



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

Campus Presidente Prudente

LUAN MOREIRA ULLOFFO

**ANÁLISE INTEGRADA MULTITEMPORAL DO ESPAÇO GEOGRÁFICO:
FRAGILIDADE AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DO AGUAPEÍ – SP**

Presidente Prudente – São Paulo

2025

LUAN MOREIRA ULLOFFO

**ANÁLISE INTEGRADA MULTITEMPORAL DO ESPAÇO GEOGRÁFICO:
FRAGILIDADE AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DO AGUAPEÍ - SP**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado Profissional - da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente (FCT), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia.

Presidente Prudente – São Paulo

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

U42	<p>Ulloffo, Luan Moreira</p> <p>Análise Integrada Multitemporal do Espaço Geográfico: : Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Aguapeí - SP / Luan Moreira Ulloffo. -- Presidente Prudente, 2025 109 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado profissional - Geografia Profissional) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientadora: Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia</p> <p>1. Fragilidade Ambiental. 2. Planejamento Ambiental. 3. Unidades de Conservação. 4. Bacia Hidrográfica. 5. Geoprocessamento. I. Título.</p>
-----	---

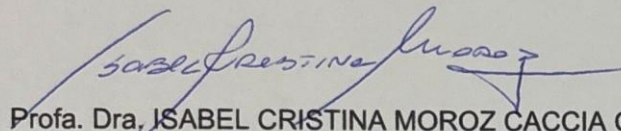
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE INTEGRADA MULTITEMPORAL DO ESPAÇO GEOGRÁFICO:
FRAGILIDADE AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DO AGUAPEÍ - SP**

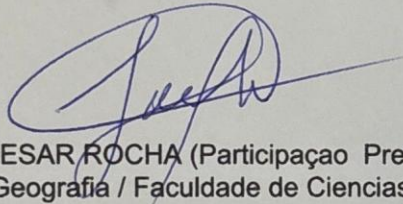
AUTOR: LUAN MOREIRA ULLOFFO

ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA

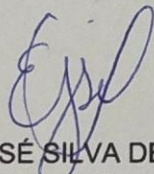
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências, área: Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Comissão Examinadora:




Profa. Dra. ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA (Participação Presencial)
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp



Prof. Dr. PAULO CESAR ROCHA (Participação Presencial)
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp



Prof. Dr. EDMILER JOSÉ SILVA DEGRANDE (Participação Presencial) 
Diretoria de Ensino Região de Presidente Prudente / Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

Presidente Prudente, 12 de março de 2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, autor da vida e fonte de toda sabedoria.

Aos meus pais, Luiz e Eliane, por todo o cuidado e aprendizado transmitido, por terem me ensinado valores que os guardo até hoje. Aos meus irmãos, Nathan e Renan, que também seguem suas trajetórias acadêmicas, servindo de inspiração e perseverança. À minha cunhada Bruna, também geógrafa, mamãe do meu sobrinho Benício, que ainda está no forninho.

À Profa. Dra. Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia, minha orientadora, por toda a paciência, disponibilidade e conhecimento. Aos professores da banca de qualificação e defesa, Dr. Paulo César Rocha, Dra. Renata Ribeiro, Dr. Edmiler Degrande e Dr. Jhonatan Laszlo, por terem aceitado o convite e por contribuírem com a construção desta dissertação.

Aos meus amigos, que certamente lerão este trabalho. Obrigado pelas nossas risadas, cafés, memes e conversas jogadas fora. Vocês melhoram meus dias. Obrigado por, de diversas maneiras, terem contribuído com esta pesquisa.

Em especial quero agradecer à Denisa, Elisangela, Sônia e Alessandra, que me apoiaram no ambiente de trabalho. Ao Adriano, da secretaria do Departamento de Geografia da FCT, que me ofereceu café e muita ajuda. Ao Júnior, Priscila, Enzo e Isabelle, minha família prudentina. Ao Thiago, Ana Carol, David e Laura, amigos e irmãos. À Denise, pela ajuda com o QGis. À Verônica, pelas risadas.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte desta etapa.

A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

Ao analisarmos o Brasil, um dos principais produtores agrícolas do mundo, paralelamente com elevada taxa de urbanização, é possível mensurar as profundas e graduais transformações sofridas ao longo dos anos, deixando violentas marcas na paisagem, como por exemplo, o empobrecimento e erosão dos solos, floras e faunas dizimadas, extensivas pastagens sem cobertura vegetal e vastas áreas de monoculturas. É necessário que essas transformações sejam analisadas, no intento de obtermos um diagnóstico dos impactos ambientais. Para isso, a Fragilidade Ambiental é um conceito desenvolvido a partir da ampliação do princípio das “Unidades Ecodinâmicas”, que busca estimar a capacidade de um ambiente se desequilibrar sob ação de fatores naturais e antrópicos. A pesquisa tem como objetivo principal a análise multitemporal da fragilidade ambiental do Parque Estadual Aguapeí e sua Zona de Amortecimento. Dessa maneira, buscou-se caracterizar regionalmente aspectos do meio físico-biótico, socioeconômico e legal da área de estudo, a fim de determinar os níveis de Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente da Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento nos anos de 1998, 2010 e 2022. Para a elaboração do mapa de Fragilidade Potencial foram utilizados aspectos físicos, como geomorfologia e solo. Já na elaboração do mapa de Fragilidade Emergente foi feita a sobreposição ponderada do mapa de Fragilidade Potencial e uso e cobertura da terra. Ao comparar os três anos estudados, não foi observada qualquer redução significativa nas áreas com taxas de fragilidade ambiental “alta” e “muito alta”; ao contrário, essas taxas permaneceram elevadas e constantes, correspondendo a uma média de 51% da área total analisada. Visando maximizar o potencial da Unidade de Conservação, foi proposto a expansão dos limites da referida Unidade sobre as áreas de “muito alta” fragilidade, pois correspondem a áreas sujeitas a inundações.

Palavras-chaves: Fragilidade Ambiental. Planejamento Ambiental. Unidades de Conservação. Bacia Hidrográfica. Geoprocessamento.

ABSTRACT

When analyzing Brazil, one of the world's leading agricultural producers, alongside its high rate of urbanization, it is possible to observe the profound and gradual transformations that have occurred over the years, leaving violent marks on the landscape, such as soil impoverishment and erosion, the depletion of flora and fauna, extensive pastures without vegetation cover, and vast areas of monocultures. These transformations must be examined in order to provide a diagnosis of environmental impacts. In this context, Environmental Fragility is a concept developed from the expansion of the principle of "Ecodynamic Units," which seeks to estimate the capacity of an environment to become imbalanced under the influence of natural and anthropic factors. The main objective of this research is the multitemporal analysis of the environmental fragility of Aguapeí State Park and its Buffer Zone. Accordingly, the study sought to characterize the regional aspects of the physical-biotic, socioeconomic, and legal environment of the area under analysis, with the aim of determining the levels of Potential Fragility and Emerging Fragility of the Conservation Unit and its Buffer Zone in the years 1998, 2010, and 2022. To construct the Potential Fragility map, physical aspects such as geomorphology and soil were considered. For the Emerging Fragility map, a weighted overlay of the Potential Fragility map with land use and land cover was carried out. When comparing the three years studied, no significant reduction was observed in the areas classified as having "high" or "very high" environmental fragility; on the contrary, these rates remained consistently elevated, accounting for an average of 51% of the total area analyzed. In order to maximize the potential of the Conservation Unit, the expansion of its boundaries into areas of "very high" fragility was proposed, as these correspond to regions prone to flooding.

Keywords: Environmental Fragility. Environmental Planning. Conservation Units. Watershed. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do PEA e zona de amortecimento dentro da UGRHI-20.	16
Figura 2 - Fluxograma representando a metodologia utilizada na elaboração cartográfica.....	30
Figura 3 - Principais Geomorphons reconhecidos em análise pelo SIG.....	31
Figura 4 - Sobreposição de mapas resultando na Fragilidade Potencial.....	34
Figura 5 - Sobreposição de mapas resultando na Fragilidade Emergente.....	37
Figura 6 - Região de planície aluvial ao longo do rio Aguapeí.....	38
Figura 7 - Unidades climáticas do Estado de São Paulo.....	39
Figura 8 - Imagem de satélite (Landsat/Copernicus) registrada no mês de outubro de 2024 o sistema fluvial do rio Aguapeí e seus meandros abandonados.....	40
Figura 9 – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Aguapeí.	41
Figura 10 - Fragmentos de Floresta Estacional localizados no interior do PEA.	43
Figura 11 - Características da vegetação do PEA durante o mês de agosto de 2023.....	44
Figura 12 - Mapa das linhas da Companhia Paulista Ferroviária.....	45
Figura 13 - Exemplos de atividades praticadas na zona de amortecimento: (A) Lavoura de café; (B) pastagem para a bovinocultura e (C) plantação de urucum.	48
Figura 14 - Foto mostrando a Rodovia Euclides de Oliveira Figueiredo que segmenta o PEA e linhas de transmissão inseridas na UC.	50
Figura 15 - Entrada do Centro de Detenção Provisória de Nova Independência – SP visto a partir da SP-563.	51
Figura 16 - Usina Ipê vista a partir da rodovia SP-563, onde é possível observar a presença do cultivo da cana-de-açúcar no interior da zona de amortecimento do PEA.....	51
Figura 17 - Aves aquáticas podem ser observadas no PEA.....	52
Figura 18 - Trilha terrestre “Capitão do Campo” promovida no interior.....	53
Figura 19 - Amostras de sementes na sala de exposição do PEA.....	54
Figura 20 - Região alagadiça do rio Aguapeí, próximo a foz com o rio Paraná, onde há presença de atividades agropecuárias.....	55
Figura 21 - Mapa das zonas de manejo do PEA	60

Figura 22 - Mapa de Declividade e níveis de fragilidade do PEA e zona de amortecimento	65
Figura 23 - Mapa das Geoformas do PEA e sua zona de amortecimento.....	68
Figura 24 - Mapa de Fragilidade das Geoformas do PEA e zona de amortecimento	70
Figura 25 - Mapa de Fragilidade do Relevo do PEA e zona de amortecimento.	72
Figura 26 - Mapa de solos do PEA e zona de amortecimento.....	74
Figura 27 - Mapa de solos do PEA e zona de amortecimento.....	76
Figura 28 - Mapa de Fragilidade Potencial do PEA e zona de amortecimento.	78
Figura 29 - Mapa de Fragilidade Potencial do PEA e zona de amortecimento.	80
Figura 30 - Mapa de Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2010.	81
Figura 31 - Mapa de Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2022.	82
Figura 32 - Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 1998	86
Figura 33 - Figura 33 - Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2010.....	87
Figura 34 - Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2022	88
Figura 35 - Mapa de Fragilidade Emergente do PEA e zona de amortecimento em 1998.....	92
Figura 36 - Mapa de Fragilidade Emergente do PEA e zona de amortecimento em 2010.....	93
Figura 37 - Mapa de Fragilidade Emergente do PEA e zona de amortecimento em 2022.....	94
Figura 38 - Mapa de proposta de expansão dos limites do PEA	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Níveis de fragilidade de declividade presentes no PEA e sua zona de amortecimento	66
Gráfico 2 - Geoformas presentes no PEA e sua zona de amortecimento	69
Gráfico 3 - Níveis de fragilidade das geoformas presentes no PEA e sua zona de amortecimento	71
Gráfico 4 - Níveis de fragilidade do relevo presentes no PEA e sua zona de amortecimento	73
Gráfico 5 - Tipos de solos presentes no PEA e sua zona de amortecimento.....	75
Gráfico 6 - Tipos de solos presentes no PEA e sua zona de amortecimento.....	77
Gráfico 7 - Níveis de Fragilidade Potencial do PEA e sua zona de amortecimento.	79
Gráfico 8 - Uso e cobertura da terra no ano de 1998.....	83
Gráfico 9 - Uso e cobertura da terra no ano de 2010.....	83
Gráfico 10 - Uso e cobertura da terra no ano de 2022.....	84
Gráfico 11 - Níveis de fragilidade do uso e cobertura da terra no ano de 1998.	89
Gráfico 12 - Níveis de fragilidade do uso e cobertura da terra no ano de 2010.	89
Gráfico 13 - Níveis de fragilidade do uso e cobertura da terra no ano de 2022.	90
Gráfico 14 - Comparação dos níveis de fragilidade do uso e ocupação da terra nos anos de 1998, 2010 e 2022	90
Gráfico 15 - Níveis de fragilidade emergente do PEA e sua zona de amortecimento no ano de 1998	95
Gráfico 16 - Níveis de fragilidade emergente do PEA e sua zona de amortecimento no ano de 2010	95
Gráfico 17 - Níveis de fragilidade emergente do PEA e sua zona de amortecimento no ano de 2022	96
Gráfico 18 - Comparação dos níveis de Fragilidade Emergente nos anos de 1998, 2010 e 2022	96
Gráfico 19 - Comparação dos níveis de Fragilidade Emergente nos anos de 1998, 2010 e 2022 na Unidade de Conservação.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de declividades, respectivos níveis de fragilidade e valor atribuído.....	31
Quadro 2 - Níveis de fragilidades atribuídos aos <i>geomorphons</i>	32
Quadro 3 - Níveis de Fragilidade associado aos valores atribuídos.....	32
Quadro 4 - Valor atribuído, níveis de fragilidade e tipos de solos.	33
Quadro 5 - Valor atribuído ao nível de Fragilidade Potencial.....	35
Quadro 6 - Classes de identificação, uso e cobertura e níveis de fragilidade....	35
Quadro 7 - Valor atribuído ao nível de Fragilidade Potencial.....	37
Quadro 8 - Evolução da população absoluta nos municípios a que pertence o PEA.	46
Quadro 9 - Zonas de Manejo do PEA.....	58
Quadro 10 - Normas de manejo do zoneamento.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMP – Análise Multicritério Ponderada
APP – Área de Preservação Permanente
CDP – Centro de Detenção Provisória
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP – Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas
DER – Departamento de Estradas de Rodagem
ETp – Evapotranspiração Potencial
IDEA – Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza
LT – Linha de Transmissão
MDE – Modelo Digital de Elevação
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU – Organização das Nações Unidas
PEA – Parque Estadual do Aguapeí
PM – Plano de Manejo
SEAD – Sistema Estadual de Análise de Dados
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRTM – Missão Topográfica de Radar Embarcado
TMMMf – Temperatura Média do Mês Mais Frio
UC – Unidade de Conservação
UCPI – Unidade de Conservação de Proteção Integral
UCUS - Unidade de Conservação de Uso Sustentável
UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UHE – Usina Hidrelétrica
ZA – Zona de Amortecimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	18
Objetivo Geral.....	18
Objetivos Específicos	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL	19
3.1 A gênese da dialética relação entre sociedade e natureza.....	19
3.2 As Unidades de Conservação	21
3.3 A Fragilidade Ambiental	24
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	27
4.1 Caracterização regional da área de estudo	27
4.2 Fragilidade Ambiental	28
4.2.1 Mapa de Declividade e Mapa de Fragilidade das Classes de Declividades	30
4.2.2 Mapa de Geoformas e Mapa de Fragilidade das Geoformas	31
4.2.3 Mapa de Fragilidade do Relevo	32
4.2.4 Mapa de Fragilidade do Solo	33
4.2.5 Mapa de Fragilidade Potencial.....	34
4.2.6 Mapas de Fragilidade do Uso e Cobertura da Terra.....	35
4.2.7 Mapas de Fragilidade Emergente.....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1 Caracterização Regional da Área de Estudo	38
5.1.1 Geologia e Geomorfologia	38
5.1.2 Clima	39
5.1.3 Hidrografia	40
5.1.4 Pedologia.....	41
5.1.5 Vegetação	43
5.1.6 Processo de ocupação regional e uso da terra.....	45

5 1.7 Criação do Parque Estadual do Aguapeí e sua Zona de Amortecimento	54
5.1.8 O Plano de Manejo do PEA.....	57
5.2 Fragilidade Ambiental	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS	102

1 INTRODUÇÃO

A temática “meio ambiente” está presente em revistas, jornais, programas de televisão e podcasts. O assunto é pauta desde as salas de aula da educação básica até o ensino superior. A partir da década de 1970, com a Conferência de Estocolmo, na Suécia - o primeiro grande encontro para discutir questões ambientais de maneira global – e passando por importantes eventos como a Rio 92, Rio +20, a criação de agendas como os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), até a futura Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas que ocorrerá em 2025 no Brasil (COP30), por mais que as reais intenções sejam desconhecidas, nunca se discutiu tanto a questão ambiental como nas últimas décadas. Afinal, é urgente a necessidade de proteção do meio ambiente e a exploração racional dos recursos naturais.

Segundo Ross (1995), é possível perceber com grande clareza que todos os segmentos ou ramos da ciência e da tecnologia estão se preocupando com a questão ambiental, ainda que seja mais por marketing do que por conteúdo, já que todas as atividades humanas obrigatoriamente têm a ver com o meio ambiente ao partirmos do pressuposto de que o homem também é natureza e – o mais óbvio – somos mortais e precisamos de ar, água, terra, vegetação e de outros animais para continuarmos sobrevivendo.

Ademais, as discussões em torno das ações antrópicas nos impactos ambientais abrangem diversas áreas do conhecimento. A partir de 2000, por exemplo, o químico atmosférico Paul Crutzen e o biólogo marinho Eugene Stoermer propuseram que o período Holoceno havia sido superado e estaríamos em uma nova era geológica, o Antropoceno, um conceito declensionista, ou seja, que aborda a degradação e o declínio da natureza através das ações antrópicas. Essa tese tem se tornado uma das mais importantes concepções para descrever, periodizar e criticar a contemporaneidade da crise socioambiental (Suliani *et al*, 2023).

A contradição está em que as questões ambientais foram colocadas em holofotes, mas a prática, tanto coletiva quanto individual, ainda está muito aquém daquilo que podemos considerar como racional no que tange ao uso dos recursos e à preservação da natureza.

Ao analisarmos o Brasil, um dos principais produtores agrícolas do mundo, paralelamente com elevada taxa de urbanização, é perceptível que o país tem sofrido transformações profundas e graduais ao longo dos anos, deixando violentas marcas na paisagem, como, por exemplo, o empobrecimento e erosão dos solos, floras e faunas dizimadas, extensivas pastagens sem cobertura vegetal e vastas áreas de monoculturas. O crescimento da população e, como consequência, a expansão da mancha urbana, a expansão da malha rodoferroviária, a construção de diversas Usinas Hidrelétricas, dentre outras, causam alterações em um ritmo muito mais intenso do que normalmente a natureza produziria.

Steffen *et al.* (2004) publicaram uma série de gráficos que demonstram os impactos de diversas atividades antrópicas, desde 1750, relacionadas às mudanças estruturais e de funcionamento da Terra. Dentre os gráficos, há um que aborda os grandes represamentos de rios no mundo, exponencialmente após 1950. O mesmo ocorreu no Brasil, principalmente após o regime militar, onde o país se tornou um dos maiores construtores de barragens do mundo (Oliveira, 2018).

A barragem da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera - Engenheiro Sérgio Motta, no rio Paraná, é a mais extensa do país, com 10,2 km de comprimento e 2.250 km² de reservatório, tendo sua construção iniciada no governo de Paulo Maluf (1979-1982), época em que pouco se considerava as questões ambientais e seus impactos (Ferreira, 2021).

Jornais, na época da inauguração da UHE, já denunciavam o desastre ocasionado, referindo-se a ela como um “equivoco” por ter levado 19 anos para ser concluída, custando 3 vezes mais do que o valor previsto inicialmente, que era de R\$1,4 bilhão. Além disso, mencionava-se que o lago de 225 mil hectares cobriria um dos mais ricos ecossistemas do mundo, o “Varjão do Paraná”, *habitat* de espécies ameaçadas de extinção, como o cervo-do-pantanal, o jacaré-do-papo-amarelo e a onça pintada (Trevisan, 1999).

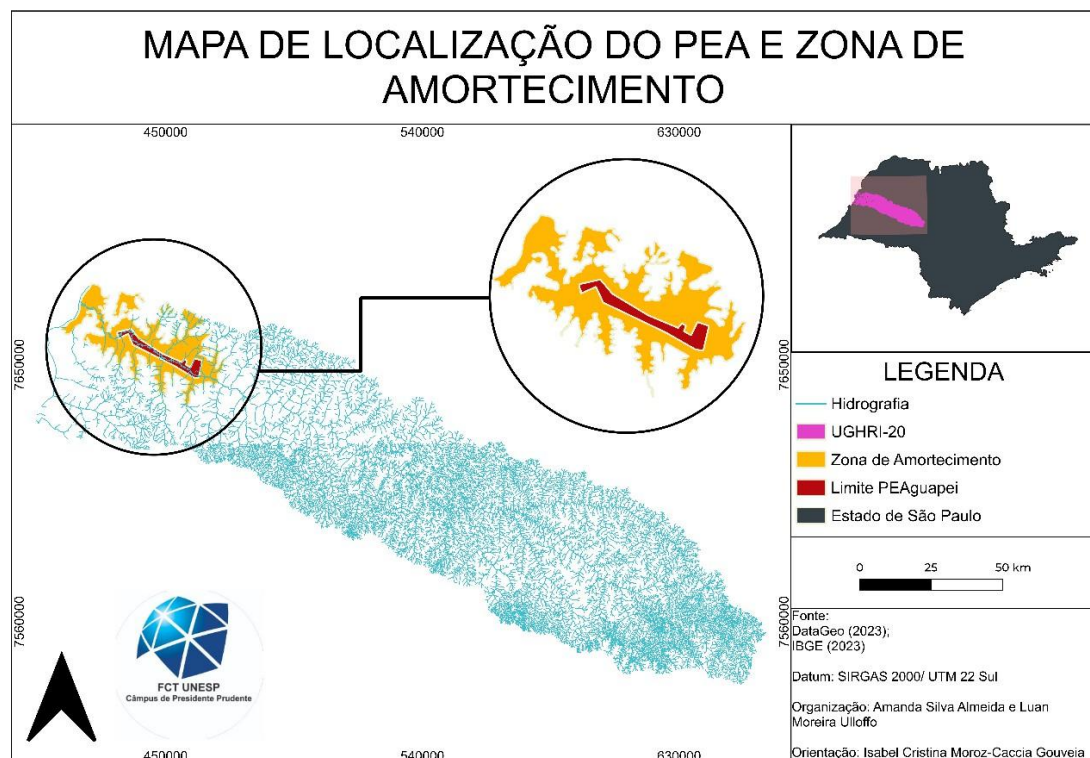
Como medida de compensação ambiental, o Parque Estadual do Aguapeí (PEA) foi criado em substituição às áreas inundadas pela construção da UHE de Porto Primavera. Essa medida tem como base o mecanismo de compensação ambiental, previsto no artigo 36 da Lei 9.985/2000, que estabelece os Sistemas Nacionais de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

É necessário que essas transformações sejam mensuradas e analisadas, no intento de obtermos um diagnóstico dos impactos ambientais. Para isso, a Fragilidade Ambiental é um conceito desenvolvido por Ross (1994) a partir da ampliação do princípio das “Unidades Ecodinâmicas” de Tricart (1977). Sendo assim, parte da inter-relação de variáveis como “relevo”, “solo”, “clima” e “uso da terra” para o mapeamento, a fim de apontar o grau de fragilidade, ou seja, a deterioração frente aos processos erosivos.

A integração de mapas desenvolvidos mostra possíveis áreas com maiores riscos ambientais, contribuindo principalmente na geração de informações que auxiliem no desenvolvimento de metas para melhor planejamento ambiental.

A partir do conhecimento adquirido ao longo de experiências profissionais e acadêmicas, motivou-se a realização de um estudo com o objetivo de avaliar a Fragilidade Ambiental da Unidade de Conservação mencionada, o Parque Estadual do Aguapeí, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 20 (UGRHI-20), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Localização do PEA e zona de amortecimento dentro da UGRHI-20.



Por isso, torna-se viável avaliar os níveis de fragilidade potencial e emergencial da Unidade de Conservação (UC) e seu entorno. Dessa maneira, os principais resultados esperados desta pesquisa incluem o mapeamento da fragilidade ambiental do Parque Estadual Aguapeí e sua Zona de Amortecimento, objetivando a integração das análises ambientais para que ações possam ser aplicadas, se necessário, a fim de elaborar recomendações para gestão e melhor manutenção da Unidade de Conservação, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas, servindo de apoio à tomada de decisão no que diz respeito ao planejamento ambiental da área em estudo e avaliar o ganho ambiental proporcionado pela presença da UC.

Além disso, o trabalho se propõe a realizar uma análise multitemporal do Parque Estadual do Aguapeí e sua zona de amortecimento nos anos de 1998, 2010 e 2022, onde os anos escolhidos para a análise representam a data da criação do parque (1998), os dias atuais (2022) e um período intermediário (2010).

Vale destacar que, a partir da criação da Agenda 2030, em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) implementou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são definidos como um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (Organização das Nações Unidas, 2018).

Nesse sentido, esta pesquisa também contribui de forma acadêmica-científica no objetivo 15 dos ODS, que intenta “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e a perda da biodiversidade” (Organização das Nações Unidas, 2015).

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar de forma multitemporal a fragilidade ambiental do Parque Estadual Aguapeí e sua Zona de Amortecimento.

Objetivos Específicos

- Analisar regionalmente aspectos do meio físico-biótico (geologia, geomorfologia, clima, hidrografia, pedologia e vegetação), socioeconômico (processo de ocupação regional e uso atual da terra) e legal da área de estudo (leis ambientais e Plano de Manejo do PEA;
- Determinar os níveis de Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente da Unidade de Conservação e da Zona de Amortecimento, nos períodos selecionados (1998, 2010 e 2022).

3 REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL

Caracterizar o Parque Estadual do Aguapeí e sua zona de amortecimento é fundamental para compreender as dinâmicas socioambientais que se desenvolvem em seu entorno e no interior da unidade, especialmente diante da histórica relação conflituosa entre sociedade e natureza. Discutir a origem dessa tensão parte da exploração intensiva dos recursos naturais e na separação artificial entre o ser humano e o meio ambiente, o que justifica a necessidade de criação de unidades de conservação como instrumentos de proteção da biodiversidade e regulação do uso do território. Nesse contexto, a análise da fragilidade ambiental, conforme proposto por Ross (1994), torna-se uma ferramenta essencial para identificar áreas mais suscetíveis à degradação, subsidiando estratégias de ordenamento territorial e gestão ambiental mais eficazes. Assim, o estudo aprofundado da região contribui não apenas para o avanço das pesquisas científicas, mas também para a formulação de políticas públicas sustentáveis e socialmente justas.

3.1 A gênese da dialética relação entre sociedade e natureza

As transformações inseridas “desde os processos de hominização e surgimento do *homo sapiens* até a globalização do *homo economicus*, o ser humano deu sentido às suas formas de habitabilidade do planeta” por meio de modos de apropriação pelos quais transformam sobremaneira seu habitat ao mesmo tempo em que é transformado por ele (Leff, 2001, p.283; Tricart, 1977, p.17).

A fim de que possamos ter uma visão mais geral sobre esse processo, de forma resumida, simplista e objetiva, Cortez (2011) destaca três momentos da relação da espécie humana com a natureza: o homem amoldando-se a ela (adaptação); o homem confrontando-se com a natureza, o que leva a uma posição de ataque a ela (contra a natureza), e o homem restituindo os ambientes por ele degradados e preservando os que ainda restam (a favor da natureza).

Vivendo como nômades, os seres humanos estabeleceram uma relação íntima, dinâmica e de dependência com o meio ambiente. Durante essa fase, os grupos humanos eram caçadores e coletores, constantemente em busca de alimentos e recursos. Essa mobilidade exigia uma adaptação constante aos ritmos e ciclos naturais, pois a sobrevivência dependia diretamente da harmonização com os ambientes que habitavam. O uso dos

recursos era limitado e de baixo impacto na natureza, onde a regeneração dos ecossistemas era perfeitamente possível, o que favorecia uma coexistência equilibrada (Harari, 2015).

Após esse período, segundo Mariano *et al.* (2011), o sedentarismo foi um terreno fértil para iniciar o controle da natureza, porém em um ritmo ainda lento, por meio de uma relação até o momento harmoniosa. Quando a sociedade moderna, fruto da evolução histórica, urbana, industrial e tecnológica, passa a fantasiar que não depende mais da natureza, inicia-se uma relação predatória e de ataque a ela, buscando desvincular aquilo que é intrinsecamente unido.

Alves e Nóbrega (2024) vão além ao afirmar que, comparado com o tempo presente, é possível destacar que a relação dos humanos com a natureza foi transformada para fins de beneficiar a vida econômica da sociedade no planeta. Conforme as sociedades e as relações sociais foram se constituindo, a ambição e ganância humana por territórios e riquezas também, onde o ser humano foi se desligando do natural, condicionando o próprio homem a uma relação com um mundo mediada e distante.

Polanyi (2001) também destaca que a transformação da terra e do trabalho em mercadorias entregou o destino da natureza e do ser humano às forças impessoais do mercado. Como o trabalho representa o próprio ser humano, e a terra, a natureza, essa mercantilização gerou desequilíbrios sociais e ecológicos irreparáveis.

Para Viertler (1988, p.20) "o processo de adaptação das culturas humanas do século XX aos seus respectivos ambientes não significa que a convivência e a sobrevivência sejam "melhores" ou mais "vantajosas" para os indivíduos".

Logo, essa atual configuração é, por consequência, a materialização do sistema de produção vigente. É o reflexo daquilo que se almeja, do propósito de vida enquanto sociedade. Em contrapartida, ao passo que há essa busca por desligar-se, o ser humano tem aumentado sua preocupação com desastres ambientais, e assim se autoevidencia cada vez mais dependente e suscetível ao natural.

Segundo Mészáros (2002), a lógica do capital inverte os valores fundamentais da vida: transforma o relativo – o capital – em absoluto, enquanto rebaixa o absoluto – a natureza, condição da existência humana – a algo descartável. Essa inversão conduz inevitavelmente à autodestruição, pois rompe com qualquer racionalidade ecológica ou social sustentável.

Como resultado, na presente conjuntura, enfrentamos um cenário de

graves problemas de exaustão dos recursos naturais, destruição de ecossistemas, aumento exponencial de eventos climáticos extremos. Nesse contexto, a sociedade contemporânea desenvolveu um leque de atividades e práticas cujos impactos ultrapassam os limites circunscritos explícitos pela natureza.

Sendo assim, essa relação não se manifesta de forma igual no espaço e no tempo. Ela vai evoluindo, já que passa de harmoniosa para dissonante, se bem que é possível ouvir, ainda que em meio a todo esse caos, vozes que bradam por uma consciência ambiental e pelo uso racional, consciente e sustentável dos recursos restantes. É a busca pela preservação e restituição do que ainda nos resta.

Cortez (*op. cit.*, p. 41) nos chama a atenção que nesse atual momento uma reflexão toma conta de muitos setores da população, em especial cientistas e pesquisadores: onde está a lógica e a razão em promovermos a destruição do meio ambiente, se estamos intimamente dependentes e vinculados a ele? Afinal, somos partes integrantes desse meio, e, como tal dependemos dele.

Apesar de tudo isso, atualmente, falsas controvérsias científicas ainda têm influenciado a elaboração de políticas ambientais há décadas, como em questões relacionadas ao desmatamento e às mudanças climáticas. Para isso, são criados “pseudofatos”, ou seja, afirmações em desacordo com a literatura científica já estabelecida e que são mascarados para parecerem fatos científicos, buscando lançar dúvidas e incertezas sobre questões já consensuais (Rajão *et al.*, 2022).

Diante do exposto, é nítida a mudança provocada na relação sociedade-natureza. Da mesma maneira, é recente a preocupação, ainda que alcance uma parte muito pequena da sociedade e por isso necessite ser otimizada, com as consequências negativas dessa relação predatória. Diante das necessidades sociais e ambientais, o pensamento geográfico foi se aprimorando e desenvolvendo metodologias que tornassem possível uma análise integrada dos fenômenos analisados.

