



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CAMPUS PRESIDENTE PRUDENTE/SP

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO
PROFISSIONAL – RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE

CARLOS HENRIQUE ALBANO

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA CONFUSÃO/SP**

Presidente Prudente
2022

CARLOS HENRIQUE ALBANO

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA CONFUSÃO/SP**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Geografia – Mestrado Profissional –
Recursos Hídricos e Meio Ambiente
da FCT/UNESP para obtenção do
Título de Mestre em Ciências
Orientadora: Prof^a Dra. Edineia
Aparecida dos Santos Galvanin.

Presidente Prudente
2022

A326a	Albano, Carlos Análise da fragilidade ambiental e das áreas de preservação permanente da sub-bacia do Ribeirão da Confusão/SP / Carlos Albano. -- Presidente Prudente, 2022 123 p. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientadora: Edineia Galvanin 1. Fragilidade Ambiental. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Sub-Bacia. 4. Ribeirão da Confusão. 5. Área de Preservação Permanente. I. Título.
-------	--

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

Essa ficha não pode ser modificada.

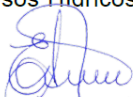
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA CONFUSÃO/SP

AUTOR: CARLOS HENRIQUE ALBANO

ORIENTADORA: EDINEIA APARECIDA DOS SANTOS GALVANIN

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



Profa. Dra. EDINEIA APARECIDA DOS SANTOS GALVANIN (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Unesp/FCTE - Câmpus de Ourinhos

Profa. Dra. ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Unesp/FCT - Câmpus de Presidente Prudente

Profa. Dra. SANDRA MARA ALVES DA SILVA NEVES (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT (Campus Jane Vanini)

Presidente Prudente, 28 de outubro de 2022

CARLOS HENRIQUE ALBANO

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA CONFUSÃO/SP

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestrado Profissional em Recursos Hídricos e Meio Ambiente na Universidade Estadual Paulista, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Prof^a Dra. Edineia Aparecida dos Santos Galvanin
Departamento de Geografia, UNESP-Ourinhos

Prof^a Dra. Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia
Departamento de Geografia, UNESP-Presidente Prudente

Prof^a Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves
Departamento de Geografia, UNEMAT-Cáceres/MT

Presidente Prudente, 28 de outubro de 2022

A memória de Elisa Albano, Marcia
Aparecida Albano e Mauro Bolognesi.
A minha Madrinha Marlene Bertoni Silva.
Minha irmã Cintia de Cáritas Albano e
família e minha companheira de toda vida
Isa Carolina Vitiello Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Aos meus companheiros de graduação e caminhadas pela vida Alyson Bueno Francisco e Diego Elias Santana Duarte, por falarem que eu me subestimo, na verdade vocês que me superestimam, me deram muita motivação para chegar nesta etapa.

Aos alunos e professores do Mestrado Profissional em Geografia turma de 2021, aprendi muito com todos vocês, por meios virtuais nos sábados pandêmicos.

A minha professora orientadora Edineia Aparecida Dos Santos Galvanin, pela paciência e liberdade, tanto na contribuição das ideias quanto das correções de escrita.

Aos meus companheiros de trabalho na SIMA, que me apoiaram a conhecer o mundo do geoprocessamento e suas potencialidades, sem dúvida este trabalho tem um pouco de conhecimento de cada um deles.

Aos meus amigos professores do Centro Paula Souza, especialmente da ETEC Guaracy Silveira, lecionando a gente evolui intelectualmente e o contato com esses profissionais me fazem ver o futuro com otimismo.

LAMENTO DE UM RIO...

*Me perdoem por toda esta "bagunça"... Eu só queria passar.
Eu não fui feito pra Destruir... Eu só queria passar.*

*Já fui Esperança para os Navegantes...
Rede cheia para Pescadores...
Refresco para os banhistas em dias de intenso calor.
Hoje sou sinônimo de Medo e Dor...*

Mas, eu só queria passar...

*Me perdoem por suas casas
Por seus móveis e imóveis
Por seus animais
Por suas plantações... Eu só queria passar.*

*Não sou seu inimigo
Não sou um vilão
Não nasci pra destruição...
Eu só queria passar.*

*Era o meu curso natural
Só estava seguindo meu destino
Mas, me violentaram,
Sufocaram minhas nascentes
Desmataram meu leito... Quando eu só queria passar.*

Encontrei tanta coisa estranha pelo caminho... Que me fizeram transbordar...

*Muros
Casas
Entulhos
Garrafas
Lixo
Pontes
Pedras
Paus...*

Tentei desviar ... Porque eu só queria passar.

*Me perdoem por inundar sua história,
Me perdoem por manchar esta história...
Eu só estava passando...*

*Seguindo o meu trajeto
Cumprindo o meu destino:
Passar....
Scheilla Lobato*

Resumo

A Fragilidade Ambiental tornou-se uma metodologia assertiva nas propostas de diagnóstico e zoneamento ambiental, nesta pesquisa é usada para analisar a situação da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão, uma área localizada na UGRHI 21-Peixe. Com o levantamento de dados topográficos, geomorfológicos e pedológicos foi possível identificar os locais que necessitam de conservação ambiental assim como examinar quais áreas tem déficit de vegetação que acabam sendo afetadas por processo erosivos, tudo isso tendo como objeto de análise às Áreas de Preservação Permanente, instrumento vinculado a Lei 12.651/2012 que garante, entre outros locais, a proteção das margens dos rios e nascentes. Por meio dos produtos gerados nos procedimentos metodológicos, sobretudo os mapas sínteses, é possível destacar área carentes de conservação e recuperação. Durante a análise dos resultados outros indicadores contribuíram com a investigação, os relatórios do IPT (2017), do Cadastro Ambiental Rural (2019) e do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020), contribuíram para examinar pontos de suscetibilidade a problemas ambientais dentro da Sub-Bacia, considerando tanto os aspectos das características naturais como as ações antrópicas decorrentes da sua ocupação.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental, APP, Sub-Bacia e Ribeirão da Confusão.

Abstract

Environmental Fragility has become an assertive methodology in the proposals for diagnosis and environmental zoning, in this research it is used to analyze the situation of the Sub-Basin of Ribeirão da Confusão, an area located in UGRHI 21-Peixe. With the survey of topographic, geomorphological and pedological data, it was possible to identify the places that need environmental conservation as well as to examine which areas have a deficit of vegetation that end up being affected by erosive processes, all this having as object of analysis the Permanent Preservation Areas, instrument linked to Law 12.651/2012 that guarantees, among other places, the protection of the banks of rivers and springs. Through the products generated in the methodological procedures, especially the synthesis maps, it is possible to highlight areas in need of conservation and recovery. During the analysis of the results, other indicators contributed to the investigation, the reports from the IPT (2017), the Rural Environmental Registry (2019) and the Forest Inventory of the State of São Paulo (IPA, 2020), contributed to examining points of susceptibility to problems within the Sub-Basin, considering both aspects of natural characteristics and human actions resulting from its occupation.

Key words: Environmental Fragility, APP, Sub-Basin and Ribeirão da Confusão.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	14
2.1 Fragilidade Ambiental	14
2.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIGs)	21
2.3 Áreas de Preservação Permanente	24
2.4 Cadastro Ambiental Rural (CAR)	27
2.5 Programa de Recuperação Ambiental (PRA)	28
3 METODOLOGIA	29
3.1 Área de Estudo	29
3.1.1 Sub-Bacia Hidrográfica Ribeirão da Confusão	32
3.2 Materiais e Métodos	34
3 RESULTADOS	45
3.1 Fragilidade do Relevo	45
3.2 Fragilidade Potencial	46
3.3 Uso e Cobertura da Terra	48
3.4 Fragilidade Emergente	51
3.5 Quadrante A	53
3.6 Quadrante B	56
3.7 Quadrante C	57
3.8 Quadrante D	59
3.9 Quadrante E	62
3.10 Quadrante F	63
3.11 Quadrante G	65
3.12 Quadrante H	68
3.13 Quadrante I	70
3.14 Quadrante J	73
3.15 Quadrante K	75
3.16 Quadrante L	77
3.17 Quadrante M	80
3.18 Quadrante N	83
3.19 Síntese dos Resultados	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	91
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	95
ANEXO.....	97
APÊNDICES.....	101

1. INTRODUÇÃO

Quando ainda na adolescência, por volta dos 15 anos, visitava com frequência uma queda de água próximo ao Município de Rancharia, que naquela época recebia o nome de “Cachoeira do Saltinho”. Esse nome era derivado da mesma nomenclatura que recebia o bairro rural e no mesmo local o rio conhecido pelo nome de Córrego Saltinho um afluente do Ribeirão da Confusão.

No caminho até a queda de água, que era feito por duas rodas em uma estrada sem asfalto, reparava as colinas suaves, que dava vista ampla até o horizonte e a presença marcante de uma paisagem cercada de pastagem e indivíduos ruminantes por todos os lados, como se olhassem com cara de espanto aqueles seres humanos urbanos que se arriscavam por cerca de 15 quilômetros por um banho gelado em um espelho de água.

Havia um mundo a ser explorado ali, quando se adentrava a caminhar por dentro do rio que partia relevo abaixo após a cachoeira, era comum se deparar com a diminuição da vegetação no entorno do rio e o aumento dos bancos de areia próximos as margens, que denunciava a queda de sedimentos no leito.

Naquele momento talvez não conhecesse o termo assoreamento, mas anos depois já na graduação em geografia me vinha na lembrança um efeito notório da perda da vegetação ao longo das margens, que causaria tal dano e pôr fim a inexistência de no mínimo 30 metros de mata ciliar em cada margem, conhecimento esse que só vir adquirir muitos anos depois e com ele uma longa reflexão sobre os impactos ambientais que sofria aquele lugar.

Reflexão essa que foi aumentada quando reconhecia outro local de lazer com um grande impacto ambiental. Brincava nessa mesma adolescência em uma grande voçoroca apelidada de “Buracão”, próximo a cidade de Rancharia, entre os bairros Vila Cantizani e Jardim Universitário, que nada mais era que uma enorme erosão linear causada pelo mau planejamento da drenagem urbana, que se estendia por mais de 4 quilômetros até chegar à rodovia SP 284, exigindo que o Departamento de Estradas de Rodagem (DER) e as autoridades estaduais e municipais fizessem algo para manutenção da principal estrada de acesso.

Essa erosão linear não era uma exclusividade do “Buracão”, no trânsito em qualquer estrada rural era comum observar sulcos, ravinas e voçorocas, seja pelo pisoteio do gado ou em declives de maior acentuação do lado das vias ou próximos a nascentes. Ou seja, aquele lugar que passei minha adolescência era

extremamente vulnerável a assoreamento e processos erosivos, seja por alterações dos ambientes naturais ou seja por alterações antrópicas.

Voltando a Cachoeira do Saltinho ela mudou de nome, hoje a chamam de “Cachoeira do Véu da Noiva”, porém continua fazendo parte da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, uma área de drenagem pertencente a Bacia do Rio do Peixe e com extensão de pouco mais de 46 mil hectares, coube a este trabalho analisar se os problemas ambientais observados nesse recorte da paisagem, aplica-se a todas as áreas da Sub-Bacia.

Este trabalho tem como objetivo analisar a fragilidade ambiental e as APPs da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, a partir das geotecnologias, buscando identificar os locais de pressão e prioridade para conservação ambiental na área objeto da pesquisa. Também busca diagnosticar na Sub-Bacia as áreas prioritárias para recomposição vegetal, indicando áreas necessárias para a conservação e recuperação das nascentes e de seus cursos d'água, através da produção de mapas sínteses.

Arana et al. (2017) publicou um artigo sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) no âmbito da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão e identificou que existia atividades agropecuárias nas áreas que deveriam ser destinadas a APPs e descumprimento da legislação ambiental 12.651/2012 (BRASIL, 2012) pelos proprietários rurais. Com base nessas informações e observações buscou-se então compreender quão adequadas e protegidas estão as APPs.

Para entendimento estrutural da localidade e diálogo com a atuação profissional será utilizada a metodologia de Fragilidade Ambiental (ROSS, 1994). Por meio do estudo do relevo (geomorfologia), características pedológicas e levantamento cartográfico da cobertura da terra será possível o reconhecimento da Fragilidade Ambiental Potencial, quando se trata dos componentes naturais e da Fragilidade Ambiental Emergente quando incorporado na análise a ação antrópica.

Com o uso de dados abertos e utilizando as ferramentas de sensoriamento remoto a meta é compreender como se comporta a Fragilidade Ambiental dentro das APPs exigidas pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012), buscando analisar se as atividades agrícolas exercem pressão nas áreas a serem preservadas e se existem processos de conservação ambiental para inibir os impactos ambientais decorrentes do perfil dessa Sub-Bacia.

Por isso os dados do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020), o mapeamento de processos erosivos realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2017) e o Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019) serão fundamentais para realizar um exame mais detalhado das APPs da Sub-Bacia.

Para execução deste trabalho houve uma justificativa técnica, analisando os Planos de Bacia Hidrográfica produzidos pelo Comitê de Bacia Hidrográfica Aguapeí-Peixe, sobretudo o vigente que seria de 2016 a 2027 (PBH-AP, 2015) notou-se algumas lacunas importantes.

O levantamento mais fidedigno da cobertura da terra, que fizesse uma classificação mais adequada dos remanescentes florestais visando a proteção e regeneração dos mesmos e uma análise mais crítica de como essa ocupação e o aspecto fundiário contribui para o contexto ambiental existente. Além de um levantamento do déficit de APP e Reserva Legal, mas o PBH-AP (2015) optou por não utilizar o Código Florestal como referencial.

É uma iniciativa dessa pesquisa mostrar que a análise da Fragilidade Ambiental das Áreas de Preservação Permanente, como resultado desse trabalho, pode auxiliar nesses dilemas, caso ampliados e replicados para toda a Bacia Hidrográfica, possibilitando até mesmo mapear os locais com prioridades de regeneração e propiciar ferramentas para uma etapa posterior que seria o zoneamento ambiental.

Esse trabalho tem como destaque os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 15), “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 estancar a perda de biodiversidade”. Nesse contexto realiza uma descrição pormenorizada da localização geográfica, dissecando a área de estudo, que se apoia na fundamentação teórica, que discrimina o caminho conceitual seguido pelo autor nos temas Fragilidade Ambiental, Sistema de Informações Geográficas e APPs.

Também apresenta a metodologia utilizada para execução da Fragilidade Ambiental e a construção de dados que servem de parâmetros para a análise de resultados. Espera-se que a proposta seja viável de diagnóstico e pertinente para composição de instrumentos para conservação dos recursos hídricos e manutenção dos ecossistemas.

1. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

1.1 Fragilidade Ambiental

O tratamento irracional dado aos recursos naturais, aliado a uso inadequado do solo, trouxe à tona discussões para a metodologia de Fragilidade Ambiental cunhada por Ross (1994), segundo este, “a fragilidade empírica é pautada no princípio de que a natureza apresenta funcionalidades intrínsecas entre seus componentes bióticos e físicos”. Baseado no conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), Ross elaborou categorias de análise representadas por códigos.

Ao formular tal sugestão de análise espacial, Ross destaca a urgência de promover o planejamento físico e territorial, destacando uma proposta de zoneamento que vincule a caracterização física dos ambientes e não descarte toda a dinâmica de ocupação antrópica, para o idealizador “o zoneamento não pode ser formulado a partir de uma leitura estática do ambiente” (ROSS, 1994, pág. 64).

Neste ponto o pesquisador destaca o que ele chama de “estrato geográfico da terra”, Ross (1994), o que seria uma linha estabelecida entre a litosfera superior e a atmosfera baixa, a vida no Planeta Terra só é possível devido as condições existentes nesta faixa, permitindo que o homem desempenhe seu papel biológico e social, interagindo com os demais elementos com vida e sem vida na natureza.

Ross baseia-se nas Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), conceito elaborado a partir da Teoria dos Sistemas e que tem como ponto de partida o equilíbrio dinâmico de todos os elementos. Neste ponto Tricart destaca que o equilíbrio dinâmico é estável, porém sujeito a desequilíbrios o que deixa os sistemas instáveis, sendo assim as Unidades Ecodinâmicas são por ora estáveis e instáveis.

Ross (1994) então sugere que para concepção da Fragilidade Ambiental seja considerada a Unidades Ecodinâmicas Estáveis como de fragilidade potencial, devido as características natas do sistema e as Unidades Ecodinâmicas Instáveis como emergente, devido a alteração antrópica dos ambientes tidos como naturais.

Para tanto são necessários alguns estudos básicos sobre esses ambientes, sobretudo da declividade, relevo e clima, visando entender indicativos de processos erosivos, risco de deslizamentos e enchentes e contemplar a análise com o uso da terra e as derivações advindas da ocupação do solo.

Então fragilidade ambiental trata da elaboração de mapas sínteses contendo a fragilidade potencial e a fragilidade emergente, nesta metodologia a fragilidade potencial retrata os aspectos do relevo, solos e clima e a fragilidade emergente é construída através da sobreposição da carta de uso e cobertura da terra.

