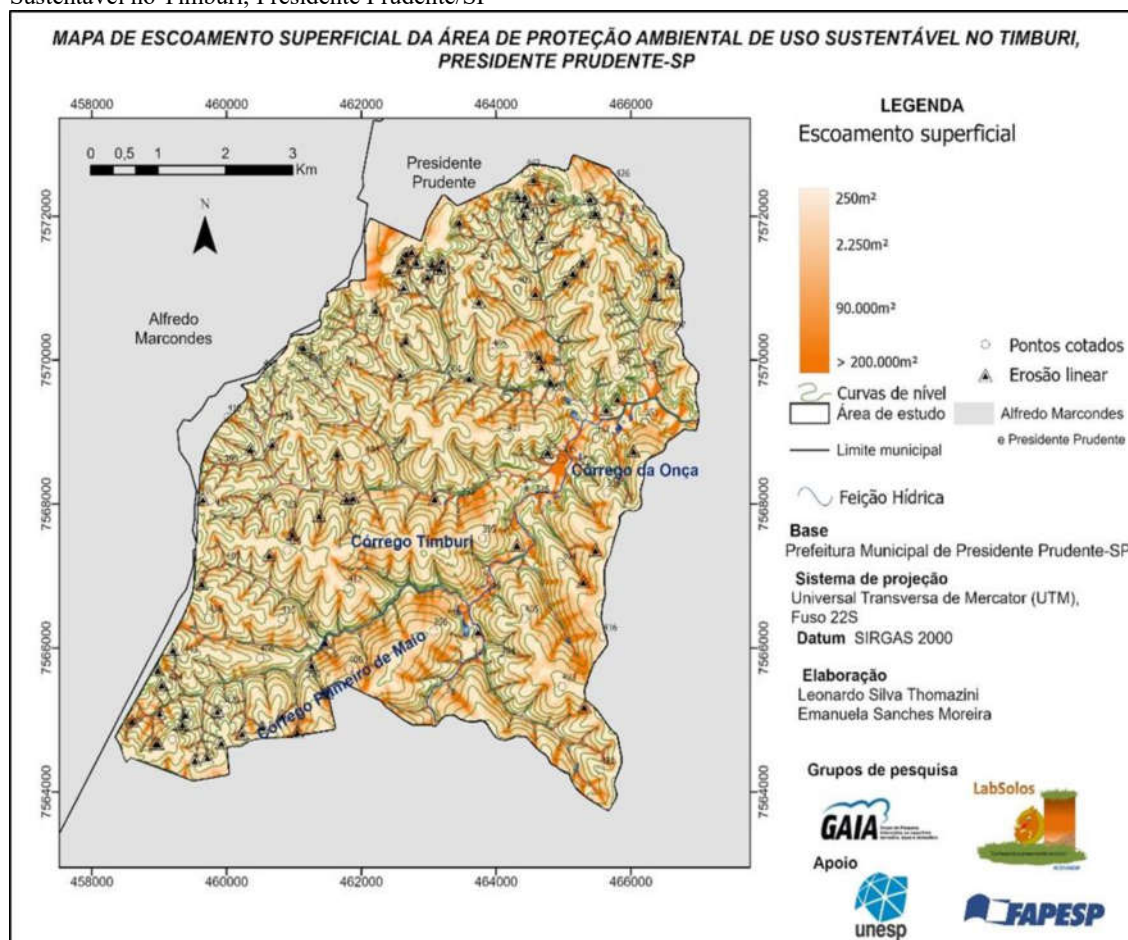
As feições deste novo arquivo devem apresentar a orientação do fluxo das drenagens, ou seja, os inícios das drenagens devem coincidir com o início do desenho das feições, assim como o seu fim deve representar o exutório das drenagens.

Após a geração do MDE, esse é adicionado no programa Arc View para modelar os fluxos de escoamento (*Flow*), por meio da ferramenta “*Hidrotools*”. Durante a interpolação dos dados, há a opção de três tipos de fluxos: D8 - Fluxo Simples (*single flow*), MD - Fluxo Múltiplo (*multiple flow*) e MDD8 – Fluxo Combinado.

O material gerado foi novamente salvo no formato GRID e exportado para o software ArcGIS, necessitando a reclassificação da distribuição dos pixels.

O escoamento superficial foi definido entre o intervalo de 25m² a >2.500m² onde os pixels mais claros recebem menor contribuição de montante em relação aos mais escuros. Considerando que cada pixel possui 225m², este receberá a contribuição do escoamento superficial referente a tonalidade do pixel. O resultado obtido é a Figura 32.

Figura 32 - Mapa do fluxo de concentração de escoamento superficial da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