3.2 As Unidades de Conservação

No século XIX, havia nos Estados Unidos da América uma necessidade crescente de eliminar a escassez de identidade cultural reconhecida por outras sociedades e que, ao contrário dos países europeus, cujas origens culturais remontam à antiguidade, não dispunham de tradições

consagradas pelo tempo. Os americanos obviamente orgulhavam-se da inventividade e do progresso material da nação, mas era necessário provar sua singularidade. O apreço pelas paisagens, vistas como patrimônio natural, surgem como um símbolo visível da nação. A confiança na natureza como grandeza nacional, onde paisagens consideradas únicas deveriam ser preservadas, tornaram-se apreciadas em um plano intelectual (Runte, 1979).

Desta maneira, ainda segundo o autor supracitado, quando os primeiros parques nacionais foram estabelecidos, a proteção do meio ambiente não era o objetivo primário, tal como agora é definido, sendo o Parque Nacional Yellowstone, criado em 1872, o marco fundador da moderna política de Unidades de Conservação.

Já no Brasil, o debate relacionado às questões ambientais toma relevância a partir de 1934, com o estabelecimento do Código de Caça e Pesca e do Código Florestal, abordando a defesa da flora e fauna nacional, abrindo espaço para a criação de parques de preservação ambiental (Fonseca *et al.*, 2019), sendo o Parque Nacional do Itatiaia o mais antigo do Brasil, criado em 1937.

Daí por diante, mudanças legais e estruturais foram sendo implantadas à medida que as preocupações e necessidades relacionadas às causas ambientais iam surgindo. Uma das mais significativas encontra-se no capítulo VI da Constituição Federal de 1988, que encarrega o poder público de definir espaços territoriais a serem especialmente protegidos, e que anos mais tarde abriria espaço para a Lei 9.985/00, definindo muitos desses locais como Unidades de Conservação. Fonseca *et al.* (2019) ressalta que a criação de sistemas de unidades de conservação é incumbência das esferas federais e estaduais, onde a gestão descentralizada pode garantir uma maior eficiência quanto à proteção desses lugares.

Nas décadas seguintes, o país teve um avanço em relação à legislação ambiental, mesmo que em diversas situações tenha ficado apenas na teoria. A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, onde é definido no art. 2º a unidade de conservação (UC) como sendo um

(...) espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Essas áreas são caracterizadas como um importante meio de

proteção e preservação ambiental, numa tentativa de harmonizar o uso dos recursos naturais com o desenvolvimento social, econômico e turístico de forma sustentável. Para isso, foram inseridas em dois grandes grupos: as Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI) e as Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUS).

A primeira tem como finalidade preservar a natureza, admitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais através de regras e normas mais restritivas. Já a segunda busca conciliar a conservação da natureza com o manejo sustentável de apenas parte dos recursos naturais.

Outro ponto de destaque da Lei 9.985/00 é a compensação ambiental, prevista no art. 36.

Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.

É importante ressaltar que o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) já tratava desse tema desde 1987, mas somente veio a ser regulamentado em 2000, por meio da lei supracitada. Segundo Faria (2008, p.9), o mecanismo de Compensação Ambiental tem uma origem histórica associada principalmente aos grandes projetos do setor elétrico brasileiro.

Por conseguinte, com base nessa legislação, foi criado o Parque Estadual do Aguapeí por meio do Decreto nº 43.269 de 02 de julho de 1998, para implantar uma Unidade de Conservação em substituição às áreas que foram inundadas pela construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera no rio Paraná, pela Companhia Energética de São Paulo – CESP.

Ainda, no entorno da UC, a legislação regulamenta a zona de amortecimento (ZA), que é definida pela lei como sendo:

(...) o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (Lei 9.985/00, Art.2º, XVIII)

Essa área é imprescindível para que haja um controle das atividades no entorno da reserva, objetivando amortizar os impactos negativos externos, já que a UC, por si só, não seria suficiente para a conservação e recuperação da biodiversidade.

3.3 A Fragilidade Ambiental

Ao longo da evolução do pensamento geográfico, diversas tendências metodológicas e diversas preferências de conteúdo caracterizavam a Geografia, em que, por inúmeras vezes, o intercâmbio entre elas era pouco efetivo, ou até mesmo conflituoso, fazendo-se sempre necessário o resgate de articulações entre a Geografia Física e a Geografia Humana, as quais haviam se afastado desde o início do século XX. A Teoria Geral dos Sistemas, proposta pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy em 1901, buscou um conhecimento holístico, promovendo a relação e interação entre as diversas áreas de conhecimento em uma abordagem interdisciplinar (Rodrigues, 2001).

Essa tendência foi difundida para o pensamento geográfico, podendo ser observada na abordagem *ecodinâmica* de Tricart (1977), nos esquemas de classificação de Sotchava (1977, 1978) e por Bertrand (1972), inclui-se nessa lista, assim como os preceitos de Hack (1960) na Geomorfologia, quando aprofunda a ideia de equilíbrio na natureza e da existência de ajustes recíprocos entre sistemas, subsistemas e entre suas variáveis (Rodrigues, op. cit., p.72).

Tricart, em sua quase quinquagenária obra “*Ecodinâmicas*” (1977), na busca por analisar a estabilidade morfodinâmica da paisagem, propôs o princípio das Unidades Ecodinâmicas, que consiste em um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxo de matéria e energia ocasionando relações de dependência mútua entre si. Portanto, uma análise integrada é o estudo da natureza dinâmica de um sistema ambiental que busca explicar a interdependência entre os componentes que formam a paisagem. “O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente” (Tricart, 1977).

No Brasil, Ross (1994) amplia os conceitos de Unidades Ecodinâmicas a fim de mensurar e avaliar as atividades antrópicas no meio ambiente e subsidiar o planejamento ambiental. Nesse sentido, os conceitos que melhor classificam os meios naturais são: Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, sendo aquelas preservadas da ação humana, permanecendo em seu estado natural e Unidades Ecodinâmicas de Instabilidades Emergentes, as quais já sofreram intensas alterações antrópicas, seja através do desmatamento e/ou práticas de atividades econômicas.

De acordo com Ross (2011), com algumas exceções, os ambientes naturais apresentavam-se em estado de equilíbrio dinâmico até as sociedades

humanas passarem a intervir de forma progressiva na exploração dos recursos naturais. Dessa maneira, a fragilidade dos ambientes naturais pode ser maior ou menor em função desse grau de intervenção. Onde há maior avanço tecnológico, possivelmente, há maior avanço na exploração de recursos naturais.

Esse conceito de fragilidade pode ser definido como a suscetibilidade do ambiente a sofrer qualquer tipo de impacto e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem natural e antrópica (Tamanini, 2008).

Para que seja realizada uma avaliação da fragilidade dos ambientes, Ross (1994) salienta que os conhecimentos setorializados (solo, relevo, clima, rochas e minerais e demais variáveis) sejam avaliados de forma integral, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre as suas componentes físicas e bióticas.

A avaliação pode ser dada por meio cartográfico, através da elaboração de mapa de fragilidade ou suscetibilidade ambiental. Para a elaboração do mapa de Fragilidade Potencial são utilizados aspectos físicos, como geomorfologia, clima e solo. Já na elaboração do mapa de Fragilidade Emergente é feita a sobreposição ponderada do mapa de Fragilidade Potencial e uso e cobertura da terra.

Para Spörl e Ross (2004), a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

Ross (1995) destaca que é necessário, diante do avanço de tecnificação e consumo da sociedade humana, o desenvolvimento cada vez maior de pesquisas técnico-científicas para tratar, proteger e explorar mais racionalmente os recursos da natureza. Enfatiza ainda que, ao propor um diagnóstico ambiental, deve-se pensar no todo (o natural e o social) e de que modo esse todo se manifesta na realidade. Dessa maneira, uma pesquisa ambiental na abordagem geográfica torna-se indispensável para a obtenção de diagnósticos adequados, tornando-se possível elaborar prognósticos.

Enfatiza ainda que é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial com base a fragilidade dos ambientes mensurados através de estudos analíticos, expressos por meio de cartogramas e textos, sendo documentos de extrema importância para o Planejamento Ambiental (Ross, 2011).

É certo que toda intervenção humana no meio natural é uma intervenção de ordem física, sendo assim, medidas que promovam a mitigação dos impactos se fazem necessárias na busca por manutenção do equilíbrio do meio. Em vista disso, a elaboração de um mapa de fragilidade ambiental, como uma das ferramentas utilizadas no planejamento ambiental, torna possível a avaliação do ambiente de forma integrada.

Dada a necessidade de mitigação de impactos, preservação e uso racional dos recursos naturais, surgem as Unidades de Conservação (UC), dentre elas o Parque Estadual do Aguapeí, como uma das ferramentas essenciais para a proteção dos recursos naturais.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Caracterização regional da área de estudo

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os aspectos do meio físico-biótico (geologia, geomorfologia, clima, hidrografia, pedologia e vegetação), socioeconômico (processo de ocupação regional e uso atual da terra) e legal da área de estudo (leis ambientais e Plano de Manejo do PEA) a fim de determinar os níveis de Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente do Parque Estadual do Aguapeí, bem como de sua zona de amortecimento nos anos de 1998, 2010 e 2022, onde os anos escolhidos para a análise representam a data da criação do parque (1998), os dias atuais (2022) e um período intermediário (2010), resultando em um intervalo de 12 anos entre cada período.

Tendo como base a proposta metodológica sistematizada por Ross (1990, 1994), essa metodologia visa examinar as dinâmicas e os processos naturais da morfodinâmica, incluindo a destruição e a reconfiguração do relevo terrestre, além de analisar os impactos das intervenções humanas sobre ele.

A princípio, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os aspectos teóricos e metodológicos, incluindo leituras e análises acerca do espaço geográfico integrado, da metodologia da fragilidade ambiental, das leis ambientais, das unidades de conservação, do planejamento ambiental, do plano de manejo, entre outros temas e documentos.

Dessa forma, foram incorporadas informações sobre as características do ambiente natural regional, como relevo, cobertura vegetal, solo, hidrografia e clima da bacia hidrográfica do rio Aguapeí, bem como sobre o processo histórico de ocupação da região e seus atuais atributos socioeconômicos.

Seguidamente, o resultado dessa revisão gerou o cruzamento de informações, como características pedológicas com as morfológicas e morfométricas do relevo, bem como aspectos climáticos e de cobertura vegetal a fim de resultar na fragilidade potencial. Após essa etapa, foi necessário integrar esses dados com informações sobre o uso e a ocupação da terra para determinar os níveis de fragilidade ambiental emergente da área estudada.

Os trabalhos de campo tiveram como finalidade o reconhecimento da região e a coleta de informações gerais sobre os aspectos socioambientais do Parque Estadual do Aguapeí, assim como sobre sua zona de amortecimento. Ocorreram duas visitas, sendo uma durante o período de revisão bibliográfica e

a outra após a organização dos dados para a elaboração dos Mapas de Fragilidade. Durante essas atividades *in loco*, foram registradas 33 imagens fotográficas que auxiliaram na caracterização das áreas.

A primeira visita ocorreu em 19 de agosto de 2023, durante a estação de inverno, quando a temperatura é mais amena e com menores índices pluviométricos, e houve o reconhecimento do objeto de estudo. Além disso, foi possível observar as condições bióticas, abióticas e de zoneamento interno da UC. Foram registradas fotografias do interior do PEA, contemplando a vegetação, solo, curso do rio, etc.

A segunda visita deu-se no dia 28 de setembro de 2024 e ocorreu principalmente em alguns pontos da área de amortecimento, também com o objetivo de investigar as condições bióticas, abióticas e de uso e ocupação da área externa à Unidade de Conservação.

Por tudo isso, o trabalho *in loco* é fundamental para ampliar a percepção do pesquisador, permitindo a observação direta e a coleta de dados, o que não é possível apenas em laboratório. Permite, portanto, enriquecer a compreensão teórica a fim de desenvolver estratégias eficazes de conservação e gestão ambiental, garantindo que as intervenções sejam baseadas em evidências sólidas e adaptadas às necessidades específicas da realidade local.

4.2 Fragilidade Ambiental

Para elaborar os Mapas de Fragilidade Ambiental da área de estudo, com escala de 1:500.000, foi utilizado o software QGIS 3.28.9. Os arquivos vetoriais de hidrografia, limites do PEA e zona de amortecimento foram extraídos do *site* do DataGeo (Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo – IDEA – SP). Já o arquivo vetorial de solos foi proveniente do Instituto Florestal (Mapa Pedológico do Estado de São Paulo – Revisado e Ampliado).

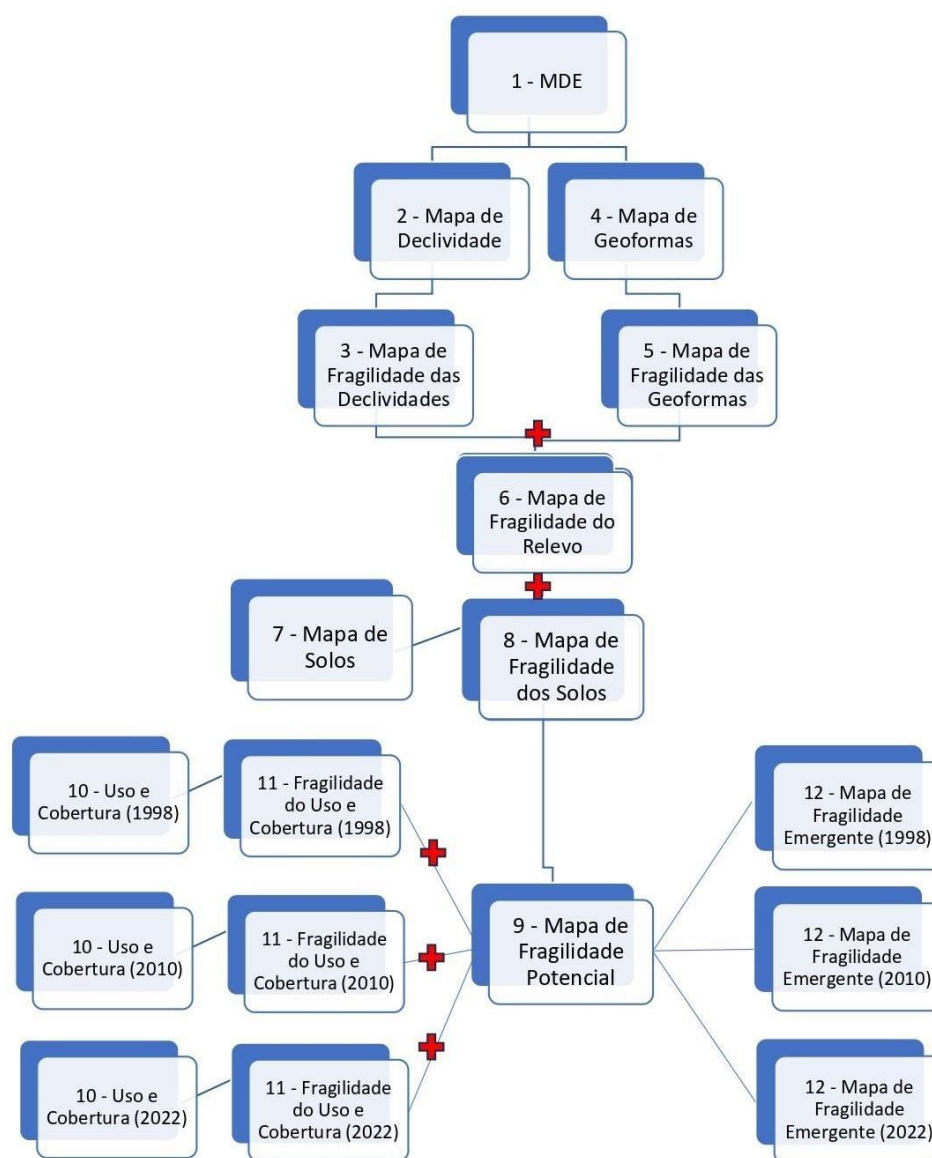
Os dados *raster* de uso e cobertura da terra, referentes aos anos de 1998, 2010 e 2022, foram adquiridos no *site* do Projeto MapBiomias. O Modelo

Digital de Elevação (MDE) foi gerado a partir de dados SRTM baixados no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Topodata (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil).

Em seguida, utilizando a ferramenta de SIG mencionada, a metodologia proposta por Ross (1994), com os ajustes necessários para a área de estudo e embasada em Moroz-Caccia Gouveia (2022), foi realizada uma análise multicritério, tais como solo, declividade, formas de relevo e uso e cobertura da terra, analisada em três períodos distintos: 1998, 2010 e 2022, a fim de comparar as alterações multitemporais.

Para isso, foi necessário o tratamento dos dados, como recorte da área de estudo delimitada, definição de projeção cartográfica e Datum e reclassificações de acordo com a metodologia proposta, resultando nos seguintes mapas: Fragilidade das Classes de Declividades; Geoformas; Fragilidade das Geoformas; Fragilidade do Relevo; Solos; Fragilidade dos Solos; Fragilidade Potencial; Uso e Cobertura da Terra em 1998, 2010 e 2022; Fragilidade do Uso e Cobertura da Terra em 1998, 2010 e 2022 e Fragilidade Emergente em 1998, 2010 e 2022. A Figura 2 representa de forma sistemática a inter-relação entre os mapas gerados.

Figura 2 - Fluxograma representando a metodologia utilizada na elaboração cartográfica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.1 Mapa de Declividade e Mapa de Fragilidade das Classes de Declividades

O Mapa de Declividade foi produzido a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), onde as propriedades foram reclassificadas de acordo com as classes de declividade propostas por Ross (1994), para isso, o arquivo foi alterado para que os valores fossem expressos em porcentagem, utilizando a ferramenta de análise de *raster* “Declividade” do QGIS. A nova reclassificação foi feita para atribuir valor às classes, ou seja, determinando níveis de fragilidade das classes de declividade. As informações encontram-se no Quadro 4.

Quadro 1 - Classes de declividades, respectivos níveis de fragilidade e valor atribuído.

Fragilidades	Declividades	Valor
Muito Fraca	Até 6%	1
Fraca	De 6 a 12%	2
Média	De 12 a 20%	3
Forte	De 20 a 30%	4
Muito Forte	Acima de 30%	5

Fonte: Ross, 1994; Moroz-Caccia Gouveia, 2022. Elaborado pelo autor.

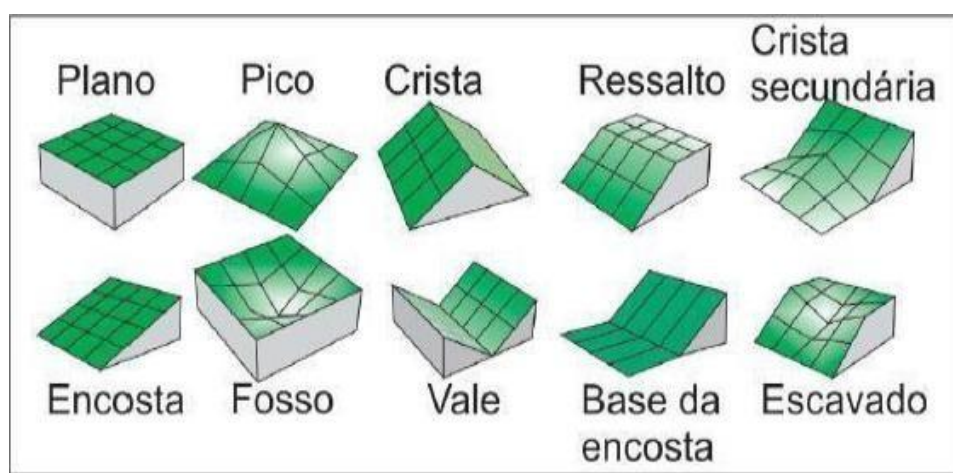
Finalizada a reclassificação, o mapa foi gerado a fim de contribuir com a análise de fragilidade com os demais fatores a serem analisados.

4.2.2 Mapa de Geoformas e Mapa de Fragilidade das Geoformas

O mapa de compartimento de relevo foi elaborado no SIG a partir do MDE através da metodologia *geomorphons*. Com isso, não se utilizou apenas parâmetros morfométricos (declividades), mas aspectos morfológicos, como as formas de vertentes convexas, côncavas, topos, fundos de vale e planícies fluviais. Assim, a identificação de áreas de planícies aluviais evita a classificação de tais áreas como sendo áreas sem restrições do meio físico à ocupação, em função das fracas declividades, como acontece quando se consideram apenas aspectos morfométricos (Gouveia; Ross, 2019).

A ferramenta *r.geomorphon* classifica 10 elementos de relevo, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Principais Geomorphons reconhecidos em análise pelo SIG.



Fonte: Robaina, Trentin e Laurent (2016).

Em seguida foram atribuídos níveis de fragilidade aos *geomorphons* de acordo com o Quadro 2:

Quadro 2 - Níveis de fragilidades atribuídos aos *geomorphons*.

Geomorphons	Níveis de Fragilidade
Plano (1 - Topos)	1 – Muito Baixo
Picos (2), Cristas (3)	2 - Baixo
Ressalto (4) e Cristas Secundárias (5)	3 - Médio
Encostas (6)	4 - Alto
Fossos (7), Bases da Encosta (9) e Escavados (10)	5 – Muito Alto
Vales (8) Plano (1 - Fundo de Vale)	10 - Restrito

Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2022).

Para áreas de vales e planos (fundo de vale) foi atribuído alto valor de nível de fragilidade a fim de destacar áreas suscetíveis a inundação.

4.2.3 Mapa de Fragilidade do Relevo

Para a verificação da fragilidade do relevo, foi utilizada a ferramenta de Análise Multicritério Ponderada – AMP (*Weighted Multi-Criteria Analysis – WMCA*), objetivando a sobreposição de duas camadas de *raster*, o Mapa de Declividade e o Mapa de Compartimento de Relevo.

Essa ferramenta é utilizada para realizar análises mais complexas que envolvem dois ou mais critérios de decisão, como ocorrido nesse caso, tornando possível considerar múltiplos fatores simultaneamente.

O produto da sobreposição foi reclassificado, onde as classes receberam diferentes níveis de fragilidade como mostra o Quadro 3:

Quadro 3 - Níveis de Fragilidade associado aos valores atribuídos.

Valor	Nível de Fragilidade
1	Muito Baixa
2	Baixa
3	Média
4	Alta
5	Muito Alta
6	Muito Alta (inundação)

Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2022).

Por conseguinte, o mapa resultante revela a fragilidade do relevo, sobrepondo aspectos morfométricos, como a declividade e também

morfológicos, como as formas de vertentes convexas, côncavas e planas obtidas anteriormente pelos *geomorphons*.

4.2.4 Mapa de Fragilidade do Solo

Uma camada vetorial contendo informações referentes aos tipos de solo, devidamente recortada dentro da área de estudo, foi reclassificada, onde associou-se diferentes níveis de fragilidade aos solos, baseado em Ross (1994) e Vágula (2019), apresentada no Quadro 4:

Quadro 4 - Valor atribuído, níveis de fragilidade e tipos de solos.

Valor	Nível de Fragilidade	Solos
1	Muito baixa	Latossolo Vermelho distroférico ou acriférico textura argilosa ou muito Argilosa; Latossolo Vermelho distrófico A moderado textura argilosa ou muito Argilosa; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado ou A proeminente textura argilosa ou muito argilosa ; Latossolo Vermelho-Amarelo câmbico ou Latossolico distrófico A moderado ou A proeminente textura argilosa; Latossolo Vermelho-Amarelo A moderado textura argilosa; Latossolo Vermelho eutroférico ou distroférico ou acriférico A moderado ou A chernozêmico textura argilosa ou muito argilosa.
2	Baixa	Latossolo Amarelo textura média argilosa; Latossolo vermelho-amarelo textura média argilosa;
3	Média	Latossolo Vermelho-Amarelo ou Latossolo Amarelo distrófico A moderado textura média; Latossolo Vermelho distrófico A moderado textura média ou Latossolo Vermelho eutrófico ou distrófico A moderado textura média; Nitossolo Vermelho eutroférico ou distroférico A moderado textura argilosa ou muito argilosa; Argissolo Vermelho-Amarelo ou Argissolo Vermelho distrófico A moderado textura argilosa.
4	Forte	Argissolo Vermelho-Amarelo ou Argissolo Amarelo ou Argissolo Vermelho eutrófico ou distrófico, ambos A moderado textura arenosa/ média ; Argissolo Vermelho-Amarelo Argissolo Vermelho eutrófico ou distrófico A moderado textura arenosa/média ; Argissolo Vermelho-Amarelo ou Argissolo Amarelo distrófico A moderado textura arenosa/média ; Argissolo Vermelho-Amarelo ou Argissolo Amarelo distrófico, ambos A moderado textura arenosa/média; Argissolo Vermelho-Amarelo ou Argissolo Amarelo distrófico ou alissolo, A moderado ou A proeminente textura arenosa/média; Cambissolos.
5	Muito forte	Argissolo Vermelho ou Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico ou distrófico A moderado textura

		média/argilosa ou argilosa/argilosa com cascalho ou cascalhenta; Neossolo Litólico ou Cambissolo de diversos substratos, texturas e graus de saturação por bases; Neossolo Quartzarênico distrófico a moderado;
10	Muito forte	Gleissolo Melânico ou Gleissolo Háplico ou Organossolo com graus de saturação por bases, respectivamente; Neossolos Flúvicos.

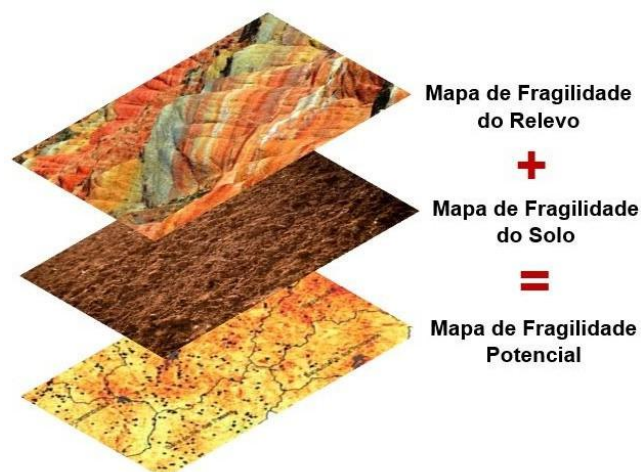
Fonte: Baseado em Ross (1994); IAC (2016) e Vágula (2019).
Adaptado por: Moroz-Caccia Gouveia (2022).

Feita a reclassificação, a camada vetorial foi convertida em *raster*. O novo mapa gerado a partir das características pedológicas apresenta a fragilidade dos solos da área de estudo. Segundo Ross (1994), os critérios para a variável solos passam pelas características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, onde essas características estão atreladas diretamente ao relevo, litologia e clima.

4.2.5 Mapa de Fragilidade Potencial

O Mapa de Fragilidade Potencial é o resultado ponderado de diversos critérios físico-naturais dos elementos até aqui analisados. Para obtenção desse resultado, foi utilizada a ferramenta de Análise Multicritério Ponderada – AMP para que o Mapa de Fragilidade do Relevo e o Mapa de Fragilidade do Solo fossem sobrepostos, conforme Figura 4, cada qual com peso de 50% na avaliação.

Figura 4 - Sobreposição de mapas resultando na Fragilidade Potencial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa foi reclassificado a fim de destacar os níveis de fragilidade atribuídos, conforme mostra o Quadro 5:

Quadro 5 - Valor atribuído ao nível de Fragilidade Potencial.

Valor	Nível de Fragilidade
1	Muito Baixa
2	Baixa
3	Média
4	Alta
5	Muito Alta
6	Muito Alta (inundação)

Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2022).

4.2.6 Mapas de Fragilidade do Uso e Cobertura da Terra

Na elaboração destes mapas, foram utilizadas três novas camadas *raster*, as quais continham informações sobre a cobertura da terra, além das atividades econômicas presentes na área de estudo. A análise abrangeu informações de uso e ocupação referentes aos anos de 1998, 2010 e 2022, conforme proposto para fins comparativos.

Os mapas foram recortados para atender a área de pesquisa. Em seguida, em cada *raster* trabalhado de forma individual, foram associadas as classes de uso aos nomes dos tipos de uso e cobertura da terra, da mesma maneira foram atribuídos graus de fragilidade, como mostra o Quadro 6, onde a fragilidade de uso e cobertura da terra é inversamente proporcional ao grau de proteção que é oferecido aos solos.

Quadro 6 - Classes de identificação, uso e cobertura e níveis de fragilidade.

ID (Classes de Uso)	Uso e Cobertura	Fragilidade
1	1. Floresta	1
3	1.1. Formação Florestal	1
4	1.2. Formação Savânica	2
5	1.3. Mangue	1
49	1.4. Restinga Arborizada (beta)	2
10	2. Formação Natural não Florestal	3
11	2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	6
12	2.2. Formação Campestre	2
32	2.3. Apicum	3
29	2.4. Afloramento Rochoso	4

13	2.5. Outras Formações não Florestais	3
14	3. Agropecuária	3
15	3.1. Pastagem	4
18	3.2. Agricultura	4
19	3.2.1. Lavoura Temporária	4
39	3.2.1.1. Soja	4
20	3.2.1.2. Cana	4
40	3.2.1.3. Arroz (beta)	4
41	3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	4
36	3.2.2. Lavoura Perene	3
46	3.2.2.1. Café (beta)	3
47	3.2.2.2. Citrus (beta)	3
48	3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	3
9	3.3. Silvicultura	2
21	3.4 Mosaico de Agricultura e Pastagem	4
22	4. Área não Vegetada	5
23	4.1. Praia, Duna e Areal	5
24	4.2. Área Urbanizada	3
30	4.3. Mineração	5
25	4.4. Outras Áreas não Vegetadas	5
26	5. Corpo D'água	0
33	5.1. Rio, Lago e Oceano	0
31	5.2. Aquicultura	0

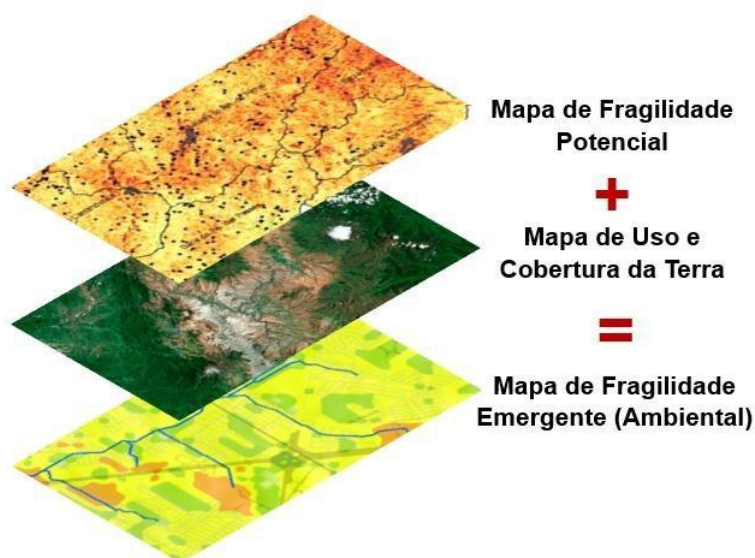
Fonte: MapBiomias (Coleção 6); Moroz-Caccia Gouveia (2022) – Elaborado pelo autor (adaptado).

Os três novos mapas apresentaram os diferentes graus de fragilidade do uso e cobertura do solo em três recortes avaliados: 1998, ano em que foi inaugurada a UC; 2010, já passados 12 anos, representando um período intermediário e 2022, período mais recente, passados 24 anos de criação do PEA.