Porém, antes da confecção do mapa síntese é necessário uma série de procedimento metodológicos que geram produtos de resultados intermediários. Ross (1994) recomenda a escolha de escala de maior detalhe, privilegiando as acima de 25.000, primeira etapa é o levantamento das classes de declividade, que segundo o autor (ROSS, 1994, pág. 68) “deve-se utilizar os intervalos de classes consagrados nos estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola associados com aqueles conhecidos como valores críticos de geotecnia.

Sendo assim é elaborada categoria hierárquicas de declividade, quando é considerado que até 6% a declividade é “Muito Fraca”, acima de 6 a 12% “Fraca”, “Média” de 12 a 20%, de 20 a 30% “Forte” e acima de 30% considera-se “Muito Forte”. ROSS (1994, pág. 66).

Outra variável importante a ser considerada é o solo, entendendo que este tem características advindas da relação com clima, relevo e rochas, a pedologia carrega informações intrínsecas com as ações de riscos a processos de erosão, inundações e deslizamentos. Por isso para essa matriz é analisado “características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais” (ROSS, 1994, pág. 67).

Ross (1994) deixa claro que para esta classificação ele leva em conta os trabalhos de campo por ele realizado e as pesquisas do Instituto Agrônomo de Campinas e do Instituto Agrônomo do Paraná, além dos estudos desenvolvidos pelo Projeto RADAM/Brasil e do Departamento de Geografia da FFLCH/USP, que auxiliou na produção de categorias hierárquicas de solos.

Essa categorias associam a classe de fragilidade ao tipo de solo, o Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho amarelo textura argilosa, são de Fragilidade “Muito Baixa”; Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo textura média/argilosa “Baixa”; o Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho amarelo textura média/argilosa, “Média”, o Podzólico Vermelho-amarelo textura média/arenosa, Cambissolos, “Forte”; Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas, “Muito Forte” ROSS (1994, pág. 68).

Visando a análise da fragilidade emergente, falta a compreensão do grau de proteção de solo pela alteração da cobertura vegetal e atividades humanas, Ross (1994) ressalta que para escalas médias e pequenas é aconselhável utilizar imagens de satélites e para escalas de detalhes grandes o ideal seria fotografias aéreas. Cabe ressaltar que quando elaborou sua metodologia, o autor estudado não contava com imagem de satélites de alta resolução espacial, objeto da metodologia do presente trabalho.

O pesquisador estudado ressalta a necessidade de interpretação de imagens de satélite, abrangendo os fragmentos e tipos consolidados de uso, além do entendimento sobre o padrão de urbanização que pode interferir na impermeabilização e no escoamento das águas pluviais. Destaca-se novamente que para a associação entre os tipos de cobertura e o grau de fragilidade Ross (1994) levou em conta os estudos do Instituto Agrônomo de Campinas e observações de campo, formando categorias hierárquicas para os tipos de cobertura vegetal.

A classe “Muita Alta” é representada pelas florestas/matias naturais, florestas cultivadas com biodiversidade; a “Alta” pelas formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa). mata homogênea de pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo, como o cacau; a “Média” por cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas; a “Baixa” pelas culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento); e a “Muita baixa e nula” pelas áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas. (ROSS, 1994, pág. 69).

Para mensurar o resultado, Ross (1994) elaborou arranjo de categorias, estabelecendo pesos e critérios, que foram distribuídas em categorias hierárquicas, sendo a categoria “1” – Muito Fraca, categoria “2” Fraca, categoria “3” Média, categoria “4” Forte e categoria “5” Muito Forte. O resultado é uma carta com dados geoprocessados contendo a hierarquia das fragilidades do território, expressa em classes. Tal metodologia é uma proposta de modelo de zoneamento ambiental,

pautadas nas características físicas e os processos de ocupação antrópica, possibilitando o planejamento e a gestão (GUIRRA et al., 2016).

Desde 1994, quando Ross formulou a proposta de análise da fragilidade houve diversas sugestões e novas propostas, dentre elas destaca-se a de “Vulnerabilidade à perda do solo”, proposta por Crepani (2001). Nesta metodologia é considerada demais dimensões para levantamento de diagnóstico, como a geologia, a geomorfologia a pedologia a vegetação e o clima. Crepani et al. (2001) propõe uma ligação entre a geografia e a ecologia, através da análise das unidades de paisagem natural, pelos eventos e interações presentes em unidades territoriais básicas, ou seja, capta da mesma fonte da Ecodinâmica de Tricart (1977).

Para estes autores é relevante um levantamento das diferentes categorias morfodinâmicas, sobretudo tendendo a haver uma separação entre a morfogênese, quando prevalece os processos erosivos e a pedogênese, quando existe predominância dos processos formadores de solo, havendo uma grande contribuição da geologia para entendimento das unidades de paisagem natural. “Na metodologia proposta a Geomorfologia oferece, as informações relativas à Morfometria, que influência de maneira marcante os processos ecodinâmicos” (CREPANI et al., 2001 pág. 14). Os pesquisadores chegam à conclusão que a pedologia pode contribuir para indicar o grau de “maturidade dos solos” (CREPANI et al., 2001, p. 14). Tal conclusão pode auxiliar no entendimento sobre a possibilidade de aceleração dos processos erosivos, fazendo uma leitura adequada das condições de estabilidade dos solos.

Assim como na metodologia de Fragilidade Ambiental, na de Vulnerabilidade a perda do solo também utiliza dados da fitogeografia, tendo em vista que a cobertura vegetal representa uma forte aliada contra processos de degradação do solo, seja evitando o impacto direto das águas na chuva, que pode desagregar as partículas, seja permitindo o fluxo natural do escoamento superficial e subterrâneo, mantendo a infiltração da água e não permitindo um fluxo de enxurrada que pode danificar os solos.

Para completar o conhecimento das características ambientais, têm-se a climatologia, por isso é estudado os fenômenos de intensidade pluviométrica elevada, que seria um coeficiente entre o valor da pluviosidade anual e a duração do período chuvoso, o que pode potencializar a capacidade de erosão pluvial. “Portanto, antecedendo qualquer ocupação, deve-se conhecer os componentes físicos-bióticos (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Clima) que interagindo levaram

ao estabelecimento das unidades de paisagem natural” (CREPANI et al., 2001, pág. 15).

Ao propor um diagnóstico desses componentes físicos-bióticos, anterior as alterações antrópicas, os formuladores destacam o quanto as atividades humanas podem danificar e causar impactos irreversíveis ao meio. Por isso o conhecimento prévio da natureza pode promover “sistemas de manejo mais indicados com práticas conservacionistas” (CREPANI et al., 2001, pág. 15), quando desenvolvidos em área de muita vulnerabilidade.

Para racionalizar o grau de vulnerabilidade, também foi criado escalas numéricas e alguns critérios de valor. No caso da geomorfologia será considerada a dissecação do relevo pela drenagem, além da amplitude altimétrica e a inclinação do relevo, também chamada de declividade, formando a Equação para o tema Geomorfologia:

$$R = \frac{G + A + D}{3}$$

onde “R” é a vulnerabilidade para o tema Geomorfologia, “G” vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação, “A” vulnerabilidade atribuída à Amplitude Altimétrica e “D” a vulnerabilidade atribuída a Declividade, de acordo com Crepani et al. (2001, pág. 81)

Na pedologia utilizou-se o conceito de erodibilidade, ou seja, qual tipo de solo tem maior ou menor grau de suscetibilidade a processos erosivos, através do estudo da sua estabilidade (estrutura, permeabilidade, profundidade e etc.), Crepani et al. (2001) utilizaram a classificação dos solos da EMBRAPA (SANTOS et al., 1999)

Sobre a pluviosidade, as chuvas influenciam os processos erosivos pela intensidade pluviométrica, que seria a quantidade de pluviosidade total e seu grau de distribuição temporal e espacial, entendendo que muitos milímetros de precipitação em um lugar concentrado aumenta a instabilidade de encostas, por isso a escala de erosividade da chuva. “É especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica porque representa uma relação entre as outras duas (quanto chove/quando chove), (CREPANI et al., 2001, pág. 95).

Após esses procedimentos é formatado um mapa sintético de Vulnerabilidade à Perda de Solo, são propostas 21 classes de vulnerabilidade, devido a elaboração de uma média aritmética entre os valores finais de todos os temas. Guirra et al. (2016), estudaram a evolução da metodologia de fragilidade ambiental, expondo seu caráter

transdisciplinar e elaboraram um gráfico comparativo entre as metodologias de Ross (2016) e Crepani et al. (2001).

Outra opção de análise da fragilidade foi a de Santos (2012), ao estudar o município de Fortaleza/CE, foi elaborado uma adaptação da proposta inicial de Ross (1994). “Carta geomorfológica é um dos produtos de maior importância para elaboração do mapa de fragilidade ambiental” (SANTOS, 2012, pág. 129), porém em ambientes urbanos é alterado drasticamente as potencialidades dos recursos naturais pela mudança das estruturas espaciais.

Essa característica de alteração humana nos ambientes urbanos fez com que a análise da fragilidade passasse por uma releitura, principalmente no que condiz a declividade, tendo em vista o caráter de impermeabilidade presente nos solos das cidades. Sendo assim houve primeiramente uma redefinição das categorias hierárquicas da declividade, na proposta adaptada por Santos (2012) de 0 a 3% a categoria hierárquica é “Muito Fraca”, de 3 a 8% “Fraca”, de 8 a 13% “Média”, de 13 a 20% “Forte” e maior que 20% “Muito Forte”.

Diferente das análises de Fragilidade Ambiental que consideram os ambientes rurais, os solos urbanos encontram-se compactados ou dotados de cobertura, seja de asfalto ou de concreto, dada essa especificidade Santos (2012) então propõe a classe “níveis de urbanização”, em que se interpreta o grau de impermeabilização e o quanto as intervenções antropogênicas alteraram o ambiente natural. Além de um novo quadro de hierarquias de declividade, ajustada a ambientes urbanos, tendo em vista o aumento do escoamento superficial em decorrência do escoamento subterrâneo nesses ambientes.

Santos (2012) optou por não elaborar a intensidade pluviométrica, fazendo o levantamento da quantidade de milímetros e a distribuição de chuva na cidade de Fortaleza, porém considerou o clima como de “fragilidade elevada, já que chove mais de 1200 mm/ano concentrados quase que totalmente no primeiro semestre do ano, sobretudo nos meses de março a maio” (SOUZA apud SANTOS et al., 2009, pág. 138).

A pesquisa de Santos se mostrou pertinente, haja vista que a população brasileira tem se concentrado em ambientes urbanos e sofrido com acidentes e danos socioambientais, principalmente causados por inundações e deslizamentos a compreensão da fragilidade ambiental urbana pode auxiliar na identificação das áreas

de riscos. Neste trabalho essa metodologia não convém ser utilizada, pois a área urbana representa uma área ínfima com relação a totalidade da Sub-Bacia estudada.

Ainda nesta linha, Silva et al. (2013), colocaram a importância biológica para análise da fragilidade ambiental, para elaboração da pesquisa foram considerados o mapa clinográfico, de solos, intensidade pluviométrica, e área de importância biológica, com os dados de aspectos de flora e fauna. Apoiado no princípio de Ross (1994) de que a natureza tem sua funcionalidade inerente entre os elementos bióticos e físicos, o resultado apresentou uma variação positiva para o viés de conservação das áreas que foram identificadas como de muita alta fragilidade ambiental.

Destaca-se como novidade metodológica o incremento da importância biológica. Foi utilizada como base o Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004) e toda uma legislação ambiental que reconhecem as áreas como prioritárias para conservação devido as especificidades de uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, conforme Decreto nº 5.092 de 21 de maio de 2004 (BRASIL, 2004), tendo sido estabelecido os pesos da importância biológica.

Os resultados foram satisfatórios, pois apresentaram dados de fragilidade e de identificação de área passíveis de serem zoneadas e consideradas como prioritárias em projetos de conservação ambiental, no caso específico esse artigo estuda uma Área de Proteção Ambiental, mas tal trabalho poderia ter como objeto um município ou uma bacia hidrográfica.

Ponso et al. (2013) ao fazerem a análise da Fragilidade Ambiental do Ribeirão Dois Córregos em Selvíria/MS, adaptou as proposituras de Ross (1994) e Crepani (2001), para fazer o levantamento da Fragilidade Potencial de sua área de estudo. Além de considerar como critérios a pedologia, a relevo e o clima foi considerando as Áreas de Preservação Permanente, conforme o Código Florestal de 2012 (BRASIL, 2012).

Foi identificado que as áreas com maior índice de vulnerabilidade estão localizadas próximo às margens, foz e as nascentes. Desta maneira o trabalho conseguiu gerar o mapa de áreas prioritárias, destacando aquelas com maior risco de erosão e perda do solo. “Tais constatações apresentam forte relação com as características do meio físico-natural, sobretudo com os aspectos geomorfológicos” (PONSO et al., 2013, pág. 237).

Moroz-Caccia Gouveia e Ross (2019) destacam a pertinência de uma classificação automatizada do relevo, que podem ser retirados de modelos digitais de

elevação, extraindo a declividade e as formas de relevo. Os autores (op cit, 2019) salientam haver alguns equívocos quando da análise da fragilidade ambiental em maior detalhe, tendo em vista que alguns pesquisadores consideram somente os parâmetros morfométricos, quando deveriam, para fins de exclusão das áreas de planícies fluviais como próprias para uso, considerar o 5º táxon, também conhecido como formas das vertentes.

“Compreende-se que tal fato decorre das dificuldades técnicas e do tempo dispendido para a elaboração de produtos cartográficos intermediários, no caso, mapa geomorfológico de detalhe” (MOROZ-CACCIA GOUVEIA e ROSS, 2019, pág. 124). Ainda é destacado que este erro pode acometer de diagnósticos com implicações legais, pois as áreas de margens dos rios são de restrições de ocupação, e quando há uma análise, sem considerar as formas de vertente, as declividades ficam entre 0 a 2% o que pode indicar uma área de muita baixa fragilidade.

Destaca-se que tais planícies devem ser consideradas como de Fragilidade Ambiental Muito Alta, pois são passíveis de inundações em picos de chuva. É comum nessas áreas ter ocorrências, exatamente pelo grau de instabilidade, então a propositura de levantamento dos geomorphons de maneira automatizada e utilizando os Modelos Digitais de Relevo se mostra extremamente viável para um produto mais adequado aos estudos de Fragilidade Ambiental.

Ferreira, Ferreira e Moroz-Caccia (2016) empregam essa metodologia de categorização do Mapa de Curvatura, utilizando as formas de relevo, côncavo, convexo e retilíneo, mais os parâmetros de declividade para construção primária daquilo que se pode chamar de “Fragilidade do Terreno”, que seria equivalente a Fragilidade do Relevo. Com a adição da variável solos tem-se construído a Fragilidade Potencial, que é composta pela variável uso e cobertura da terra, formando a Fragilidade Emergente.

Esta dissertação irá utilizar desta metodologia, tendo em vista as especificidades do trabalho proposto e da relevância do resultado da pesquisa, principalmente no concernente a classificação mais assertiva das planícies fluviais.

1.2 Sistema de Informações Geográficas (SIGs)

Todas as propostas, só se tornaram possíveis, pela evolução das práticas de Sistemas de Informação Geográfica e as suas ferramentas, que deixaram plausível a avaliação de inúmeras variáveis que geram resultados de acordo com os critérios

estabelecidos para pesquisa. O SIG é “Uma poderosa ferramenta computacional, que manipula dados geograficamente referenciados (georreferenciados), que são mantidos em formato digital” (GONÇALVES e HAMADA, 2007, pág. 11).

Existem muitas definições de SIG, sobretudo pelo grande repertório de possibilidades de uso dessas ferramentas tecnológicas. Câmara et al. 1998, destacaram que o papel das SIGs é guardar e utilizar dados geográficos, a fim de aproveitar e compreender todos os elementos da paisagem dotados de referências geográficas, principalmente no que condiz a localização. Ou seja, a compreensão do mundo real através da representação digital e gráfica dos objetos e fenômenos.

Nos últimos anos temos observado uma grande revolução digital, que tem impactado o mundo de todas as ciências, desde as sociais as de natureza, neste contexto destaca-se a evolução das ferramentas tecnológicas que impulsionaram os SIGs também, valor notado desde a década de 60 do século passado. Star e Estes (1990 apud Gonçalves e Hamada, 2007), destacaram três aspectos que contribuíram enormemente para essa evolução citada: “os refinamentos na técnica cartográfica, o rápido desenvolvimento dos sistemas computacionais digitais e a revolução quantitativa na análise espacial” (GONÇALVES e HAMADA, 2007, pág. 12).