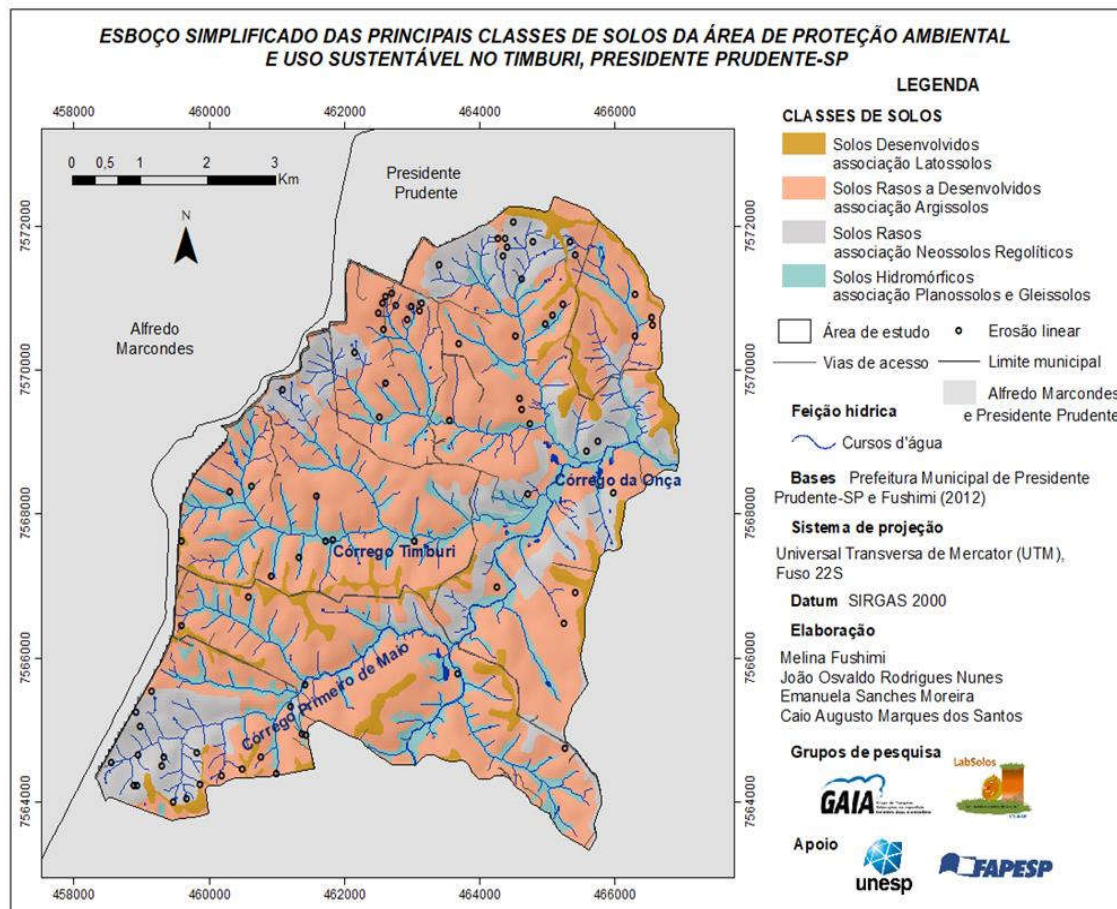
4.9 Esboço simplificado das principais classes de solos

Baseado nos mapas geomorfológico e clinográfico do município de Presidente Prudente/SP, nos perfis topográficos e nos trabalhos de campo, foi elaborado no CorelDraw X4® e georeferenciado no Global Mapper 11®7 o esboço simplificado das principais classes de solos.

É importante ressaltar que na região de Presidente Prudente/SP não existem mapeamentos pedológicos em escala detalhada (1:25.000), somente 1:500.000, com o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (antiga Comissão de Solos, 1960) e o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999). Assim, justifica-se a elaboração do esboço de solos (Figura 33), mesmo com poucos pontos de

amostragem, visto também que a escala base utilizada em ambiente de SIG é 1:25.000, tendo como referência o mapa geomorfológico.

Figura 33 - Esboço simplificado das principais classes de solos da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