4.2.7 Mapas de Fragilidade Emergente

O Mapa de Fragilidade Emergente (Ambiental) é o resultado da sobreposição, através do instrumento de Análise Multicritério Ponderada – AMP com o objetivo de integrar as informações presentes entre o Mapa de Fragilidade Potencial e os Mapas de Fragilidade de Uso e Cobertura da Terra, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Sobreposição de mapas resultando na Fragilidade Emergente.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para a produção desses mapas, por se tratar de uma análise multitemporal, utilizou-se os três Mapas de Fragilidade de Uso e Cobertura da Terra para sobreposição ao de Fragilidade Potencial, resultando em outros três mapas.

Feita a sobreposição de informações, a reclassificação dos dados presentes se sucedeu conforme o Quadro 7:

Quadro 7 - Valor atribuído ao nível de Fragilidade Potencial.

Valor	Nível de Fragilidade
1	Muito Baixa
2	Baixa
3	Média
4	Alta
5	Muito Alta
10	Muito Alta (inundação)

Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2022)

Nota-se que foi atribuído peso 10 para o sexto nível, destacando, desta maneira, a altíssima fragilidade das planícies fluviais. Os resultados apresentaram informações de níveis de fragilidade potencial (ambiental) nos períodos de 1998, 2010 e 2022.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização Regional da Área de Estudo

5.1.1 Geologia e Geomorfologia

O substrato geológico aflorante na bacia hidrográfica do Rio Aguapeí é constituído por rochas vulcânicas e sedimentares de idade mesozoica, da formação Serra Geral do grupo São Bento e depósitos aluvionares de idade cenozoica. Sua coluna estratigráfica apresenta respectivamente da base para o topo a seguinte sequência de formações geológicas do: Grupo Bauru (Formação Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília) e Depósitos Cenozóicos (depósitos em terraços suspensos cascalheiras e aluviões pré-atuais - e os depósitos recentes de encostas e associados às calhas atuais - coberturas coluvionares e aluvionares, respectivamente) (São Paulo, 2010).

De acordo com Ross e Moroz (2011), situa-se na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, compondo a unidade morfoescultural do Planalto Ocidental Paulista, sub-unidade Planalto Centro-Ocidental, do onde o relevo é, de forma geral, “levemente ondulado com predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplanados”. Já no interior da UC é predominante as Planícies Aluviais ao longo do rio Aguapeí, como evidencia a Figura 6.

Figura 6 - Região de planície aluvial ao longo do rio Aguapeí.



Fonte: do autor.

Está assentado sobre as rochas de formação predominante arenítica, onde basaltos estão expostos nos vales dos principais rios (IPT, 1981), com variação altimétrica entre 260 e 450 metros (Novais e Galvani, 2022).

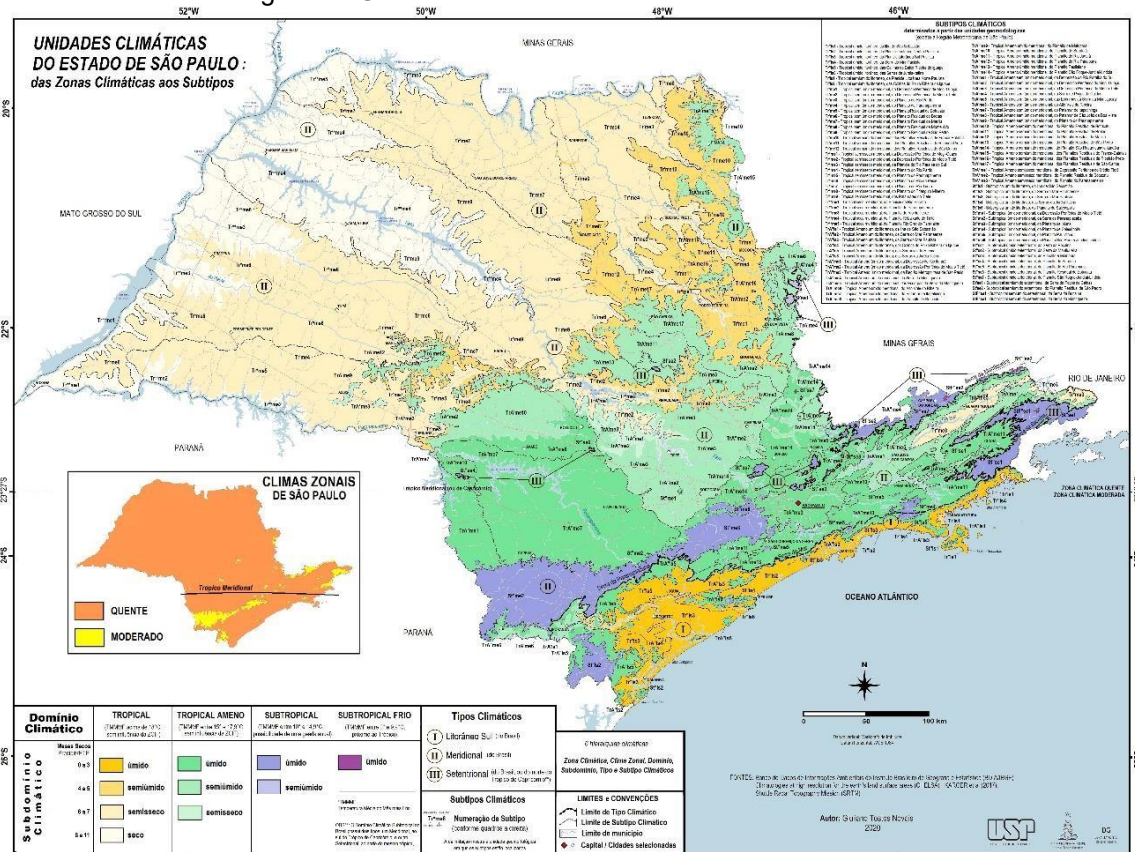
5.1.2 Clima

Novais e Galvani (2022) caracterizam a região como pertencente ao clima sazonal quente, de domínio climático tropical seco.

O Domínio Climático Tropical é caracterizado no Estado de São Paulo pelo predomínio das zonas de convergência de umidade na primavera-verão, alinhadas no sentido noroeste-sudeste; e pelo avanço dos anticlones do Atlântico Sul e Polar Sul, nas estações de outono-inverno (Novais; Galvani, 2022, p.12).

É denominado Tropical seco meridional do Planalto do Rio do Peixe (Tr**me3), como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Unidades climáticas do Estado de São Paulo.



A temperatura média do mês mais frio (TMMMMF) varia entre 19,6 a 21,7°C, com uma precipitação média anual de 1.000 a 1.300 mm, onde a evapotranspiração média anual (ETp) percorre entre 1.265 a 1.460 mm, com excedente hídrico anual de 30 a 155 mm e déficit hídrico anual de 120 a 245 mm,

podendo ocorrer de 8 a 9 meses considerados como secos (de acordo com o balanço hídrico).

5.1.3 Hidrografia

A porção inferior da bacia hidrográfica do Rio Aguapeí, apresenta uma área de planície aluvial caracterizada pela elevada ocorrência de meandros abandonados, como mostra a Figura 8, manifestando a frequência de mudanças nos regimes de vazão e/ou sedimentos do rio. O Rio Aguapeí, rio principal da bacia hidrográfica e que corta o parque por aproximadamente 50 km, assim como sua zona de amortecimento, em termos morfológicos, é um rio de canal único com sinuosidade entre 1,04 a 2,45. Possui caráter erosivo, mas apresenta intervalos deposicionais, principalmente em direção à foz, o rio Paraná (Suizu, 2017).

Figura 8 - Imagem de satélite (Landsat/Copernicus) registrada no mês de outubro de 2024 o sistema fluvial do rio Aguapeí e seus meandros abandonados.



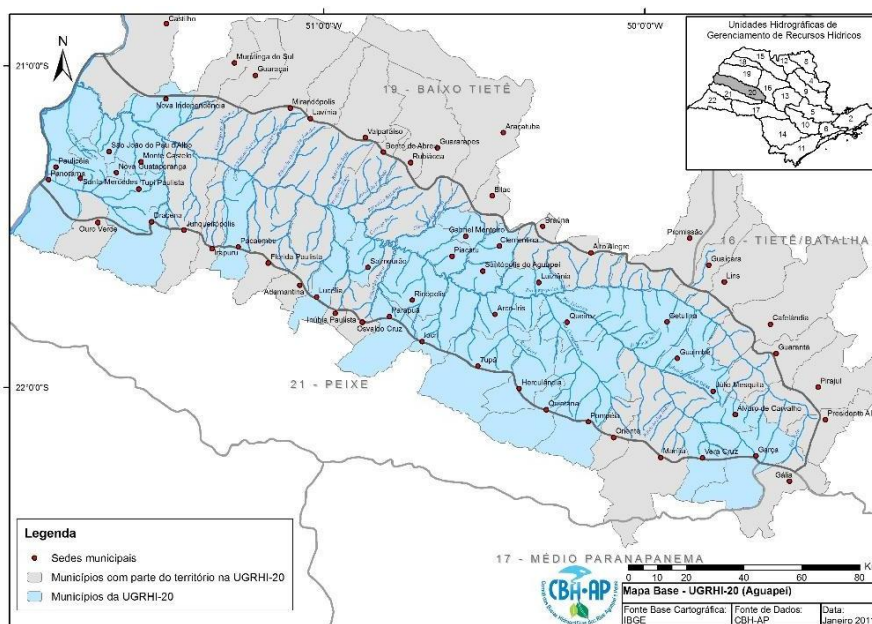
Fonte: Google Earth, 2024 – Elaborado pelo autor.

A rede de drenagem principal mostra paralelismo de eixos na direção NW-SE, com os rios de maior porte mostrando planícies aluviais de dimensões variadas. A presença de rápidos e corredeiras é comum ao longo das principais correntes d'água que cortam a região (São Paulo, 2010).

Segundo Manoel e Rocha (2017), a bacia hidrográfica é caracterizada pelo padrão de drenagem dendrítico, podendo ser observado na Figura 9, ilustrada no Mapa da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos, designada como arborescente, pois seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore. Além disso, o Aguapeí caracteriza-se como um rio

consequente, que corre segundo a direção do mergulho das camadas geológico-geomorfológicas.

Figura 9 – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Aguapeí.



Fonte: CBH-AP.

Ainda de acordo com os autores (2014), o rio Aguapeí assume, ainda no final do seu alto curso, a maior hierarquia possível que foi encontrada em sua bacia, tornando-se um curso d'água de 6º Ordem, quando conflui com os seus principais tributários, os Rios Tibiriça e Caingang.

5.1.4 Pedologia

O Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (2017) traz os seguintes tipos de solo presentes nos limites do PEA em uma escala de 1:250.000: Planossolo Háplico e Gleissolo Háplico. Já nos limites de sua Zona de Amortecimento, os tipos presentes são: Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Háplico e Planossolo Háplico. Segundo a classificação da Embrapa Solos (2018), as características dos quatro tipos de solos supracitados são:

Os Argissolos (P) são constituídos por material mineral, predominantemente argilas de atividade baixa (caulinita) e/ou óxidos, e sua característica diferencial é a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter aluminico. Grande parte dos solos desta classe apresenta

um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, como no caso da região analisada. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este (Santos *et al.*, 2025).

Os Gleissolos (G) compreendem solos minerais, hidromórficos (processos de oxidação e redução), que se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, podendo se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície. Geralmente estão associados ao material sedimentar recente nas proximidades de cursos d'água. Caracterizam-se pela forte gleização em decorrência do ambiente redutor virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período, manifestando cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas. Ocasionalmente podem ter textura arenosa (areia ou areia franca) somente nos horizontes superficiais, desde que seguidos de horizonte glei de textura francoarenosa ou mais fina (Santos *et al.*, 2025).

Os Latossolos (L) são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. São normalmente muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior a 1 m, sem incremento de argila em profundidade. Variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram solos que têm cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenada, o que é indicativo de formação em condições atuais ou pretéritas com um certo grau de gleização. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos. A textura varia de média a muito argilosa e, nos mais oxidicos, pode ocorrer estrutura granular, de tamanho muito pequena a pequena e de grau de desenvolvimento que varia de forte a muito forte (Santos *et al.*, 2025).

Os Planossolo (S) compreendem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade

lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso) e de existência periódica durante o ano. Sua incidência é predominantemente em áreas de relevo plano ou suave ondulado. Apresentam textura predominantemente arenosa em superfície, com grande aumento de argila em subsuperfície e mudança textural abrupta ou transição abrupta com gradiente textural. São adensados em subsuperfície e extremamente duros quando secos e frequentemente com estrutura prismática ou colunar em subsuperfície. A baixa permeabilidade em subsuperfície condiciona ciclos de redução e oxidação do ferro, propiciando as cores acinzentadas ou variegadas e mosqueados. De maneira geral observa-se um horizonte eluvial e de cor clara sobrepondo o horizonte subsuperficial (Santos *et al.*, 2025).

5.1.5 Vegetação

O Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) caracteriza a região como pertencente ao Bioma Mata Atlântica, onde estão presentes as formações da Floresta Estacional Semidecidual, podendo ser observada na Figura 10, reduzida atualmente a uns poucos agrupamentos, mas que ainda conserva sua imponência.

O planalto interiorano, recoberto pelos arenitos cretácicos Bauru e Caiuá, apresenta um revestimento florestal estacional bastante uniforme, dominado por macrofanerófitos emergentes da *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. (peroba-rosa), de família cosmopolita pantropical. (IBGE, 2012, p.63).

Figura 10 - Fragmentos de Floresta Estacional localizados no interior do PEA.



Fotos: Nelson A. Gallo (2008).

Esse tipo florestal é estabelecido em decorrência do clima estacional, que determina semidecuidade da cobertura florestal, ou seja, queda parcial da folhagem, associando-se a uma região que é marcada por acentuada seca

hibernal e por intensas chuvas de verão. Constitui-se de fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas e cujas folhas adultas são esclerófilas ou membranáceas decíduais, que em geral revestem solos areníticos distróficos. A porcentagem das árvores caducifólias e não caducifólias no conjunto florestal representam, respectivamente, entre 20% e 50% (IBGE, 2012).

Nas regiões de planície de inundação, são comuns as formações arbustivas/herbáceas de várzea, onde a vegetação nativa do PEA é caracterizada por florestas ciliares inundáveis e não inundáveis margeando os cursos d'água, além de pastagens plantadas, principalmente do gênero *brachiaria*, que são anteriores à criação da UC, conforme retrata a Figura 11 (São Paulo, 2010).

Figura 11 - Características da vegetação do PEA durante o mês de agosto de 2023.



Fonte: do autor.

Em sua zona de amortecimento, é possível observar árvores de médio e grande porte muito dispersas, tanto na pastagem quanto em meio às plantações agrícolas, que são mantidas pelos proprietários.

O Plano de Manejo (PM) do PEA (2010) avalia que a vegetação natural da mata ciliar do Rio Aguapeí encontra-se em bom estado de conservação em alguns trechos e muito fragmentada em outros, onde a presença do gado chegava até as margens do rio, modificando a vegetação e

deixando o solo exposto. Mesmo nas áreas de melhor conservação há indícios da presença do gado em passado recente.

5.1.6 Processo de ocupação regional e uso da terra

Até o final do século XVIII a ocupação do interior, não apenas paulista, mas brasileiro, em geral, era bastante incipiente e esparsa. A situação começa a se alterar no século XIX com a cultura cafeeira e, em especial, no início do século XX, onde se inicia a corrida para o oeste em busca de terras férteis.

Desta maneira, o processo de ocupação da região da Bacia Hidrográfica do Aguapeí remonta ao final do século XIX e início do século XX. Campos e Inoue (2020) nos relata que empresas ferroviárias, nas primeiras décadas do século XX, conectavam regiões remotas ao circuito produtivo paulista, com destaque para o café, como mostra a Figura 12. A linha tronco oeste da Companhia Paulista, que partia de Piratininga até Panorama, passou a rasgar regiões desabitadas e desconhecidas pelos colonizadores vigentes, o chamado “sertão desconhecido”. “Desconhecido” entre aspas, pois na realidade eram regiões anteriormente habitadas por nações indígenas. Essa expansão ferroviária se deu sobre os espigões, o que resultou no surgimento de pequenas vilas e núcleos urbanos.

Figura 12 - Mapa das linhas da Companhia Paulista Ferroviária.



Fonte: Relatório da Companhia Paulista, 1954

A região fazia parte da expansão agrícola e pioneira que se dava no estado de São Paulo, para onde se dirigiram centenas de trabalhadores em busca de novas oportunidades e um novo começo de vida como pequenos proprietários (Monbeig, 1984).

Assim, juntamente com fazendeiros plantadores de café, um grande número de trabalhadores rurais, nativos e imigrantes, se deslocaram para o interior paulista, promovendo a ocupação extensiva dos terrenos, desmatando, aumentando a área agrícola, ampliando as vilas, transformando-as em cidades, criando novas cidades em uma velocidade explosiva, sem precedentes (Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapei e Peixe, 1997).

Ainda de acordo com o Relatório Zero (1997), o paulatino esgotamento dos solos levou a criação de extensos campos de pastagem para criação de gado. Após 1940, a região apresentava inúmeras frentes de desmatamento junto ao rio Paraná, no trecho de seus principais afluentes, como o Aguapeí. Houve ainda a introdução de rodovias, veículos automotores e de tração motorizada aos implementos agrícolas, ocasionando maior velocidade de degradação dos solos. Passadas essas décadas, já com a ocupação definitiva da região e do Estado, o uso do solo foi sendo mais ou menos consolidado de acordo com as características locais, passando a sofrer apenas algumas flutuações e modificações em decorrência tanto do mercado internacional como em função de programas e políticas agrícolas governamentais.

Outro aspecto relevante foi o crescimento das vilas e cidades que foram surgindo durante o processo de ocupação. Atualmente, a população dos seis municípios a que pertence o PEA e sua zona de amortecimento somam, segundo estimativas da Fundação SEADE (2022), aproximadamente 58.939 habitantes, como consta na Quadro 8.

Quadro 8 - Evolução da população absoluta nos municípios a que pertence o PEA.

Município (SP)	População (2000)	População (2010)	População (2022)	Taxa Anual de Crescimento Populacional (2000-2010)	Taxa Anual de Crescimento Populacional (2010-2022)
Castilho	14.948	18.003	19.977	1,88%	0,87%
Guaraçai	8.894	8.435	7.441	-0,53%	-1,04%
Junqueirópolis	17.005	18.726	20.448	0,97%	0,74%
Monte Castelo	4.089	4.063	4.222	-0,06%	0,32%
Nova Independência	2.063	3.068	4.609	4,05%	3,45%
São João do Pau d'Alho	2.180	2.103	2.242	-0,36%	0,53%

Total	49.179	54.398	58.939	0,99%	0,81%
-------	--------	--------	--------	-------	-------

Fonte: Dados da Fundação SEADE - Org.: Autor.

A evolução média do crescimento populacional anual dos municípios foi de 0,9% durante o período entre 2000 e 2022. Quando analisado o primeiro período entre 2000 e 2010, comparado ao segundo período entre 2010 e 2012, nota-se uma desaceleração no ritmo de crescimento da população local. O município de Guaraçaí teve sua população reduzida no último período.

Essa desaceleração segue a tendência que tem ocorrido em âmbito estadual e federal. Nos últimos anos (2010-2022), o Brasil apresentou taxa de crescimento populacional anual de 0,52%, já o Estado de São Paulo de 0,61% durante o mesmo período (SEADE, 2022).

Atualmente, a região do entorno do Parque Estadual do Aguapeí (PEA) é composta principalmente por uma matriz de pastagem plantada para criação de gado, que vem sendo substituída gradativamente pelo cultivo de cana-de-açúcar. Fragmentos isolados de floresta estacional semidecidual, com área entre cerca de 10 e 1000 ha, estão distribuídos nas duas matrizes anteriores (São Paulo, 2010).

A monocultura da cana-de-açúcar vem se expandindo a partir de dois momentos principais: primeiramente na década de 70, com a proposta do governo paulista em aumentar a produção do setor sucroalcooleiro; o segundo e atual, a partir dos anos 2000, relacionado ao aumento principalmente de combustíveis menos poluentes, como o etanol (Lelis, 2015).

Através de visita *in loco*, foi constatado que a UC e sua zona de amortecimento, seguindo a tendência regional, também apresentam avanço da monocultura da cana, além de outras atividades conflitantes. Apesar da Mata Atlântica ser protegida por diversas leis, como o Novo Código Florestal (Lei 12.651/12) e o Decreto nº 750/93, diversas atividades, industriais e principalmente agrícolas, ainda são praticadas em seus limites e adjacências, podendo acarretar efeitos diversos sobre este bioma.

Essas práticas agropecuárias estão presentes na zona de amortecimento do PEA, como a criação de rebanho bovino, avicultura, suinocultura, lavoura de café, cana-de-açúcar, amendoim, milho, urucum, mandioca, seringueira, dentre outras, conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 - Exemplos de atividades praticadas na zona de amortecimento: (A) Lavoura de café; (B) pastagem para a bovinocultura e (C) plantação de urucum.



Fonte: Autor.

As atividades agropecuárias contribuem para segmentar pequenas e médias áreas de floresta próximas a Unidade de Conservação, tendo como um de seus resultados uma generalizada perda e fragmentação dos habitats naturais, podendo afetar a taxa de crescimento populacional da biodiversidade local, bem como a alteração das interações entre espécies, sendo considerada uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade ainda existente (Seoane *et al.*, 2010; Forero-Medina & Vieira, 2007).

Habitats afetados por incêndios, como ocorre na monocultura da cana, inundações, agricultura e pecuária, entre outros, podem favorecer a ocorrência de invasões biológicas. Isso ocorre porque frequentemente a chegada de espécies imigrantes já adaptadas se instala em novos nichos gerados pela perturbação, nos quais as espécies nativas têm dificuldade em se aclimatar (Mack *et al.*, 2000). Espécies invasoras podem alterar as propriedades ecológicas fundamentais, como espécies dominantes em uma comunidade e características físicas de um ecossistema, ciclagem de nutrientes e produtividade de plantas (Cervo, 2017).

Além disso, alguns tipos de solo, como os Argissolos Vermelho-Amarelos, presente na área de amortecimento, são extremamente susceptíveis à degradação física, principalmente pela compactação, ocasionada pelo pisoteio animal, agravada pela remoção da vegetação pelo pastejo, podendo reduzir a taxa de infiltração, aumentar a erosão e reduzir o crescimento radicular das plantas. É importante ressaltar que essa compactação depende, dentre outras variáveis, da taxa de lotação animal, da classe de solo e do teor de umidade (Marchão *et al.*, 2009).

Outra questão a ser levantada é o uso de defensivos agrícolas. Segundo Bombardi (2012), houve um aumento significativo no uso de agrotóxicos no país com a destinação de parte da produção agrícola para a geração em larga escala de energia, como no caso do plantio da cana-de-açúcar. Assim como em qualquer monocultura, a aplicação inadequada de alguns agrotóxicos na cana resulta em diversas consequências negativas para o meio ambiente. O uso impróprio pode levar à contaminação do solo, que, por meio de processos como infiltração, lixiviação, bioacumulação, biomagnificação e difusão, acaba afetando os corpos hídricos (Menezes *et al.*, 2021).

De modo geral, estudos encontrados em diversas pesquisas, demonstram importante interferência dos agrotóxicos no equilíbrio do ecossistema e, conseqüentemente, na vida animal e humana. Além dos impactos citados anteriormente, há a possibilidade de interferência nos organismos vivos terrestres e aquáticos, alterando sua morfologia e função dentro do ecossistema (Lopes; Albuquerque, 2018).

Um dos grandes desafios apresentados pelo Plano de Manejo é o combate à caça e à pesca predatória (São Paulo, 2010). Tais práticas trazem prejuízos ao equilíbrio ecológico e à integridade dos ecossistemas, comprometendo a biodiversidade local. Dessa forma, ameaçam espécies nativas já que a remoção de animais terrestres e aquáticos prejudica a regeneração das espécies, além de contribuir para o aumento de espécies exóticas invasoras (Robinson; Bennett, 2000; Davis, 2009). Isso retira a capacidade da Unidade de Conservação em cumprir sua função primordial, que é a preservação dos recursos naturais.

O Parque é atravessado pela rodovia SP-563 (Euclides de Oliveira Figueiredo), conforme mostra a Figura 14, a qual segmenta a UC e ocasiona perturbação devido ao frequente barulho de veículos que trafegam pela rodovia. O trecho entre Monte Castelo – SP e Nova Independência - SP, que atravessa o parque, tem fluxo diário médio de aproximadamente 3.368 veículos em 2023, segundo dados do Departamento de Estradas de Rodagem (DER) (São Paulo, 2023).

Além disso, é possível observar que linhas de transmissão (LT) de energia elétrica perpassam a Unidade de Conservação, o que é considerado um paradigma, visto que se trata da operação de um serviço essencial à sociedade

moderna em contraposição à necessidade de conservação da biodiversidade das áreas nativas. A operação em LT acumula impactos ambientais negativos nas unidades, como: impacto visual, impacto da supressão vegetal, entre outros. Neste sentido, as LTs também são consideradas como zonas de uso conflitante, sendo contrárias aos objetivos de criação das UCs (Blanc *et al.*, 2017).

Figura 14 - Foto mostrando a Rodovia Euclides de Oliveira Figueiredo que segmenta o PEA e linhas de transmissão inseridas na UC.



Fonte: Autor.

Seguindo sentido norte da rodovia, aproximadamente 4,6 km da entrada do PEA, há o Centro de Detenção Provisória (CDP) de Nova Independência (Figura 15), com área construída de 11.180,16 m² e capacidade para abrigar 823 detentos em regime fechado, inaugurado em novembro de 2018 (São Paulo, 2018).

Figura 15 - Entrada do Centro de Detenção Provisória de Nova Independência – SP visto a partir da SP-563.



Fonte: Autor.

Ainda na zona de amortecimento, como mostra a Figura 16, há a presença da Usina Ipê, pertencente ao grupo Pedra Agroindustrial S/A, localizada às margens da rodovia SP-563, distando cerca de 7 km ao norte da entrada do PEA. A usina foi inaugurada em 2008 onde, devido ao avanço do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo, tem contribuído para o crescimento da monocultura canavieira aos arredores dos limites da Unidade de Conservação, que buscam atender as necessidades de produção local.

A usina desenvolve um projeto de educação ambiental, tendo como público alvo crianças e jovens da região, para a realização de visitas ao PEA, fornecendo transporte, equipamentos, segurança e lanches ao público escolar, além de material explicativo através de uma Cartilha Ambiental.

Figura 16 - Usina Ipê vista a partir da rodovia SP-563, onde é possível observar a presença do cultivo da cana-de-açúcar no interior da zona de amortecimento do PEA.



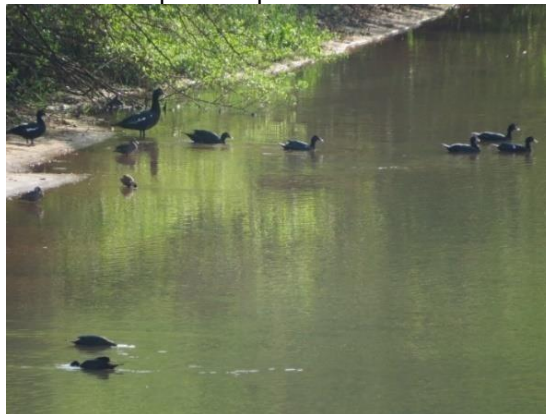
Fonte: Autor.

A presença da Usina e do CDP próximos a UC contribuem para o aumento do fluxo diário de veículos de trabalhadores, prestadores de serviço ou visitantes na rodovia, o que pode acarretar em ameaças aos animais que tentam cruzar a via, ou até mesmo impedir essa travessia, visto que o parque está

segmentado. Um estudo realizado nos Estados Unidos mostrou que vias com tráfego diário de 2.500 veículos possuem uma taxa de 40% de tentativas frustradas de travessia feita pela fauna local, resultando na morte desses animais, 10% de tentativas repelidas e 50% de tentativas realizadas com êxito. O estudo mostrou ainda que, quanto maior o fluxo de veículos, as travessias com êxito caem proporcionalmente (Clevenger; Huijser, 2011).

Por outro lado, características como um ambiente predominantemente alagado, semelhante ao Pantanal brasileiro, conferem ao local o apelido de “Pantaninho Paulista”, como já mencionado, tornando-o incomum no Estado de São Paulo. O local abriga uma biodiversidade rica e proporciona boas oportunidades para a observação da fauna, especialmente de aves aquáticas e migratórias, como ilustrado na Figura 17.

Figura 17 - Aves aquáticas podem ser observadas no PEA.



Fonte: Autor.

O Rio Aguapeí, que atravessa toda a extensão da UC, constitui o principal acesso para uma possível exploração ecoturística no parque, sendo uma excelente trilha fluvial, com mais de 49km de extensão, conforme consta no Plano de Manejo (2010). O local apresenta boa estrutura para receber turistas, como por exemplo quiosques, alojamentos e playground com atividades através de trilhas aquáticas ou terrestres, como mostra a Figura 18, monitorados ou não.

Figura 18 - Trilha terrestre “Capitão do Campo” promovida no interior.



Fonte: Autor.

A trilha aquática pode ser realizada com canoas ou caiaques, onde é possível avistar a fauna local do “pantaninho paulista”. Já a trilha terrestre é feita em uma área que está em processo de restauração, sendo possível observar a diversidade da flora da Floresta Estacional Semidecidual, além de alguns animais.

Ademais, a UC dispõe de um auditório (Centro de Visitantes) para a promoção da educação ambiental para diversas idades, atendendo estudantes do Ensino Infantil, Fundamental e Médio. A visita é monitorada, há palestras sobre o Parque e sua biodiversidade, exposição de ossadas e sementes (Figura 19). É possível caminhar pelas margens do rio Aguapeí e participar das trilhas. Há ainda a visita técnica, onde técnicos, graduandos e outros pesquisadores podem participar de diversas atividades voltadas à gestão da UC, dinâmica hídrica e biodiversidade regional.

Figura 19 - Amostras de sementes na sala de exposição do PEA.



Fonte: Autor.

Por conseguinte, fica evidente que o ecoturismo, se bem gerido, pode contribuir de forma significativa para a sustentabilidade, educação e proteção ambiental. Além disso, é possível beneficiar comunidades locais, gerando rentabilidade na medida em que se integra trabalhadores às práticas sustentáveis, como já mencionado anteriormente, mitigando os impactos negativos da exploração predatória.

5.1.7 Criação do Parque Estadual do Aguapeí e sua Zona de Amortecimento

O termo “Aguapeí” significa “rio dos aguapés”, pois é fruto da junção dos termos de origem tupi: *agûapé* (aguapé) e *y* (rio) (Navarro, 2015). Localizado no oeste paulista, o Parque Estadual do Aguapeí é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (UCPI) e está inserida na UGRHI-20, entre as coordenadas geográficas latitude 21°07' e 21°17' Sul, longitude 51°20' e 51°39' Oeste.

O parque estende-se pelos municípios de Castilho, Nova Independência, Guaraçaí, São João do Pau D'Alho, Monte Castelo e Junqueirópolis, todos pertencentes ao estado de São Paulo, e abrange uma área de 9.043,9741 ha e perímetro de 80,25 km (São Paulo, 2010), espaço inferior à área alagada pela represa da UHE Porto Primavera prevista no Decreto, que seria de 16.438,74 ha. O acesso ao Centro de Visitantes se dá pela rodovia

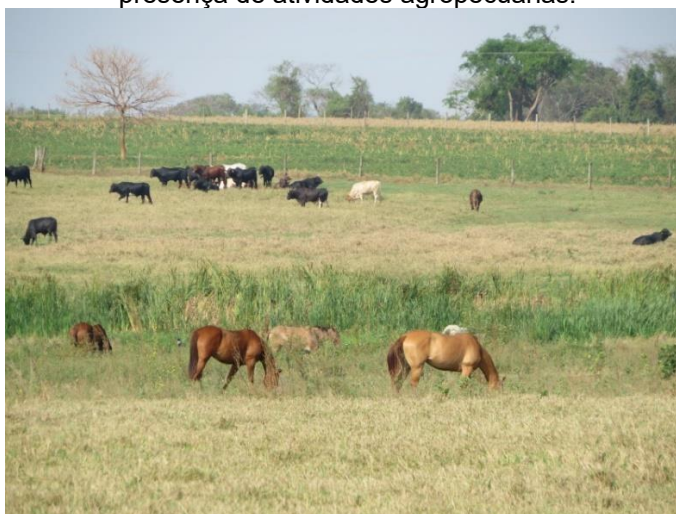
General Euclides de Oliveira Figueiredo (SP-563), altura do Km 161 em Nova Independência – SP.