Tal evolução tecnológica possibilitou o desenvolvimento dos SIGs, porém pode contribuir também para alcance dos dados georreferenciados. Surge uma grande demanda por banco de dados geográficos, especialmente os dados contendo coordenadas geográficas capazes de especializar os acontecimentos sociais e ambientais.

Esses dados estão sempre conexos com a dimensão espacial, devido a estarem atrelados a informações geográficas. “O termo denota dados que descrevem fatos, objetos e fenômenos do globo terrestre associados à sua localização sobre a superfície terrestre, num certo instante ou período de tempo” (CÂMARA et al., 1998, pág. 37). Por isso não basta a compreensão dos fenômenos, este tem que ter identidade ligada à sua distribuição no espaço e tempo, além da interpretação ao mundo real.

Há uma importância do banco de dados para os sistemas de informações geográficas, sendo que essas são informações advindas do mundo real, através de fonte de dados, que pode ser um levantamento de campo ou pesquisas qualitativas. Esses dados entram no *software* de processamento, através de armazenamento e análise dos dados, após ampla análise e manuseios dessas

informações, a síntese é elaborar um resultado para tomada de decisão que reverte em uma ação e pode se materializar em aplicações concretas.

Nesta dissertação os SIGs são utilizados para uma aplicação ambiental, um dos usos mais relevantes desta ferramenta é para este caráter. É comum a utilização de SIGs para levantamento de situações sobre o meio ambiente e os recursos naturais. Retratar espacialmente a hidrologia é uma prática centenária e análises analíticas de questões biológicas e ecológicas teve início dos anos de 1920, conforme aponta Câmara et al. (1998)

Dentro das aplicações ambientais é comum a utilização em várias escalas, desde a global até a local, no caso deste trabalho o emprego será na escala de Sub-Bacia hidrográfica. Neste recorte espacial Câmara et al. (1998) destaca trabalhos realizados sobre a quantidade e qualidade dos recursos hídricos de uma determinada bacia hidrográfica. Com o auxílio de um banco de dados existente é possível capturar dados sobre declividades, características do solo, vegetação entre outros. “Dentre as aplicações relacionadas destacam-se gerenciamento de bacias hidrográficas, modelagem de fontes subterrâneas e de erosão” (CÂMARA et al., 1998, pág. 34).

Um caminho que percorre junto ao SIGs é o do sensoriamento remoto, principalmente quando não há informações disponíveis em banco de dados. Lillesand e Kiefer (1994) e Rees (1990 apud Solari, 2017), entendem que se trata de um meio de conseguir dados sobre um ponto ou fenômeno de forma indireta, tendo um acesso distanciado dele. “Sensoriamento remoto significa observar a superfície e a atmosfera da Terra por meio de sensores localizados muito acima do solo” (SOLARI, 2017, p. 57).

Essa observação e captação de dados pode ser adquirida através de aerofotogrametria, satélites ou radares, que pelos seus sensores possibilitam registrar imagens aéreas ou orbitais, além de comprimentos de ondas e micro-ondas de radiação das faixas RGB e ultravioleta. No caso deste trabalho, destaca-se a utilização de imagens orbitais de resolução espacial alta, para compreensão do modelo digital de relevo e das propriedades de usos e cobertura da terra, conforme veremos na metodologia.

Gonçalves e Hamada (2007) desenvolveram um trabalho que envolvia aplicação ambiental e planejamento territorial através de um levantamento de terras para agricultura irrigada. O trabalho foi desenvolvido para a microbacia hidrográfica do ribeirão Cachoeirinha, no município de Iracemápolis/SP. Através do sensoriamento

remoto foi revelado o modelo numérico de terreno, onde puderam ser gerados mapas de declividade e a classificação de terras pela capacidade de uso.

Com essas informações produzidas e mais as coletadas em banco de dados como classes de solo, os cursos de água e a altitude, foi possível chegar a um resultado de áreas mais aptas a agricultura irrigada, demonstrado que os SIGs são ideais para este tipo de abordagem que considere as características ambientais de uma área com a proposta de zoneamento.

Ramos et al. (2020), elaboraram uma pesquisa no município de Nova Marilândia/MT, utilizando os SIGs para estudo da fragmentação da paisagem no período de 1998 a 2018 e assim definir áreas prioritárias a recomposição florestal. Utilizaram imagens dos satélites Landsat 5 e CBERS-4A para elaborarem um mapa de cobertura vegetal e uso da terra, cujas classes adotadas constam no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

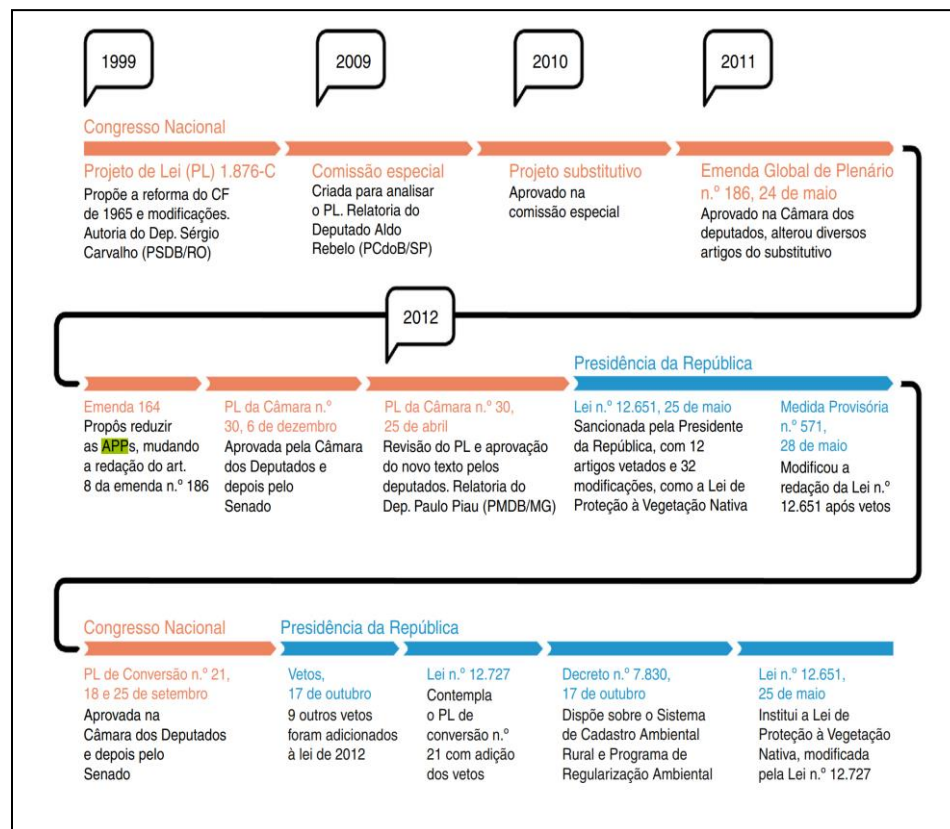
Com a base de dados das Áreas de Preservação Permanente foi possível verificar o estágio de ocupação desses locais e estabelecer os critérios de Áreas de Preservação Permanente Degradadas (APPDs). No estudo temporal ficou evidente a dinâmica da paisagem que capacitou elaborar um mapeamento. “Houve aumento da complexidade das formas, das distâncias entre os fragmentos de vegetação nativa e redução da conectividade funcional ocasionada pelo aumento das áreas de agricultura e pastagem” (RAMOS et al., 2020, pág. 247).

Essas são demonstrações de como os SIGs viabilizam o processamento de dados abertos gerados pelo sensoriamento remoto, que sejam capazes de doar subsídios a análises espaciais e espaço temporais. Essas informações podem gerar proposições para tomada de ação e decisões sobre zoneamento ambiental e critérios de uso do solo, conforme a bibliografia estudada, este também é o objeto deste estudo.

1.3 Áreas de Preservação Permanente – APP

As APPs são locais, que devido ao seu incomparável serviço ecossistêmico prestado devem ser intocáveis. Elas estão previstas na Lei de Proteção a Vegetação Nativa, mais precisamente Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, que substitui o Código Florestal de 1965, também conhecida como a Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), com rito legislativo delineado na figura 01.

Figura 01. Processo Legislativo para elaboração da Lei de Proteção da Vegetação Nativa.



Fonte: BRANCALION et al. (2016, pág. E4).

Cabe destacar que a mudança do Código Florestal para a Lei de Proteção a Vegetação Nativa causou uma série de desconfortos aos cientistas voltados para área ambiental. Entre os pontos mais discutíveis na mudança da legislação, consta principalmente de acordo com Bracalion et al. (2012), a retirada da nova lei de áreas consideradas ambientalmente sensíveis, a anistia a multas anteriormente aplicadas a vigência da Lei e a autorização para continuidade de atividades humanas em áreas a priori protegidas, sem a obrigatoriedade de recuperação das áreas degradadas.

“O conflito entre a necessidade de aumento da produção agropecuária e a conservação das nossas extensas florestas gerou uma pressão política para revisão do Código Florestal Brasileiro” (SOARES-FILHO, 2013, pág. 2).

O resultado dessa pressão foi uma diminuição das áreas a serem recompostas, e ao mesmo tempo algumas ferramentas que permitem maneiras de proteção a vegetação ainda existentes. Dentre alguns avanços dessas ferramentas pode-se destacar as APPs (Áreas de Preservação Permanente), RLs (Reservas Legais), CAR (Cadastro Ambiental Rural) e os PRAs (Programas de Regularização Ambiental).

De acordo com a própria LPVN (Lei de Proteção a Vegetação Nativa) Áreas de Preservação Permanente trata de:

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Essas devem ter limitação geográfica concebidas por suas especificidades de sensibilidade da paisagem, são exemplos as margens do curso de água, os topos de morro, a encostas declivosas e as nascentes, conforme destacaram Guidotti et al. (2016).

Silva et al. (2012) apontaram a importância de as áreas marginais dos rios serem consideradas APPs, no ponto de vista ecológico essas áreas são ocupadas por fauna e flora específicas, além de algumas espécies endêmicas. Mas, as margens dos canais fluviais são sobretudo importantes para saúde dos rios e dos solos, são elas responsáveis pela dispersão das forças erosivas advindas do escoamento superficial além de controlar os processos de cheias. “As várzeas também facilitam a precipitação e a deposição de sedimentos suspensos na água, reduzindo substancialmente os custos do tratamento de água para abastecimento” (SILVA et al., 2012, pág. 71).

O artigo 4º da LPVN¹, estabeleceu que as faixas marginais dos rios vão ter sua APP de acordo com o tamanho do leito regular, entendido este desde a borda da calha, situando uma largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (BRASIL, 2012).

Brancaion et al. (2016) destacaram um retrocesso na forma que este Novo Código Florestal entende a delimitação das APPs, antes concebida como a partir do nível máximo onde chegam as cheias, neste cenário da LPVN as margens se tornam APPs a partir do leito regular dos cursos d'água, desconsiderando a dinâmica do

¹ Art. 4º Inciso I, alíneas de “a” a “e” da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012.

período das chuvas. Tal mudança pode afetar drasticamente a proteção a vegetação nativa em rios de planície, já que durante os períodos de cheia não haverá vegetação na margem desses rios.

Ainda em relação aos retrocessos as nascentes intermitentes foram retiradas da classificação de APPs. “Mais vulneráveis à degradação porque deixam de aflorar água em algum período do ano, essas áreas não são mais consideradas APPs na LPVN” (BRANCALION et al., 2016, pág. E6). Para fins do artigo 4º da Lei de Proteção a Vegetação Nativa é considerado APP² : “[...] as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perene, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta metros)” (BRASIL, 2012).

No artigo 4º da Lei 12.651 (BRASIL, 2012) é discorrido que além das margens dos rios e das nascentes, locais como sendo de Preservação Permanente, entorno de reservatórios d’água artificiais, decorrentes de represamento ou barramento, as encostas com declividade superior a 45º, as restingas, os manguezais, as bordas dos tabuleiros ou chapadas, os topos de morro, montes, montanhas e serras tendo altura mínima de cem metros e inclinação mínima maior que 25º, as veredas e as áreas com mais de 1800 metros de altitude as áreas entorno dos lagos e lagoas naturais. Em virtude das características da Sub-Bacia hidrográfica estudada na área de abrangência do Ribeirão da Confusão as únicas APPs existentes são as margens dos cursos d’água e as nascentes, porém é importante compreender a relevância do Cadastro Ambiental Rural e do Programa de Regularização Ambiental.

A ideia de combinar os dados das APPs com o de Fragilidade Ambiental, justifica a pertinência de propor a integração de técnicas de SIG com análise de cobertura da terra e aplicação de uma legislação sobre o meio ambiente (Código Florestal – Lei 12.651/2012), utilizando a metodologia de Fragilidade Ambiental.

1.4 Cadastro Ambiental Rural (CAR)

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) versa sobre uma tarefa obrigatória a todos imóveis rurais, contendo as principais informações ambientais da propriedade, como a Área de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2016, pág. sn) o CAR “compõe uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate

² Art. 4º Inciso IV da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012.

ao desmatamento”. Este traz informações importantes sobre as propriedades rurais, prevista no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), que visa proteger a vegetação nativa e revogou o antigo Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1965).

Uma dessas informações relevantes, que o preenchimento auto declaratório exige, é a identificação dos ativos e passivos ambientais, além da informação de área já consolidada, ou seja, áreas que deveriam ser de RL ou APP já economicamente utilizadas antes da data base de 22 de julho de 2008. A legislação aponta que áreas consolidadas são aquelas que já tinham ocupação humana antes da data citada, assim como “com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvopastoris” (Brasil, 2012).

Neste ponto destaca-se uma das contradições desta legislação ambiental, nas áreas consideradas de uso consolidado, no que se refere a Reserva Legal deverá em um prazo de 20 anos, conforme artigo 66 do Novo Código Florestal: “I – recompor a reserva legal; II – permitir a regeneração natural da vegetação de reserva legal; III – compensar a reserva legal” (BRASIL, 2012).

No que concerne a APP, a recomposição da vegetação nativa ou a permissão da continuidade de uso na APPs, vão depender do tamanho da área, que é determinado pelo módulo fiscal, tendo exigências distintas para as propriedades com áreas de tamanhos diferentes, conforme previsto no artigo 61-A. (BRASIL, 2012). Vai ser exercício deste trabalho analisar, pelas informações do CAR, o tamanho das propriedades e a exigência específica para maioria das propriedades presentes na Sub-Bacia.

Vale salientar que esses dois instrumentos legais, APP e RL, ultrapassam a barreira legalista, pois são essenciais para a manutenção dos serviços ecossistêmicos. A vegetação nativa conservada mantém os ciclos biogeoquímicos, colabora com o fluxo gênico da fauna e da flora e principalmente para resultado objetivo do trabalho, serve como proteção dos recursos hídricos, controle de erosão e assoreamento e proteção do solo (GUIDOTTI et al., 2016).

1.5 Programa de Regularização Ambiental (PRA)

Os Programas de Regularização Ambiental (PRAs) são ações destinadas as propriedades e posses rurais que devem restaurar as Áreas de Preservação Permanente, ou seja, aquelas que declararam no CAR que as APPs estavam não constituídas antes de 22 de julho de 2008. O artigo 59 da LPVN deixou a cargo destes

federativos, União, Estados e Distrito Federal a implantação dos PRAs, conforme aponta Guidotti et al., 2016:

[...] a APP com uso consolidado não é uma extensão da área de cultivo ou da produção agropecuária florestal. Pelo contrário, se trata de uma área de produção dentro de uma APP, que é uma área sensível, de elevado risco ambiental e com funções ecológicas importantes para a sociedade. (GUIDOTTI *et al.*, 2016, pág. 3).

Para Brancalion (2016) o PRA possibilitou que os proprietários que escolhessem aderir a esse programa pudessem ser anistiados pelas infrações ambientais cometidas na vigência do Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1965). “Essas medidas podem beneficiar cerca de 90% das propriedades rurais brasileiras e punir aquelas que historicamente cumpriram a lei” (SOARES FILHO et al, 2014, apud BRANCALION et al., 2016, pág. 9).

Fato é que as leituras apontam a importância dessa ferramenta legal na viabilidade de conservação e manutenção da vegetação nas áreas de APPs consolidadas. Seguir as recomendações do Código Florestal pode facilitar a recomposição das paisagens degradadas, importante para manter a biodiversidade e os ecossistemas.