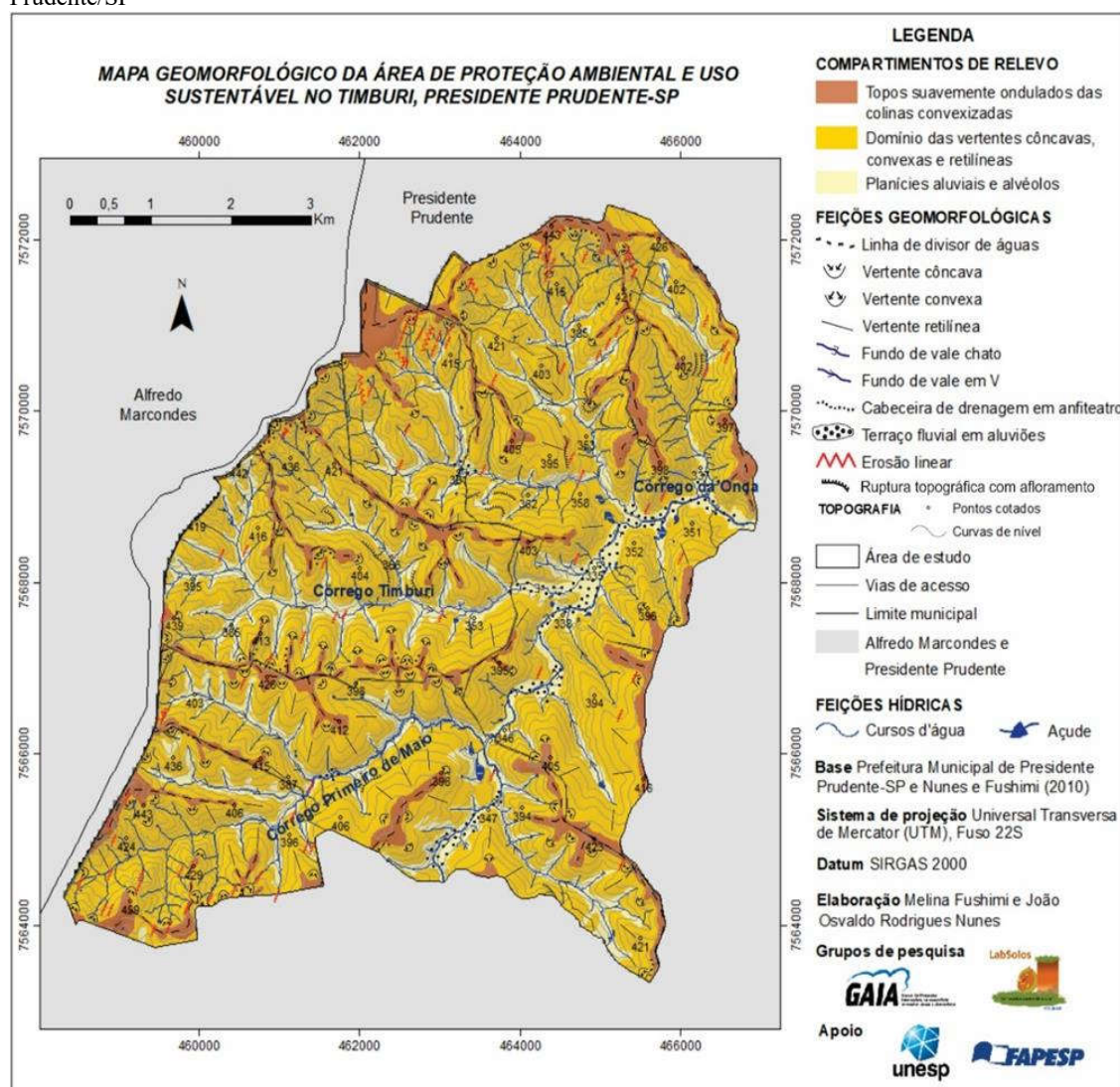
4.10 Mapa geomorfológico

O mapa geomorfológico foi espacializado no ArcGIS® 10.5 com base no Mapa Geomorfológico do Município de Presidente Prudente/SP, na escala 1:25.000, elaborado por Nunes e Fushimi (2010), que realizaram a fotointerpretação de feições geomorfológicas de fotografias aéreas do ano de 1995. Posteriormente, trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de verificar e atualizar as informações mapeadas. A legenda baseou-se em Tricart (1965), Verstappen e Zuidam (1975) e no Mapa Geomorfológico do Perímetro Urbano de Presidente Prudente/SP (NUNES et al., 2006).

Os pontos cotados, as vias de acesso e os cursos d'água inseridos no mapa foram disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente/SP e o limite municipal possui como referência o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Cabe ressaltar que, mediante a escala do mapa apresentado, não foi possível categorizar as erosões lineares entre seus níveis, tais como sulcos, ravinas e voçorocas, optando-se, assim, em identificar apenas a ocorrência da erosão seja ela qual for (Figura 34).

Figura 34 - Mapa geomorfológico da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Elaboração: Fushimi e Nunes (2010).

4.11 Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares

O mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares foi elaborado no SPRING 5.2®, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O mapa resultou da correlação entre as variáveis da paisagem (geomorfologia, clinografia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal), espacializadas em mapas temáticos e incluídos nos Planos de Informações.

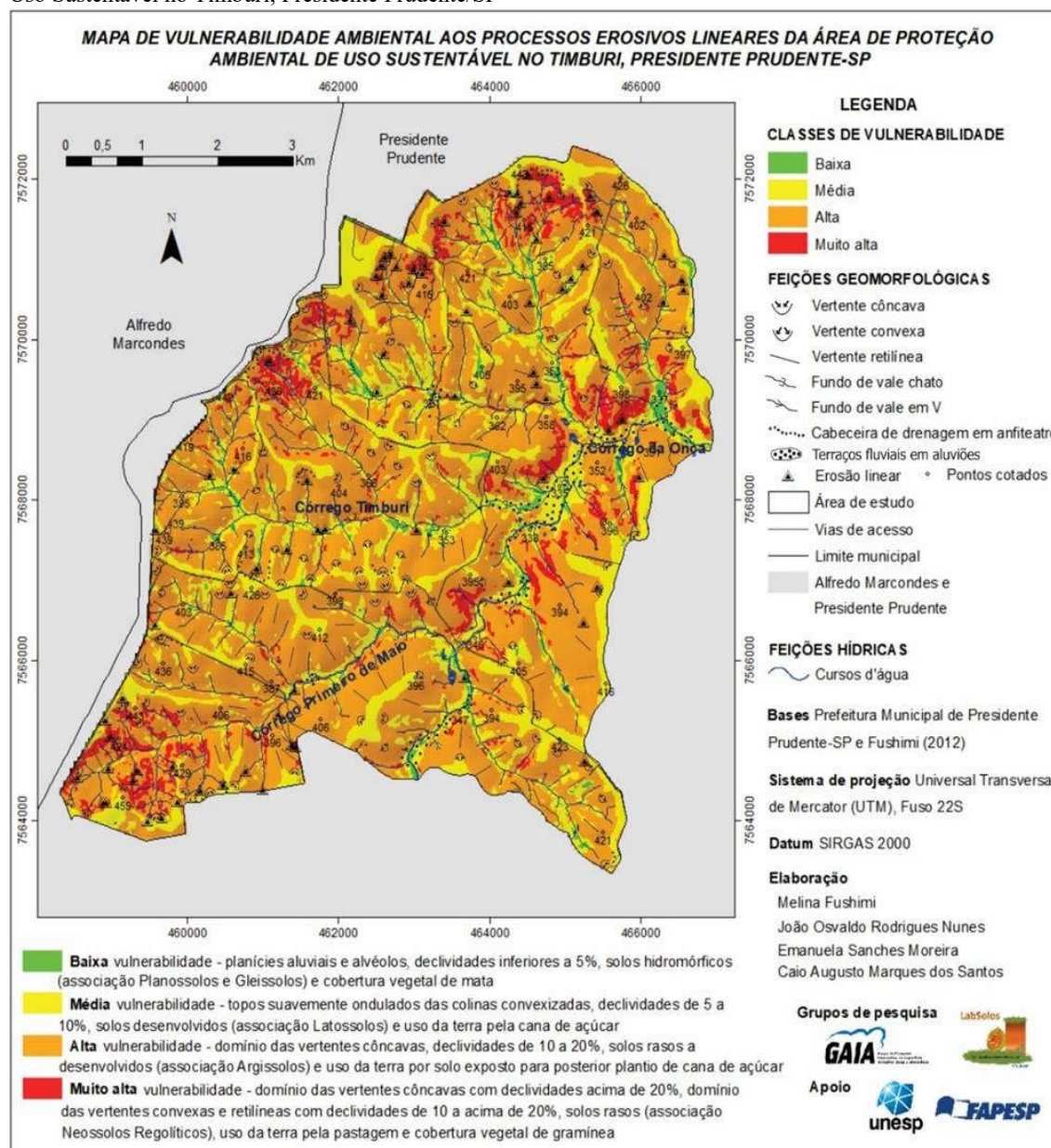
Utilizou-se a ferramenta de apoio *Suporte à Decisão AHP* (Processo Analítico Hierárquico). Os atributos geomorfologia, clinografia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal foram analisados e comparados dois a dois, de acordo com a escala pré-definida pelo programa e com base em Saaty (1990). O valor 1 é atribuído quando os dois fatores possuem o mesmo nível de importância. No valor 9, um fator é extremamente mais importante que o outro. Optou-se pelo valor intermediário 2 para que a razão de consistência esteja próxima de 0,1, índice aconselhável pelos especialistas em AHP, conforme afirma Câmara et al. (1996).