A União Internacional para a Conservação da Natureza, (IUCN, do inglês International Union for Conservation of Nature), a fim de permitir uma correlação aos padrões e normas internacionais, adota categorias, agrupando as áreas protegidas. O PEA está inserido na Categoria II das Unidades de Proteção Integral, que tem como objetivo a:

Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas, o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. (Brasil, 2022)

Dadas as características locais, como a presença de numerosas espécies de diversidade biológica da fauna típica do pantanal mato-grossense, os alagadiços presentes em direção à foz do rio Aguapeí, como mostra a Figura 20, foram denominados, regionalmente de “Pantaninho Paulista” (São Paulo, 2010).

Figura 20 - Região alagadiça do rio Aguapeí, próximo a foz com o rio Paraná, onde há presença de atividades agropecuárias.



Fonte: do Autor.

A fim de realizar a compensação ambiental pela construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, no Rio Paraná, divisa dos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, pela Companhia Energética de São Paulo (CESP), foi criado o Parque Estadual do Aguapeí através do Decreto nº 43.269 de 02 de julho de 1998, no governo de Mário Covas.

Os imóveis particulares que se encontravam dentro dos limites do Parque foram declarados de utilidade pública para que fossem desapropriados com recursos da CESP de forma amigável ou judicialmente (São Paulo, 1998).

O objetivo da criação do parque se encontra no Artigo 2º do mesmo Decreto, que diz: “A criação do Parque Estadual do Aguapeí tem por objetivo conciliar a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais com sua utilização para fins educacionais, recreativos e científicos, de acordo com o Regulamento dos Parques Estaduais Paulistas (...)” (São Paulo, 1998).

Posteriormente, a Lei 9.985/2000 serviu de base não só ao PEA, mas a todas as demais UC, ao definir zoneamento como a criação de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz. Ainda, segundo Santos (2004), o Zoneamento é a compartimentação de uma região em porções territoriais, obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e de suas dinâmicas.

Assim, o zoneamento deve partir de uma metodologia que se baseia na compreensão das características e dinâmicas do ambiente natural local, através da síntese do conhecimento científico interdisciplinar, integrando-as ao meio socioeconômico, não devendo ser uma leitura estática do ambiente, mas dinâmica (Ross, 2011).

Portanto, o zoneamento se torna um instrumento usado com o objetivo de atingir melhores resultados no manejo das Unidades de Conservação, estabelecendo usos diferenciados em cada segmento, de acordo com suas características, necessidades e objetivos.

Para que os objetivos sejam alcançados, a UC não é suficiente, tendo em vista os diversos impactos negativos que atividades em áreas próximas podem ocasionar no Parque, como poluição dos solos e de recursos hídricos, ruídos, espécies invasoras etc. Desta maneira, a zona de amortecimento desempenha papel imprescindível para que haja controle e monitoramento das áreas ao redor.

Segundo o artigo 2º da Resolução CONAMA 13 de 6 de dezembro de 1990, “Nas áreas circundantes das Unidades de Conservação, num raio de dez

quilômetros, qualquer atividade que possa afetar a biota, deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente”.

Desta maneira, a avaliação externa à UC é de igual importância quando se pretende garantir o bom desempenho e gestão da área conservada.

5.1.8 O Plano de Manejo do PEA

Um Plano de Manejo (PM) é um instrumento de planejamento que se caracteriza por ser flexível, dinâmico, contínuo, gradativo e participativo. Estas características permitem que, na medida em que se adquiram mais conhecimentos sobre a UC, mude-se o grau de intervenção no seu manejo. O PM/PEA foi conduzido de forma descentralizada, contando com a participação de representação da sociedade, através das Oficinas de Planejamento Participativo, nas quais foram incorporadas sugestões e propostas de ação segundo a percepção da comunidade (São Paulo, 2010).

Foi elaborado um documento de 200 páginas realizado com recursos da CLEALCO AÇÚCAR E ALCOOL S.A., relativos à Compensação oriunda de processos de Licenciamento Ambiental – Lei Federal 9.985/2000 e publicado no ano de 2010 (São Paulo, *op. cit.*).

O documento segue o Roteiro Metodológico de Planejamento - Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica (IBAMA, 2002) e relata atividades consideradas como situações conflitantes, como a pesca e a caça ilegais, consideradas frequentes na UC, que resultam na apreensão de diversos tipos de materiais utilizados na ilegalidade. Destaque para a caça “*xerimbaló*”, palavra de origem indígena referente às espécies caçadas para serem utilizadas como animais de estimação, são uma grande ameaça para a fauna local, além da caça para o consumo da carne (São Paulo, *op. cit.*).

O documento enfatiza o “Pantaninho Paulista” e toda sua configuração da paisagem predominante, que está incutida no imaginário da sociedade regional. O termo caiu na graça do povo e passou a ser utilizado também por aqueles que desejavam esse ecossistema protegido (São Paulo, *op. cit.*). A comunidade científica apresentou diversos documentos, em momentos distintos, que declaram a urgente necessidade para a conservação destes *habitats*, propondo ações a fim de serem implantadas. Destaque para os seguintes estudos e práticas: Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação

da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos (2000); a UC passa a fazer parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica Brasileira (RBMA); além disso, o BIOTA/FAPESP conclui que o PEA está inserido numa região com grau de prioridade '4' para implantação de Reservas Legais, Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e restauração de corredores ecológicos (matas ciliares), indicando ainda a extrema prioridade para a ampliação e conectividade da UC (São Paulo, *op. cit.*).

Embora haja uma miríade de espécies ainda não reveladas em sua totalidade, pesquisadores observam diversos animais da fauna local a fim de monitorá-los, como o cervo-do-pantanal e a onça pintada. E foi a possibilidade de aumentar o status de conservação dos Parques Estaduais do “Pantaninho Paulista” que direcionou o pensamento crítico de especialistas para a proposição de novas UCs na foz do rio Aguapeí, na modalidade de RPPN, a ser gerenciada pela CESP. Cria-se assim um mosaico de UCs, que certamente são elementos motivadores para a constituição de mais um Sítio Ramsar para o Brasil (São Paulo, *op. cit.*).

A caracterização e análise da estrutura da paisagem - incluindo aspectos físicos, biológicos e ecológicos - foram a base para o zoneamento do PEA, considerando, assim, parâmetros da conservação da biodiversidade, ecoturismo, proteção de bacias hidrográficas, monitoramento da qualidade ambiental e pesquisa científica (São Paulo, *op. cit.*).

Ainda segundo o PM do PEA (2010), a zona de amortecimento partiu dos 10 km aconselhado pela resolução CONAMA 13/90, considerou a recomendação do MPE que recomenda maiores cuidados no manejo dos recursos naturais no raio de 1000 metros a partir dos limites do Parque; excluiu as áreas urbanas; considerou as implicações determinadas pela hipsometria e vertentes, as possibilidades de conectividade e a proximidade de áreas úmidas ao PEA e tiveram suas dimensões conforme mostra a o Quadro 9:

Quadro 9 - Zonas de Manejo do PEA.

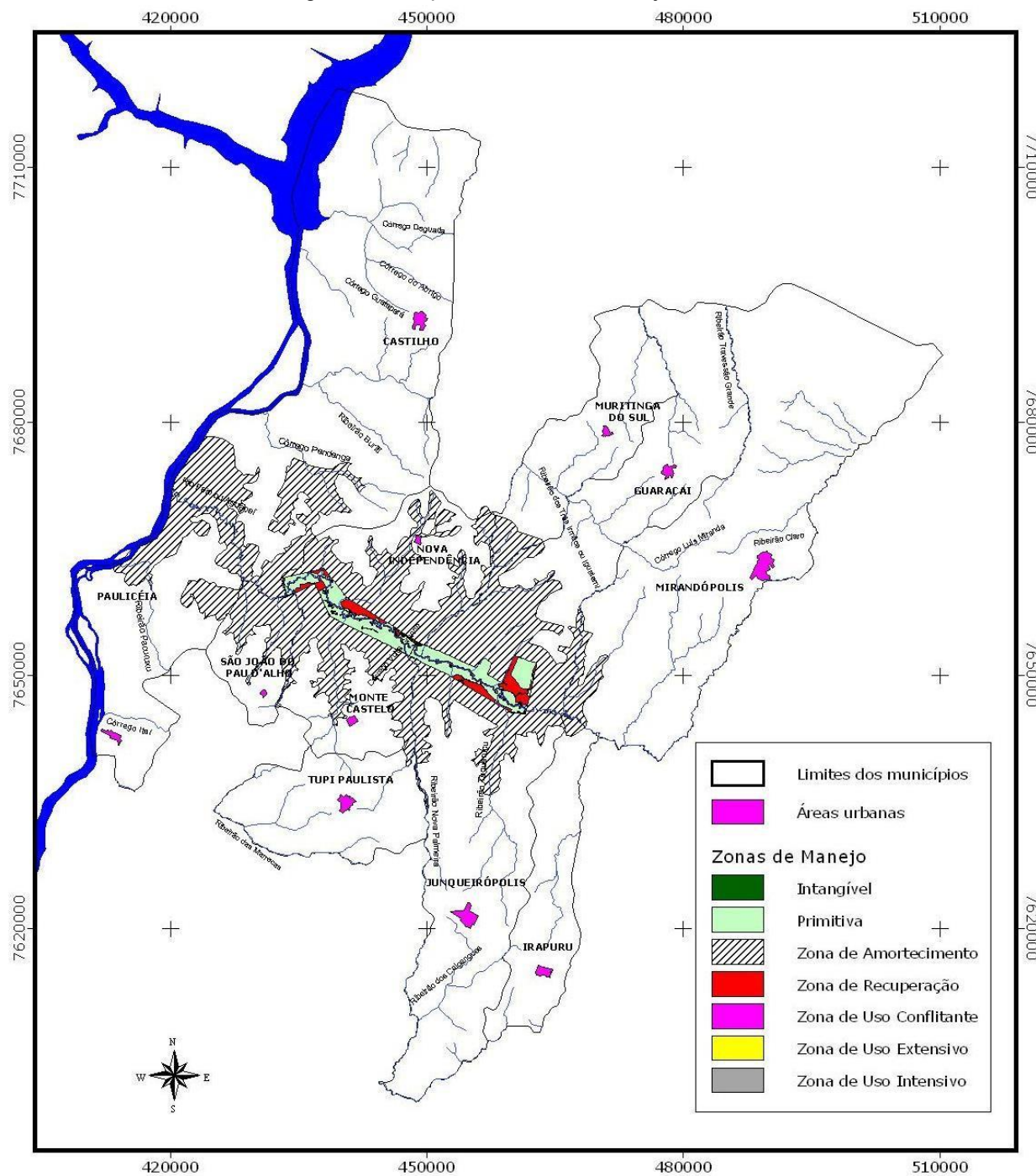
Zona de Manejo	Área (ha)	% da área total
Intangível	64,16	0,71
Primitiva	6.516,18	72,05
Uso extensivo	392,12	4,33
Recuperação	2.035,35	22,51

Conflitante	6,51	0,07
Uso Especial	29,65	0,33
TOTAL	9.043, 97	100

Fonte: São Paulo, 2010.

A Figura 21 mostra as zonas de manejo que abrangem o interior da UC e a zona de amortecimento. As definições de cada zona são encontradas no Regulamento de Parques Nacionais (Brasil. Leis, decretos, etc., 2000), no Regulamento de Parques Estaduais (São Paulo, Leis, decretos, etc., 1986) e no Roteiro Metodológico do IBAMA (IBAMA, 2002).

Figura 21 - Mapa das zonas de manejo do PEA.



Universal Transversa de Mercator
Fuso 22S - South American 1969

fonte: Plano de Manejo do PEA
Aprovado pelo CONSEMA/2010
Elaborado por Andréa S. Pires/2009



Fonte: São Paulo, 2010.

A Zona Intangível apresenta grau maior de primitividade e habitat de melhor qualidade. Funciona como matriz de repovoamento para a recuperação de outras zonas e tem como objetivo geral de manejo a preservação do ambiente natural e, ao mesmo tempo, propiciar o desenvolvimento de pesquisa científica. Está representada pelas lagoas no interior da unidade de conservação, berçários e refúgio para espécies da mastofauna, ictiofauna, herpetofauna e avifauna, totalizando 64,16 hectares ou 0,71% do total (São Paulo, *op. cit.*).

Na Zona Primitiva, a intervenção humana foi mínima ou inexistente, preservando espécies de flora e fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. Os objetivos principais dessa zona são evitar a degradação dos recursos, restaurar a estrutura e os processos naturais do ecossistema, e promover pesquisas científicas, educação ambiental e formas primitivas de recreação. Esta zona envolve a Zona Intangível, atuando como uma área de amortecimento, e cobre uma extensão de 6.516,18 hectares, o que representa 72,05% da área interna do Parque (São Paulo, *op. cit.*).

Atualmente, a Zona de Uso Extensivo é predominantemente formada pela calha principal do rio Aguapeí, abrangendo 392,12 hectares, ou 4,33% da superfície total do Parque. Ela é caracterizada como uma área de transição, com o objetivo de preservar um ambiente natural com impacto humano mínimo, enquanto proporciona acesso e facilidades para fins educativos e recreativos. Esta zona serve como principal ponto de acesso ao conhecimento e às belezas naturais, oferecendo uma excelente trilha fluvial de 49,07 km de extensão, destinada à interpretação e educação ambiental, além de atividades de ecoturismo (São Paulo, *op. cit.*).

A Zona de Recuperação é composta por áreas significativamente alteradas, totalizando 2.035,35 hectares, ou 22,51% da área do Parque. Ela abriga campos antropizados dominados por gramíneas como o colônio e a *brachiaria*. Trata-se de uma zona provisória que, após a restauração, será integrada a uma das zonas permanentes. O principal objetivo de manejo é interromper a degradação dos recursos e restaurar a área (São Paulo, *op. cit.*).

Já a Zona de Uso Conflitante compreende áreas dentro da Unidade de Conservação onde os usos e finalidades estabelecidos antes da criação da unidade entram em conflito com os objetivos de conservação. No PEA, essa zona é representada pela Rodovia da Integração (SP-563), que ocupa uma faixa

de 6,51 hectares, correspondendo a 0,07% da área total. O objetivo de manejo é lidar com a situação atual, implementando procedimentos que minimizem os impactos sobre a Unidade de Conservação (São Paulo, *op. cit.*).

A Zona de Uso Especial inclui as áreas necessárias para a administração, manutenção e serviços da unidade de conservação, como habitações, oficinas, aceiros, estradas e caminhos internos. O objetivo principal de manejo é reduzir o impacto da construção dessas estruturas e das obras no ambiente natural do Parque. Esta zona ocupa uma área de 29,65 hectares, o que equivale a 0,33% da superfície total do Parque (São Paulo, *op. cit.*).

No Quadro 10 foram sintetizadas as normas de manejo referentes a cada zoneamento:

Quadro 10 - Normas de manejo do zoneamento.

Zonas	Visitação	Pesquisa	Infraestrutura	Fiscalização	Veículos
Intangível	Não	Sim	Não	Intensiva	Não
Primitiva	Restrita	Sim	Não	Constante	Não
Uso Extensivo	Sim, segundo capacidade de suporte dos sítios.	Sim	Para visitação e proteção	Constante	Baixa velocidade
Recuperação	Restrita aos pesquisadores e funcionários	Sim, para recuperação natural da área, induzida mediante projeto específico	Não, somente para trabalhos de recuperação em instalações provisórias	Constante	Não
Uso Conflitante	Sim	Apenas de acordo com os objetivos da UC	Manutenção do empreendimento, com acompanhamento de funcionários da UC	Intensiva	Sim
Uso Especial	Sim	Não	Estacionamento, sede administrativa, centro de	Permanente	Baixa velocidade, proibido buzina

			visitantes, caminhos		
--	--	--	-------------------------	--	--

Fonte: São Paulo, 2010

De forma geral, nos limites da zona de amortecimento, as normas de manejo foram estabelecidas da seguinte maneira (São Paulo, *op. cit.*):

a) Nesta área, os proprietários rurais devem se atentar à necessidade de conservar o solo e a água, conforme as diretrizes técnicas e a legislação em vigor;

b) Não será permitida a realização de qualquer tipo de corte ou supressão da vegetação nativa, exceto em casos devidamente justificados e de acordo com a legislação ambiental para garantir o bem-estar humano;

c) Obras de infraestrutura serão autorizadas apenas se não causarem danos ao meio ambiente e forem essenciais para a melhoria da qualidade de vida da população;

d) Deve-se priorizar ações para a recuperação de áreas degradadas e das Áreas de Preservação Permanente;

e) A instalação de indústrias com potencial poluidor não receberá apoio nem será autorizada;

f) Empreendimentos que resultem em aumento populacional na Zona de Amortecimento (ZA) precisarão ser avaliados pela administração do Parque, com a consulta ao Conselho Consultivo, devido à fragilidade dos ecossistemas protegidos;

g) Seguir a recomendação do Ministério Público, publicada no Diário Oficial do Estado em 14/12/2002, à página 50, sob número PGJ 870/2002, na qual se discorre

(...) que os órgãos ambientais se abstenham de autorizar o emprego de fogo e agrotóxicos em práticas agrícolas, pastoris e florestais no raio de 1000 (mil) metros contados a partir dos limites do Parque, como medida mínima necessária para diminuir os impactos negativos resultantes das práticas rurais.

h) A administração da área, em colaboração com o Conselho Consultivo e outras iniciativas, deve buscar o desenvolvimento socioeconômico da região sem comprometer a qualidade ambiental;

i) Deve-se fazer a gestão com as usinas de álcool da região para garantir a construção e manutenção de aceiros nas bordas da Unidade de Conservação (UC);

j) Deve-se coordenar com o setor para que as empresas adotem métodos para afastar a fauna durante a colheita mecanizada nas bordas da Área de Preservação Ambiental (PEA) e entre os fragmentos florestais definidos neste plano;

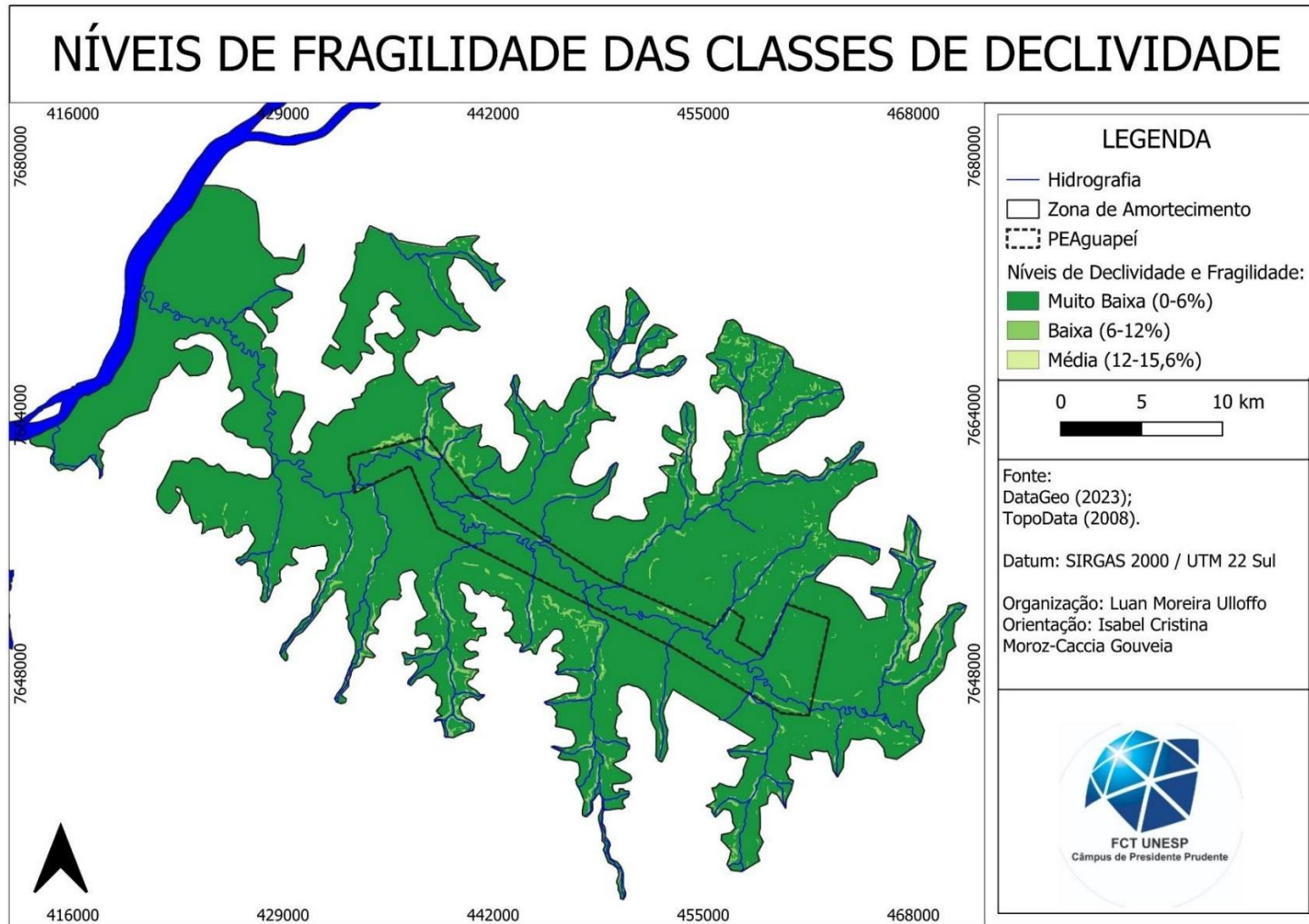
k) Promover estratégias para a criação de corredores ecológicos que conectem os fragmentos florestais mais significativos na região e na Área de Preservação Ambiental (PEA);

l) Estabelecer parcerias com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Aguapeí-Peixe, Cetesb, prefeituras e outros órgãos envolvidos para implementar medidas de monitoramento e controle da qualidade das águas fluviais da Bacia do Rio Aguapeí.

5.2 Fragilidade Ambiental

Após os trabalhos de revisão bibliográfica e visita a campo, os 16 resultados cartográficos obtidos neste estudo, são apresentados a seguir. O Mapa de Fragilidade das Classes de Declividade (Figura 22) apresenta em porcentagem o grau de declividade associado ao nível de fragilidade da superfície em estudo: o Parque Estadual do Aguapeí e sua zona de amortecimento.

Figura 22 - Mapa de Declividade e níveis de fragilidade do PEA e zona de amortecimento.



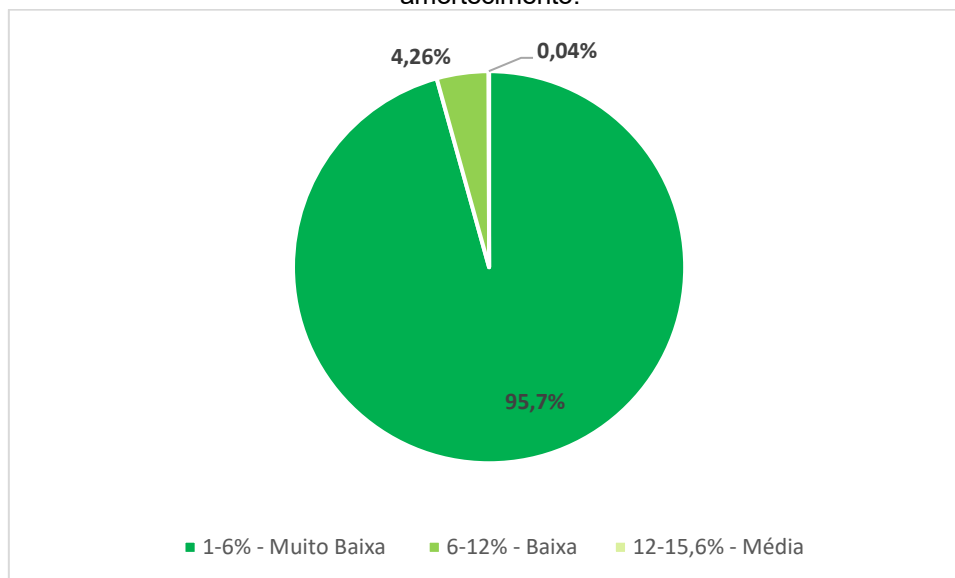
Em termos quantitativos, o Gráfico 1 mostra os diferentes graus de declividade agrupados de acordo com as classes de declividade propostas por Ross (1994).

Assim, 95,7% da superfície da área em análise apresenta declividades variando entre 0% e 6%, caracterizando-se como uma região de baixa declividade. Aproximadamente 4% da área possui declividades entre 6% e 12%, correspondendo às regiões que delimitam os divisores de águas dos canais fluviais. Um valor insignificante de 0,04% refere-se a áreas com declividade entre 12% e 15,6%. Dessa maneira, fica evidente a presença de um relevo “levemente ondulado com predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplanados” (Ross; Moroz, 1997).

Em seguida, associado ao grau de fragilidade das declividades, demonstra classes que alternam entre “muito baixa”, “baixa” e “média” fragilidade. Declividades entre 0% e 6% possuem muito baixa fragilidade; valores entre 6% e 12% são consideradas de baixa fragilidade e de 12% a 15,6% possuem média fragilidade.

O Gráfico 1 ainda exhibe os níveis de fragilidade correspondentes aos graus de declividade, evidenciando que 96% da área apresenta fragilidade classificada como "muito baixa", cerca de 4% apresenta fragilidade "baixa" e 0,04% apresenta fragilidade "média".

Gráfico 1 - Níveis de fragilidade de declividade presentes no PEA e sua zona de amortecimento.

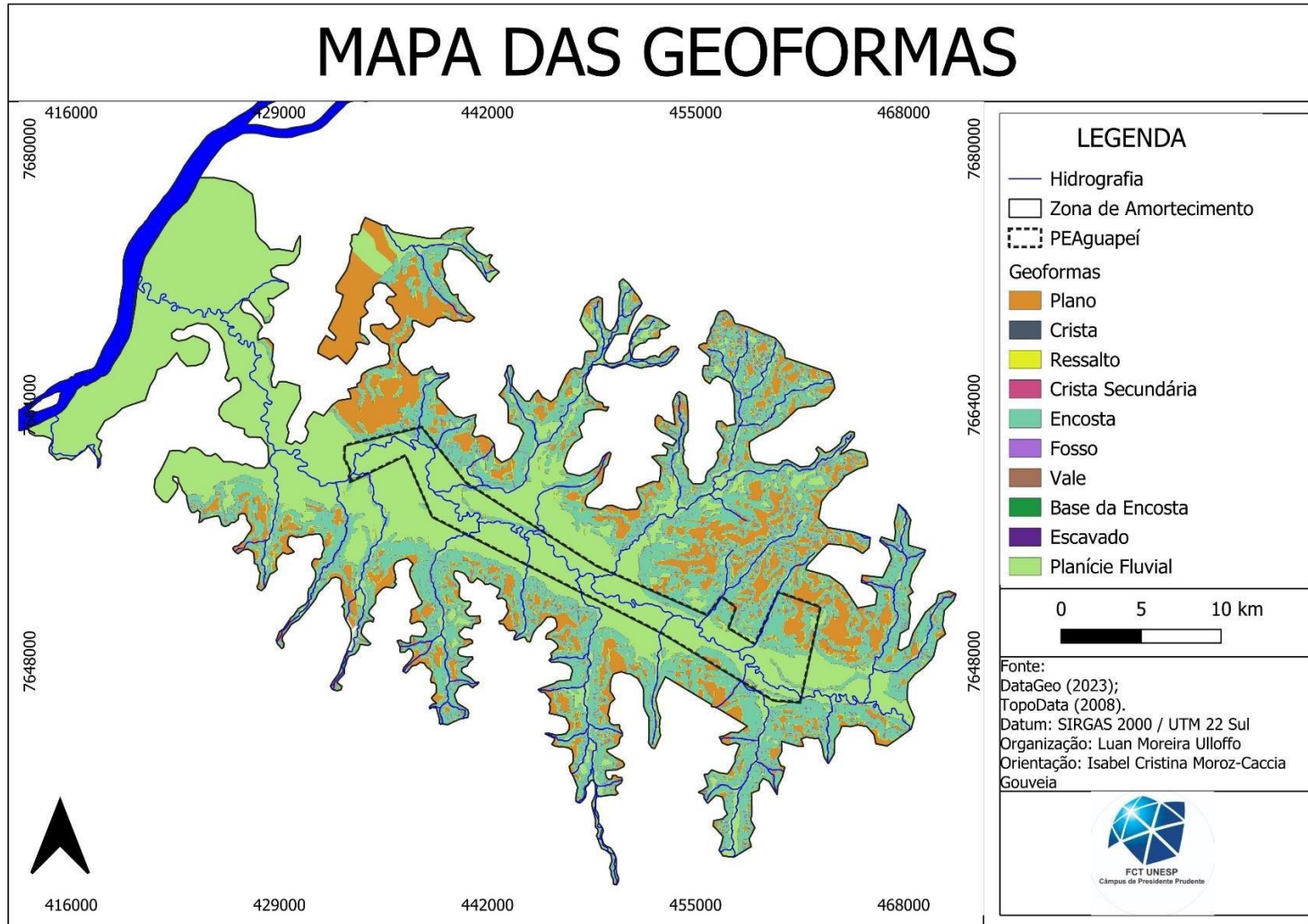


Fonte: Elaborado pelo autor.

Isso demonstra que, no que diz respeito à declividade do relevo, a área em estudo apresenta baixíssima susceptibilidade a erosão. Galetti (1982) sustenta que a erosão é diretamente proporcional à declividade e ao comprimento da rampa, fatores que afetam a velocidade da água das chuvas. Assim, ela tende a ser menos intensa em terrenos de baixa declividade, o qual influencia no caminho percorrido pela água, na quantidade e distância do transporte de sedimentos.

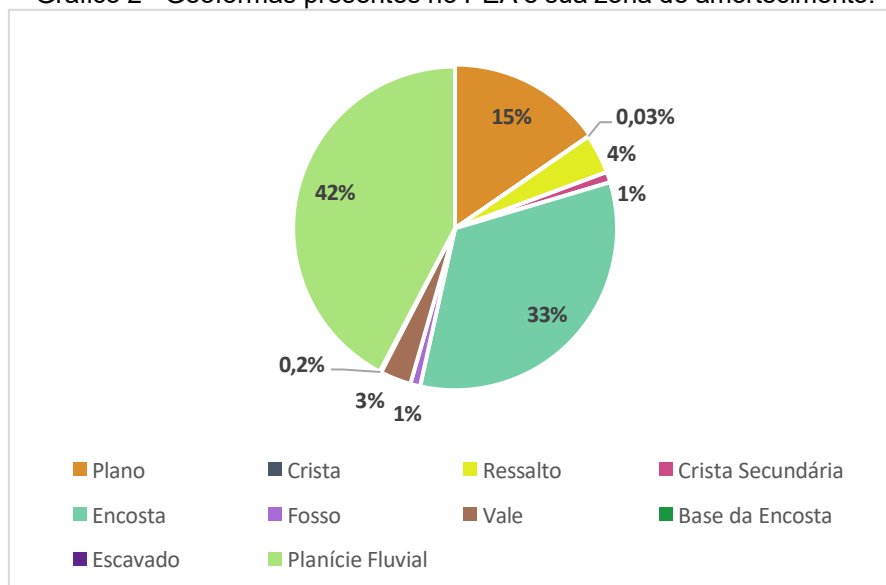
Em seguida, o Mapa das Geoformas ou de Compartimento de Relevo, representado na Figura 23, apresentou 10 elementos de relevo, a saber: Plano, Crista, Ressalto, Crista Secundária, Encosta, Fosso, Vale, Base da Encosta, Escavado e Planície Fluvial (plano de fundo de vale). Nas margens dos rios é possível observar o predomínio da geoforma “planície fluvial”, sendo quase a totalidade do interior do PEA pertencente a esse elemento. O mesmo ocorre na região do próximo a foz com o rio Paraná, onde há o predomínio dessa geoforma.