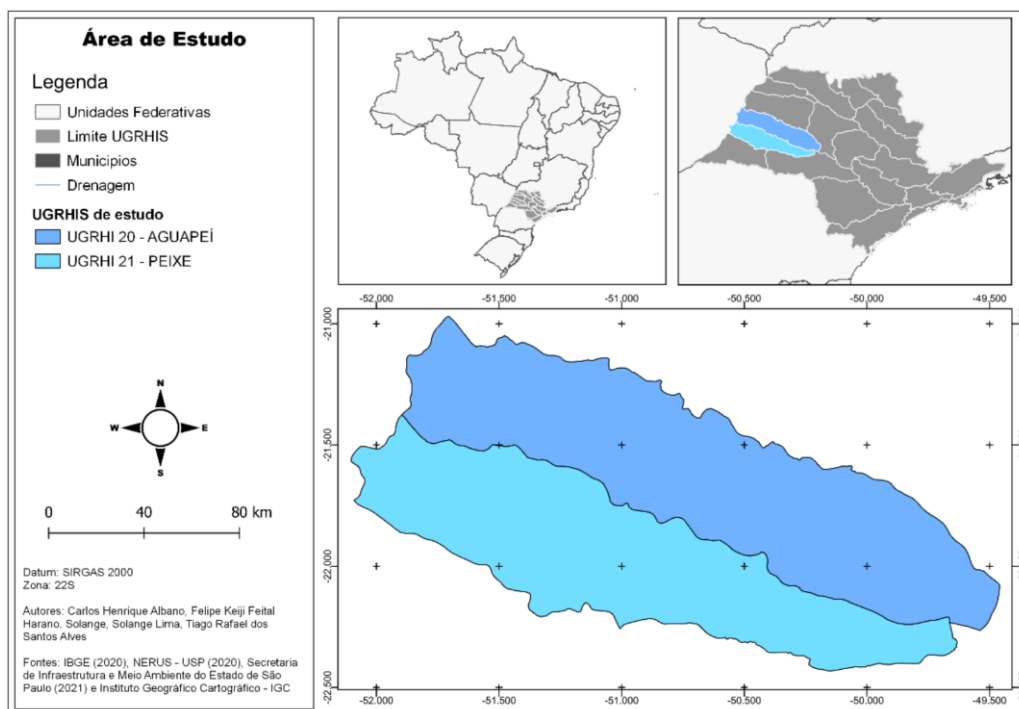
Guidotti (2016) faz algumas considerações acerca dos PRAs que servem como recomendações as áreas agrícolas, entre elas de que esses programas, caso executados, podem incentivar a restauração de Reservas Legais, sobretudo na área da Bacia Hidrográfica correspondente, além de incentivar a diminuição de práticas agrícolas agressivas, como manejo mecânico do solo e uso de defensivos agrícolas nas áreas de APP. O autor destaca que a adesão aos PRAs deve ser incentivada, através de atividades de controle e fiscalização, além de incentivos econômicos e fiscais.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

Por tratar-se de um Programa de Mestrado Profissional, com concentração em recursos hídricos e meio ambiente, a pesquisa foi atrelada a um dos Comitês de Bacia Hidrográfica vinculados a parceria entre a UNESP/Presidente Prudente e os CBHs. Para este trabalho foi escolhido o CBH dos Rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP). No CBH-AP, estão inseridas as UGRHI 20 (Aguapeí) e UGRHI 21 (Peixe), conforme pode ser visualizado na figura 2:

Figura 2. Localização do CBH Aguapeí/Peixe (UGRHI 20 e 21)



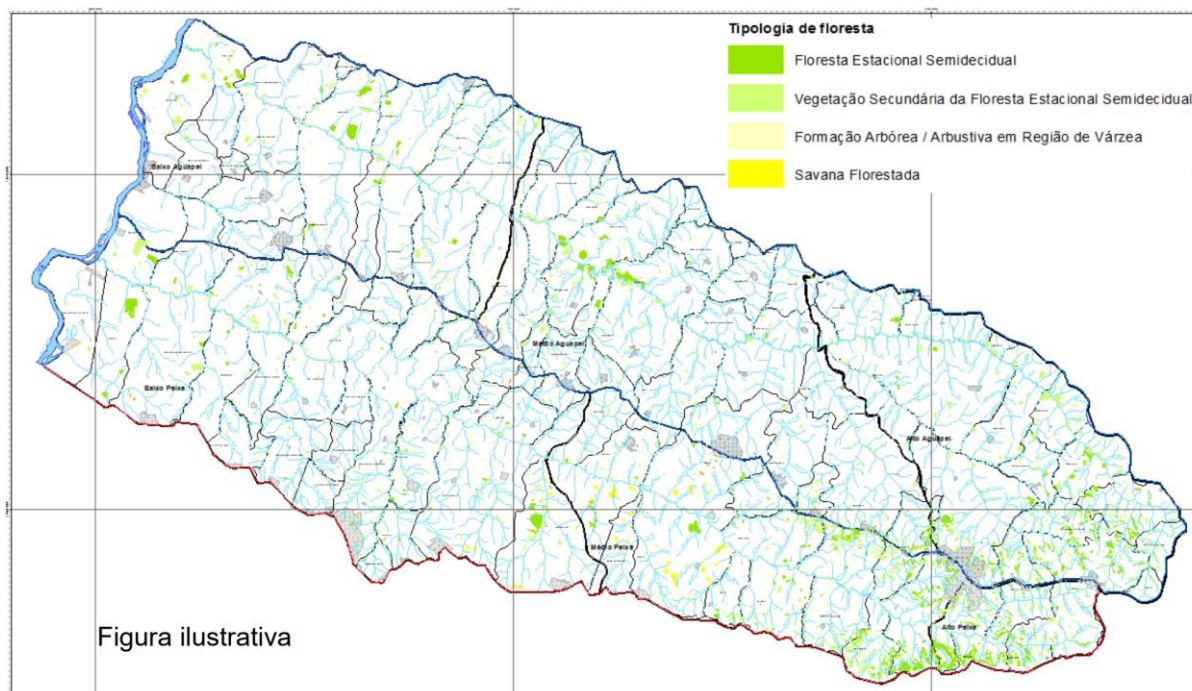
Fonte: PBH-AP (2015)
Organizadores: Albano et al. (2021)

A área de estudo está localizada na UGRHI 21, onde fica a bacia hidrográfica do Rio do Peixe, que segundo o Plano de Bacia Hidrográfica do Aguapeí-Peixe 2016-2027 (2015), totaliza 8.425,5 km², com uma população estimada em 2015 de 457.138 habitantes (PBH-AP/2015). O rio do Peixe nasce no município de Garça e é um importante duto de abastecimento hídrico de duas das maiores cidades do oeste paulista, Marília e Presidente Prudente.

O caráter econômico ainda é voltado para o setor terciário e a agropecuária. Nos ambientes rurais existe uma participação importante da pecuária e a ascensão ano a ano das usinas sucro alcooleiras, através da produção de cana-de-açúcar. A bacia ainda conta com pouquíssimo remanescente de vegetação, somente 7%³ da área é ocupada pela Floresta Estacional Semidecídua e formação arbóreo/arbustiva nas áreas de várzea (Figura 3). Toda a área da UGRHI 21 conta com uma única Unidade de Conservação, o Parque Estadual do Rio do Peixe, localizado nos municípios de Ouro Verde, Dracena, Presidente Venceslau e Piquerobi, com área total de 77,20 Km².

³ Plano de Bacia Hidrográfica do Aguapeí-Peixe 2016 a 2027 (2015)

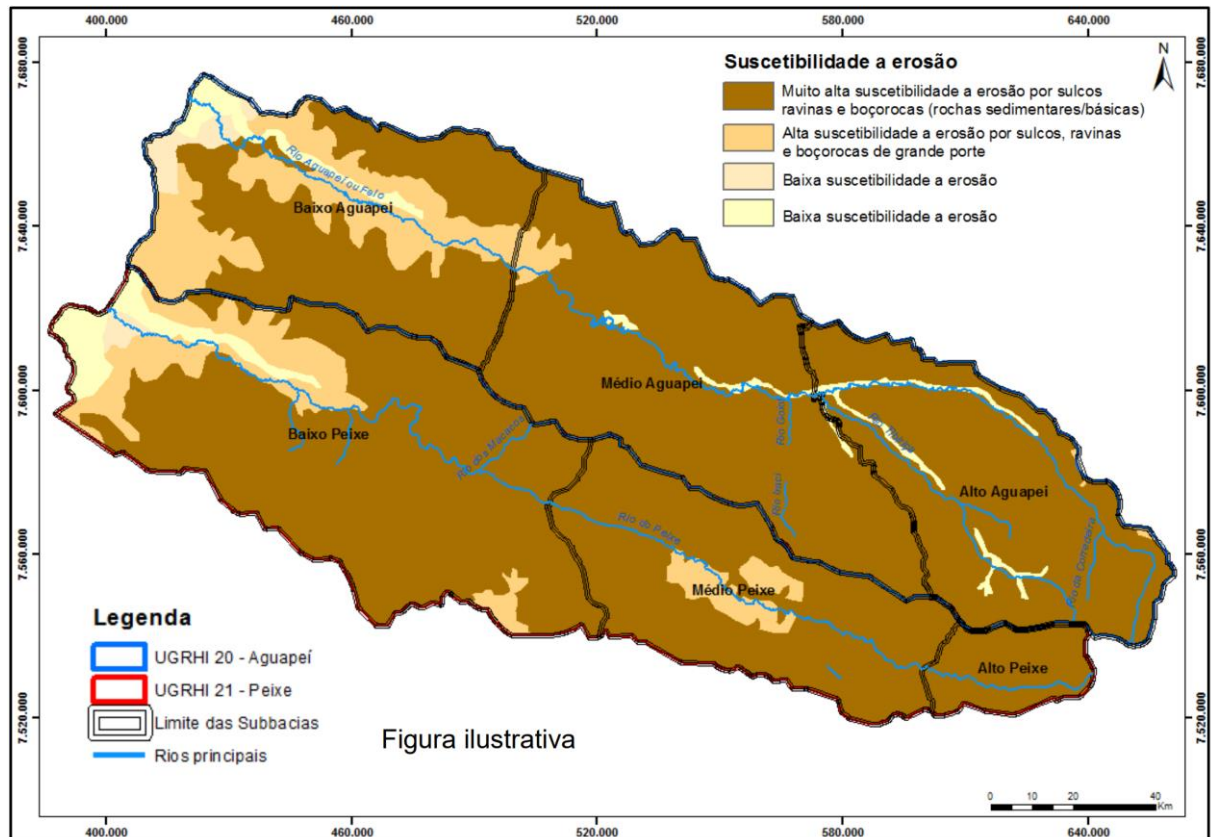
Figura 3. Distribuição dos remanescentes de vegetação das UGRHIs 20 e 21.



Fonte: PBH-AP (2015, pág. 252).

Outra característica da bacia hidrográfica do Rio do Peixe é a suscetibilidade a processos erosivos. “O principal impacto dos processos do meio físico nos recursos hídricos das UGRHIs 20 e 21 está associado à dinâmica superficial (processos de erosão e assoreamento), comprometendo-os quali-quantitativamente” (PBH-20/21, 2015, pág. 256). Pelos predicados físicos e especificidade das alterações antrópicas na bacia do Rio do Peixe 76,66% da área da UGRHI 21 é classificada como de muito alta suscetibilidade a erosão (Figura 4), cenário não diferente da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, área deste trabalho.

Figura 4. Suscetibilidade a erosão das UGRHIs 20 e 21.

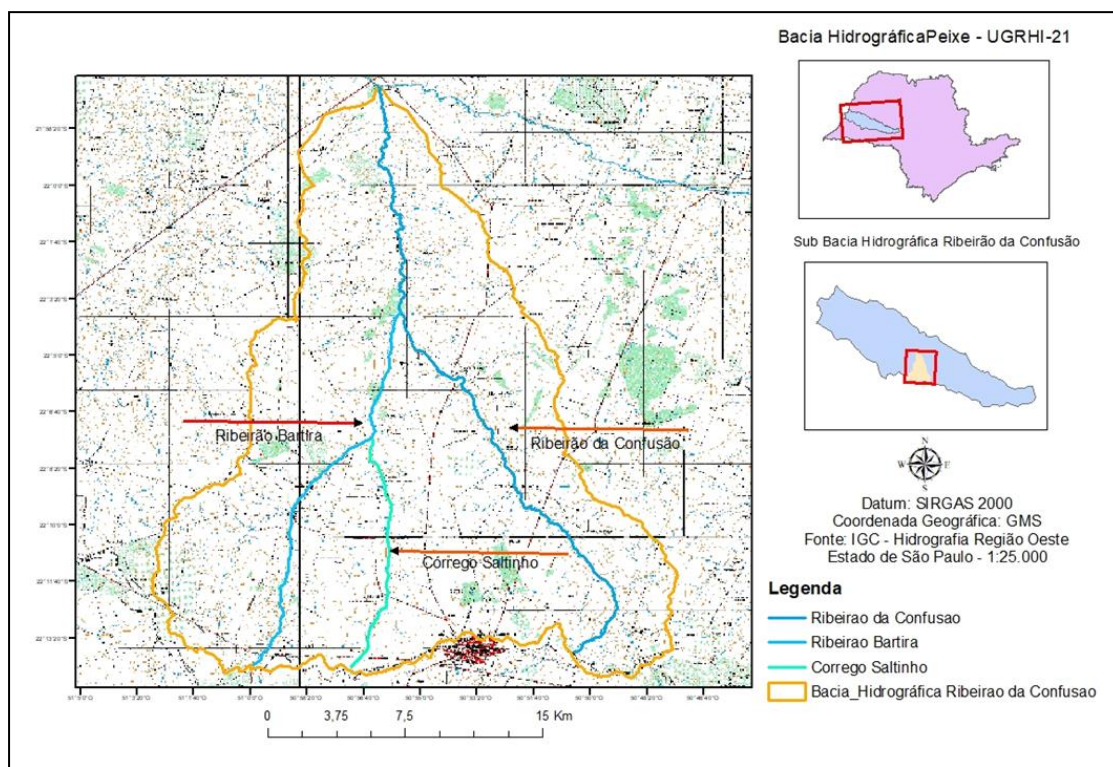


Fonte: PBH-AP (2015, pág. 257).

1.1.1 Sub-Bacia Hidrográfica Ribeirão da Confusão

A Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão pertence a UGRHI-21 (Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí/Peixe), na divisa entre o médio e o baixo Peixe e está integralmente inserida no município de Rancharia-SP, com área total de cerca de 46.400 hectares. Seu curso d'água principal é um afluente do Rio do Peixe, possuindo aproximadamente 31 quilômetros de extensão (Figura 5).

Figura 5. Delimitação da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: Hidrografia do Estado de São Paulo – Carta Topográfica IBGE, escala 1:25.000. Elaboração: o autor (2022).

O município de Rancharia tem área de 1.587,498 km² (IBGE, 2010) , uma população estimada em 2021 de 28.804 habitantes⁴ desses somente 2.976 residiam na zona rural, apesar da malha urbana ser muito inferior ao território rural. Rancharia tem Plano Diretor, são as leis municipais 024/2007 que “Dispõe sobre o Plano Diretor Urbanístico e Ambiental e o sistema e processo de planejamento e gestão do desenvolvimento do Município de Rancharia” (RANCHARIA, 2007a) e a lei 043/2015 que altera pontualmente alguns artigos do Plano Diretor desde 2007 vigente (RANCHARIA, 2007b).

No Plano Diretor o rio ou a Sub-Bacia hidrográfica do Ribeirão Confusão não são citados, contudo existe uma seção sobre manejo dos recursos hídricos, em que são citados três corpos d’água que necessitam de recuperação, sendo o Ribeirão Rancharia, o Córrego do Grito e o Córrego Água da Lavadeira, nenhum desses pertencentes a Sub-Bacia estudada. Não foi encontrado nenhum tópico sobre

⁴ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/rancharia/panorama> - referente a 2021;

características e recuperação dos solos, somente sobre diretrizes de parcelamento. De forma geral o Plano Diretor não realiza um diagnóstico e nem um prognóstico ambiental sobre as bacias hidrográficas ou sobre os mananciais pertencentes ao seu território.

De acordo com o IPT (2017), a classificação pedológica do Ribeirão da Confusão é argissolo vermelho-amarelo com textura média A moderado, o relevo é predominantemente de colinas amplas com declividade média de 4,63%, com cota máxima de 603,09 metros e cota mínima de 314,59 metros. A Sub-Bacia conta com 245 canais de primeira ordem e 03 (três) rios principais, além do Ribeirão da Confusão, o Ribeirão Bartira, sendo o segundo maior rio do local, com cerca de 23 quilômetros. O terceiro maior rio é o Córrego Saltinho, com aproximadamente 13 quilômetros, conforme figura 5.

Segundo Francisco (2019), na Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão predomina o uso de solo pela pecuária extensiva e pastagens plantadas, estando a área degradada por pisoteio de gado. Em 2007 houve a instalação de uma destilaria sucro-alcooleira no município vizinho de Martinópolis-SP, o que favoreceu a expansão do plantio de cana-de-açúcar na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão.

De acordo com o Relatório Técnico produzido pelo IPT (2017), na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe observa-se que a erosão hídrica e o assoreamento são graves problemas da área, no ano de 2016 foram encontrados 84 pontos de erosão laminar e linear somente na Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, provocando o carregamento de sedimentos para os cursos d'água "que provocam o assoreamento dos rios, córregos, ribeirões, reservatórios de abastecimento e hidrelétrica, além de comprometer a quantidade e qualidade" (IPT, 2017, pág. 02).