Como resultado, gerou-se uma base de programação em linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) no formato do SPRING 5.2®. “Um programa em LEGAL consiste em uma sequência de operações descritas por sentenças organizadas segundo regras gramaticais, envolvendo operações, funções e dados espaciais [...]” (CÂMARA et al., 1996, não paginado). Em seguida, foi editada no Bloco de Notas (formato “.txt”), onde se atribuíram valores entre 0.0 a 1.0 para as classes temáticas das variáveis. Quanto maior a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares, mais próximo de 1.0.

O procedimento final consistiu no fatiamento MNT (Modelo Numérico de Terreno), onde foram estabelecidas as classes temáticas (baixa, média, alta e muito alta vulnerabilidade).

As classes temáticas foram atribuídas com base nos trabalhos de Tricart (1977) e Ross (2006), realizando-se adaptações para as características ambientais da área de estudo. Por fim, foram levantados pontos de amostragem buscando inter-relacionar os elementos da paisagem e sua vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares (Figura 35).

Figura 35 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental a processos erosivos lineares da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

4.12 Perfil topográfico

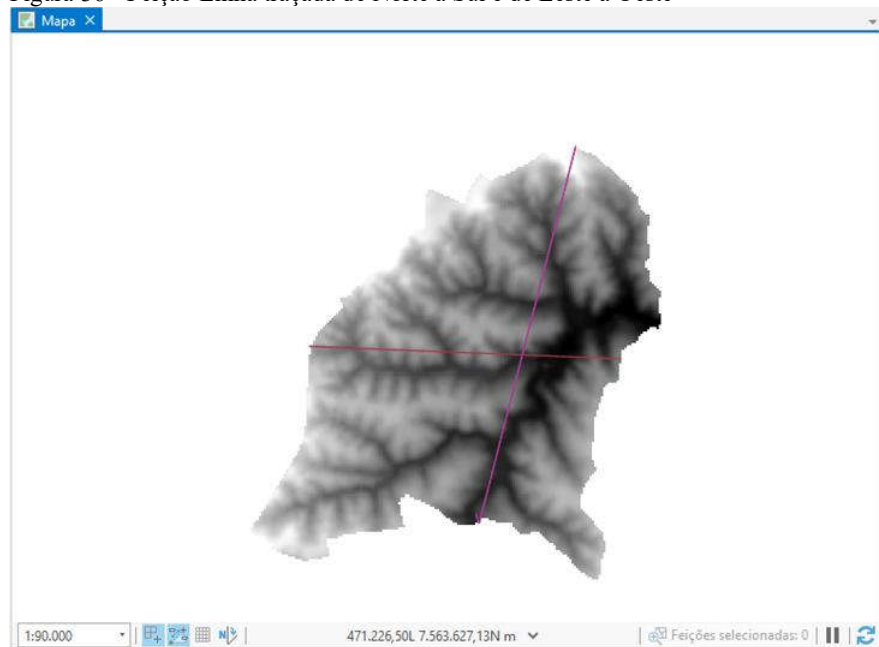
Os perfis topográficos da APA do Timburi foram elaborados no ArcGIS PRO 2.5, usando como base o Modelo Digital de Elevação (MDE) de Presidente Prudente, disponibilizado pelo TOPODATA, com resolução espacial de 30 metros. Foi preciso, então,

recortar somente a área da APA, utilizando os seguintes comandos: “Análise” → “Caixa de Ferramentas” → “Ferramentas do Spatial Analyst” → “Extração” → “Extrair por máscara”.