Figura 23 - Mapa das Geoformas do PEA e sua zona de amortecimento.



Através do Gráfico 2, fica evidente a porcentagem da presença dos *geomorphons* na área de estudo, onde 42% da superfície é representada pelo elemento “Planície Fluvial”; 33% é composta pelo “Encosta”; o “Plano” representa 15%; 4% de “Ressalto”; 3% de “Vale” e as demais geoformas apresentam valores iguais ou inferiores a 1%.

Gráfico 2 - Geoformas presentes no PEA e sua zona de amortecimento.

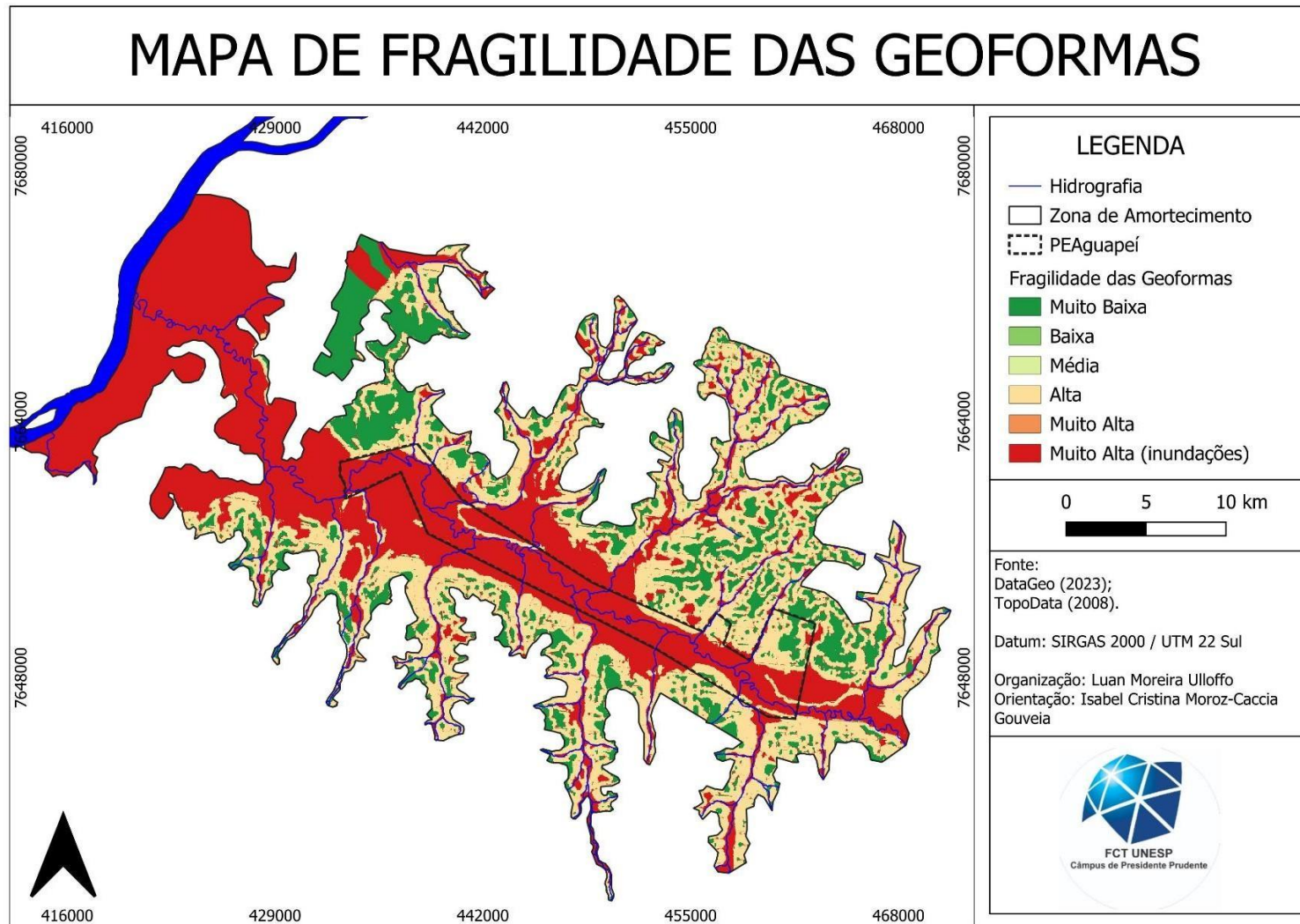


Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta maneira, o predomínio de planícies fluviais é que torna possível a presença do “pantaninho paulista”, contribuindo para a grande diversidade de ecossistemas, como já apresentado anteriormente. Consequentemente, devido à baixa declividade e à proximidade com os cursos d’água, as planícies fluviais são propensas a inundações, especialmente durante períodos de chuvas intensas ou quando há transbordamento dos rios.

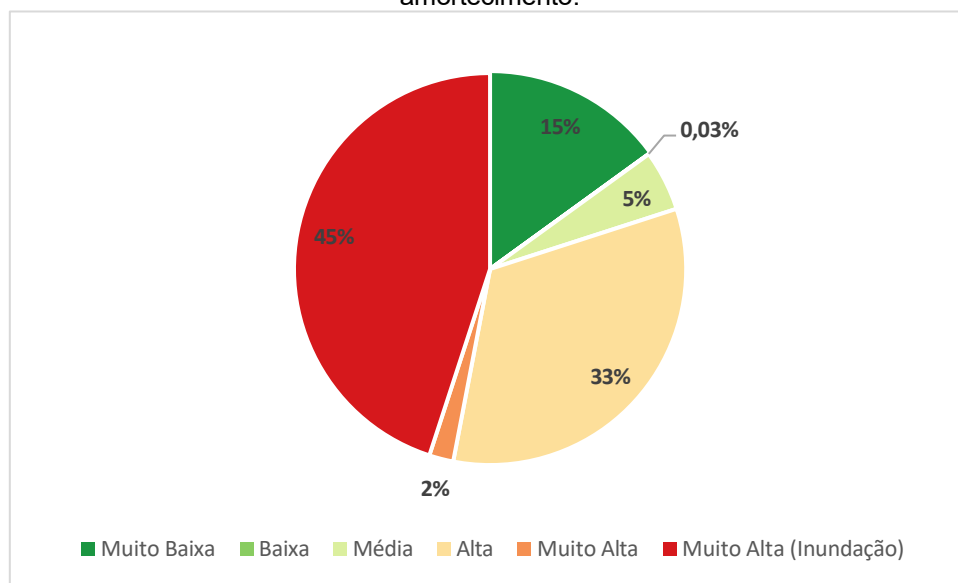
Desta maneira, foram atribuídos níveis de fragilidade às geoformas, conforme ilustrado no mapa da Figura 24. O elemento “Plano” apresenta fragilidade “muito baixa”, enquanto o “Crista” é classificado com fragilidade “baixa”. Os elementos “Ressalto” e “Crista Secundária” apresentam fragilidade “média”. “Encostas” possui fragilidade “alta” e os elementos “Fosso”, “Base das Encostas” e “Escavado” são caracterizadas por serem de fragilidade “muito alta”. Por fim, a geoforma “Planície Fluvial” localizadas no interior do PEA e em direção à sua foz, suscetíveis a inundações, são classificados com fragilidade “muito alta”.

Figura 24 - Mapa de Fragilidade das Geoformas do PEA e zona de amortecimento.



Assim, no Gráfico 3, observa-se o predomínio de áreas suscetíveis a inundações, que representam 45% da área analisada. Em seguida, 33% da área apresenta geoformas de alta fragilidade, enquanto 15% exibe fragilidade muito baixa. As áreas com fragilidade média, muito alta e baixa correspondem a 5%, 2% e 0,03%, respectivamente.

Gráfico 3 - Níveis de fragilidade das geoformas presentes no PEA e sua zona de amortecimento.

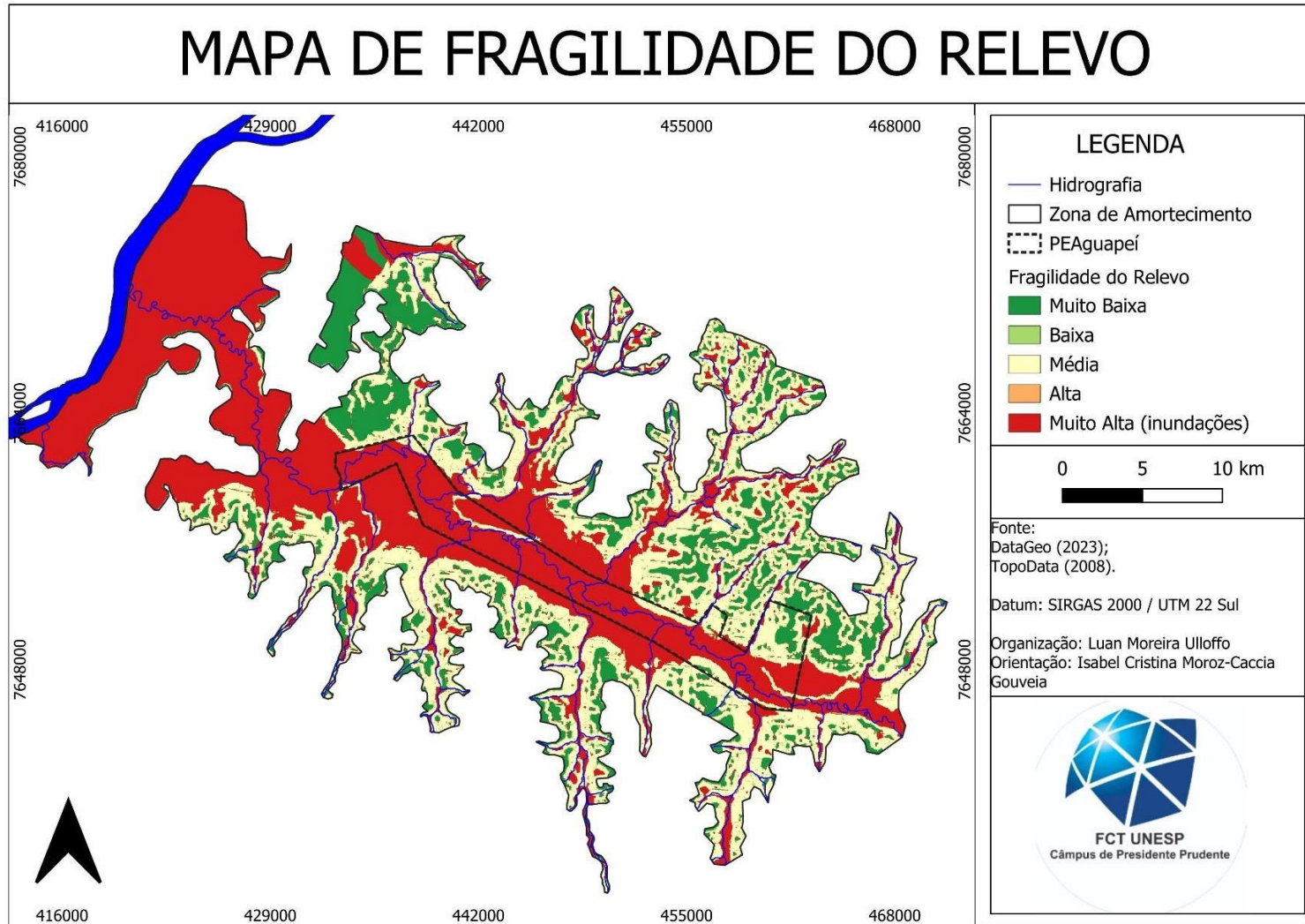


Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora os métodos de extração automática de dados morfológicos ou morfométricos ofereçam vantagens e facilidades, Gouveia e Ross (2019) alertam que isso não reduz a necessidade de os pesquisadores acumularem e dominarem conhecimentos para interpretar e correlacionar esses dados na análise da paisagem. Nesse contexto, a identificação de áreas de planícies fluviais nos modelos que incorporam parâmetros morfológicos impediu a classificação dessas áreas como zonas sem limitações físicas para a ocupação

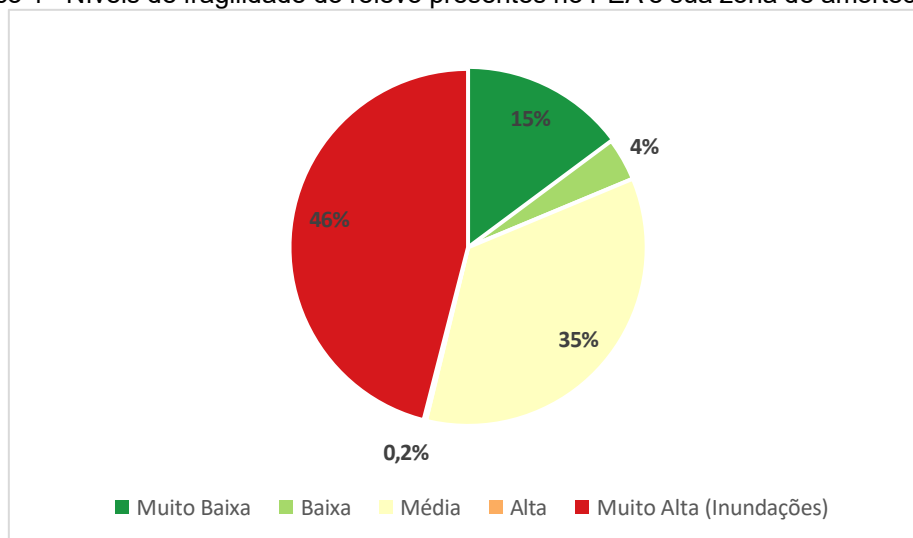
Após a sobreposição do Mapas de Fragilidade de Declividade e do Mapa de Fragilidade das Geoformas, foi gerado o Mapa de Fragilidade do Relevo, como mostra a Figura 25. Mais uma vez é possível observar a muito alta fragilidade no interior do PEA, sendo “sujeita a inundações” em quase sua totalidade. Áreas mais afastadas dos cursos d’água tendem a diminuir o grau de fragilidade.

Figura 25 - Mapa de Fragilidade do Relevo do PEA e zona de amortecimento.



A distribuição proporcional por área está ilustrada no Gráfico 4, no qual 46% da superfície analisada apresenta alta fragilidade, estando sujeita a inundações; 35% apresenta fragilidade média; 15% exibe fragilidade muito baixa; 4% apresenta fragilidade baixa; e 0,2% corresponde a áreas com alta fragilidade do relevo.

Gráfico 4 - Níveis de fragilidade do relevo presentes no PEA e sua zona de amortecimento.

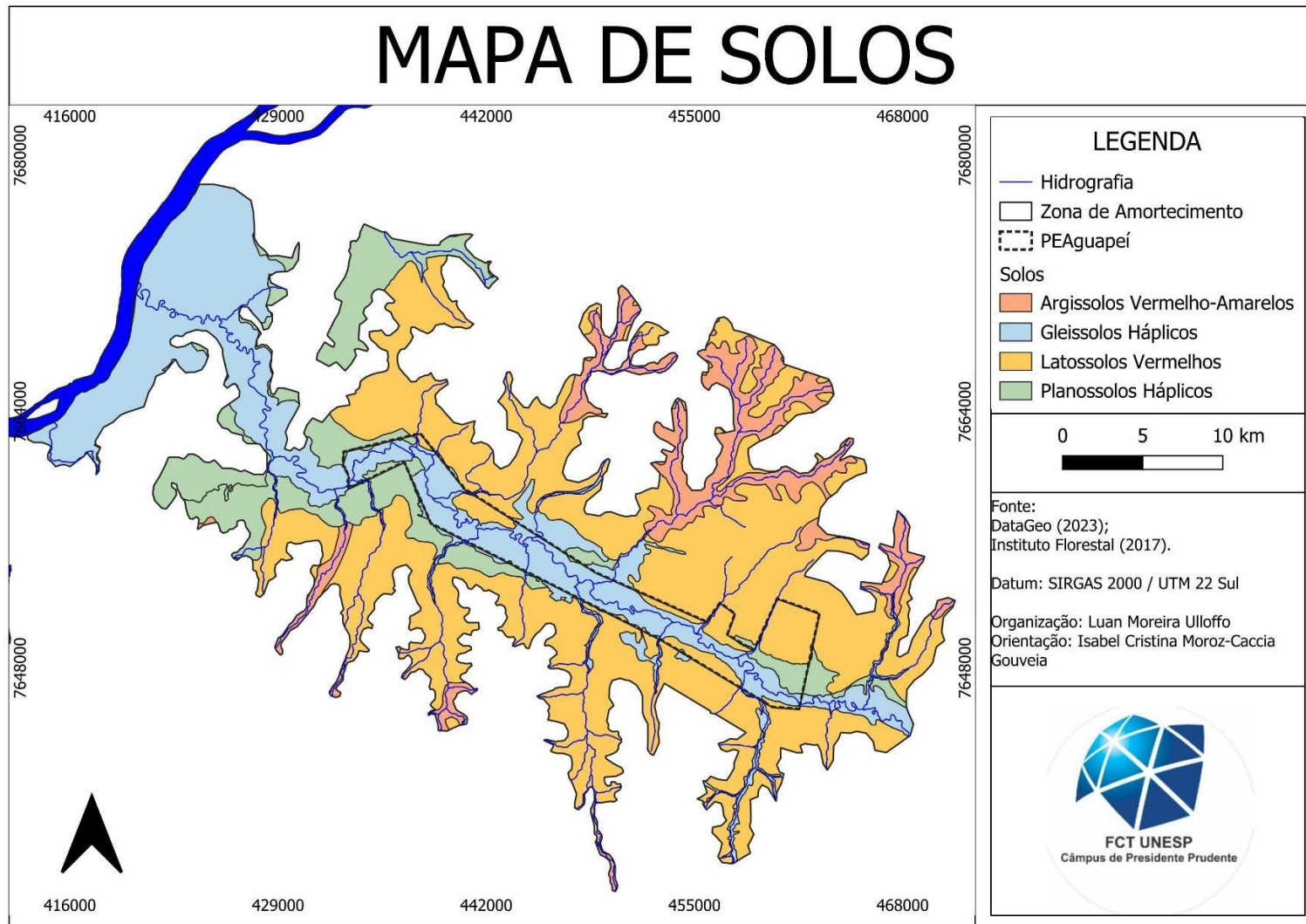


Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Rocha e Souza Filho (2008), o processo de erosão fluvial é um dos principais responsáveis pelo reajustamento da morfologia de um canal, buscando um novo equilíbrio dinâmico, além de promover alterações na dinâmica do sistema fluvial. Esse processo se destaca como um dos mais dinâmicos na modificação da trajetória de um canal fluvial. Como resultado, constitui um dos fatores que explicam a presença de meandros abandonados no rio Aguapeí.

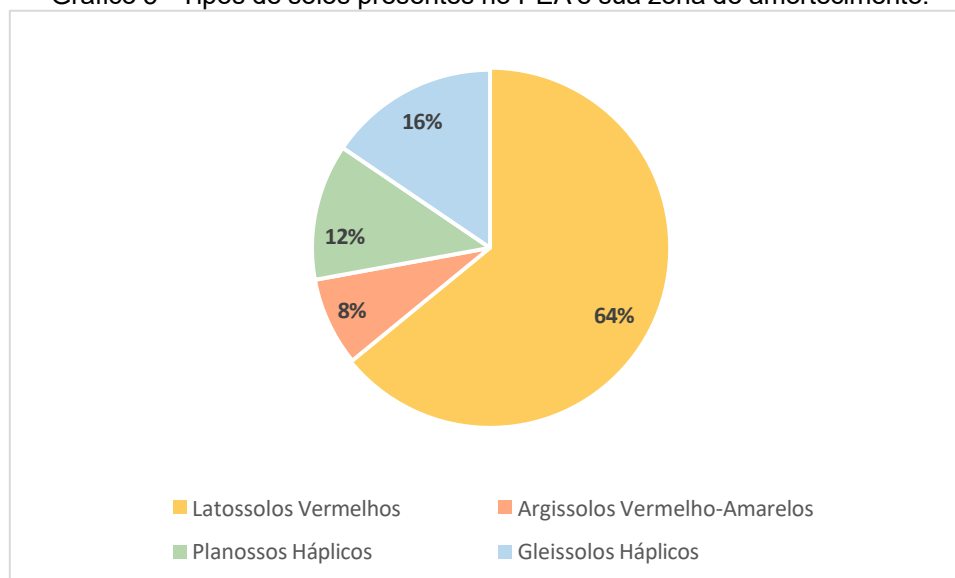
Outro elemento analisado na área de estudo foi o tipo de solo presente no interior do PEA e sua zona de amortecimento. O resultado é apresentado na Figura 26, gerando um mapa de solos. No interior do PEA, seguindo o curso do Rio Aguapeí em direção à sua foz com o Rio Paraná, faz-se predominante a presença do solo do tipo Gleissolo Háplico, caracterizado por estar permanente ou periodicamente saturado por água, devido estar presente em uma região sujeita a inundações, ocasionando a presença de material sedimentar recente nas proximidades de cursos d'água. Em sua área externa, na zona de amortecimento, há a presença de Latossolos Vermelhos, Planossolos Háplicos e, em menor escala, o Argissolo Vermelho-Amarelo.

Figura 26 - Mapa de solos do PEA e zona de amortecimento.



O Gráfico 5 permite analisar a proporção de cada tipo de solo presente, sendo que os Latossolos Vermelhos ocupam 64% da área analisada, os Gleissolos Háplicos correspondem a 16%, os Planossolos Háplicos representam 12%, e os Argissolos Vermelho-Amarelos, com 8%.

Gráfico 5 - Tipos de solos presentes no PEA e sua zona de amortecimento.

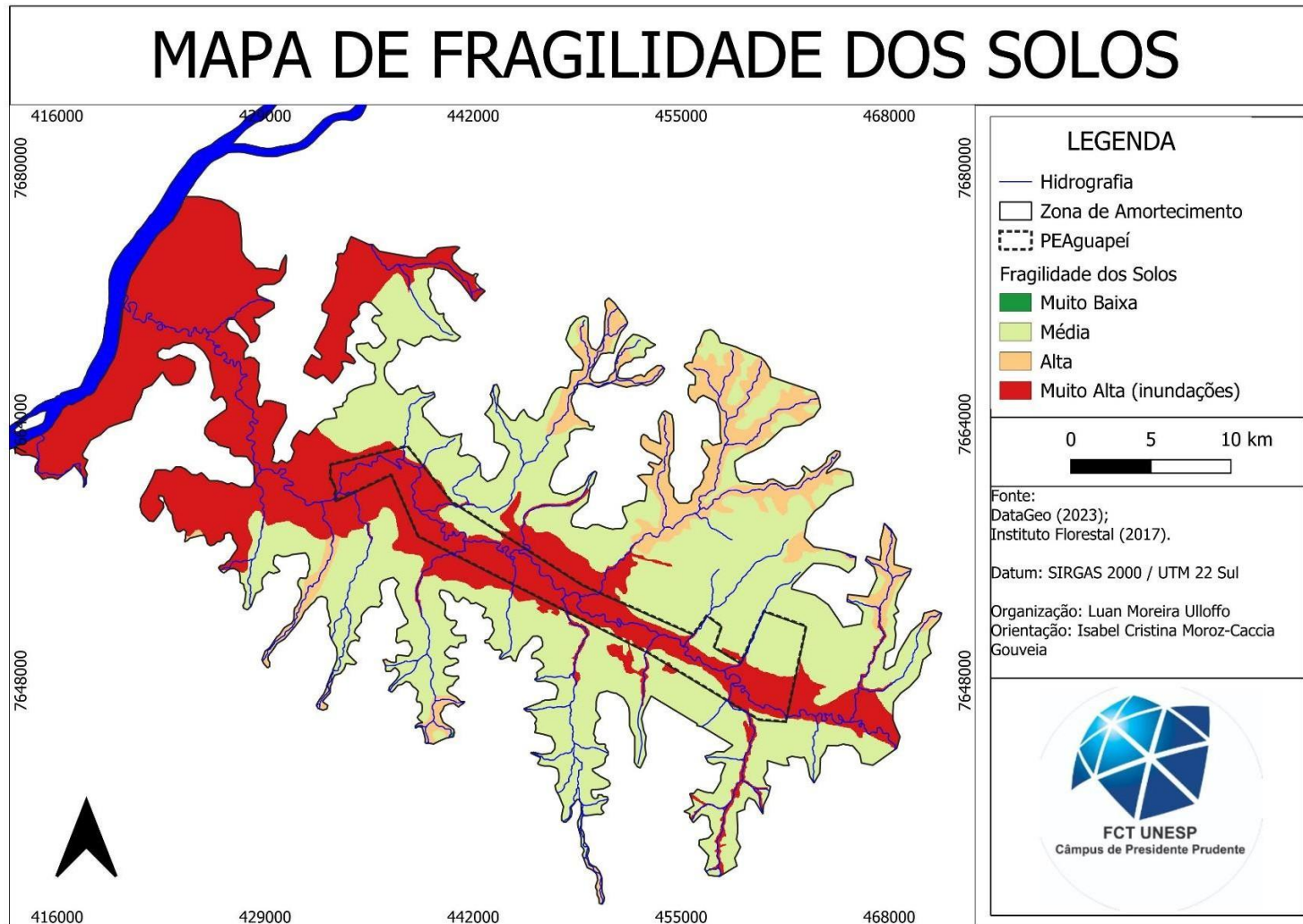


Fonte: Elaborado pelo autor.

Em regiões com predomínio do cultivo da cana-de-açúcar, Centurion *et al.* (2007) afirmam que em latossolos vermelhos há redução da estabilidade do solo, se comparado a locais de mata nativa, e aumento da densidade do solo e diminuição da porosidade. Em Argissolos Vermelho-Amarelo, além de erosão hídrica, há constatação de perda de nutrientes (Martins Filho *et al.*, 2009). Os Planossolos Háplicos margeiam os limites da UC, principalmente em direção à foz do rio Aguapeí, e são fortemente afetados durante os procedimentos de manejo agrícola, impactados pelo acúmulo de pressões exercidas no trânsito de máquinas ou mobilização de solo com grade aradora e niveladora, devido às suas características físico-químicas (Lima *et al.*, 2008).

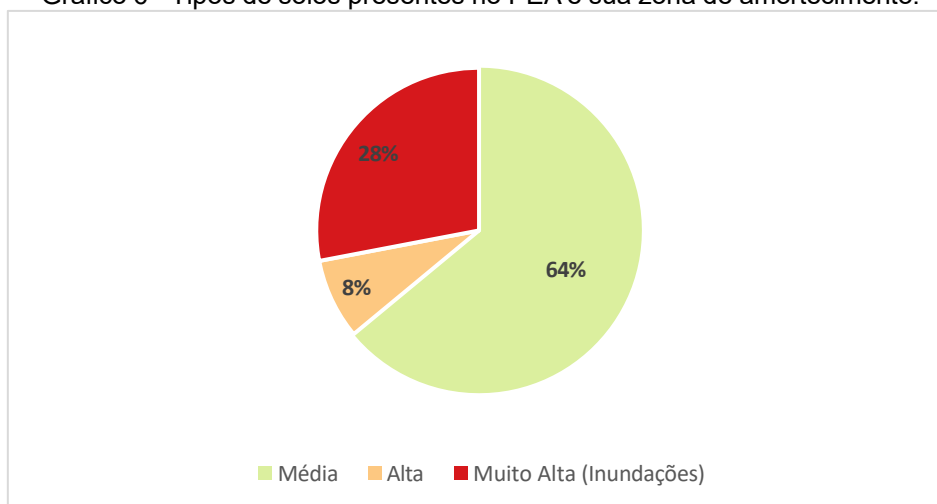
Em seguida, foram atribuídos níveis de fragilidade aos diferentes tipos de solos, resultando no Mapa de Fragilidade dos Solos, presente na Figura 27. É possível observar que o interior do PEA, composto majoritariamente por Gleissolo Háplico, resultou em uma área de fragilidade muito alta (sujeita a inundações), assim como em áreas de Planossolos Háplicos.

Figura 27 - Mapa de solos do PEA e zona de amortecimento.



Áreas de Latossolos Vermelhos possuem média fragilidade. Já os Argissolos Vermelho-Amarelos correspondem a áreas de alta fragilidade. O Gráfico 6 permite verificar a distribuição dos níveis de fragilidade na área pesquisada, na qual 64% é classificada com fragilidade média; 28% corresponde a áreas suscetíveis a inundações, com fragilidade muito alta; 8% apresenta alta fragilidade.

Gráfico 6 - Tipos de solos presentes no PEA e sua zona de amortecimento.

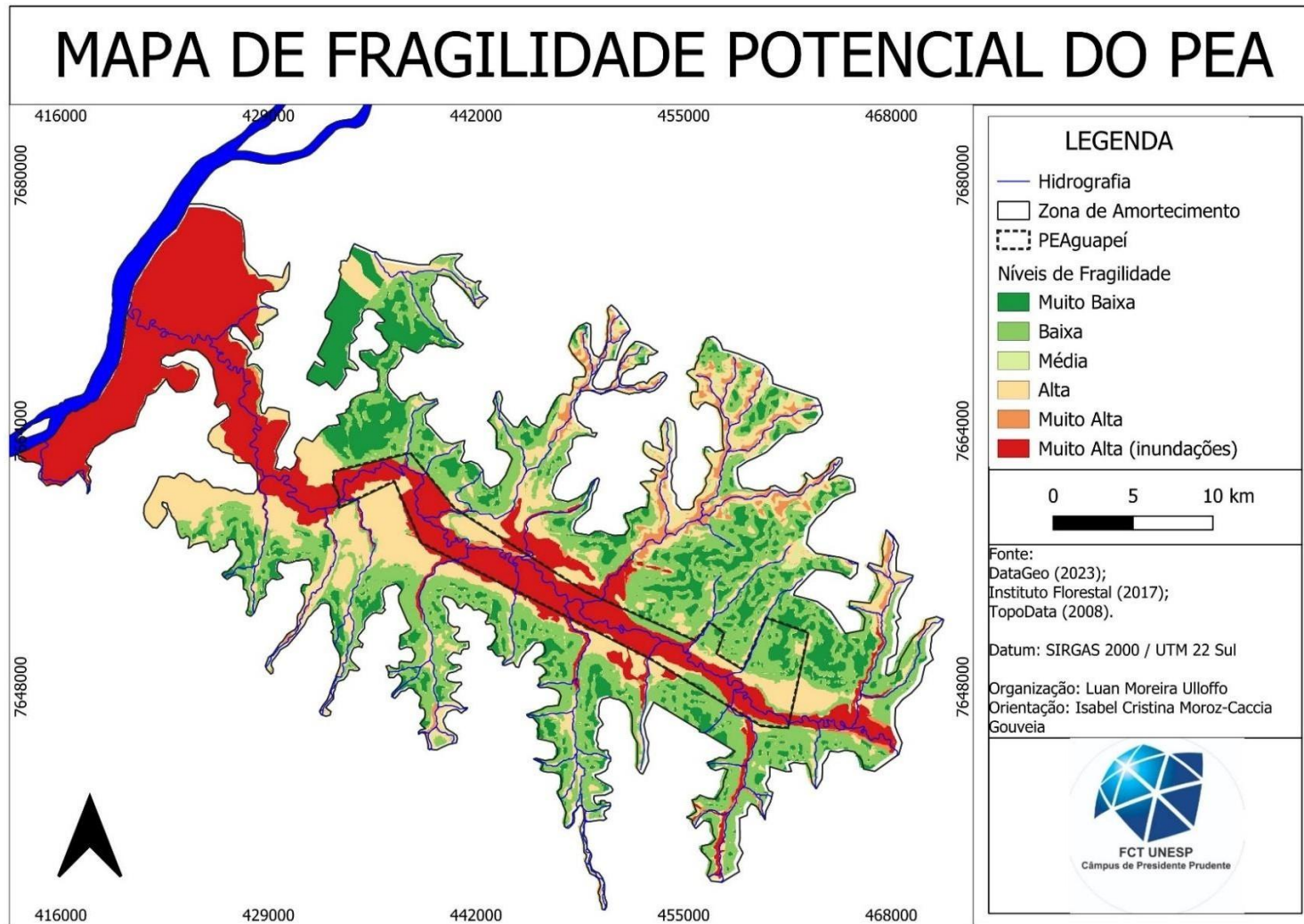


Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Ross (1994), para a análise da fragilidade dos ambientes de instabilidade potencial, é necessário que os conhecimentos setorializados sejam avaliados de forma integrada, já que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca. Dessa maneira, através do resultado ponderado dos elementos até aqui analisados, feita a sobreposição do Mapa de Fragilidade do Relevo com o Mapa de Fragilidade do Solo, resultou no Mapa de Fragilidade Potencial do PEA e sua zona de amortecimento, conforme mostra a Figura 28, tendo seu resultado ainda preservado das ações humanas.