2.2 Material e métodos

Nesta proposta será utilizada a Fragilidade Ambiental conforme metodologia proposta por Ross (1994), utilizando as variantes declividade, pedologia e geomorfologia para geração da análise da fragilidade potencial, incorporado a variável uso e cobertura da terra para a avaliação da fragilidade emergente.

Tendo em vista a escolha metodológica a ideia foi implementar a análise de dados em uma bacia hidrográfica, sendo basilar o estudo dessas unidades para

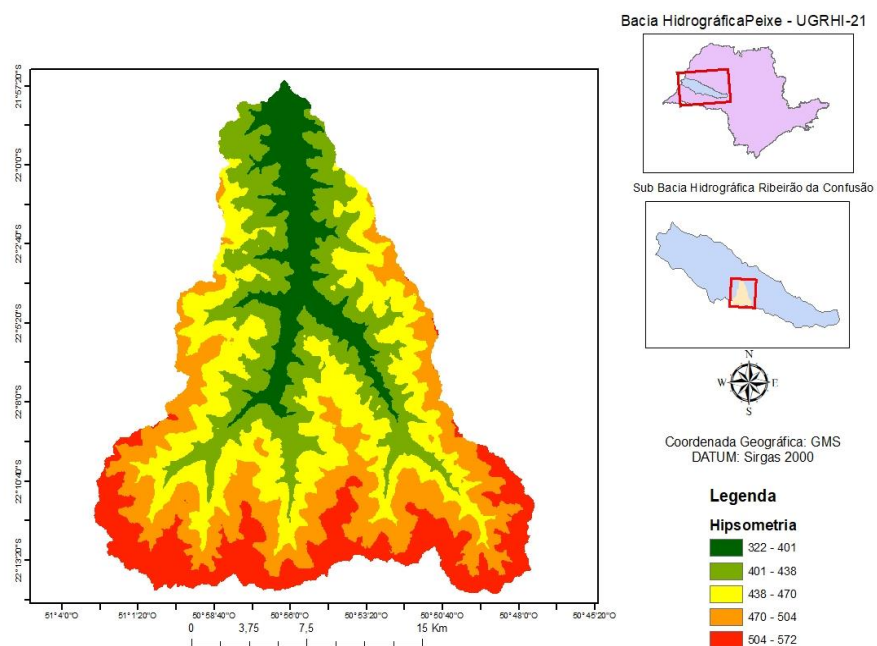
ampliação da racionalidade no uso dos componentes hídricos e a conservação dos demais componentes da paisagem.

A primeira etapa consistiu na delimitação da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, sendo necessário a elaboração dos mapas hipsométrico, de declividades e de curvatura do relevo por meio de ferramenta “Análise de Imagem”, disponível no *software ArcGis 10.8* (ESRI, 2019). Utilizando os dados geomorfométricos das folhas 22S5RS e 21S525RS, com 30 metros de resolução, gerados pelo projeto Topodata, disponíveis no site do INPE (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>).

Aproveitando os dados do SRTM de 30 metros de resolução disponibilizados pelo USGS (*United States Geological Survey*) houve a produção das classes de declividade através do MDE, para elaboração da Fragilidade Ambiental uma variável indispensável é a do relevo, de acordo com Moroz-Caccia Gouveia e Ross (2019, p. 125) este seria “determinante para a identificação de Unidades de Paisagem e para a análise de dinâmicas e registros relacionados à erosão dos solos e à ocorrência de inundações”.

Após isso foi gerado o mapa hipsométrico, para representar as diferenças de altitude, foi gerado esses dados para demonstrar as classes ordenadas por variação de altura considerando o nível do mar, conforme Figura 6.

Figura 6. Hipsometria da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: próprio autor, 2022

Com as informações de hipsometria pode ser gerado um mapa das declividades, sendo esse o índice morfométrico mais importante para composição da Fragilidade Ambiental Potencial.

Para a geração do mapa de declividade foi utilizado como parâmetro de análise das classes e suas fragilidades, as categorias hierárquicas formuladas por Ross (1994), que considera estudos da capacidade de uso/aptidão agrícola além de variáveis de geotecnia para formular procedimento operacionais de análise das fragilidades em ambientes naturais, conforme tabela 1.

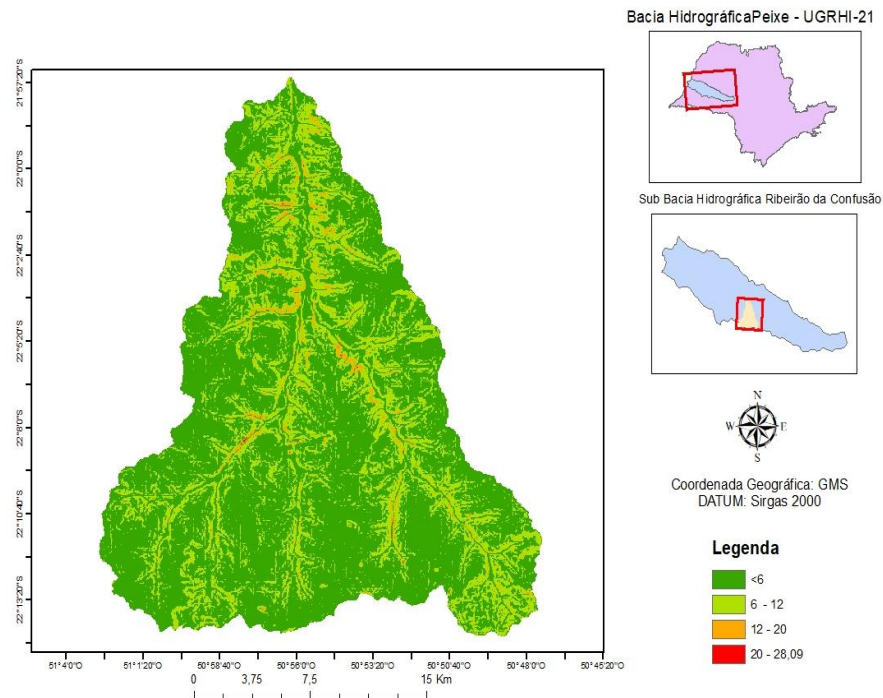
Tabela 1. Classe de Declividade e Fragilidade Ambiental.

Declividade (%)	Classe
<6	Muito Fraca
6 – 12	Fraca
>12 – 20	Média
>20 a 30	Forte
>30	Muito Forte

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Sobre os aspectos da topografia, ao item declividade presente na Figura 7, será dada uma compreensão importante na composição da Fragilidade Ambiental Potencial. De acordo com Tricart (1977) é essencial entender os elementos da topografia que interveem nas morfodinâmicas. “Importa, com efeito, conhecer as modalidades da dinâmica natural para se poder compreender os mecanismos de degradação antrópica e apreciar sua amplitude” (TRICART, 1977, pág. 68).

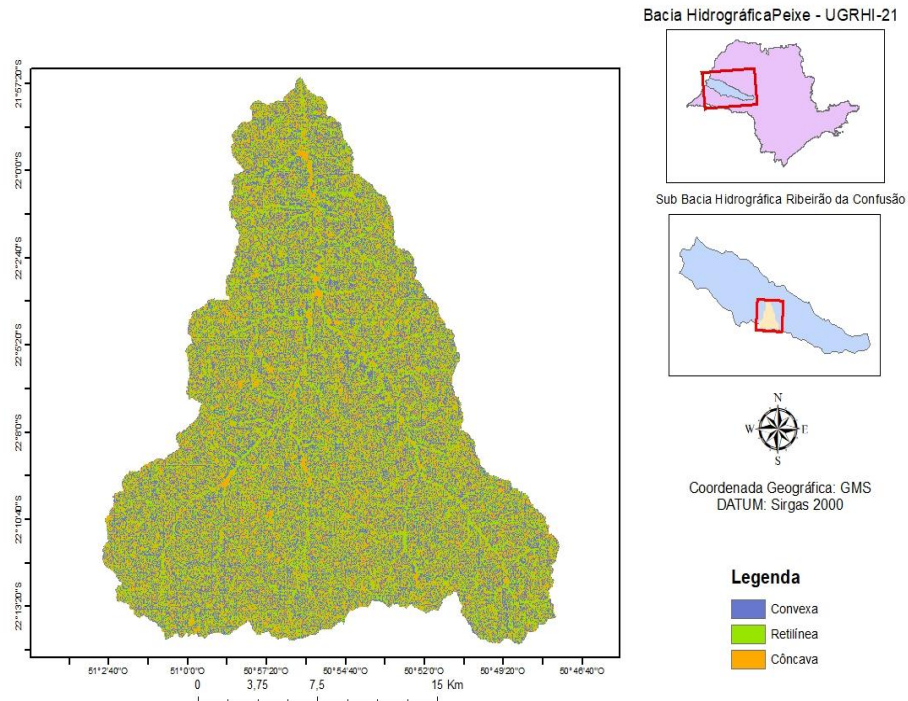
Figura 7. Declividade da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: próprio autor, 2022.

O próximo caminho é elaborar os dados de curvatura do relevo (Figura 8), como esse trabalho aposta em níveis de maior detalhe, buscando evidenciar as advertências ambientais e legais na área de estudo, optou-se pela análise de aspectos morfológicos das Formas de Vertente – convexa, côncava e retilíneas (5º Táxon). Tal escolha vai de encontro ao afirmado por Moroz-Caccia Gouveia e Ross (2019), para evitar possíveis erros no resultado, sobretudo para identificação das áreas de planícies fluviais, sujeitas a instabilidade e inundações. “[...] a inserção de parâmetros morfológicos permite determinar e delimitar os níveis de fragilidade de forma mais precisa e detalhada do que quando se utiliza apenas parâmetros morfométricos, como a declividade” (MOROZ-CACCIA GOUVEIA e ROSS, 2019, pág. 134).

Figura 8. Curvatura da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: próprio autor, 2022.

Tal método auxilia na identificação de área de várzea, destacando as restrições a ocupação desses locais. Utilizando a ferramenta *spatial analyst* aplicada ao Modelo Digital de Relevo é possível obter o mapa das Formas de Vertente da Sub-Bacia. Como composição das Vertentes para cálculo da Fragilidade Ambiental Potencial foi considerado os índices propostos por Moroz-Caccia Gouveia (2015), como segue no quadro 1.

Quadro 1. Classes de Curvatura para Fragilidade Ambiental

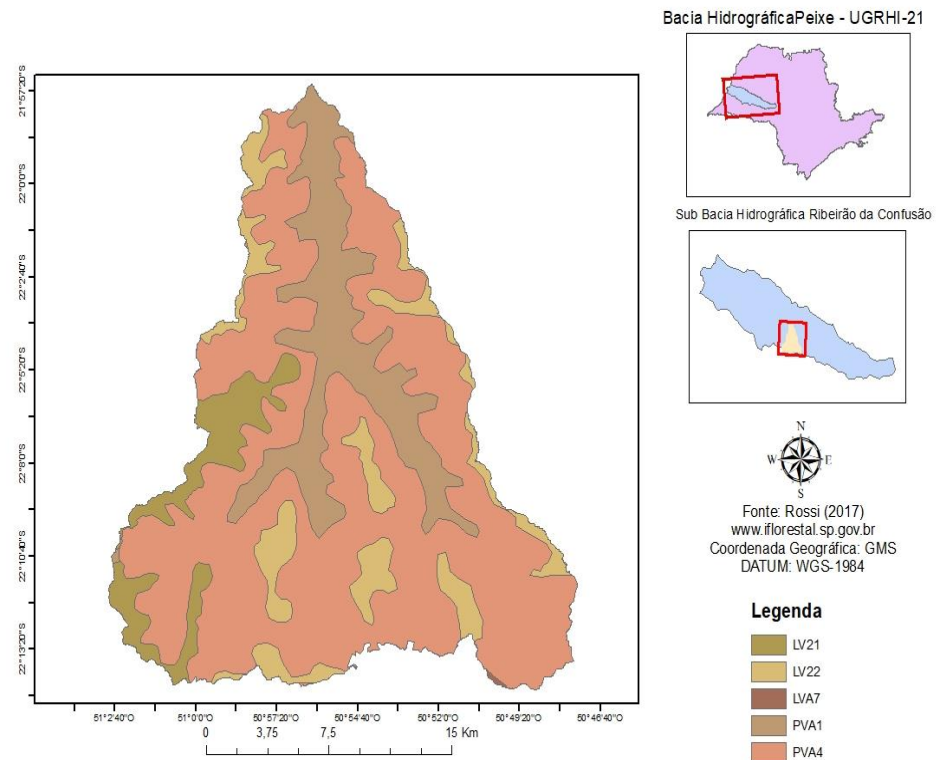
Classes de Curvatura	Níveis de Fragilidade
Retilínea	3 - Média
Convexa	4 - Alta
Côncava	5 – Muito Alta

Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2015)

Com o mapa da declividade adicionado ao mapa da curvatura é possível compreender a Fragilidade Ambiental do Relevo. Para conclusão da Fragilidade Ambiental Potencial do local, será utilizado o mapa pedológico de Rossi (2017), na escala 1: 100.000, disponível no site datageo.ambiente.sp.gov.br.

Existe um equilíbrio energético entre o solo e todos os outros componentes que estabelecem suas principais características, com especial atenção ao material que deu origem a este solo. Por isso será incorporado a pesquisa as classes de fragilidade do solo de acordo com os tipos identificados na bacia hidrográfica pesquisada, conforme Figura 9.

Figura 9. Pedologia da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: Rossi, 2017.

Organizado pelo próprio autor, 2022.

A Sub-Bacia tem predomínio dos argissolos (PVA1 e PVA4) e dos latossolos (LV21, LV22 e LVA7), respondendo respectivamente por 78,06% e 21,94% de toda a bacia hidrográfica. Tal constatação coloca a área como dentro da média do registrado quanto a pedologia do Estado de São Paulo. “De maneira geral, dominam no estado de São Paulo, os Latossolos com aproximadamente 38% da área e os Argissolos com 37%” (ROSSI, 2017, pág. 41).

Crepani et al. (2001) apontaram que os Latossolos são bem desenvolvidos, fácil porosidade e profundidade, tendo materiais mais decompostos, apresentado baixa vulnerabilidade. Os argissolos, pela classificação de Camargo et al. (1987 apud Crepani et al., 2001), recebem o nome de Podzólicos, que são menos profundos e intemperizados, logo menos estáveis. “Nestes solos a diferença de textura entre os

horizontes A e B dificulta a infiltração de água no perfil, o que favorece os processos erosivos” (CREPANI et al., 2001, pág. 85).

Não coube a esta pesquisa fazer uma análise do solo deste local, o diagnóstico realizado foi visando o levantamento das características físicas naturais para compreensão da Fragilidade Ambiental Potencial, pelas variáveis relevo (declividade e formas de vertente) e solo (pedologia). Portanto, o que interessa ao estudo são as classes de fragilidade dos solos correspondentes, considerando os principais atributos dos mesmos (Quadro 2).

Quadro 2. Classes de Fragilidade Solos

Tipos de Solo	Classes de Fragilidade
Latossolos	Baixa
Argissolos	Alta

Fonte: Crepani et al. (2001) adaptado pelo autor (2022)

Complementando a pesquisa, foi necessário a construção de uma carta de cobertura vegetal e uso da terra, por meio de imagens de satélite (CBERS-4A), adotando classificação supervisionada, com o método da Máxima Verossimilhança, esse método (MaxVer) aprecia a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando padrões estatísticos (VALE et al., 2018); permitindo demonstrar a viabilidade do sistema de informações geográficas; “...um dos principais desafios para os próximos anos é transformar estes sistemas, essencialmente estáticos, em ferramentas capazes de prover representações realistas de processos espaço-temporais” (CÂMARA et al., 1998).

Para a carta em questão foi utilizada a imagem orbital CBERS-4A de 21 de julho de 2021, disponível no site do INPE. A escolha desta data é em virtude da proximidade do fim da pesquisa e por ser inverno e ter pouquíssima cobertura de nuvens. Após a fusão de 04 bandas espectrais resultou em uma imagem de 8 metros de resolução multiespectral e para a composição das classes do solo foram aproveitadas as bandas 5 (infravermelho próximo), 3 (vermelha) e 1 (azul). Foram selecionados através da ferramenta “classificação interativa supervisionada” as seguintes possíveis classes: Corpo d’água Continental, Cultura Temporária, Pastagem, Florestal e Área Descoberta.

Os critérios para escolha de tais classes foram retirados do “Manual Técnico de Uso da Terra” (IBGE, 2013), que estabelece um padrão de escala e legenda para

diferentes tipos de uso da terra a serem utilizados na elaboração de cartas e mapas de cobertura do uso da terra (Figura 10).