Com a APA delimitada, deu-se início ao processo de tracejar a linha do perfil topográfico. Esse processo ocorre criando uma polilinha na ferramenta “Criar classe de feição”, a qual está dentro da ferramenta “Classe de feição”, em “Ferramentas de gerenciamento de dados”. Com isso, a classe de feição é criada, mas para traçar a linha, é preciso seguir os seguintes comandos: “Editar” → “Criar” → “Selecionar a feição criada” → “Selecionar a opção linha”.

Para traçar a linha, basta clicar onde será o ponto inicial e finalizar com um duplo clique no ponto final. Então, volta-se na ferramenta “Editar”, seleciona o botão “Limpar” e, por fim, “Salvar”. No caso desse trabalho, foram traçadas duas linhas, uma no sentido Norte – Sul e outra no sentido Leste – Oeste (Figura 36).

Figura 36 - Feição Linha traçada de Norte a Sul e de Leste a Oeste



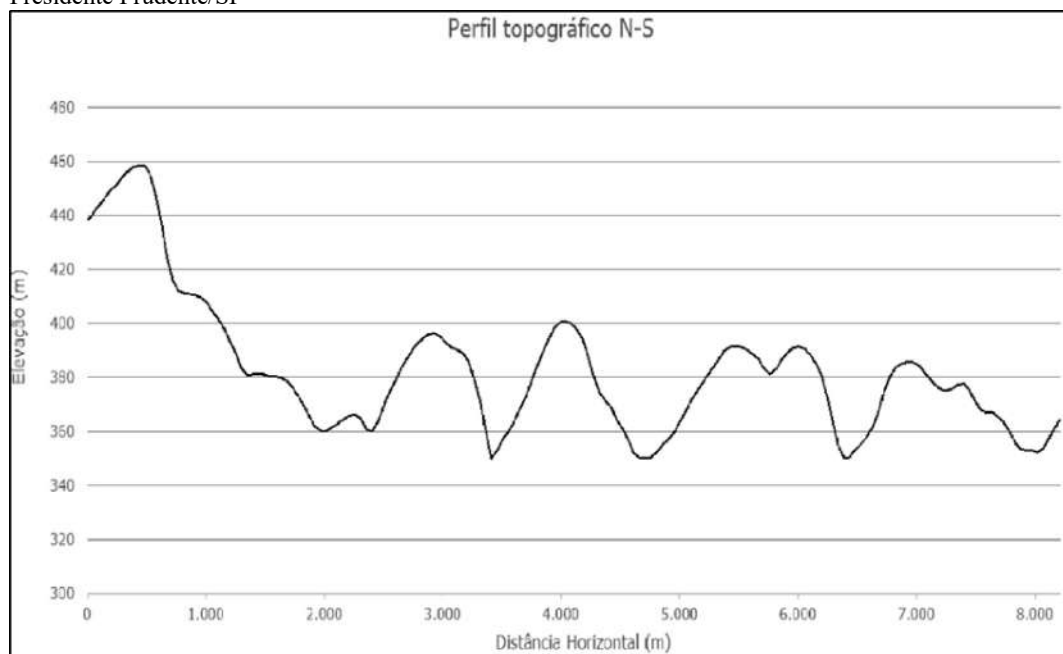
Fonte: ArcGIS PRO 2.5.

Em seguida, vem o processo de criação do gráfico, que será a representação do perfil topográfico. Segue-se os comandos: “Análise” → “Ferramentas do 3D Analyst” → “Superfície Funcional” → “Interpolar formato” → “Executar”.

Uma nova camada é criada, onde deve-se clicar com o botão direito do mouse selecionando a opção “Criar Gráfico” e, em seguida, “Gráfico de perfil. O gráfico do perfil

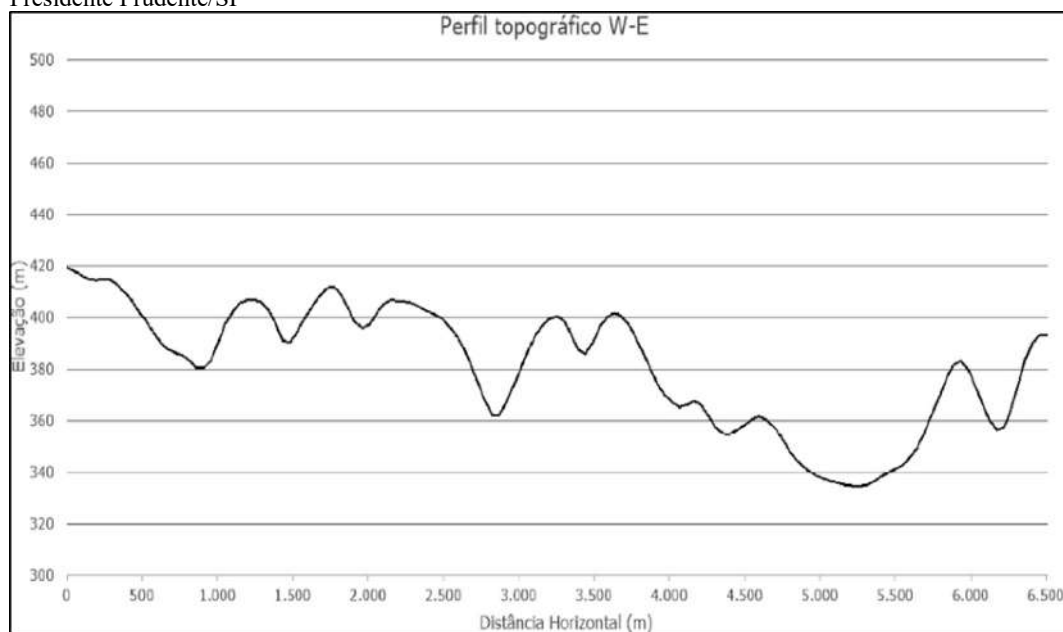
topográfico é criado, podendo passar por edições de visualização, como legenda, título e escala. Por fim, na aba superior do gráfico, escolhe-se a opção “Exportar”, transferindo o perfil topográfico para o formato de Excel (Figuras 37 e 38).