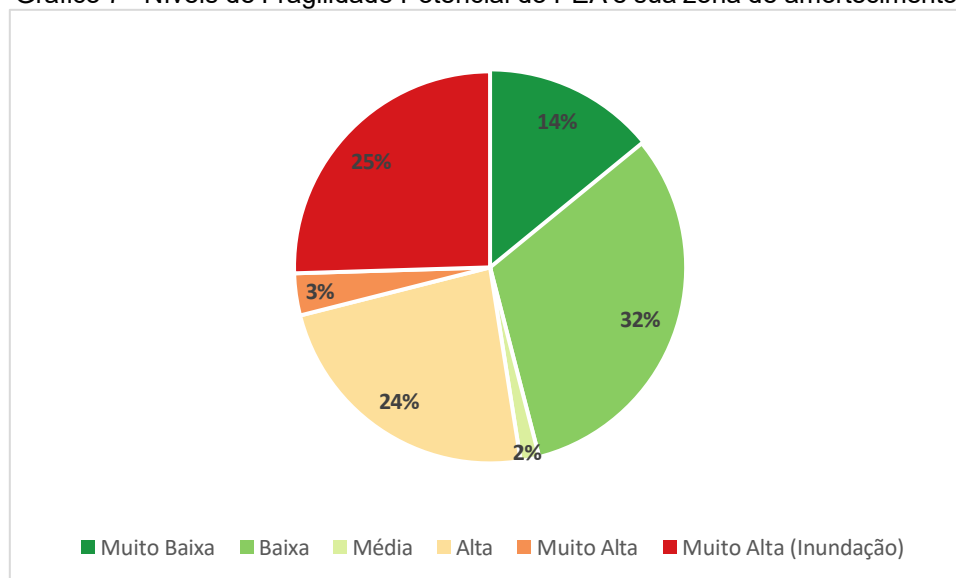
É possível observar que, tanto no interior do PEA quanto nas áreas adjacentes, o nível de fragilidade potencial varia entre muito alta (sujeitas a inundações) e alta, abrangendo quase toda a região. A área próxima à foz do rio Aguapeí apresenta características semelhantes. Isso evidencia que essas duas áreas são as mais propensas a um estado dinâmico, com grande potencial de transformação, seja de origem natural ou antrópica. Já as regiões mais próximas aos limites da zona de amortecimento tendem a apresentar uma fragilidade potencial que varia entre muito baixa e média.

Figura 28 - Mapa de Fragilidade Potencial do PEA e zona de amortecimento.



A distribuição dos níveis de fragilidade potencial está representada no Gráfico 7, no qual 32% da superfície analisada apresenta baixa fragilidade; 25% está sujeita a muito alta fragilidade (inundações); 24% exibe alta fragilidade; 14% possui fragilidade muito baixa; 3% apresenta fragilidade muito alta; e 2% apresenta fragilidade potencial média.

Gráfico 7 - Níveis de Fragilidade Potencial do PEA e sua zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, pode-se concluir que o PEA e sua zona de amortecimento possuem mais da metade de sua área variando entre níveis de fragilidade potencial alta e muito alta, evidenciando uma ampla região suscetível a diferentes tipos de impactos ambientais.

A fim de analisar os impactos antrópicos sobre a área de estudo em diferentes períodos, foram gerados Mapas de Uso e Cobertura da Terra dos anos de 1998 (Figura 29), 2010 (Figura 30) e 2022 (Figura 31), como se pode observar abaixo.

Figura 29 - Mapa de Fragilidade Potencial do PEA e zona de amortecimento.

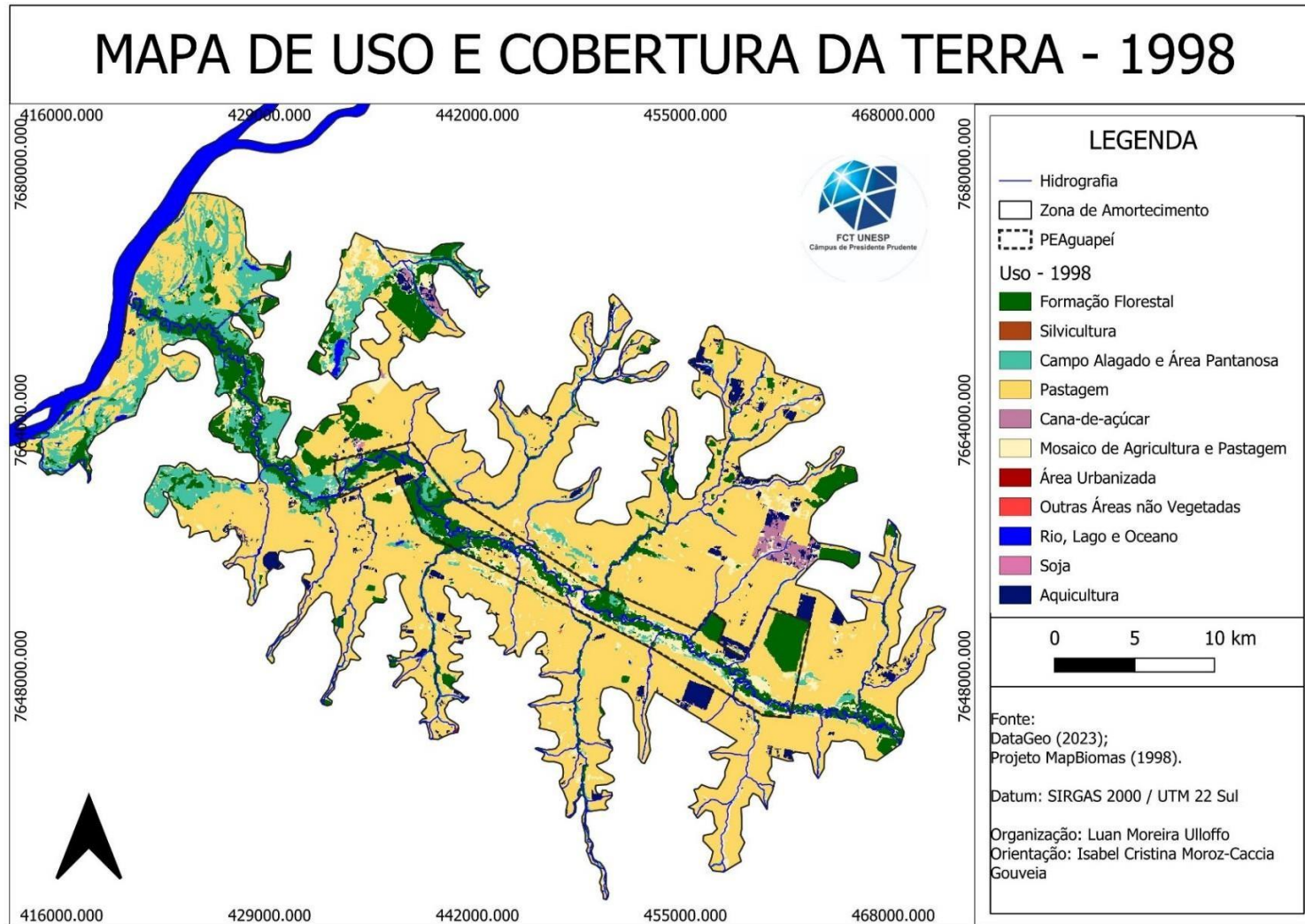


Figura 30 - Mapa de Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2010.

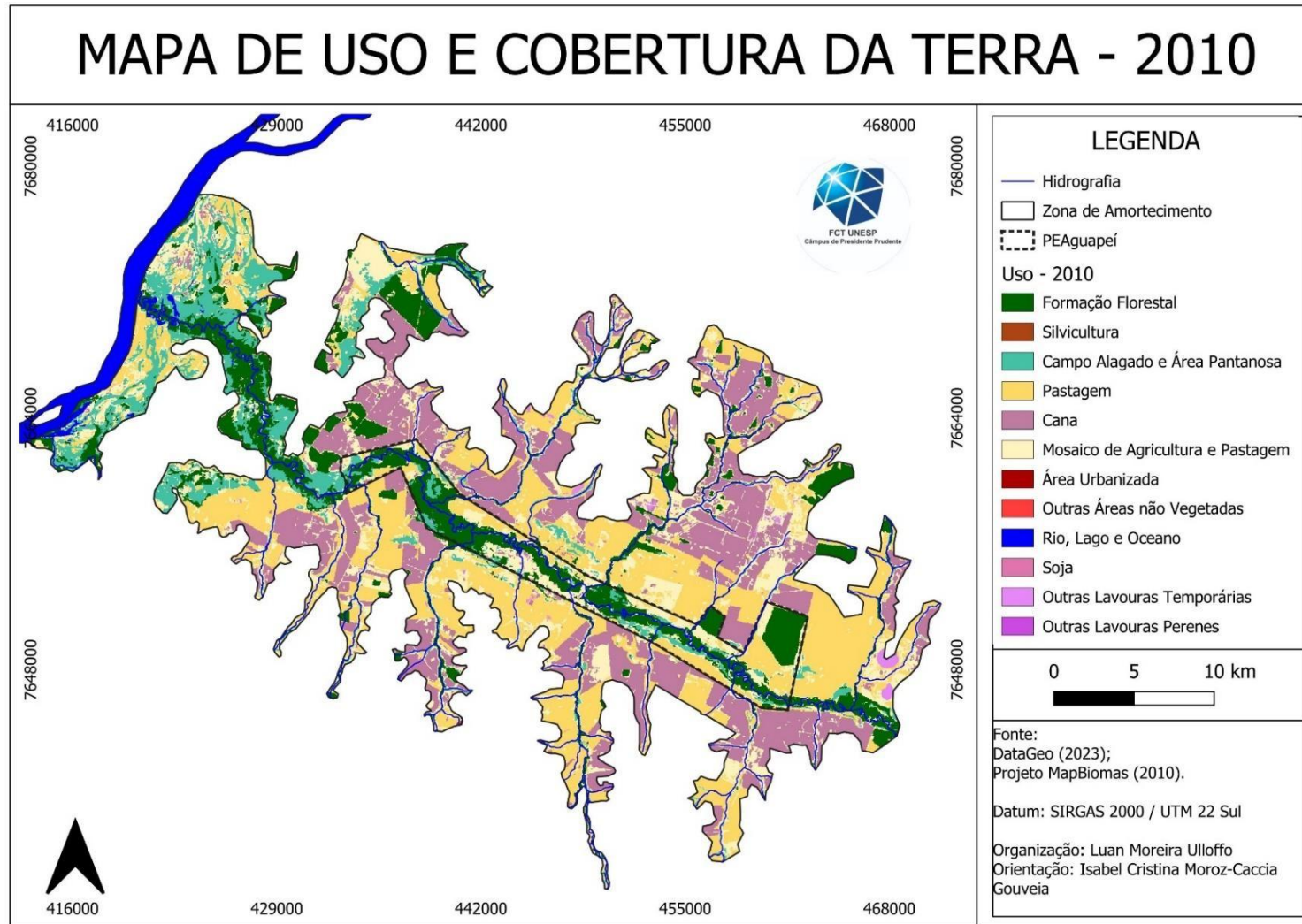
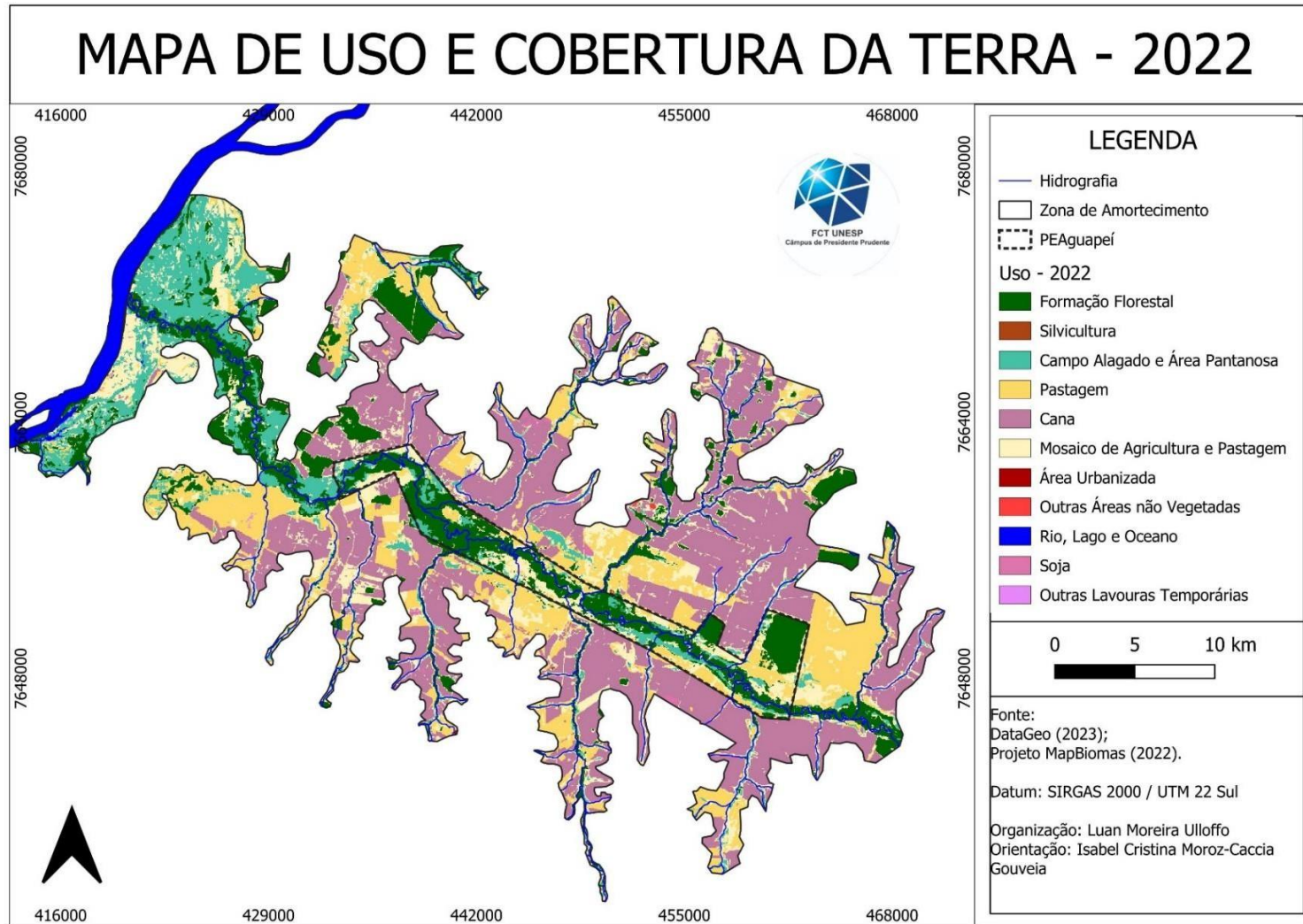
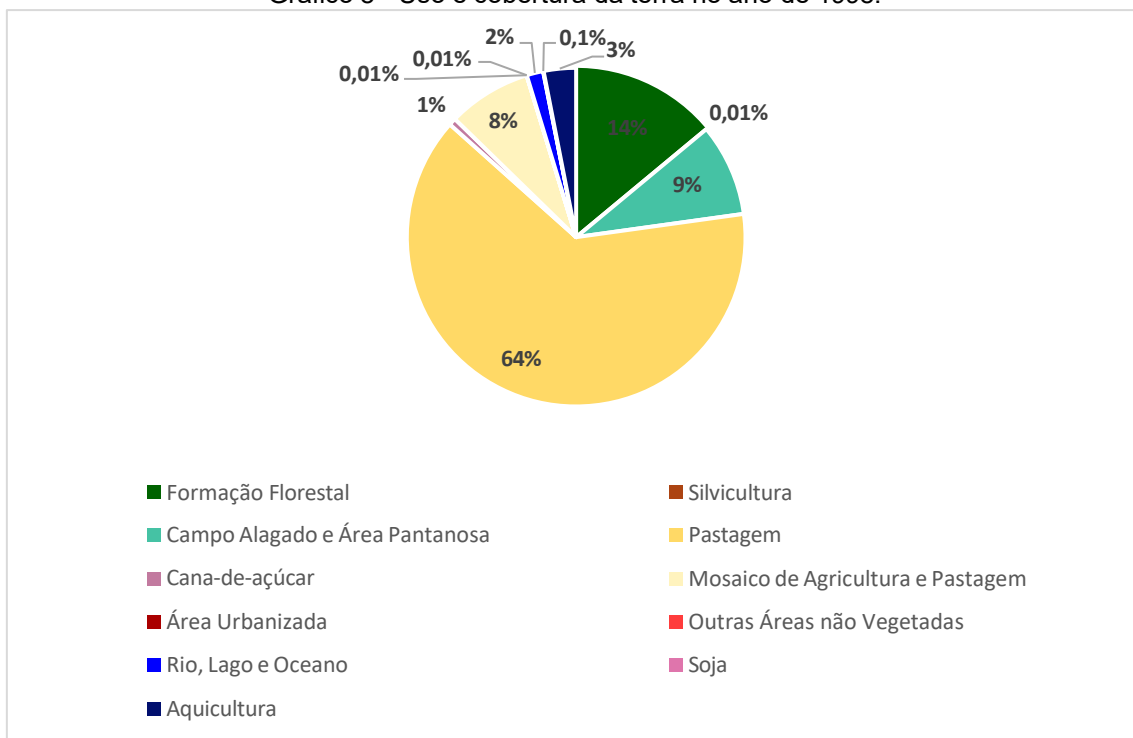


Figura 31 - Mapa de Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2022.



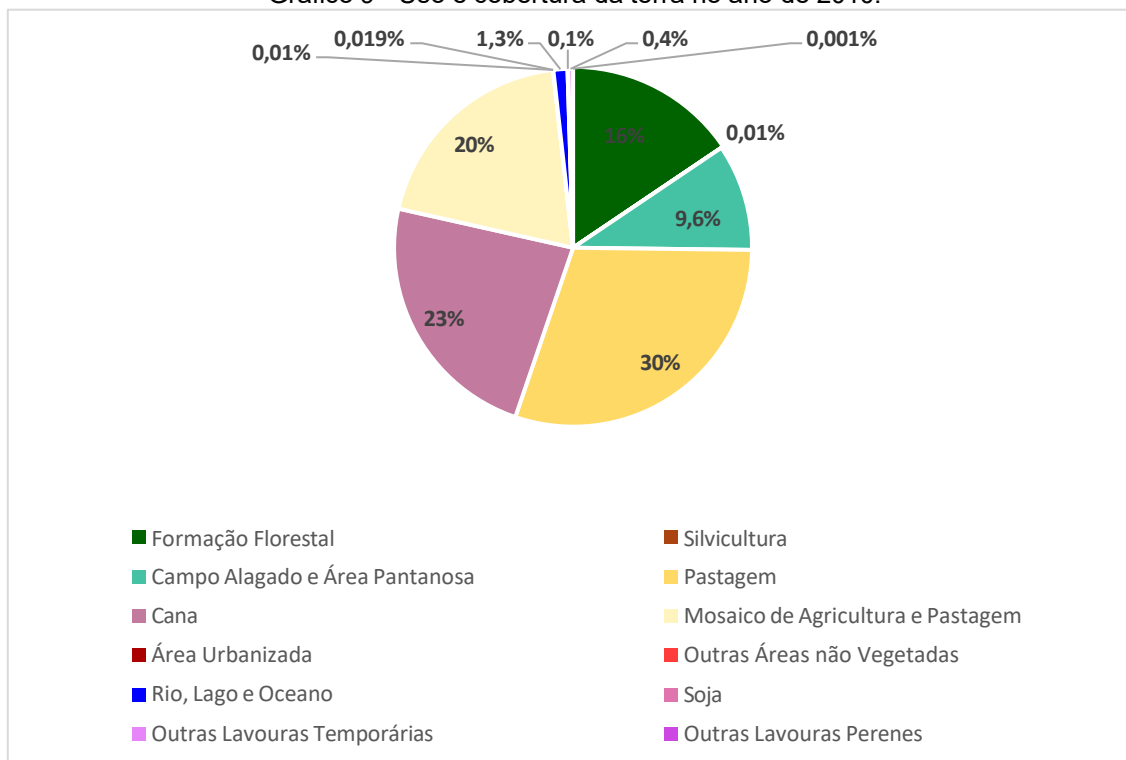
Foram gerados três gráficos com o objetivo de comparar os dados apresentados: o Gráfico 8, referente ao ano de 1998; o Gráfico 9, referente ao ano de 2010; e o Gráfico 10, referente ao ano de 2022.

Gráfico 8 - Uso e cobertura da terra no ano de 1998.



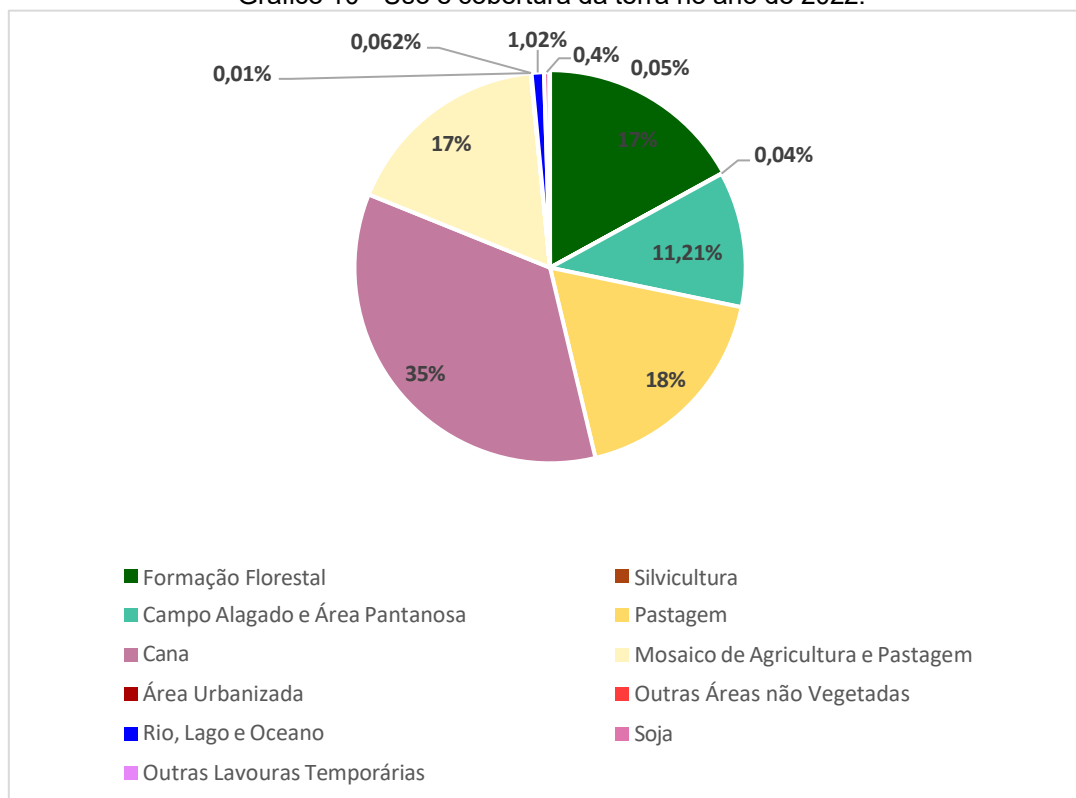
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 9 - Uso e cobertura da terra no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 10 - Uso e cobertura da terra no ano de 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Áreas de pastagem representavam 64% em 1998, e foram reduzidas a 30% em 2010 e 18% em 2022. Já a cana-de-açúcar representava 1% do território em 1998 e se expandiu para 23% em 2010 e 35% em 2022. Os campos alagados e pantanosos representavam 9% em 1998, tendo se expandido para 9,6% em 2010 e 11,2% em 2022. O mesmo ocorreu com as áreas de Formação Florestal que tiveram um aumento, representando 14%, 16% e 17% nos anos de 1998, 2010 e 2022, respectivamente.

A categoria de mosaico de agricultura e pastagem oscilou de 8% em 1998 para 20% em 2010 e 17% em 2022. Já a atividade de aquicultura representava 3% em 1998, não aparecendo mais nos anos seguintes. A silvicultura indicava 0,01% nos anos de 1998 e 2010 e 0,04% em 2022. O mesmo ocorreu com a soja, sendo 0,1% em 1998 e 2010 e 0,4% em 2022.

Outras lavouras, sejam temporárias ou perenes, representavam 0,4% em 2010 e 0,05% em 2022, não constando no ano de 1998. As áreas urbanizadas indicavam 0,01% nos três períodos. Outras Áreas não vegetadas

oscilaram de 0,1% em 1998 e 2010 para 0,06% em 2022. Rios e lagos reduziram de 2% em 1998 para 1,3% em 2010 e 1% em 2022.

O aumento da produção de biocombustíveis, especialmente após os anos 2000 com a introdução dos carros flex no mercado, tem provocado mudanças indiretas no uso e na cobertura da terra em diversas regiões do Estado de São Paulo. Essas mudanças ocorrem, sobretudo, pelo avanço da cana-de-açúcar em detrimento de outras atividades econômicas, com destaque para as áreas de pastagem (Ronquim *et al.*, 2018), sendo impulsionadas por fatores como a baixa declividade do relevo e a proximidade de usinas na região. A dinâmica das atividades econômicas na zona de amortecimento, cujo objetivo é mitigar os impactos sobre a UC, merece atenção especial, considerando-se também outros problemas já mencionados, como a fragmentação das áreas florestais, incêndios, compactação do solo e o uso de defensivos agrícolas.

Em todos os períodos, observa-se que, no interior da Unidade de Conservação, predomina a Formação Florestal, a qual se expandiu ao longo dos anos mencionados, em detrimento das Pastagens observadas. Essa transformação deve-se ao zoneamento presente no interior da UC, como a Zona de Recuperação e Zona Primitiva, que objetivam deter a degradação dos recursos, restauração da estrutura e os processos naturais do ecossistema (São Paulo, 2010). Ressaltando, dessa maneira, a importância da UC como espaços estratégicos de desenvolvimento sustentável e de ações restauradoras.

Além disso, áreas de Campo Alagado e Pantanosas, que também passaram por um processo de expansão, encontram-se tanto no interior do PEA quanto, especialmente, na zona de amortecimento próxima à foz do rio Aguapeí, nas planícies fluviais, onde predominam os Gleissolos Háplicos, em função das características morfopedológicas da região. Essas áreas são fundamentais para a caracterização da região do "pantaninho paulista" e desempenham um papel crucial na preservação dos ecossistemas locais (São Paulo, 2010).

Em seguida, foram atribuídos níveis de fragilidade a cada categoria de uso e cobertura da terra, gerando outros três Mapas de Fragilidade de Uso e Cobertura da Terra, sendo os anos de 1998, 2010 e 2022 representados nos mapas das Figuras 32, 33 e 34, respectivamente.

Figura 32 - Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 1998.

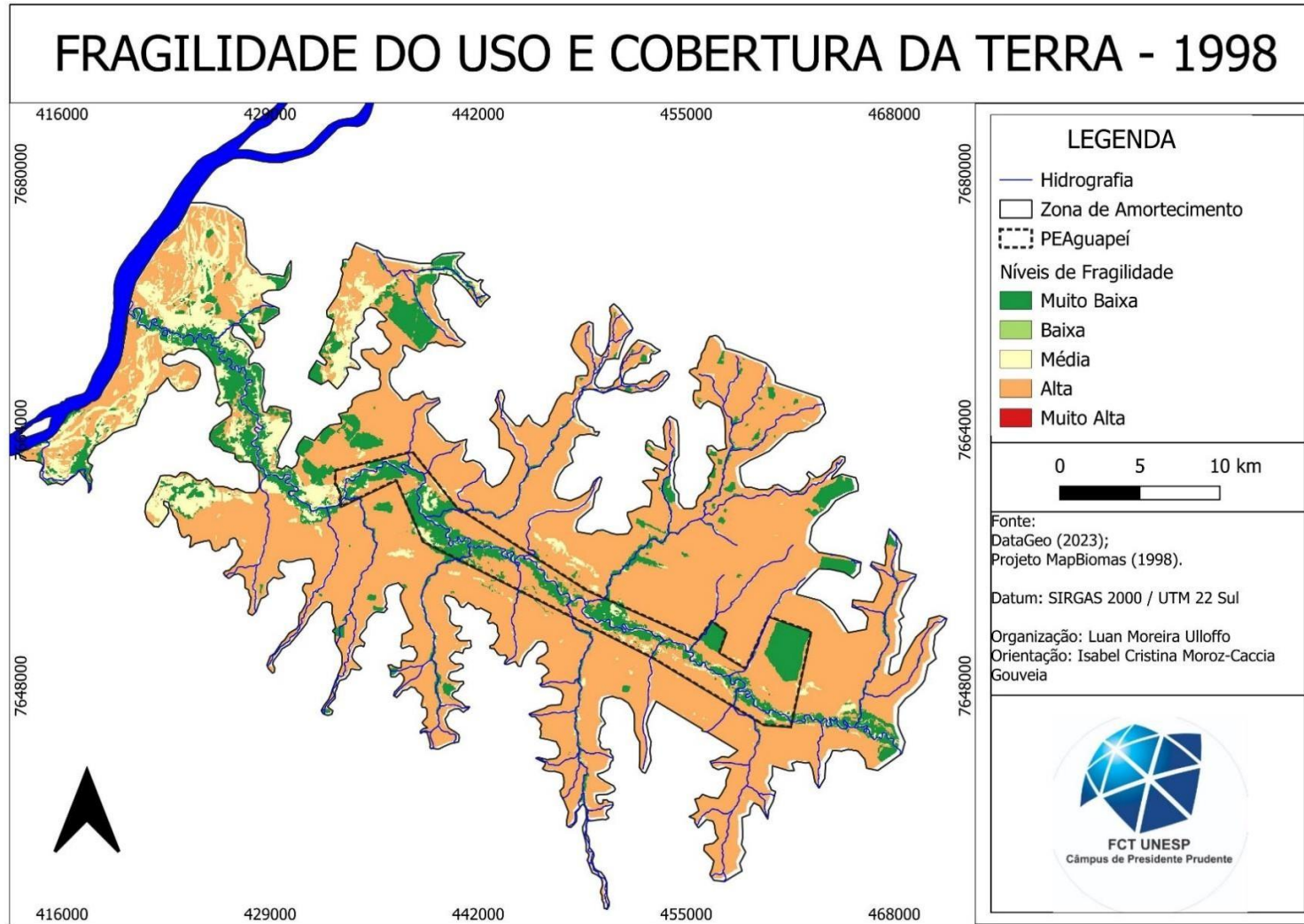


Figura 33 - Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2010.