Figura 10. Classes de uso e cobertura da terra Níveis I e II

NÍVEL I	NÍVEL II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
	2.5	Uso Não Identificado
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpo d'Água Continental
	4.2	Corpo d'Água Costeiro
5. Outras Áreas	5.1	Área Descoberta

Fonte: IBGE (2013, pág. 149).

Com o reconhecimento da paisagem da área e imagens de satélites com alta resolução espacial para esta pesquisa, não foram consideradas do Nível I as Áreas antrópicas não agrícolas e de Nível II a Área Urbanizada. Tendo em vista que na Sub-Bacia de estudo existe um pequeno fragmento de bairro pertencente a área urbana do município de Rancharia, porém de pouca relevância para a escala de estudo. Sobre as Áreas antrópicas agrícolas foi identificado os itens Cultura Temporária e Pastagem, que de acordo com Francisco (2019) são os usos predominantes nesse local.

Outra classificação encontrada, que está no âmbito do Nível I é o referente ao item 5. “Outras Áreas” e classificada como 5.1 “Áreas Descobertas”, sendo duas possibilidades de ocorrência de acordo com o SCUT⁵: Uso não identificado em área descoberta e Uso diversificado em área descoberta, que foi entendido como locais onde o solo está exposto, sendo possivelmente em virtude de pousio para plantação ou rotatividade de culturas permanentes. Também houve a presença da classe Águas

⁵ Sistema de Classificação para uso e cobertura da terra – IBGE (2013), Quadro 1 – pág. 46.

Continentalis, em virtude da presença de corpos d'água e alguns barramentos com represamento.

A variável uso e cobertura da terra, deve ter um peso significativo na elaboração do mapa síntese da Fragilidade Ambiental, tendo em vista que pela especificidade do local, com ausência de declividade e tipos de solos homogêneos a maior relevância quanto a aspectos que levem a erosão e a perda de solo estão na forma de alteração antrópica pelas quais a paisagem suporta, por isso a alta representatividade do mapa de Fragilidade Emergente para o diagnóstico da Sub-Bacia. Analisando trabalhos que elaboraram critérios de vulnerabilidade e fragilidade advindos do uso da terra, sobretudo as pesquisas de Ross (1992), Moroz-Caccia Gouveia (2019) e Crepani et al (2001), foi elaborado o seguinte quadro sobre as Classes de Uso e a fragilidade (Quadro 3):

Quadro 3. Classes de Fragilidade Uso e Cobertura da Terra

Classes de Uso	Fragilidade
Áreas de Vegetação Natural Florestal	2 - Baixa
Pastagem	3 – Média
Cultura Temporária	4 – Alta
Área Descoberta	5 – Muito Alta

Fonte: Ross (1994) adaptado pelo autor (2022)

A opção pelas Áreas de Vegetação Natural Florestal como de Fragilidade Baixa, se deve a características desses remanescentes florestais, pelo Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020) trata-se de Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio, ou seja, ainda em fase de regeneração florestal.

Conforme Francisco (2019), a pastagem para criação de gado em sistema extensivo, representa historicamente ocupação predominante da área e a cultura temporária, que vem ano após ano sobrepondo as pastagens, trata-se em maioria de plantação de cana-de-açúcar, que apesar de recobrir o solo, antes da colheita, na entressafra deixa o solo exposto, contribuindo para processos erosivos. O maior grau de fragilidade está concebido como as Áreas Descobertas, entendido como as de solo exposto durante longos períodos.

Com ênfase na aplicação prática desse estudo é sugerido um refinamento de análise através da situação real das áreas que devem ser preservadas, sobretudo ao entorno das nascentes e dos rios, a proposta é alinhar os dados da Fragilidade

Ambiental Emergente com os locais tidos como APP de acordo com a Lei de Proteção a Vegetação Nativa (Lei 12.1651/2012). Em algumas ocasiões de estudo, será utilizado elementos do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020), quando for necessário um diagnóstico de análise mais apurada da vegetação constante.

Utilizando a Hidrografia do estado de São Paulo, da UGRHI-21 (Bacia do Peixe), registrada em 2017, na área foram encontradas 234 nascentes, todas devendo ter conforme a LPVN⁶ um raio mínimo de 50 metros de proteção, além de diversos rios, todos até 10 metros de largura, o que garante 30 metros de cada margem de APP.

Na área da Sub-Bacia não consta outras APP previstas no Código Florestal de 2012, como encostas com área superior a 45°, bordas de tabuleiros ou chapadas, topos de morro ou áreas em altitude superior a 1.800 metros, ficando a pesquisa restrita as nascentes e cursos de água de até 10 metros de largura.

Visando uma análise ambiental mais acurada, outros dados a serem analisados serão o do Cadastro Ambiental Rural. Por meio do CAR será possível colher algumas informações georreferenciadas que estão abertas através do site <http://www.car.gov.br>. Com esses dados é crível visualizar a situação rural da bacia, pela leitura e interpretação das informações contidas no termo auto declaratório enviado pelo proprietário rural ao órgão competente de inscrição cadastral, no caso do Estado de São Paulo, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Com esses subsídios será possível identificar áreas homologadas como Reserva Legal (Lei 12.651/2012), além de uma análise crítica da atividade econômica registrada e da situação ambiental da bacia, quanto ao uso da terra e as áreas já degradadas.

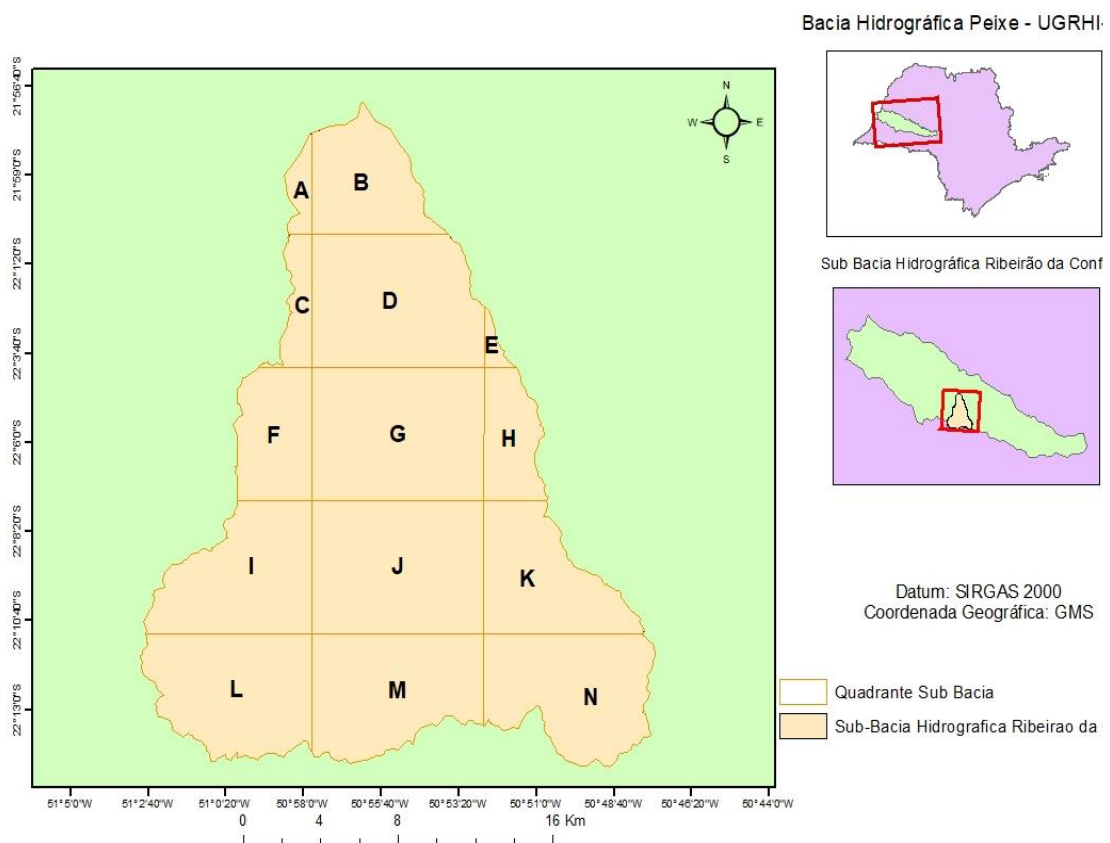
Ainda para uma análise mais detalhada das condições dos dados ambientais, como os produzidos pelo IPA (2020), CAR (2019) e IPT (2017) será realizada a metodologia de “verdade terrestre”. Verdade terrestre também conhecida como verdade de campo, propõe um diálogo comparativo entre o dado georreferenciado e a realizada no local de acontecimentos dos fatos. Essa pode ser obtida por uma ida a campo, ou interpretação de imagens de satélite de alta resolução, dados de processamento de imagem ou imagens classificadas anteriormente (Solari, 2017).

⁶ Lei de Proteção a Vegetação Nativa – (Lei Federal 12.651/2012)

No resultado do trabalho será utilizada a imagem orbital do satélite WorldView-2, da data de 19/05/2021 de resolução espacial de 0,50 metros, a escolha da data foi em função da proximidade a que foi realizada a carta de Uso e Cobertura da Terra (11/07/2021), até para verificação de possíveis erros na classificação supervisionada, utilizando a Matriz de Confusão e o índice Kappa.

Para a geração de um produto que possa atingir uma das necessidades do Comitê de Bacia Hidrográfica (Aguapeí/Peixe-UGRHI 21), que seria um diagnóstico ambiental e proposta de zoneamento, o resultado será apresentado em 14 quadrantes na escala 1:5.000, para que haja maior direcionamento, não somente a avaliação das condições ambientais desta Sub-Bacia, como a possíveis propostas de intervenção, conforme figura 11.

Figura 11. Quadrantes Sub-Bacia Ribeirão da Confusão



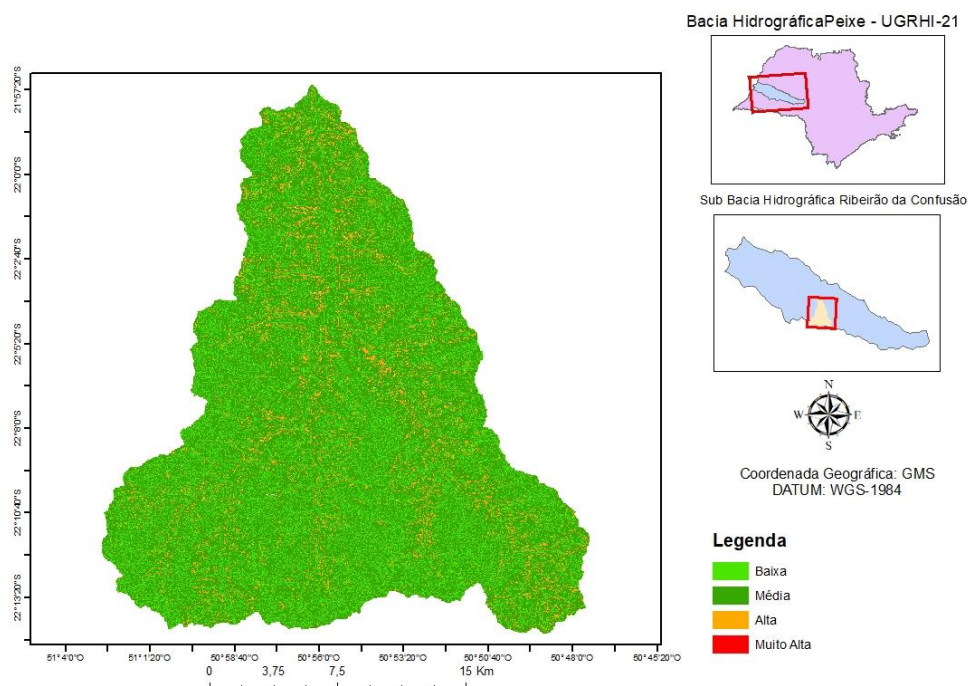
Fonte: Próprio Autor, 2022

2. RESULTADOS

2.1 Fragilidade do Relevo

O primeiro resultado da análise foi encontrar a fragilidade do relevo, cruzando as informações dos dados gerados a partir do mapa de declividade e curvatura do relevo, que possibilitou a compreensão das características físicas morfológicas do terreno da área da Sub-Bacia (Figura 12).

Figura 12. Fragilidade do Relevo Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: próprio autor, 2022.

Houve uma predominância da Fragilidade Baixa no interior da Bacia. A Sub-Bacia, não tem altas declividades, pois pela carta de hipsometria foi registrado na área cerca de 250 metros de diferença altimétrica entre as proximidades das margens do Ribeirão da Confusão, que seria o Rio Principal e o divisor de água na cabeceira da Sub-Bacia, da divisa entre a UGRHI-21 Peixe e a UGRHI-17 Médio Paranapanema.

“O termo declividade refere-se à inclinação do relevo em relação ao horizonte” (CREPANI et al., 2001, pág. 75). O grau da declividade influencia diretamente na velocidade das águas pluviais, influenciando no transporte de sedimentos e alterando a velocidade dos processos erosivos.

Além disso com relação as formas de relevo, apesar da formação em mosaico de curvaturas diferentes, as formações convexas não propiciam altas amplitudes nas vertentes, nota-se pela inexistência de topos de morro. As formas côncavas de relevo

se concentram sobretudo próximas aos cursos de água que vem após estruturas de formas retilíneas, como previsto, sobretudo após leitura de Moroz e Ross (2019), ocasionando fragilidades de relevo nas planícies aluvionares.

Esse resultado corrobora com a monografia realizada pelo IPT (1981) que identifica para área predomínio de colinas amplas, compostas por relevo de degradação em planaltos dissecados:

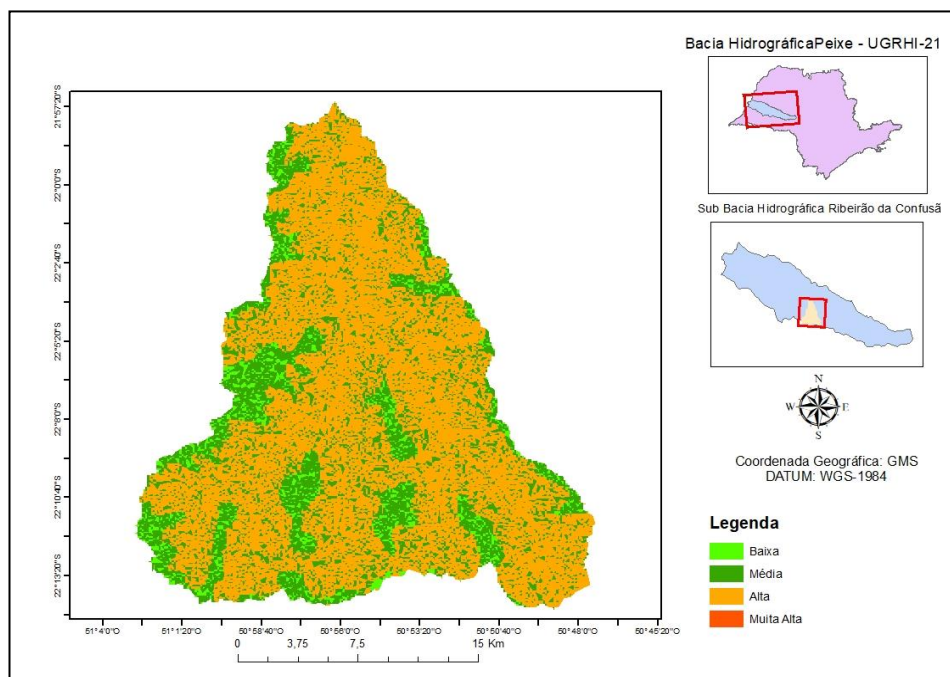
“[...] predominam interflúvios com área superior a 4 km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos e convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdentritico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes” (IPT, 1981).

Tais características do relevo evidenciam um potencial erosivo de caráter médio, tendo em vista que em locais de colinas planas se destacam a vertentes retilínea e convexas com declividade inferior a 15% e amplitudes locais inferiores a 100 metros, além de rampas médias e densidade de drenagem baixa (IPT, 2017).

2.2 Fragilidade Potencial

A junção entre a Fragilidade do Relevo com a características pedológicas do local, gera o mapa de Fragilidade Potencial, conforme figura 13. Principalmente quando levado em conta os processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) as propriedades químicas e físicas do solo podem condicionar as condições naturais de suscetibilidade a esses processos.

Figura 13. Fragilidade Potencial Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: Próprio Autor, 2022

Conforme dito anteriormente duas associações pedológicas foram encontradas na área de estudo, os argissolos e os latossolos. Em virtude da presença maior dos argissolos houve predominância da Sub-Bacia da Fragilidade Alta (Tabela 2), mesmo com as colinas amplas sendo um fator relevante quando considerado as formas das vertentes.