Figura 37 - Perfil topográfico vertical (N-S) da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

Figura 38 - Perfil topográfico horizontal (W-E) da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: Autoria própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Revisando os objetivos desse TCC, considera-se que eles foram devidamente atingidos e seus resultados serão listados a seguir.

Partindo dos objetivos específicos, o primeiro deles compreende a elaboração de mapas temáticos caracterizando a APA do Timburi. Este objetivo apresenta como resultado os treze mapas e os dois perfis topográficos listados e detalhados no tópico anterior. Este foi escrito em detalhes a fim de que seja possível outras pessoas reproduzirem mapas temáticos de mesma natureza seguindo os passos descritos.

O segundo objetivo específico, que consiste em relacionar as características mapeadas com os processos erosivos da área, foi atingido por meio de trabalhos de campo e discussões com os membros do projeto, resultando na produção do artigo *Análise da ocorrência de feições erosivas lineares na Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi, Presidente Prudente (SP)*, escrito por Emanuela Sanches Moreira, Leonardo da Silva Thomazini, João Osvaldo Rodrigues Nunes, Melina Fushimi e Caio Augusto Marques dos Santos. Este foi submetido à Revista Geografia, e teve como objetivo principal analisar a ocorrência de processos erosivos lineares e seus condicionantes geomorfológicos na Área de Proteção Ambiental do Timburi (MOREIRA et al., 2020).

No artigo, os autores fizeram uma análise das relações entre as diferentes dinâmicas de ocupação das formas de relevo da APA do Timburi e a ocorrência de processos erosivos lineares. Iniciou-se com a leitura do Mapa Geomorfológico (Figura 34), o qual apresenta o predomínio de vertentes convexas, enquanto as vertentes retilíneas se apresentavam majoritariamente nos fundos de vale. Ainda, aquele mapa delimita três compartimentos de relevo, os quais foram associados com as formações pedológicas trazidas no Mapa de Solos (Figura 33).

Os três compartimentos de relevo são: topos suavemente ondulados das colinas convexizadas, onde predominam solos desenvolvidos (associação Latossolos Vermelhos) ou solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos). Em alguns setores, têm-se solos rasos (associação Neossolos Regolíticos) e afloramento dos arenitos da Formação Adamantina (IPT, 1981); domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas, com ocorrência de solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos) ou solos rasos (associação Neossolos Regolíticos), com frequente afloramento dos arenitos da Formação Adamantina; e planícies aluviais e alvéolos, com a presença de solos hidromórficos (associação

Planossolos e Gleissolos) e terraços fluviais com depósitos tecnogênicos (materiais de origem humana). Em alguns pontos, tem-se o afloramento dos arenitos da Formação Adamantina.

As características geomorfológicas da área, como colinas com topos estreitos e declivosos, vertentes côncavas nas cabeceiras de drenagem em anfiteatro e fundo de vale encaixados em V, quando são relacionadas com o histórico de cobertura e uso da terra (Figuras 20, 21, 22 e 23), explicam o quadro de intensa degradação ambiental de alguns setores da APA.

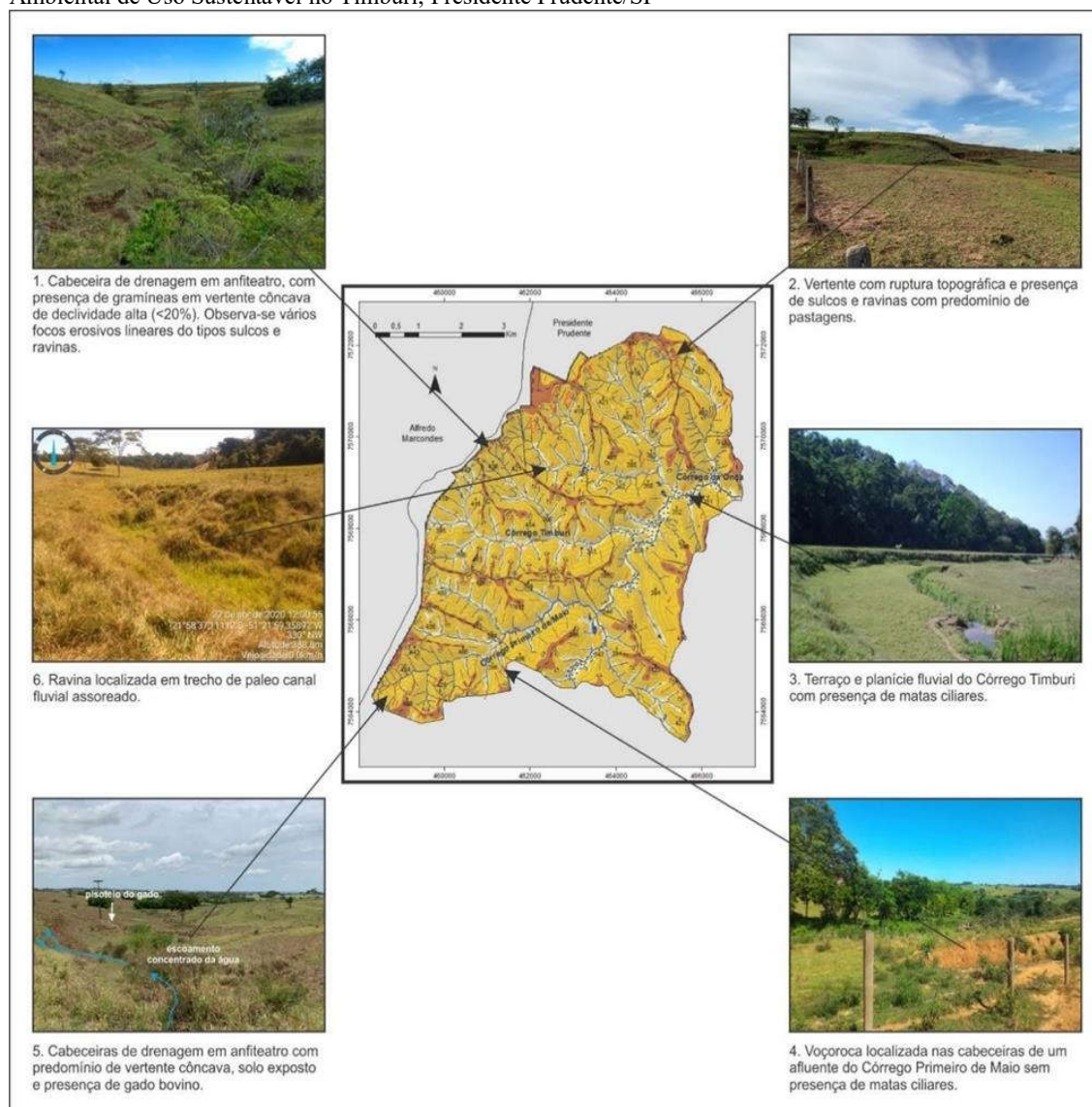
A maior parte da área teve sua vegetação original substituída por pastagens e culturas agrícolas, fator esse que, além de tornar o solo exposto ao escoamento superficial, também o torna compactado devido ao pisoteamento do gado. O fluxo do escoamento pluvial (Figura 32) se concentra em áreas a montante e é potencializado pela ausência de cobertura vegetal da APA.