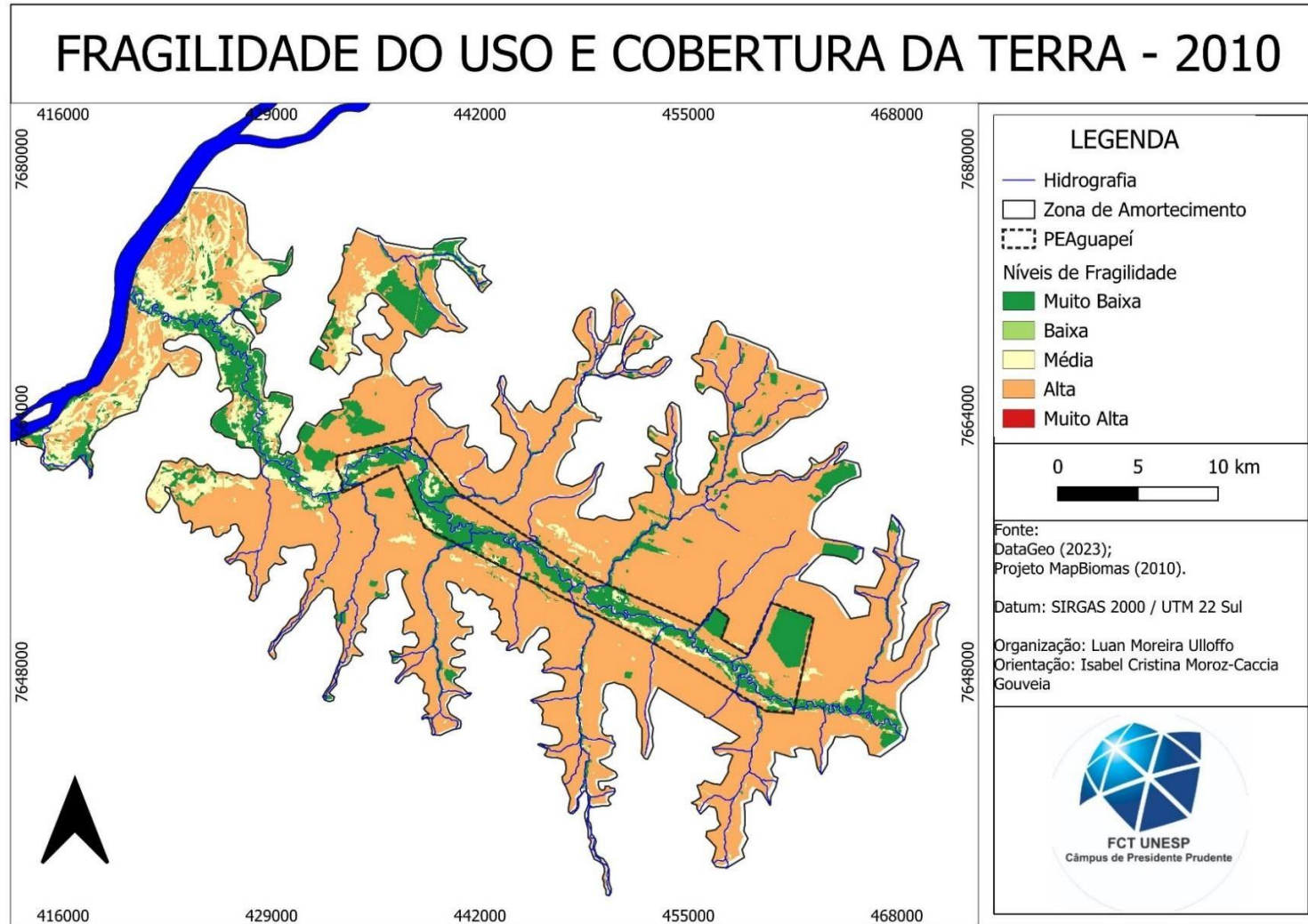
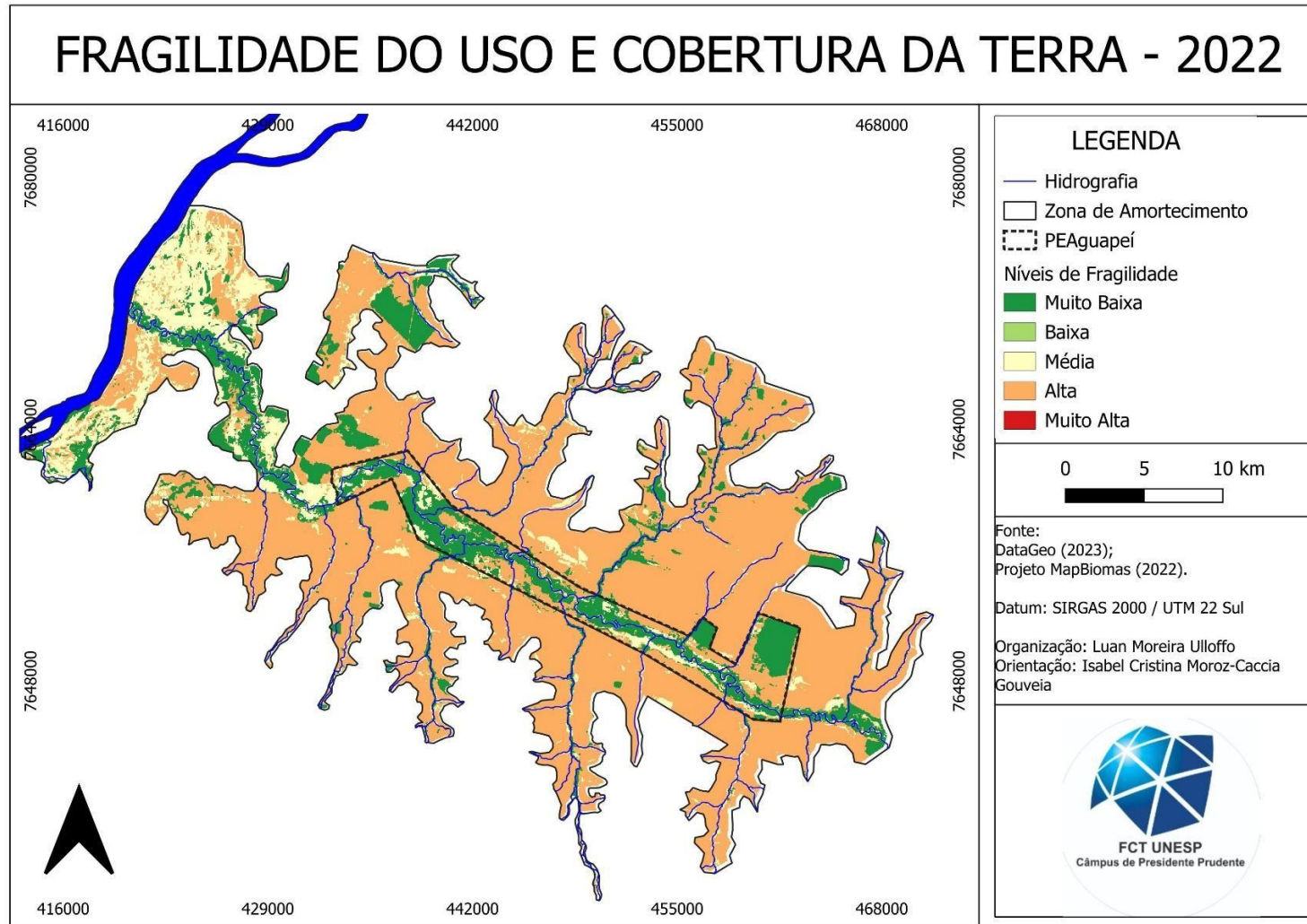
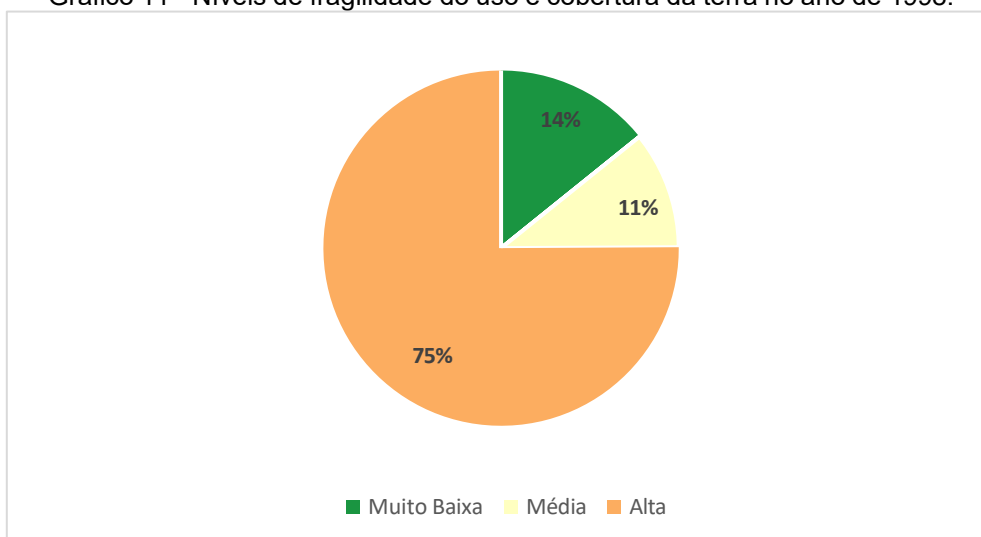


Figura 34 - Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura do PEA e zona de amortecimento em 2022.



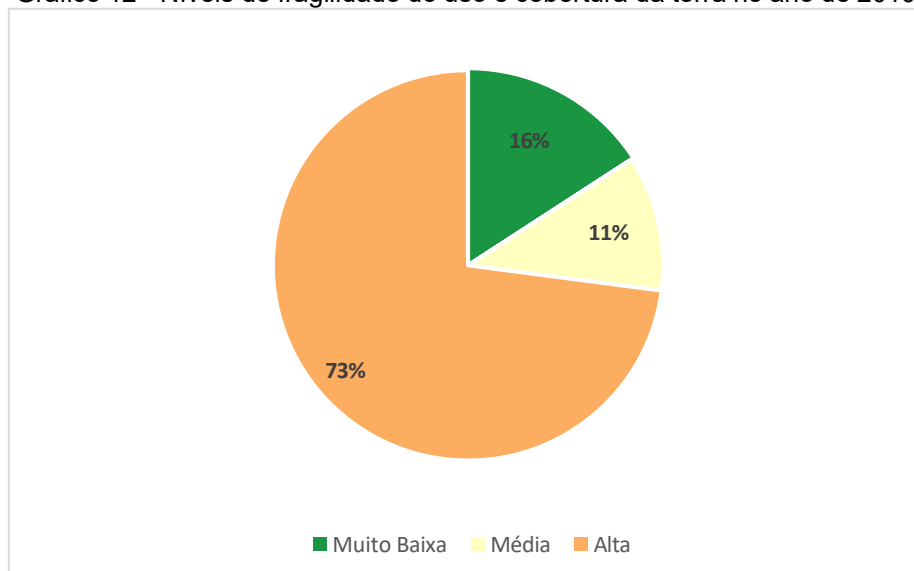
Observa-se que, tanto o interior do PEA quanto sua zona de amortecimento, apresentaram três níveis de fragilidade que, em ordem de importância, foram: alta, média e muito baixa. Outros três gráficos foram gerados com o objetivo de quantificar os valores apresentados, sendo que o Gráfico 11 refere-se ao ano de 1998, o Gráfico 12 ao ano de 2010 e o Gráfico 13 ao ano de 2022.

Gráfico 11 - Níveis de fragilidade do uso e cobertura da terra no ano de 1998.



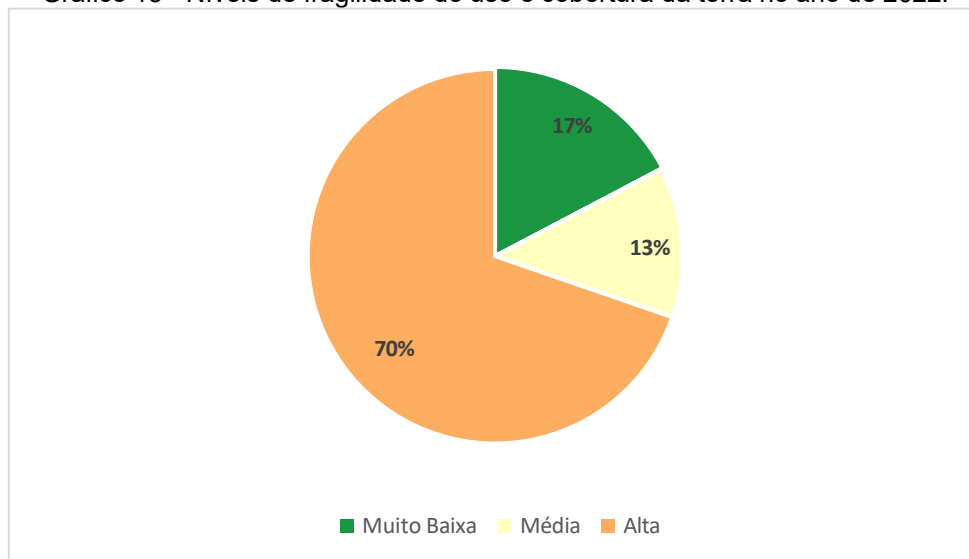
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 12 - Níveis de fragilidade do uso e cobertura da terra no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor.

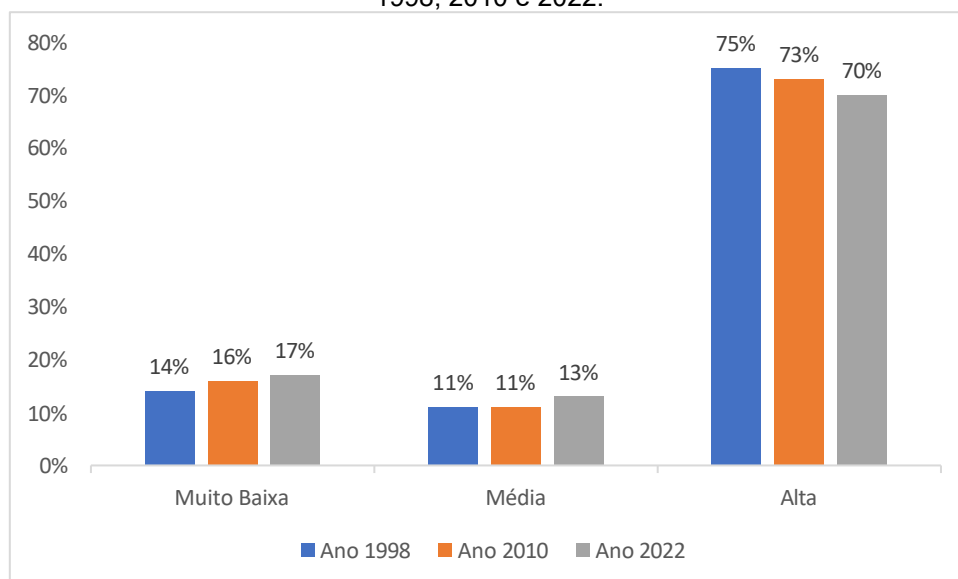
Gráfico 13 - Níveis de fragilidade do uso e cobertura da terra no ano de 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar a seguinte variação entre as fragilidades apresentadas ao longo dos três períodos (Gráfico 14):

Gráfico 14 - Comparação dos níveis de fragilidade do uso e ocupação da terra nos anos de 1998, 2010 e 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A "alta" fragilidade, predominante nos três períodos analisados, variou de 75% em 1998 para 73% em 2010 e 70% em 2022. A "média" fragilidade permaneceu em 11% tanto em 1998 quanto em 2010, e aumentou para 13% em 2022. Por sua vez, a fragilidade "muito baixa" subiu de 14% em 1998 para 16% em 2010 e 17% em 2022. Embora os dados indiquem uma redução da "alta"

fragilidade e um pequeno aumento da fragilidade "muito baixa", o que representa um avanço para a Unidade de Conservação, as atividades econômicas locais ainda podem comprometer os objetivos de conservação da área de estudo, uma vez que, em sua maioria, os usos e coberturas da terra continuam sendo de alta fragilidade.

Por fim, com o objetivo de analisar as instabilidades emergentes, resultantes de intensas alterações antrópicas, como o desmatamento e/ou a realização de atividades econômicas, foram elaborados outros três mapas. Para tanto, foi realizada a sobreposição ponderada do mapa de Fragilidade Potencial com os Mapas de Uso e Cobertura da Terra dos três períodos analisados, resultando nos mapas apresentados nas Figuras 35 (1998), 36 (2010) e 37 (2022).

De forma semelhante às demais análises, o interior da UC e a região da zona de amortecimento próxima à foz do Rio Aguapeí apresentam, quase em sua totalidade, áreas de muito alta fragilidade ambiental, suscetíveis a inundações. As demais áreas da zona de amortecimento variam entre fragilidade muito baixa e alta fragilidade emergente, fragul média a categoria predominante.

Figura 35 - Mapa de Fragilidade Emergente do PEA e zona de amortecimento em 1998.

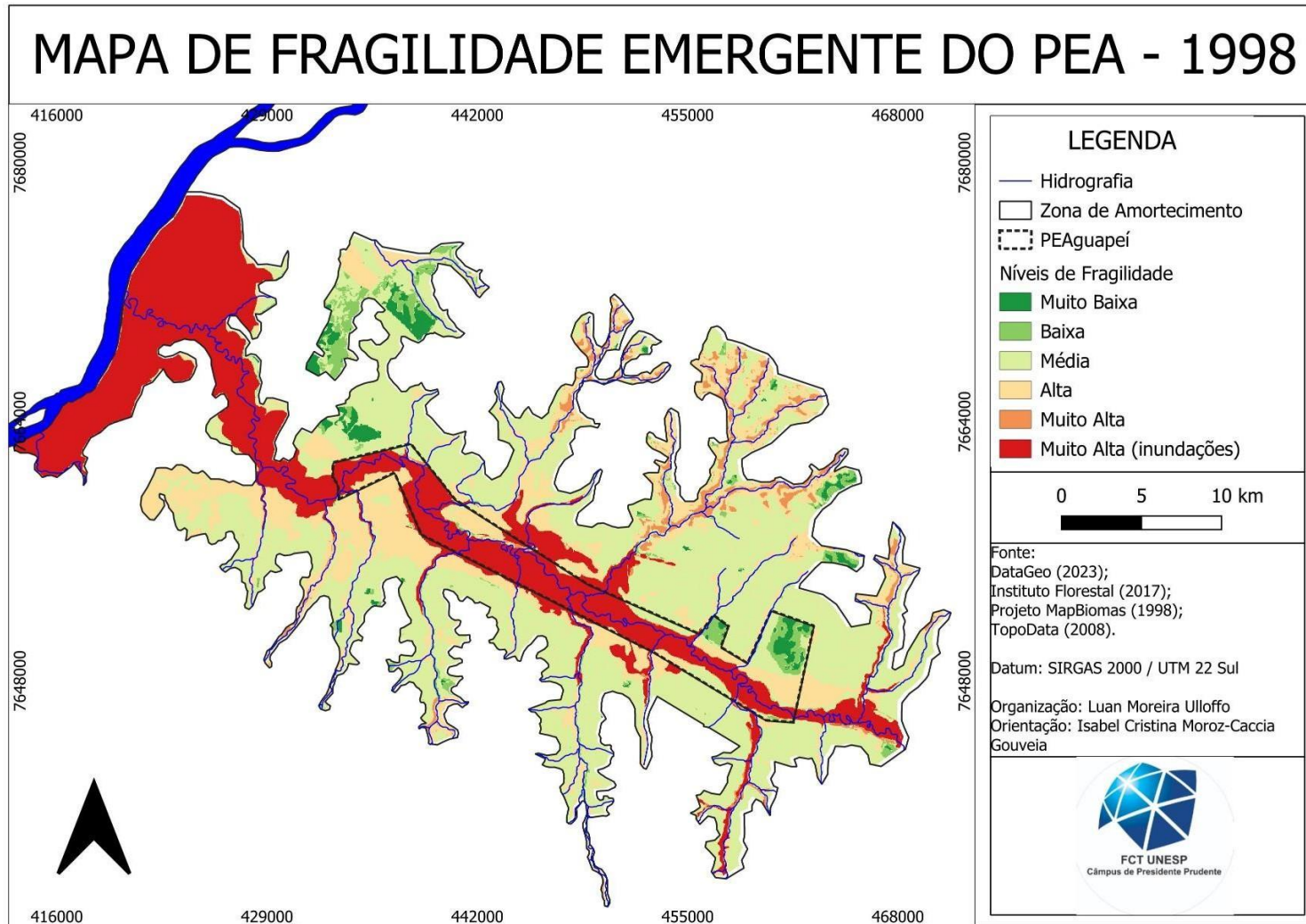


Figura 36 - Mapa de Fragilidade Emergente do PEA e zona de amortecimento em 2010.

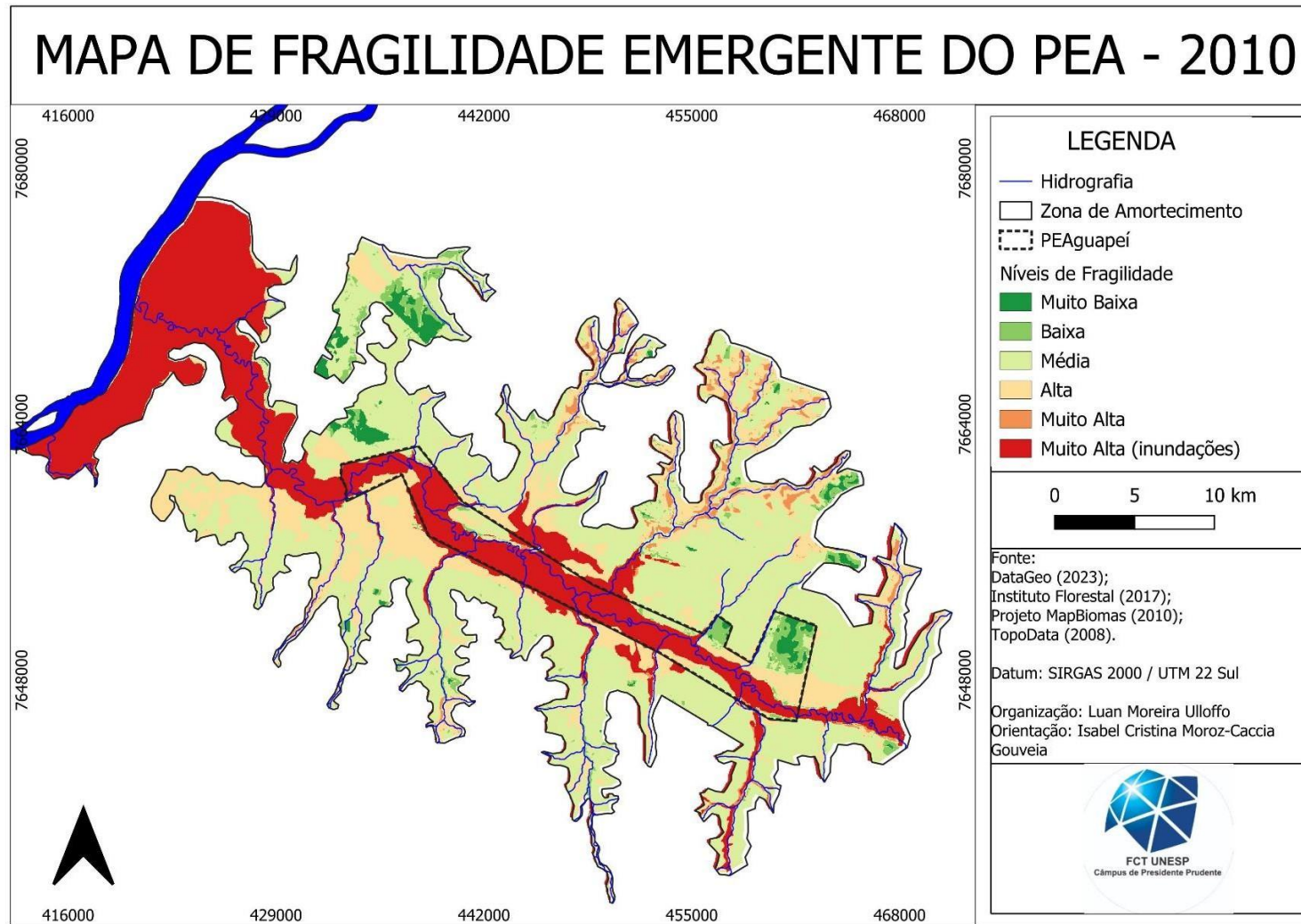
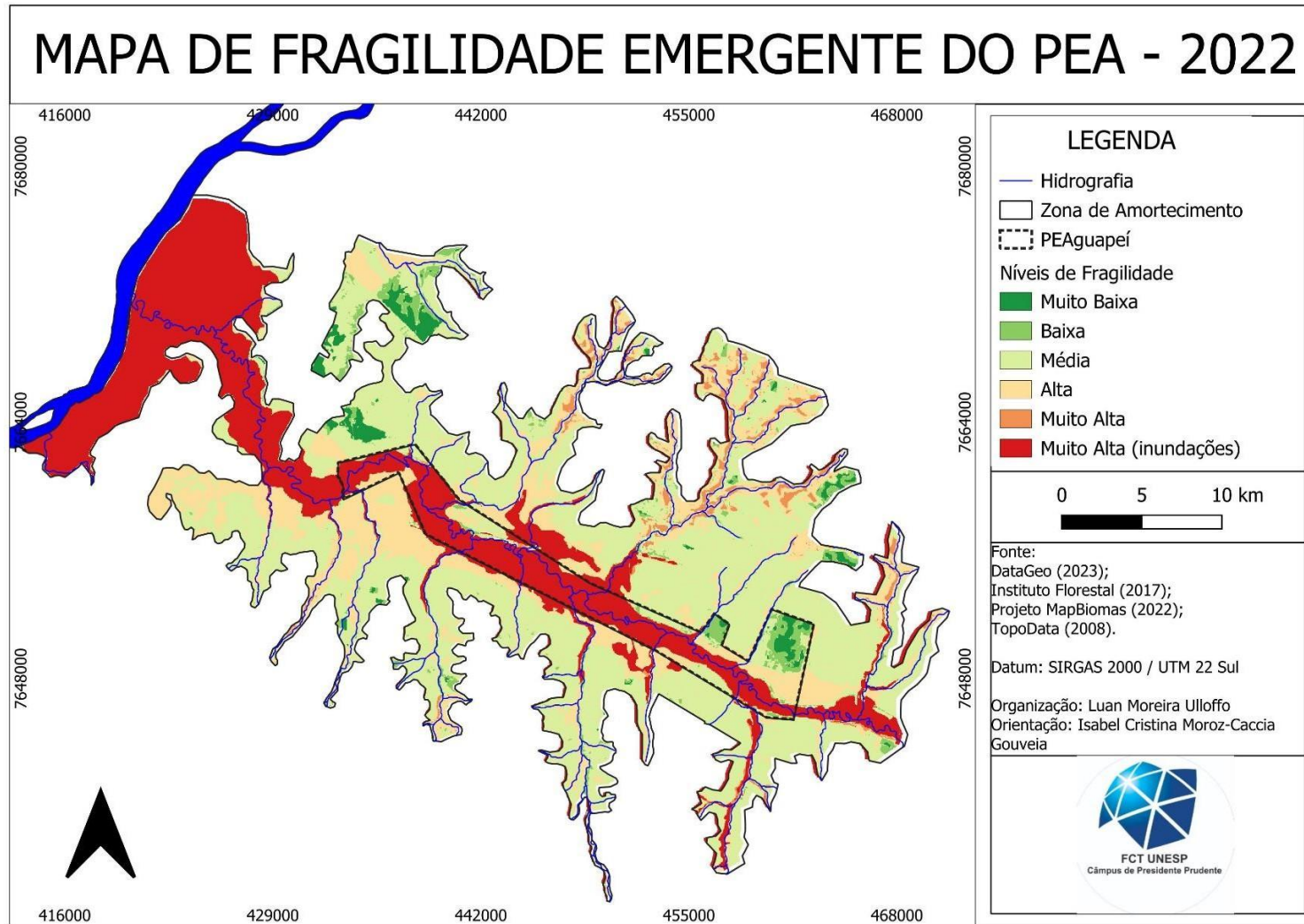
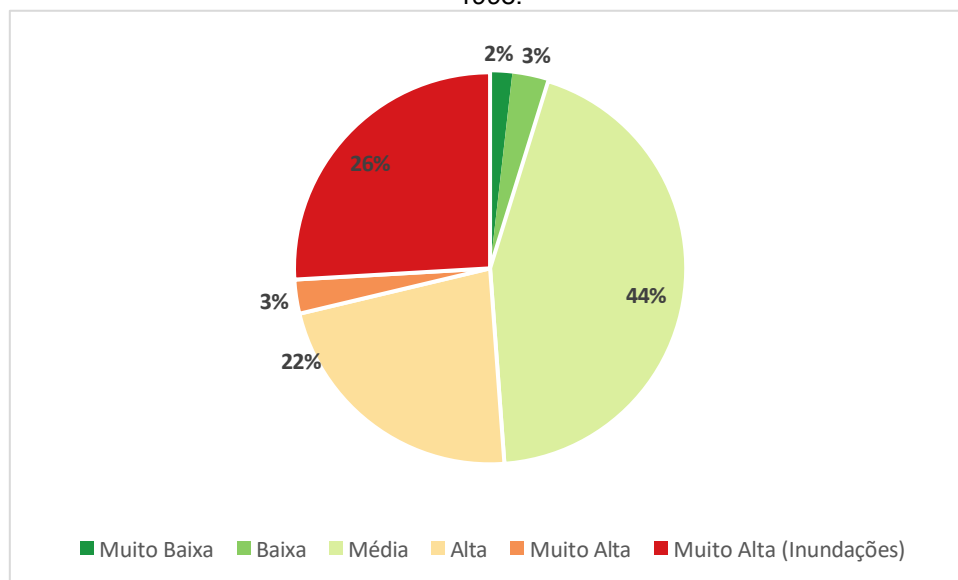


Figura 37 - Mapa de Fragilidade Emergente do PEA e zona de amortecimento em 2022.