Tabela 2. Fragilidade Potencial x Solo

Fragilidade	Área (ha.)	Argissolos	Latossolos
Baixa	6.550	3,42%	96,58%
Média	11.962	64,32%	35,68%
Alta	27.863	99,48%	0,52%

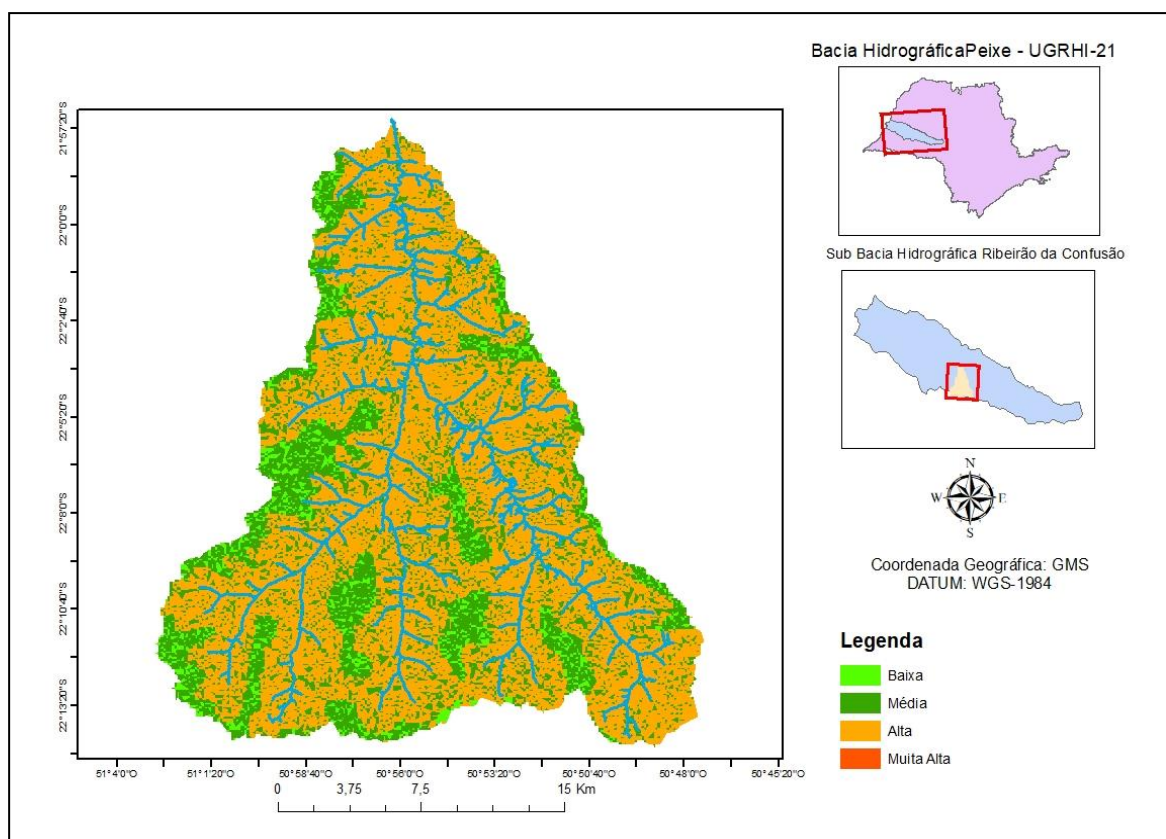
Fonte: Próprio Autor, 2022

A tabela 2 demonstra a equivalência entre as ocorrências de Fragilidade Alta e os solos associados aos argissolos, tendo em vista que mais de 99% das áreas tidas como de Fragilidade Potencial Alta se encontram em locais onde os Argissolos são encontrados.

Destaca-se que na área não foi verificado uma grande variedade de solos, constatou-se um evento frequente de presença das classes PVA1 e PVA4, sendo Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos e Eutróficos abrupáticos ou não. De acordo com o IPT (2017) esses solos ocupam cerca de 76% da Bacia do Rio do Peixe e apresentam um grau textural entre horizontes A e B que os deixam potencialmente suscetíveis a processos erosivos.

Outro determinante importante no resultado da Fragilidade Potencial é a presença dos principais rios dentro da área de Fragilidade Alta, conforme demonstrado na figura 14, tal verificação pode ser determinante na composição da leitura da Fragilidade das Áreas de Preservação Permanente, ainda ressaltando que o resultado não poderia ser diferente devido à presença contínua de argissolos ao longo dos rios da Bacia.

Figura 14. Fragilidade Potencial x Rio



Fonte: próprio autor, 2022.

2.3 Uso e cobertura da terra

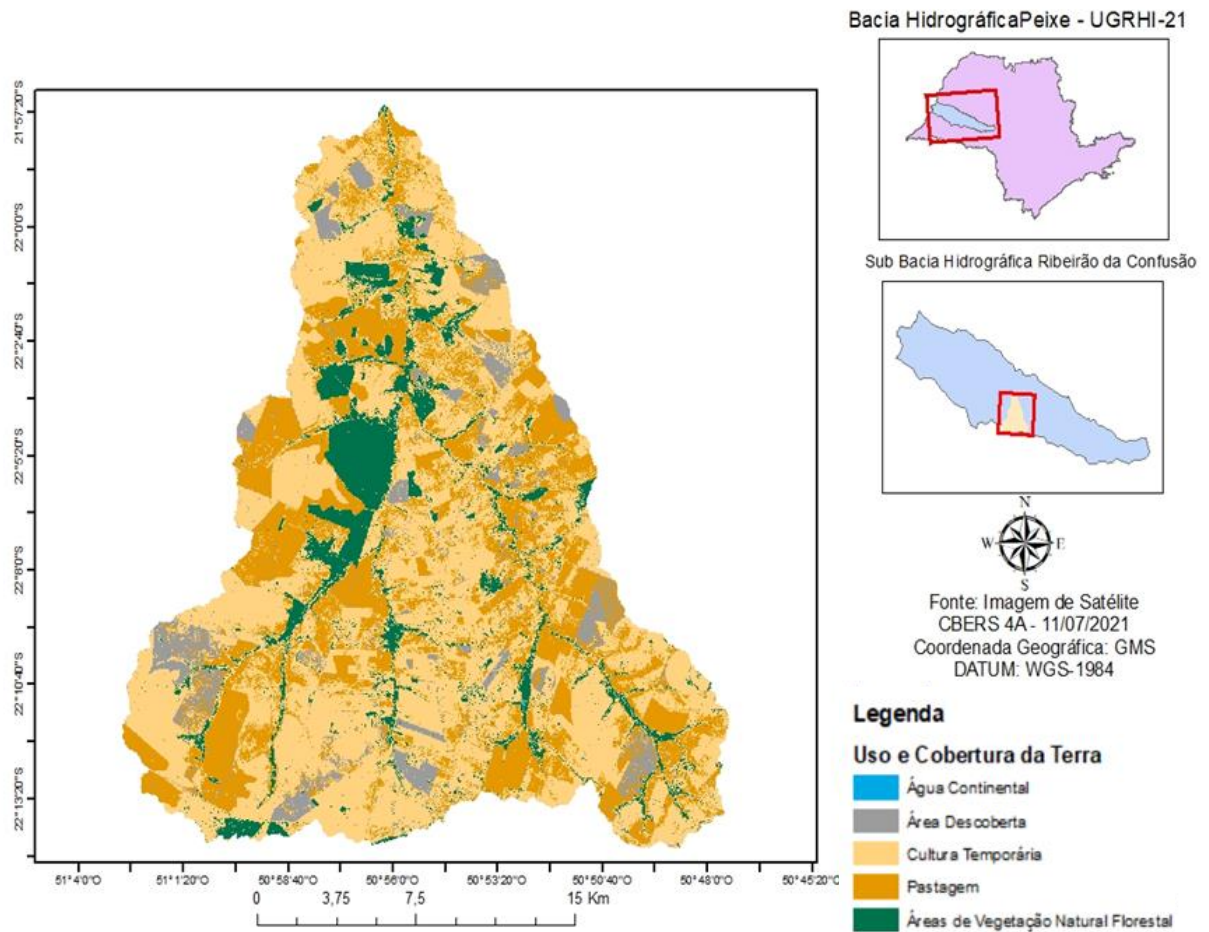
Para averiguação da acurácia utilizada na metodologia de classificação supervisionada, foi confeccionado a Matriz de Confusão e o Índice Kappa através da criação de 100 pontos aleatórios, para verificar níveis de precisão, utilizando uma imagem de elevada resolução espacial, no caso a WorldView-2 de 19/05/2021, foi encontrado um índice de Relevância Kappa de 0.87, o que pode ser classificado como “Quase Perfeito” (LANDIS; KOCK; 1977, apud SOLARI; 2017, pág. 83).

Tabela 3. Diagnóstico do Uso e Cobertura da Terra

Cobertura	Área (%)	Fragilidade Ambiental
Água Continental	0,040	---
Área Descoberta	7,18	Muita Alta
Cultura Temporária	53,51	Alta
Pastagem	28,97	Média
Áreas de Vegetação Natural Floresta	10,30	Baixa

Fonte: Próprio Autor, 2022

Figura 15. Uso e Cobertura da Terra da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



Fonte: Próprio Autor, 2022

O Plano de Bacia Hidrográfica do Aguapeí-Peixe 2016-2027 (2015), quando da abordagem sobre o uso da terra da UGRHI 21 já apontava para tendência de ocupação da terra da área. Este documento se baseava no “Mapa de Cobertura da Terra do Estado de São Paulo” (SMA) que utilizou Imagens Landsat TM 5 do ano de 2010 na escala 1:100.000 (PBH-AP 2016-2027), metodologia de análise de precisão inferior a utilizada neste trabalho, identificava que 76,42% da área tinha cobertura como Herbácea-Arbustiva, tabela 4, que seria constituído principalmente de solo com cobertura de gramíneas ou leguminosas, além de pastagem e de culturas temporárias.

Tabela 4. Uso e ocupação do solo na UGRHI 21.

Classe de uso do solo – na UGRHI 21	Área (%)
Área construída	1,26
Área Úmida	0,28
Cobertura Arbórea	13,30
Cobertura Herbácea Arbustiva	76,42
Corpo d'água	1,50
Solo exposto	7,24

Fonte: adaptado de PBH-AP 2016-2027 (2015, pág. 241).

Entre as duas análises existem outras similaridades, destaca-se que no PBH/AP 2016-2027 é registrado 7,24% de solo exposto enquanto neste trabalho foi identificado 7,18%. Ressalta-se que as culturas temporárias têm como hábito, durante os períodos de entressafra, deixar trechos maiores de solo exposto, devido o pós colheita, não foram encontradas referências das datas utilizadas para análise da cobertura das fontes realizadas no Plano de Bacias da UGRHI 21. Outro dado importante é da cobertura arbórea, que coincide com o dado das Áreas de Vegetação Natural Floresta, sendo respectivamente 13,30 e 10,30%, mostrando a pobreza da cobertura vegetal presente no local o que influencia diretamente nos índices de Fragilidade Ambiental, sobretudo nas APPs.

Sobre a predominância da cultura temporária (53,51%) da área, destaca-se que o Plano mais atualizado da Bacia Hidrográfica concorda com o apontado no trabalho de Francisco (2019), no que diz respeito a análise da evolução da plantação de cana-de-açúcar sobre as pastagens, tendo em vista que de 2003 a 2013, houve um crescimento de 277% da área plantada de cana (PBH-AP 2016-2027, 2015), conforme a tabela 5.

Tabela 5. Evolução da área de cana UGRHI-21

Ano	Área de cana (km²)
2003	527,75
2006	877,76
2009	1.628,00
2013	1.993,84

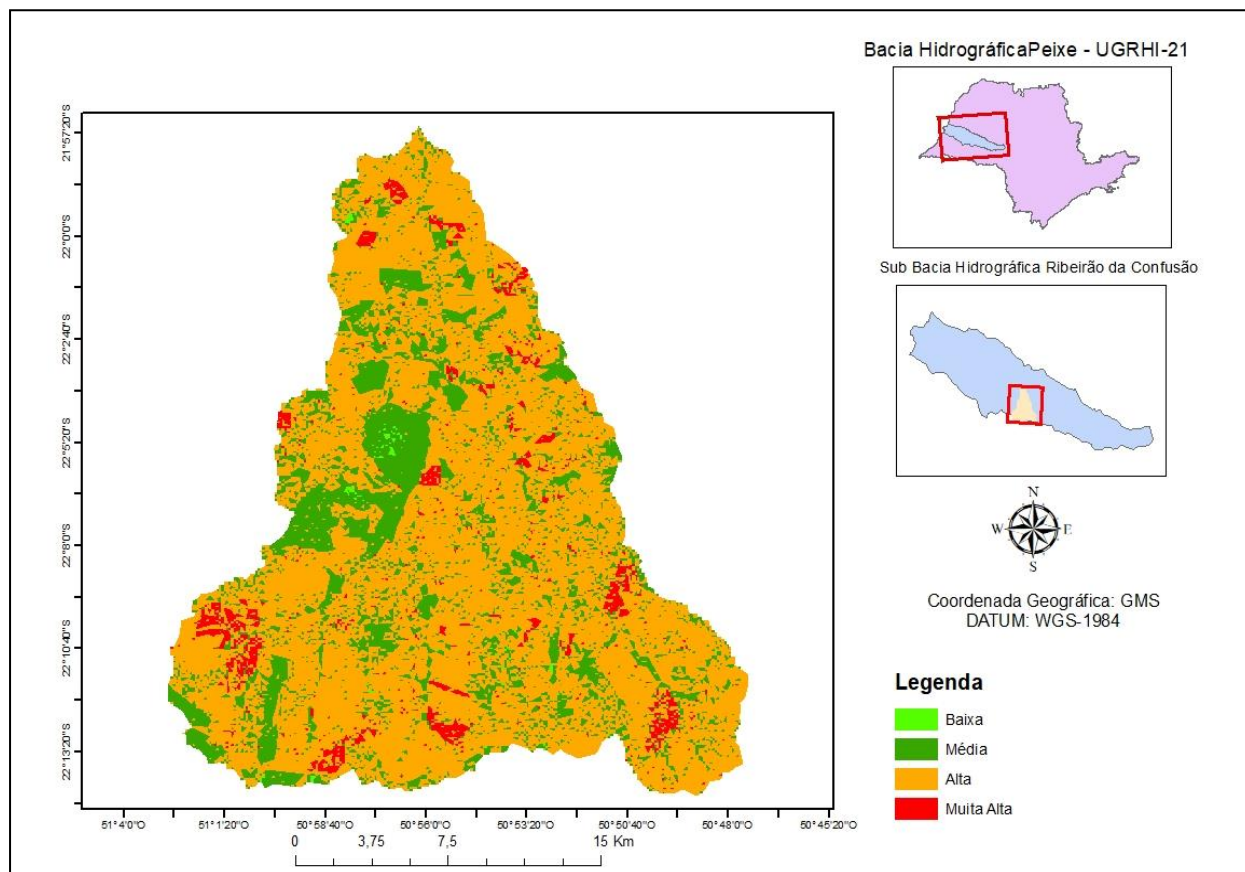
Fonte: adaptado de PBH-AP 2016-2027, 2015, pág. 245

Sobre a evolução da área de cana-de-açúcar sobre as pastagens que provocou uma mudança na cobertura do solo e a Fragilidade Ambiental, o trabalho de Corrêa et al. (2021), aborda a questão da diferença entre material transportado por erosão hídrica nos cultivos de cana-de-açúcar e pastagem. Tal trabalho conclui que essa mudança resultou em perda de solos superiores as toleráveis, ressaltando que nesta modificação o processo de degradação é eminente. “[...] maior atenção deve ser dada quanto às mudanças no uso da terra e na expansão de culturas temporárias em áreas antes ocupadas por cobertura permanente e de maior proteção”.

2.4 Fragilidade Emergente

Utilizando a ferramenta Sobreposição Ponderada, presente no “*Spatial Analyst Tools*” do *software ArcGis 10.8*, foi possível combinar os dados da Fragilidade Potencial com as informações de uso e cobertura da terra e construir o mapa de Fragilidade Emergente. Houve predomínio na área da Fragilidade Ambiental Alta, conforme aponta a Figura 16 e a Tabela 6, tal fato se deve principalmente as características de ocupação da Sub-Bacia Hidrográfica.