Também, as declividades mapeadas na Figura 27, Mapa Clinográfico, se relacionam com a ocorrência de focos erosivos lineares, sendo que as baixas declividades ($\leq 5\%$) encontram-se associadas aos topos convexizados e planícies aluviais, enquanto as vertentes concavas de média declividade (5 a 10%) são as que concentram maior número de feições erosivas, 42,3% (MOREIRA et al, 2020). A porção norte e nordeste da APA exhibe declividades entre 15% e 20%, além de alguns pontos acima de 20%, com grande concentração de focos erosivos.

Além disso, percebe-se forte incidência de erosão linear, majoritariamente nas cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatros. Características também presentes no setor Sudoeste, onde encontra-se maiores declividades e porções de topos suavemente ondulados das colinas convexizadas.

A partir da Figura 35, Mapa de vulnerabilidade ambiental, observa-se que a área de estudo possui características físicas (geomorfologia, clinografia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal) muito frágeis aos processos erosivos. Além das fragilidades naturais, a área passa pelo uso inadequado do solo, devido à atividade econômica predominante, que consiste na criação de gado de corte e leiteiro, intensificando, assim, a formação de sulcos, ravinas e voçorocas. Ou seja, as ações humanas agravam os processos erosivos em diversos compartimentos de relevo gerando um quadro de degradação ambiental como demonstrado na Figura 39.

Figura 39 - Localização dos focos erosivos nos diversos compartimentos de relevo da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente/SP



Fonte: MOREIRA et al 2020.

De acordo com Moreira et al (2020), as rupturas topográficas com afloramento do aquífero freático suspenso, imagens 2 e 6 da Figura 39, são típicas na área de estudo e, normalmente, identificadas nas vertentes convexas cobertas por gramíneas, modificadas pelo uso da terra para produção agropecuária. Também é possível que as águas pluviais escoam das partes mais altas em direção aos fundos de vale, gerando ravinas a partir da energia do escoamento agindo sobre o solo exposto e compactado.

Portanto, realizando uma breve análise dos mapas elaborados e das feições analisadas em campo, é possível entender quais características da área de estudo, sejam elas naturais ou

de interferência humana, propiciam o aumento da vulnerabilidade ambiental, intensificando a ocorrência de processos erosivos. A partir da identificação dos fatores que resultam nesses processos, torna-se possível executar técnicas precisas de recuperação das áreas degradadas.

O terceiro objetivo específico, fomentar futuros projetos de pesquisa na área, apesar de ser compreendido como uma consequência do trabalho, se fez objetivo uma vez que esse TCC foi fruto de uma bolsa de treinamento técnico vinculada ao Projeto Regular FAPESP *Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente/SP* (NUNES, 2019), a qual tinha como objetivo realizar o mapeamento temático da APA para possibilitar e facilitar os projetos de recuperação de áreas degradadas por meio de bioengenharia, que foram implementados ao longo de 2020.

Por fim, o objetivo geral, que consiste na organização de um banco de dados cartográficos em ambiente digital, foi atingido, resultando num acervo dos mapas elaborados, estando preservado numa pasta do Google Drive¹. Isso possibilita que qualquer pesquisador em busca de dados cartográficos da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi tenha acesso rápido e prático aos mesmos e dê continuidade à produção de material acerca dessa área de estudo.

¹ Disponível em: [MagVkFwWANPWk_9?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/179mg1wGiJs4trDE1-MagVkFwWANPWk_9?usp=sharing).