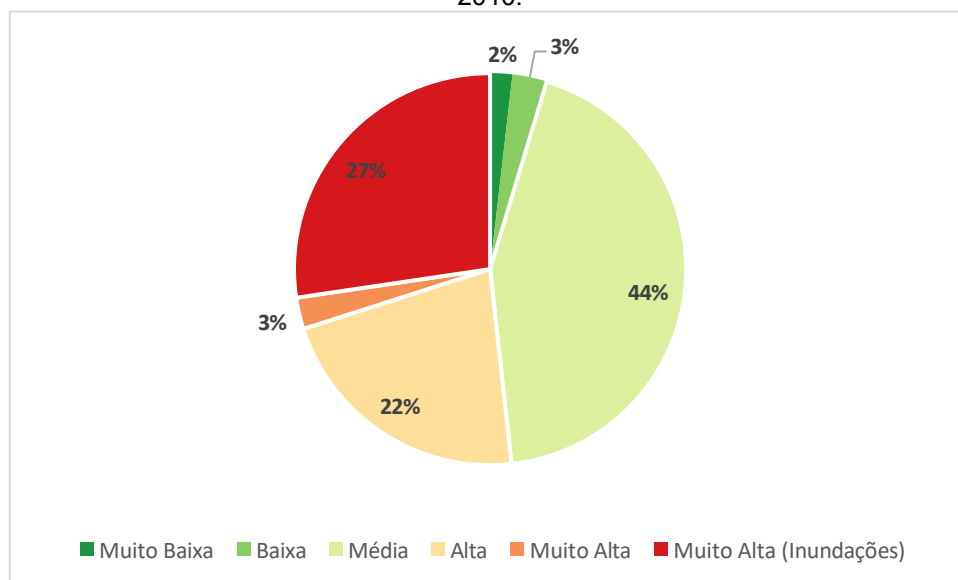
Para fins de análise quantitativa, foram elaborados os gráficos correspondentes aos anos analisados, quais sejam: Gráfico 15, 16 e 17, representando, respectivamente, os anos de 1998, 2010 e 2022.

Gráfico 15 - Níveis de fragilidade emergente do PEA e sua zona de amortecimento no ano de 1998.



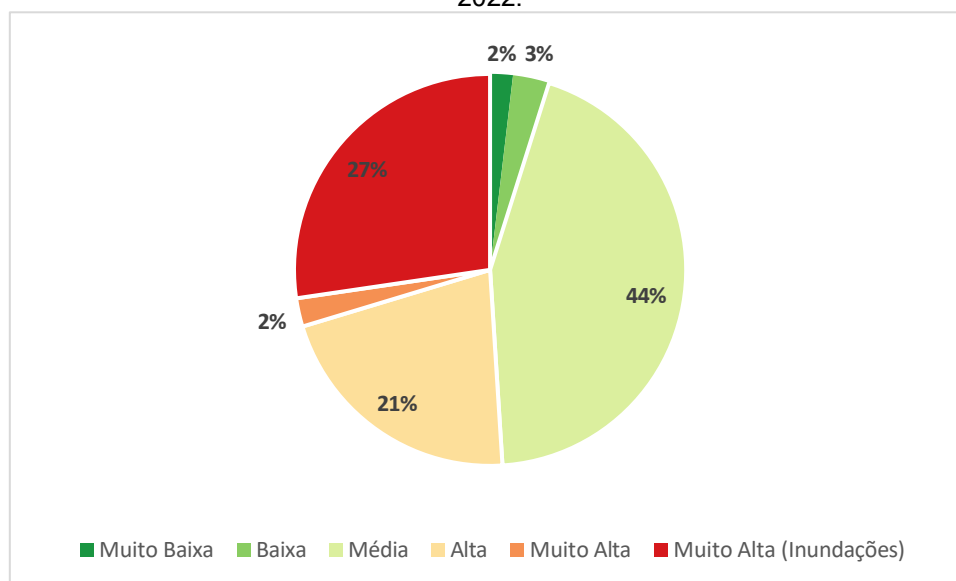
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 16 - Níveis de fragilidade emergente do PEA e sua zona de amortecimento no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor.

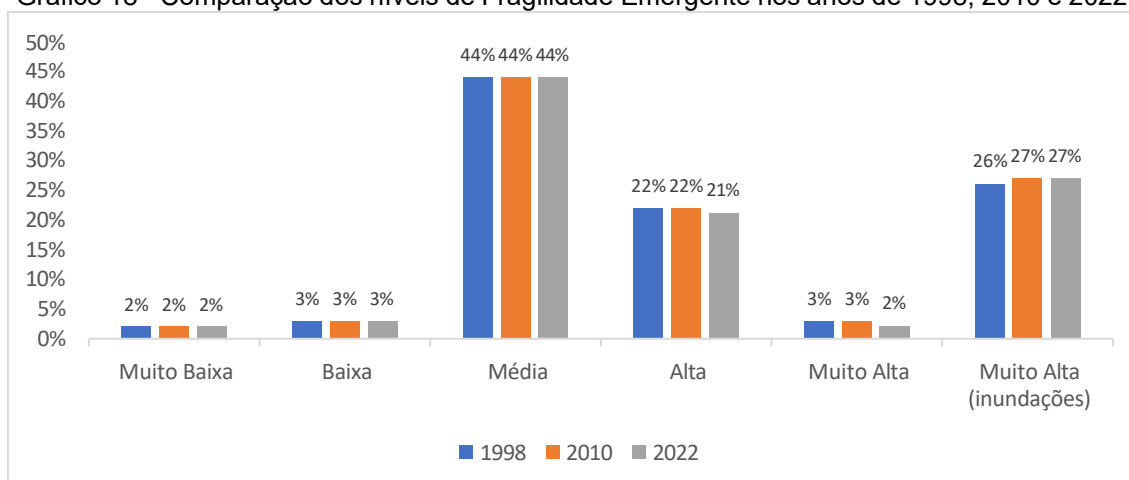
Gráfico 17 - Níveis de fragilidade emergente do PEA e sua zona de amortecimento no ano de 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Semelhantemente, o Gráfico 18 traz a comparação dos três períodos selecionados, para toda a área de estudo:

Gráfico 18 - Comparação dos níveis de Fragilidade Emergente nos anos de 1998, 2010 e 2022.



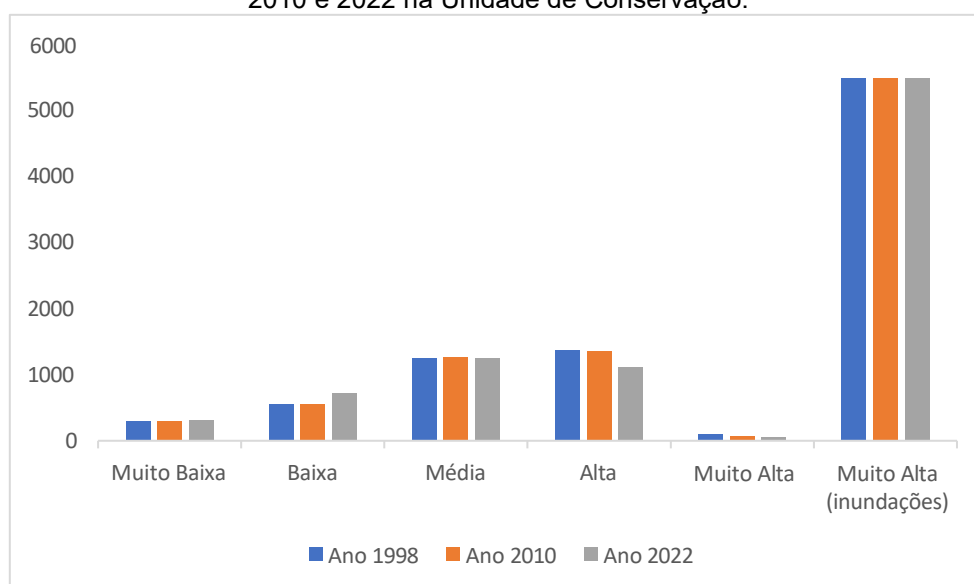
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme mencionado anteriormente, a categoria de fragilidade "Média" é predominante, representando 44% em todos os períodos analisados. Em seguida, a categoria "Muito Alta (Inundações)" apresentou um pequeno aumento, passando de 26% em 1998 para 27% em 2010 e 2022. A fragilidade "Alta" sofreu uma leve redução, de 22% em 1998 e 2010 para 21% em 2022. A categoria de fragilidade "Baixa" manteve-se em 3% nos três períodos. Por fim, as categorias "Muito Alta" e "Muito Baixa" correspondem a 3% em praticamente todos os períodos.

Pode-se concluir que, assim como indicado no diagnóstico do Plano de Manejo do PEA, a UC encontra-se em um estado de "sobrevivência" (São Paulo, 2010). Embora a criação da UC, em 1998, tenha contribuído para a expansão das áreas de Formação Florestal e Campos Alagadiços, típicas do "Pantaninho Paulista", ao longo dos anos analisados, diversas ameaças externas ao Parque persistem, especialmente em razão das atividades realizadas na zona de amortecimento. Ademais, ao comparar os três anos estudados, não foi observada qualquer redução significativa nas áreas com níveis de fragilidade ambiental "alta" e "muito alta"; ao contrário, essas taxas permaneceram elevadas e constantes, correspondendo a uma média de 51% da área total analisada.

Entretanto, quando se analisa apenas o interior da Unidade de Conservação (Gráfico 19), observa-se um aumento sensível das áreas (em ha) com níveis de fragilidade muito baixa, baixa e média, ao passo em que há diminuição das áreas com níveis de fragilidade alta e muito alta. Ressalta-se que os níveis de fragilidade muito alta sujeitas a inundações não se alteraram, pois correspondem à planície de inundações. Assim, é possível observar que a criação da Unidade de Conservação contribuiu para a melhoria ambiental da área.

Gráfico 19 - Comparação dos níveis de Fragilidade Emergente nos anos de 1998, 2010 e 2022 na Unidade de Conservação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O paradoxo entre a necessidade de crescimento econômico, em especial do setor agrícola, e a exigência de conservação ambiental reflete uma

tensão constante entre o impulso por produção e a preservação dos ecossistemas. Por um lado, o crescimento econômico é essencial para o desenvolvimento regional, atendendo às necessidades que a atual configuração econômica e social exige. Por outro lado, a expansão descontrolada das atividades econômicas e o uso intensivo de recursos naturais, pode levar à degradação ambiental, comprometendo a biodiversidade, os recursos hídricos e o equilíbrio climático. Esse dilema desafia a busca por soluções sustentáveis que permitam o crescimento econômico sem sacrificar a saúde dos ecossistemas, exigindo inovações tecnológicas e políticas públicas que promovam a coexistência de atividades econômicas produtiva com a preservação ambiental a longo prazo.

Torna-se imprescindível adotar medidas que favoreçam a preservação e recuperação das áreas sujeitas a degradações, em especial áreas de muito alta fragilidade, bem como a redução dos impactos provocados pelas ações antrópicas na zona de amortecimento, os quais podem afetar diretamente o interior do PEA.

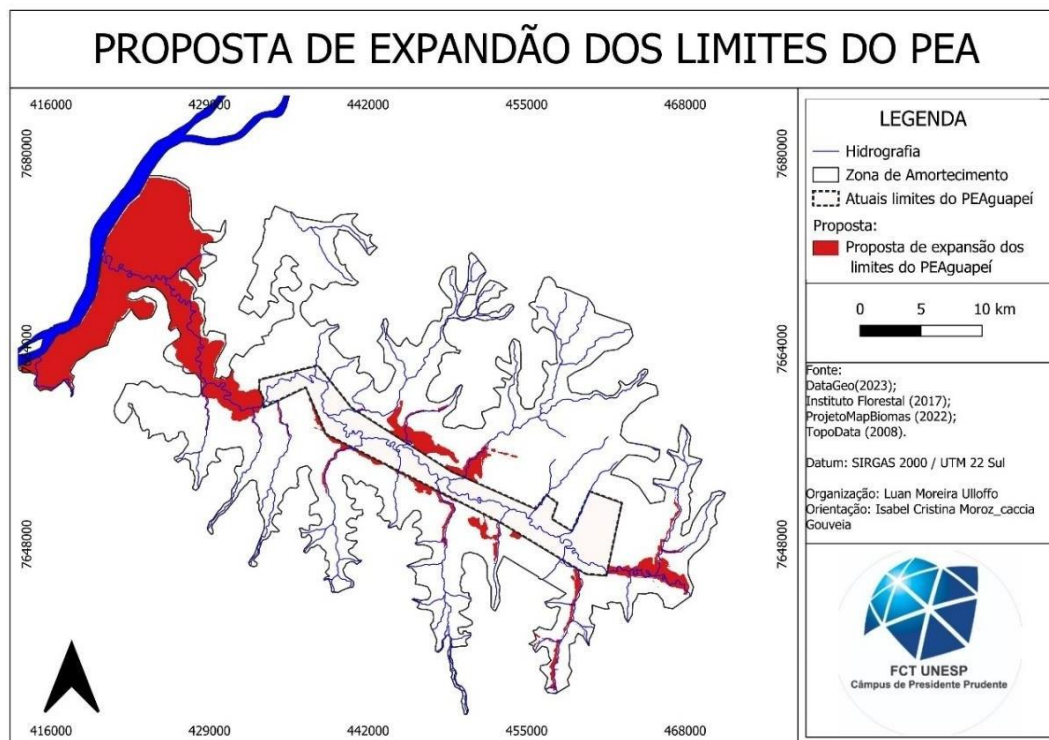
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todas as evidências científicas da degradação ambiental, efeitos catastróficos e urgente necessidade de consciência ambiental, há ainda uma influência negativa sobre a opinião pública que dificulta a conscientização e o apoio popular e de formadores de políticas públicas, impactando diretamente na formulação e adoção de políticas eficazes contra o desmatamento, a degradação dos solos, a destruição de ecossistemas e às mudanças climáticas, por exemplo.

Há uma necessidade urgente de participação da comunidade em projetos locais de preservação ambiental, buscando criar um senso de responsabilidade e pertencimento com o meio em que se vive. Promovendo assim a educação ambiental e a conscientização dos reais impactos que as ações da sociedade têm provocado sobre o meio ambiente, além de utilizar dados confiáveis e acessíveis para que seja possível atrelar esses impactos aos fenômenos climáticos extremos, cada vez mais frequentes.

Com base na análise da fragilidade ambiental do PEA e sua zona de amortecimento, este trabalho propõe, visando maximizar os benefícios proporcionados pela Unidade de Conservação em estudo, a alteração dos limites da referida Unidade, conforme mostra a Figura 38.

Figura 38 - Mapa de proposta de expansão dos limites do PEA.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A proposta de expansão dos limites do Parque Estadual do Aguapeí fundamenta-se na constatação de que existem áreas externas à UC altamente vulneráveis à degradação. Assim, a inclusão dessas áreas à Unidade de Conservação se mostra pertinente, pois contribuirá para aumentar a resiliência ambiental e implementar medidas conservacionistas frente aos riscos de degradação a que essas áreas estão expostas.

Em uma área de predomínio de planícies fluviais, sujeitas à inundação, é necessário que os limites da Unidade de Conservação sejam baseados em critério geomorfológicos, como foi utilizado para a elaboração da proposta supracitada.

Consequentemente, essas áreas de fragilidade muito alta, identificadas nos Mapas de Fragilidade Emergente, principalmente na planície fluvial em direção à foz do rio Aguapeí, teriam suas coberturas recuperadas com Formação Florestal e/ou Campestre, reduzindo assim, os níveis de fragilidade presentes na área. Para isso, também seria viável um rearranjo da Zona de

Amortecimento próxima à foz do rio Aguapeí, a fim de obedecer a resolução CONAMA 13/90, que estabelece que nas regiões adjacentes às Unidades de Conservação, em um raio de até dez quilômetros, toda atividade que tenha potencial para impactar a biota deverá, obrigatoriamente, ser licenciada pelo órgão ambiental responsável.

Tais medidas que buscam promover a redução de impactos negativos em áreas de recuperação ambiental são fundamentais, visto que as Unidades de Conservação de Proteção Integral, como o Parque Estadual do Aguapeí, possuem um papel fundamental na construção social voltada ao meio ambiente, o que é um desafio, dadas as características gananciosas do sistema de produção, onde ainda muito se nega os reais efeitos catastróficos da degradação ambiental. Promover experiências diretas com a natureza, pesquisas e monitoramentos podem proporcionar um maior engajamento da comunidade local.

Para isso, é imprescindível a atuação de profissionais altamente qualificados em diversas áreas, que possuam a habilidade de mediar conflitos de forma adequada, sustentados por uma formação crítica e humanística, além de tratar questões técnicas com objetividade. É essencial reconhecer que essas problemáticas não podem ser solucionadas por uma única disciplina ou campo do conhecimento.

Assim, fica evidente que técnicas e tecnologias, análises e estudos, por si só, não resolvem a crise ambiental atual enfrentada pela humanidade, mas desempenham um papel significativo na redução dos impactos e na mitigação da degradação ambiental ao servirem de base para projetos que promovam a cooperação mútua em diversos segmentos da sociedade.

Desenvolver práticas de conservação ambiental ao mesmo tempo em que se busca o crescimento e desenvolvimento econômico ainda é um grande desafio. Muito tem sido proposto em diversas áreas, como em políticas de incentivo, turismo e agricultura sustentáveis, educação e conscientização ambiental, dentre outros. Acima de tudo, é preciso se pensar a sociedade e a natureza como um todo e não como algo fragmentado.

A atuação conjunta em questões ambientais, seja regional, nacional ou internacional, mostra que a preservação ambiental não deve ser uma

responsabilidade isolada, mas um esforço coletivo de governos, empresas e cidadãos. O PEA, assim como sua zona de amortecimento, as avaliações de fragilidade ambiental, o avanço no potencial ecoturístico e as medidas mitigatórias aqui supracitadas buscam contribuir entre os 17 ODS, em especial o Objetivo 15, que visa "proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres" ao intentar favorecer a preservação e recuperação dos ecossistemas locais, a partir da identificação de áreas com maior ou menor fragilidade ambiental, sendo possível ações mais direcionadas às necessidades que se apresentam.

Dessa forma, destaca-se a importância de realizar mais estudos que investiguem e aprofundem a temática, a fim de colaborar com as gestões públicas na promoção do meio ambiente e no crescimento econômico de maneira sustentável. Isso inclui a conservação dos recursos naturais por meio de seu uso responsável e racional, a redução da pobreza, especialmente em comunidades vulneráveis ao redor das Unidades de Conservação (UC), a proteção da biodiversidade, que é fundamental para o equilíbrio natural e a manutenção da vida, além do desenvolvimento de tecnologias limpas e inovadoras que possam aumentar a eficiência produtiva, reduzir os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ALVES, É. S. M.; NÓBREGA, Pedro Ricardo da Cunha . REVISÃO TEÓRICA PRELIMINAR SOBRE A RELAÇÃO SOCIEDADE NATUREZA À LUZ DO CAPITALISMO. **Revista de Geografia**, v. V. 14, p. 102-131, 2024.

BERTRAND, G. (1972). **Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico**. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 27 p. (Cadernos de Ciências da Terra, 13)

BLANC, G. F. de C.; SANTOS, J. J. da S.; FERRONATO, E. C. P.; HACK, R. O. E.; MIRANDA, T. L. G. de. O paradigma da existência de linhas de transmissão de energia elétrica em unidades de conservação Estaduais no Estado do Paraná. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 11, n. 05, p. 112–125, 2017. DOI: 10.22292/mas.v11i05.615.

BOMBARDI, L. M. **Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro**. Direitos Humanos no Brasil 2012. Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo: Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Guia SNUC-CNUC Módulo 1: contextualização do CNUC no âmbito do SNUC. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2022.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 13, de 06/12/1990. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF.

CAMPOS, C.; INOUE, L. M. A FERROVIA E A OCUPAÇÃO DO SERTÃO PAULISTA: A COMPANHIA PAULISTA E SUA LINHA TRONCO OESTE. Projeto História : **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História**, [S. l.], v. 69, 2020. DOI: 10.23925/2176-2767.2020v69p172-203.

CENTURION, J. F. ; FREDDI, Onã da Silva ; ARATANI, R. G. ; METZNER, A. F. M. ; BEUTLER, A. N. ; ANDRIOLI, I. . Influência do cultivo de cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 199-209, 2007.

CERVO, Isadora Bisognin. **Dieta de Sus scrofa e suas implicações na agropecuária e na biodiversidade no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.60. 2017.

Clevenger, Anthony P; Huijser, Marcel P. **Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America**. Washington: New Jersey, 2001. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/277003400_Wildlife_Crossing_Struct

ure_Handbook_Design_and_Evaluation_in_North_America> Acesso em: 16 nov. 2024.

COMITÊ DAS BACIAS HIDRIGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE, 1997. **Relatório Zero**. Disponível em: <http://cbhap.org/publicacoes/pbh/>. Acesso em 24 jul. 2024.

Companhia Paulista de Vias Estradas de Ferro (1954). **Relatorio nº 016 para a sessão de Assembléa Geral em 20 de abril de 1954**. São Paulo: Casa Vanorden. Disponível em: < https://atom.arquivoestado.sp.gov.br/uploads/r/sao-paulo-estado-arquivo-publico-do-estado-de-sao-paulo-apesp/a/9/e/a9ea23598f05e85635a9204bddcd8e1eaa7e27e4c486f4d4ec389de6153baa07/BR_APESP_003REL_CPEF_1955.pdf>

CORTEZ, Ana Tereza Caceres. O LUGAR DO HOMEM NA NATUREZA. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 22, p. 29–44, 2011.

DATAGEO – **Sistema Ambiental Paulista**. 2023. Disponível em: < <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>

DAVIS, M. A. Invasion biology. Oxford, USA: **Oxford University Press**, 2009.

FARIA, Ivan Dutra. **Compensação Ambiental**: os fundamentos e as normas, a gestão e os conflitos. 2008. Brasília. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-43-compensacao-ambiental-os-fundamentos-e-as-normas-a-gestao-e-os-conflitos>> Acesso em :02 jun 2023.

FERREIRA, Sílvia Aline Silva et al.. Impactos sociais e ambientais da usina hidrelétrica de porto primavera a partir do olhar dos sujeitos afetados. **Anais do XIV ENANPEGE**... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78568>>. Acesso em: 04/05/2024

FONSECA, A. J. S.; SILVA, H. P. B.; ALBUQUERQUE, C. L. (2019). Reflexões sobre a criação de Unidades de Conservação no Brasil e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Revista de Geografia**, v. 36, n. 3.

FORERO-MEDINA, G. ; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Seade População**. São Paulo: 2023. Disponível em: <https://populacao.seade.gov.br/>. Acesso em 23 jul. 2024.

GALETI, P. A. **Conservação do solo, reflorestamento-clima**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982. 286p.

GOUVEIA, I. C. M. C.; ROSS, J. L. S., 2019. Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 37, p. 123-136.

HACK, J. T. (1960) Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. **American Journal of Science**, n.258, p.80-97.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. Trad. Janaína Marcoantonio. Porto Alegre: L&PM, 2015. 464p. ISBN 978-85-254-3218-6.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2002. "**Roteiro metodológico de planejamento, Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**". Brasília, 135p.

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

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000**. São Paulo: IPT, vol. I, 1981, p. 46-8; 69 (Publicação IPT 1184).

INSTITUTO FLORESTAL – **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. 2017. Disponível em: < <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/>>

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Recomendações gerais para a conservação do solo na cultura da cana-de-açúcar**. Campinas: Boletim técnico IAC, n.216, 2016. Disponível em: < <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacbt126.pdf>>

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – Topodata – **Banco De Dados Geomorfométricos do Brasil**. 2008. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LELIS, L. R. M. **A expansão das monoculturas: análise comparativa entre os municípios de Dracena (SP) e Três Lagoas (MS)**. Três Lagoas, 2015. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Maximino-Lelis>>. Acesso em 15 jun. 2024.

Lima, Cláudia Liane Rodrigues de; Pillon, Clenio Naito; Suzuki, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches; Cruz, Lucia Elena Coelho da. Atributos físicos de um planossolo háplico sob sistemas de manejo comparados aos do campo nativo. **REVISTA BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO**, v. 32, p. 1849-1855, 2008.

LOPES, CARLA VANESSA ALVES; ALBUQUERQUE, GUILHERME SOUZA CAVALCANTI DE. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

MACK, R. N. et al. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Bulletin of the Ecological Society of America**, v. 86, n. 4, p. 249–250, 2000.

MANOEL, J. L.; ROCHA, P. C. Composição Hierárquica dos Canais Fluviais das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. **Revista Geonorte**, v.10, n.1, p.228-232, 2014.

MANOEL, J. L.; ROCHA, P. C. Levantamento e análise comparativa dos padrões de drenagem das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. In: **XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Campinas: 28 de junho a 02 de julho de 2017, p. 64-74.

MapBiomias. **Cobertura e Uso da Terra**. 1998. Disponível em: <
<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>>

_____. **Cobertura e Uso da Terra**. 2010. Disponível em: <
<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>>

_____. **Cobertura e Uso da Terra**. 2022. Disponível em: <
<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>>

MARCHAO, R.L.; VILELA, Lourival ; PALUDO, A. ; Guimarães Jr. R. . **Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura pecuária no oeste-baiano**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009 (Comunicado técnico (Publicação Série Embrapa)).

MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I.; PEIXINHO, D. M.; SOUZA, M. B. A relação homem-natureza e os discursos ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 22, p. 158-170, 2011.

MARTINS FILHO, M.V.; LICCIOTI, T.T.; PEREIRA, G.T.; MARQUES JUNIOR, J.; SANCHEZ, R.B. **Perdas de solo e nutrientes por erosão num argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, v.29, n.1, 2009.

MENEZES, J.F.F *et al.* **Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos: análise dos impactos causados na saúde humana e ambiental**. Perspectivas Online: Biológicas & Saúde, v. 11, n. 37, p. 19-35, 2021.

MÉSZÁROS, István. **Para além do capital: rumo a uma teoria da transição**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2002.

MONBEIG, P. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: Hucitec/Polis, 1984.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, Isabel Cristina. **TUTORIAL FRAGILIDADE AMBIENTAL QGIS**. Presidente Prudente: [s.n.], 2022.

NAVARRO, Eduardo de Almeida. **Dicionário tupi antigo: a língua indígena clássica do Brasil : vocabulário português-tupi e dicionário tupi-português, tupinismos no português do Brasil, etimologias de topônimos e antropônimos de origem tupi**. . São Paulo: Global. 2015. 620 p.

NOVAIS, Giuliano Tostes; GALVANI, Emerson. Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 42, p. e184630, 2022. DOI:

10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.184630. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/184630>.. Acesso em: 17 jul. 2024.

OLIVEIRA, N. C. C. **A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil**. *Varia História*, Belo Horizonte, v. 34, n. 65, p.315-46, maio/ago. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em 05 mai. 2023.

_____. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em:
 <<https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2015/08/odstraduzidos.pdf>>
 Acesso em 05 mai. 2023.

POLANYI, Karl. **A grande transformação: as origens da nossa época**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

Rajão, R.; Nobre, A. D.; Cunha, E.; Duarte, T. R.; Marcolino, Camilla; Soares-Filho, B.; Sparovek, G.; Rodrigues, R.; Valera, C.; Bustamante, M.; Nobre, C.; Lima, L.. O risco das falsas controvérsias científicas para as políticas ambientais brasileiras. **REVISTA SOCIEDADE E ESTADO**, v. 37, p. 317-352, 2022.

ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R.; LAURENT, F. Compartimentação do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, através do uso de Geomorphons obtidos em Classificação Topográfica Automatizada. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), v. 17, n. 2, São Paulo, 2016, p. 287 – 298.

ROBINSON, J. G.; BENNETT, E. L. Hunting for sustainability in tropical forests. *Biology and resource management in the tropics series*, 1 ed. **Columbia University Press**, New York, 2000.

ROCHA, P. C.; SOUZA FILHO, E. E. Erosão marginal e evolução hidrodinâmica no sistema rio-planície fluvial do Alto Paraná-centro sul do Brasil. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. **Geomorfologia: Aplicação e metodologias**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008. v. 1500. Cap. 7, p. 133 – 151.

RODRIGUES, C. (2001) Geosystems theory and its contribution to geographical and environmental studies. **Revista do Departamento de Geografia**, n.14, p. 69-77.

RONQUIM, C. C.; FONSECA, M. F. **Avanço das áreas de cana-de-açúcar e alterações em áreas de agropecuária no interior paulista**. Campinas: embapa, 2018 (Documento).

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**, Editora Contexto, 85p. São Paulo. 1990.

ROSS, J. L. S. ANÁLISE EMPÍRICA DA FRAGILIDADE DOS AMBIENTES NATURAIS ANTROPIZADOS. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. I.],

v. 8, p. 63-74, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1994.0008.0006. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ROSS, J. L. S. Análise e Síntese na Abordagem Geográfica da Pesquisa para Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, nº 9, São Paulo, 1995. p. 165-175.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; MOROZ, Isabel Cristina. MAPA GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 10, p. 41–58, 2011.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. v.1. 118p.

RUNTE, Alfred. National parks: the American experience. Nebraska: **Nebraska Univ. Press**, 1979. Disponível em: <https://www.nps.gov/parkhistory/online_books/runte1/index.htm> Acesso em 19 mar 2024.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental**: Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos.2004.184p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14518/aplicacao-do-biomonitoramento-para-avaliacao-da-qualidade-da-agua-em-rios>. Acesso em 19 jun. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 43.269, de 02 de julho de 1998. Cria o Parque Estadual do Aguapeí, declara de utilidade pública as áreas necessárias. **Diário Oficial**, São Paulo, SP: Secretaria de Estado do Governo e Gestão Estratégica, 1998.

_____. Decreto nº 63.699, de 11 de setembro de 2018. Cria e organiza, na Secretaria da Administração Penitenciária, o Centro de Detenção Provisória de Nova Independência e dá providências correlatas. Secretaria de Governo. **Diário Oficial**, São Paulo, SP: Secretaria da Administração Penitenciária, 2018.

_____. Secretaria de Meio Ambiente. Fundação Florestal. Instituto Florestal. **Plano de Manejo: Parque Estadual Aguapeí**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-demanejo-pe-do-Aguapei/>> Acesso em 04 de abril de 2023

_____. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo – Departamento de Estradas de Rodagem (DER). **Estatística de Tráfego. Volume Diário Médio das Rodovias (VDM)**. 2023. Disponível em:

<<https://www.der.sp.gov.br/WebSite/MalhaRodoviaria/VolumeDiario.aspx>>
Acesso em 30 de set 2024.

_____. PGJ 870/2002. **Diário Oficial**. Disponível em:
https://www.mpsp.mp.br/porta/page/porta/diario_oficial/publicacao_diario_oficial/deo_2002/Doe1412.htm Acesso em 30 jun. 2024.

SEOANE, Carlos Eduardo Sícoli; DIAZ, V. S. ; TOMAZ, LONGHI ; FROUFE, Luís. C. M. . Corredores Ecológicos como ferramenta para desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, p. 207-216, 2010.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação; Lei 9.985 de 18 de julho de 2000; Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial**, Brasília – DF.

SOTCHAVA, V. B. (1978) **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre**. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 23 p. (Biogeografia, 14).

SOTCHAVA, V. B. (1977) **O estudo de geossistemas**. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 51 p. (Métodos em Questão, 16).

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 39-49, 2004. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.123868. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123868>. Acesso em: 17 out. 2023.

STEFFEN, Will; et Al. **Global change and the earth system: a planet under pressure**. New York: Springer, 2004.

SUIZU, Tainá Medeiros. **Morfodinâmica do Rio Aguapeí: processos e formas resultantes**. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

SULIANI, Carla; KLANOVZ, Jó ; DA SILVA, Claiton Márcio. Antropoceno: história, historiografia e perspectivas. **Cadernos do CEOM**, v. 36, p. 40-55, 2023.

TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária - PR**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/15140> Acesso em 15 mai 2023.

TREVISAN, Cláudia. Porto Primavera será inaugurada na terça. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 21 de fevereiro de 1999. Disponível em:
<<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/brasil/fc21029915.htm#:~:text=A%20usina%>>

20est%C3%A1%20planejada%20para,de%20cada%20uma%20das%20turbina
s.> Acesso em: 01 mai 2024.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, Rio de Janeiro, 1977. p. 91

VÁGULA, Paulo Roberto. **FRAGILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO MANDAGUARI, OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp). Presidente Prudente, p.120– 2019.87

VIERTLER, R.B.V. **Ecologia Cultural: uma antropologia da mudança**. Série Princípios. São Paulo: Ática, 1988.