<[https://drive.google.com/drive/folders/179mg1wGiJs4trDE1-](https://drive.google.com/drive/folders/179mg1wGiJs4trDE1-MagVkFwWANPWk_9?usp=sharing)

CONCLUSÃO

Com base no levantamento bibliográfico, foi possível compreender que o processo de transformação da paisagem no município de Presidente Prudente decorreu de sua inserção no mercado agropecuário, seja por meio do cultivo do café, do algodão ou da pecuária, entre outros usos do solo. As atividades associadas à falta de manejo adequado do solo, foram, então, as responsáveis pela substituição da vegetação nativa e degradação do meio ambiente.

Além disso, foi possível analisar a regulamentação e os objetivos de uma Área de Proteção Ambiental, bem como o plano de manejo da APA do Timburi, no intuito de promover projetos que visem cumprir com as determinações previstas na Lei. A cartografia digital, por sua vez, é um instrumento essencial para a elaboração de pesquisas que objetivam a recuperação de áreas degradadas, considerando que possibilita a identificação de feições erosivas e áreas desprovidas de cobertura vegetal, passíveis de intervenção.

Nos trabalhos de campo foi possível reconhecer as características da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, a qual apresenta inúmeros focos erosivos, nascentes desprotegidas, ausência de mata ciliar no curso dos córregos, assoreamento de planícies fluviais, solo compactado pelo pisoteio do gado e áreas de intenso escoamento superficial de água pluvial. Além disso, foi possível, também, conhecer alguns moradores e compreender suas perspectivas ambientais e econômicas.

Atualmente, há três propriedades onde estão sendo implementadas as técnicas de bioengenharia para recuperação de erosões e mais três que serão iniciadas em breve. Além disso, existem trabalhos de reflorestamento e de restauração ecológica sendo desenvolvidos em duas das propriedades. Todos esses projetos estão se baseando no banco de dados cartográficos produzido nesse TCC e na caracterização e análise realizada no artigo produzido por Moreira et, al (2020).

Portanto, a elaboração da base de dados cartográficos foi necessária, não apenas para a caracterização da área total, mas para subsidiar a recuperação das áreas degradadas. Foi por meio da cartografia digital que pudemos identificar características do relevo que favorecem a degradação ambiental, como, por exemplo, o intenso escoamento superficial sobre vertentes declivosas. Somado às ações antrópicas e ao pisoteio do gado, potencializam a ocorrência de focos erosivos lineares ao longo de toda a extensão da APA.

Esse fator é responsável por fragilizar a rede de drenagem local, o que aumenta a vulnerabilidade ambiental. Uma Área de Proteção Ambiental com altos índices de

vulnerabilidade ambiental deve ser um grande palco de atuação do poder público, da comunidade local e de pesquisadores que desenvolvem estratégias de prevenção e contenção dos processos erosivos, além da revitalização da rede de drenagem e proteção da fauna e flora local, evitando, revertendo ou minimizando desequilíbrios ambientais.

REFERÊNCIAS

- A CIDADE: município de Presidente Prudente. [2021?]. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/acidade.xhtml>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- AMBIENTAL PRO: decomplicando o geoprocessamento. Semana do ArcGis. 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCBtpU4hN4tTCsMTSsqo7RMg>>. Acesso em: 19 jan. 2020.
- BRASIL. Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1981.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Art. 225, Par. 1º, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o sistema nacional de unidades de conservação da natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.
- CÂMARA, G. et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Escola de Computação, SBC, 1996.
- CUNHA, C. M. L. A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- DONATON, G. **Estratégias de reprodução social e econômica em pequenas unidades produtivas rurais: o caso dos Bairros Rurais 1º de maio/Timburi e Ponte Alta/córrego da Onça no município de Presidente Prudente (SP)**. 2013. 112 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.
- EXPOSIÇÃO ferrovias. Arquivo Público do Estado de São Paulo, [20-?]. Disponível em: <http://200.144.6.120/exposicao_ferrovias/fepasa.php>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente/SP**. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE cidades**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/>>. Acesso em: 21 jan. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- MOREIRA, E. S. et al. Análise da ocorrência de feições erosivas lineares na Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi. **Geografia**, Presidente Prudente, v. 45, n. 1, p. 163-184,

jan./jun. 2020. Disponível em:
 <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/15397/11798>>.
 Acesso em: 20 set. 2020.

NUNES, J. O. R. **Recuperação de áreas degradadas da área de proteção ambiental de uso sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente: FAPESP, 2019.

NUNES, J. O. R.; FREIRE, R.; PERES, I. U. Mapa geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, União da Geomorfologia Brasileira; International Association of Geomorphologists, 2006.

NUNES, J. O. R.; FUSHIMI, M. Mapeamento geomorfológico do município de Presidente Prudente/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2010.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Embrapa, 1999. Mapa, escala 1:500.000.

PRESIDENTE PRUDENTE. Lei Complementar nº 235, de 13 de março de 2019. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi, e dá outras providências. **Leis e Decretos Municipais**, Presidente Prudente, 2019.

QUEIROZ NETO, J. P. Erosão dos solos tropicais e seu controle: o exemplo do estado de São Paulo. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia, p. 1-11, 2001.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

SAATY, T.L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, Vol.48 No.1, (p. 9-26), 1990.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. Barcelona: **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la geomorphologie**. Paris: Masson & Cie, 1965.

VARCACEL, R.; SILVA, Z. S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Revista Floresta**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 12, p. 101-114. 1997.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. V. ITC System of geomorphological survey. **Manuel ITC Textbook**, Netherlands, v. VII, 1975.