Figura 16. Fragilidade Emergente Sub-Bacia Ribeirão da Confusão



Fonte: Próprio Autor, 2022

Tabela 6. Fragilidade Ambiental Sub-Bacia Ribeirão da Confusão

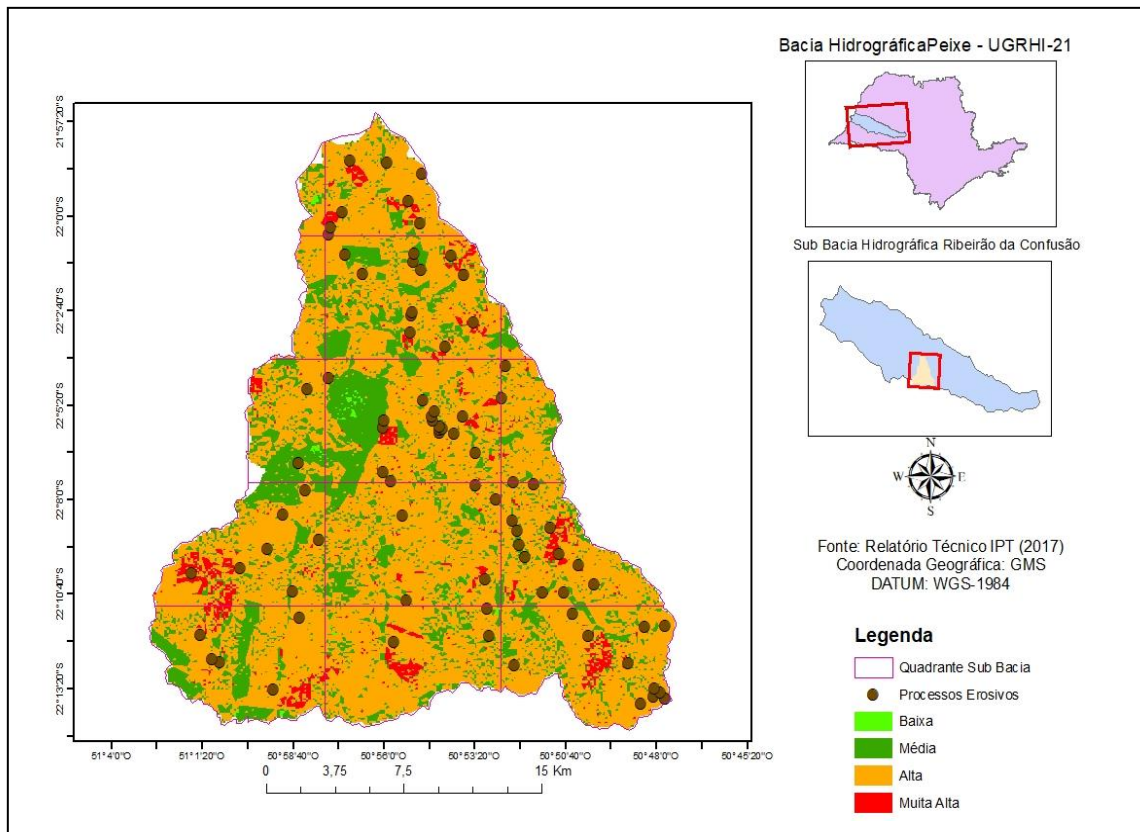
Fragilidade Ambiental	Área (%)
Baixa	0,29
Média	24,41
Alta	70,85
Muito Alta	4,45

Fonte: Próprio Autor, 2022

De fato, analisando os dados postos, existe uma pertinente relação entre as características do uso e cobertura da terra com a Fragilidade Ambiental registrada na Sub-Bacia. Verificou-se que mais de 70% do local encontra-se em área de Fragilidade Ambiental Alta, em virtude principalmente da presença de 53,51% de ocupação ser correspondente a Cultura Temporária, de Fragilidade Alta e 28,91% ser de Pastagem, que apesar de notada como de Fragilidade Média, pode ter seu grau de Fragilidade aumentado devido à presença de argissolos, o que indica influência da Fragilidade Potencial na execução final dos dados.

Devido a este quesito é pertinente analisar os dados do resultado da Fragilidade Ambiental Emergente e os processos erosivos registrados na Sub-Bacia. O IPT divulgou em 2017 um relatório técnico sobre erosão, assoreamento e suscetibilidade a erosão, que resultou em mapas dos locais de ocorrência de processos erosivos e um inventário de feições erosivas lineares da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, no caso desta pesquisa foi feito um recorte para a Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Confusão, conforme Figura 17.

Figura 17. Erosão x Fragilidade Ambiental Emergente



Fonte: IPT (2017)

Foram encontrados na Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, 84 pontos identificados como de ocorrência de processos erosivos. Estando 14 pontos registrados em Fragilidade Ambiental Emergente Média, 67 em Fragilidade Alta e 03 em Fragilidade Ambiental Muito Alta. Sendo destes 11 processos de ravinamento e 73 de boçorocamento. Todos considerados pelo IPT (2017) como processos erosivos de classe de criticidade II (Alta), conforme Anexo A.

Dada as características dos resultados apresentados e das especificidades da Sub-Bacia em estudo, promoveu-se análise dos quadrantes afim de possibilitar um melhor diagnóstico da Fragilidade Ambiental das APPs e oferecer um produto com maior acurácia para possíveis intervenções e zoneamentos.

2.5 Quadrante A

O Quadrante A tem aproximadamente 484 hectares e está próximo a jusante do Ribeirão da Confusão e tem como coordenada geográfica de ponto central: latitude

-21,9900083 e longitude -50,967914. A Fragilidade Ambiental Alta é predominante (Tabela 7).

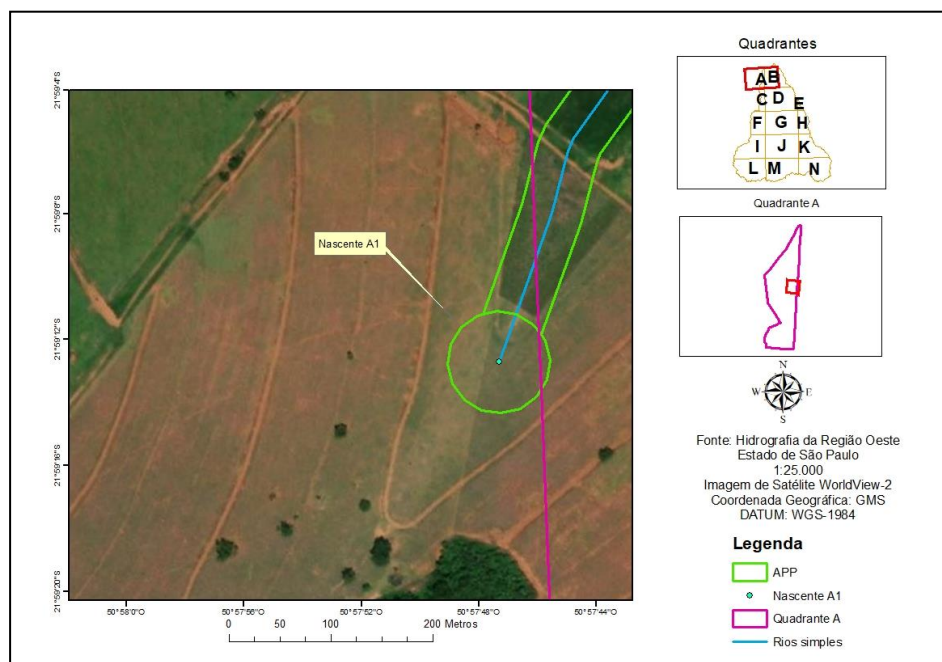
Tabela 7. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante A

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
02	04	6,91	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	4,41	95,59	0

Fonte: Próprio Autor, 2022

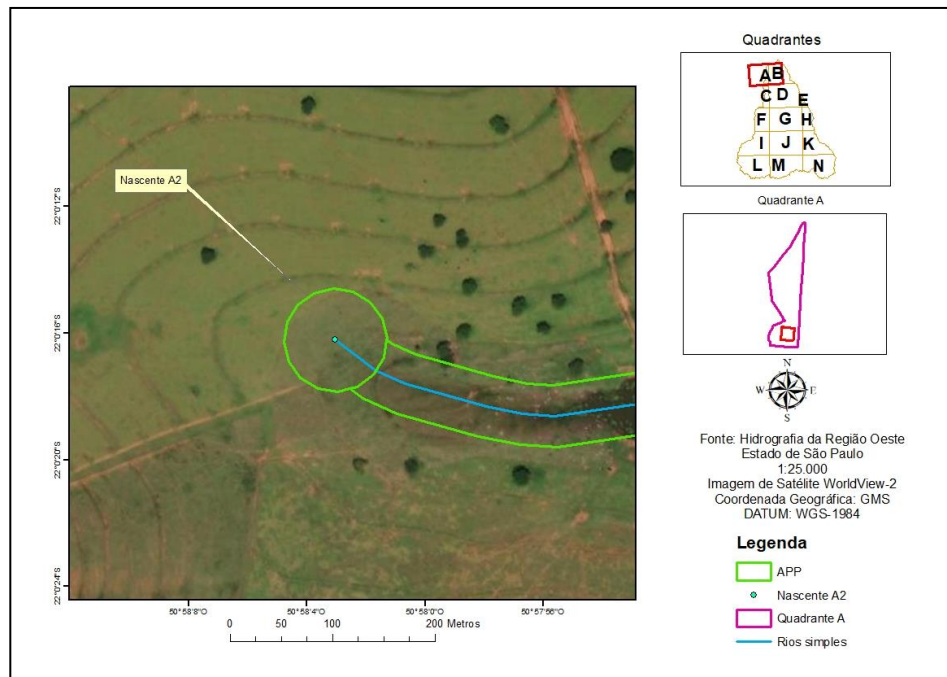
Destaca-se neste Quadrante a Alta Fragilidade Ambiental nas áreas de APP, mais de 95% dessas áreas estão desprovidas de mata ciliar correspondente ao exigido em legislação. Como exemplo foi identificada as duas nascentes presentes no Quadrante e nomeadas como A1 e A2, para efeitos de análise de resultados foram utilizadas imagens do satélite WorldView-2 de 19/05/2021 com resolução de imagens submétricas para verificar a existência de vegetação em área de APP das nascentes, conforme figuras 18 e 19.

Figura 18. Nascente A1



Fonte: Próprio Autor, 2022

Figura 19. Nascente A2



Fonte: Próprio Autor, 2022

A nascente A1 está na coordenada geográfica -21,004596 e -50,962846 e a nascente A2 está na coordenada geográfica -22,044596 e -50,967205. Como observado nas figuras as áreas de 50 metros de raio próximas as nascentes que deveriam ser de APP estão sem a proteção de mata, o que reafirma a necessidade de readequação da área tendo em vista a Fragilidade Ambiental ser Alta.

Neste Quadrante o IPT (2017) não encontrou nenhum ponto de processo erosivo. Uma importante característica da área é que pelos dados do Cadastro Ambiental Rural (2019) toda ela é abrangida por uma única propriedade rural, intitulada “Fazenda Turmalina”, com cerca de 5.765 hectares e sede no município de Martinópolis, pelo registro a principal atividade seria “criação de rebanho”. Cabe apontar ainda que propriedade tem homologada uma área de reserva legal, com 23,27 hectares, único local do Quadrante que tem uma razoável mata nativa e circunstancialmente tem área classificada como de Fragilidade Ambiental Baixa. O Inventário Florestal (2020) escreve como Floresta Estacional Semidecídua em estágio Médio.

2.6 Quadrante B

Este Quadrante tem cerca de 2.925 hectares e coordenada geográfica de ponto central, latitude -21,986465 e longitude -50,935878. É o Quadrante que tem a confluência entre o Ribeirão da Confusão e o rio do Peixe, estando no extremo jusante da Sub-Bacia. A Fragilidade Ambiental nas APPs se comportou como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante B

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
24	25	230,28	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0,21	23,00	75,00	1,79

Fonte: Próprio Autor, 2022

Neste Quadrante 75% das APPs estão classificadas como de Fragilidade Ambiental Alta, o total de 23% de APP dentro da Fragilidade Ambiental Média explica-se pela presença de áreas de Vegetação Natural Floresta, especialmente as margens do Ribeirão da Confusão, segundo análise da Carta de Uso e cobertura da terra. O que demonstra uma mata ciliar razoavelmente boa neste Quadrante, sobretudo no rio principal, o que não ocorre nos demais afluentes desse curso d'água, por isso a predominância da Fragilidade Ambiental Alta.

Fato muito relevante neste Quadrante é a presença de 08 pontos de processos erosivos, todos voçorocas, registrados pelo IPT (2017), localizados em Fragilidade Ambiental Alta e em locais de APP (Quadro 4).

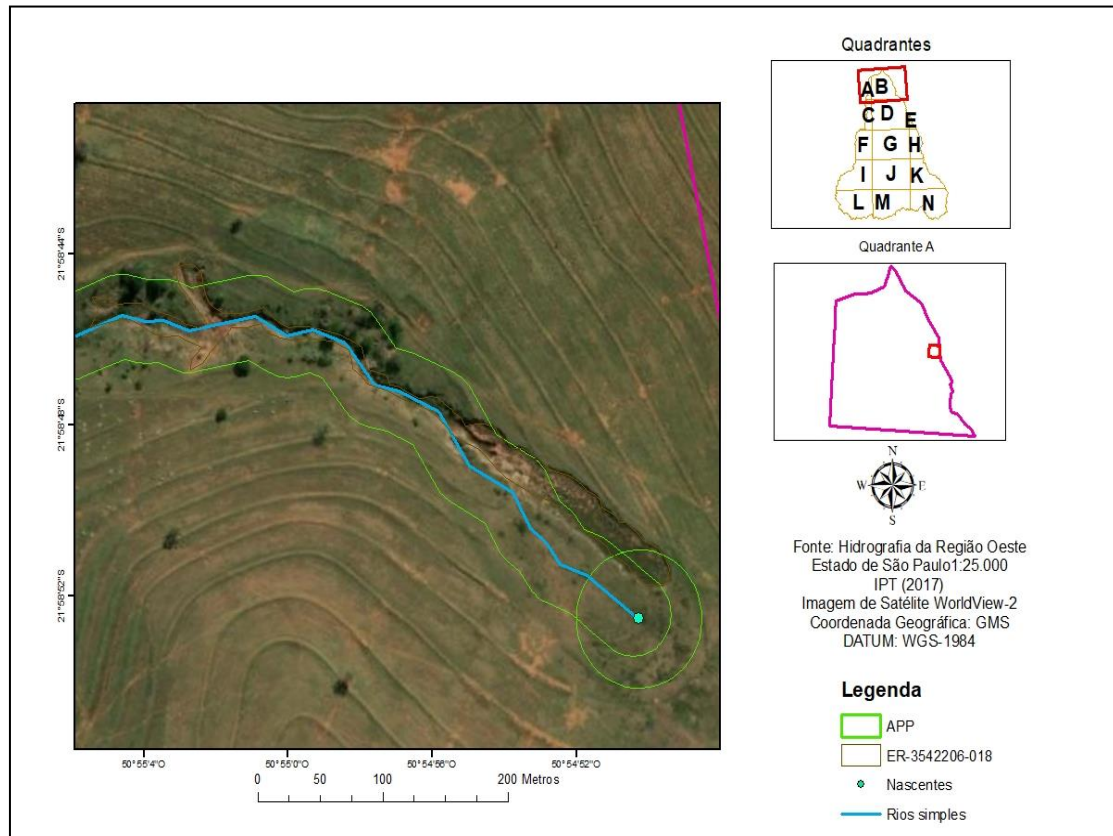
Quadro 4. Processos Erosivos Quadrante B

Fragilidade Ambiental	Sigla	Latitude	Longitude	Processo Erosivo	APP
Alta	ER-3542206-035	-22,008565	-50,960304	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-034	-22,005005	-50,959466	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-036	-22,003273	-50,91597	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-033	-21,998266	-50,953965	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-032	-21,992898	-50,921528	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-018	-21,979859	-50,914999	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-016	-21,9747	-50,931998	BOÇOROCA	Sim
Alta	ER-3542206-017	-21,973844	-50,950025	BOÇOROCA	Sim

Fonte: Próprio Autor

Como modelo de análise foi utilizado uma imagem de satélite submétrica (WorldView-2, de 19/05/2021), sobre o processo erosivo de sigla ER-3442206-18 (IPT, 2017), uma boçoroca de aproximadamente 0,88 hectares e que tem em sua extensão cerca de 0,80 hectares dentro da APP de um rio e uma nascente. Ainda pode-se verificar, na figura 20 que as APPs não têm mata ciliar regularmente constituída.

Figura 20. Processo Erosivo ER-3542206-018



Fonte: Próprio Autor, 2022

Destaca-se que no Quadrante B, só tem registrado quatro propriedades (CAR, 2019), a “Fazenda Turmalina”, com 87% de toda a área do Quadrante, seguido pelas propriedades “Fazenda Jardim IV”, “Fazenda Água do Jaó” e “Fazenda Montalvão”. Destas somente a “Fazenda Turmalina” declarou Reserva Legal, cerca de 38,86 hectares (CAR, 2019).

2.7 Quadrante C

Este Quadrante fica a sudoeste a jusante do Ribeirão da Confusão, tem área de aproximadamente 885 hectares e coordenada geográfica de ponto central: latitude

-22,040153 e longitude -50,969427. A Fragilidade Ambiental Alta foi a tendência da localidade (Tabela 9).

Tabela 9. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante C

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
06	06	28,14	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	5,30	94,70	0

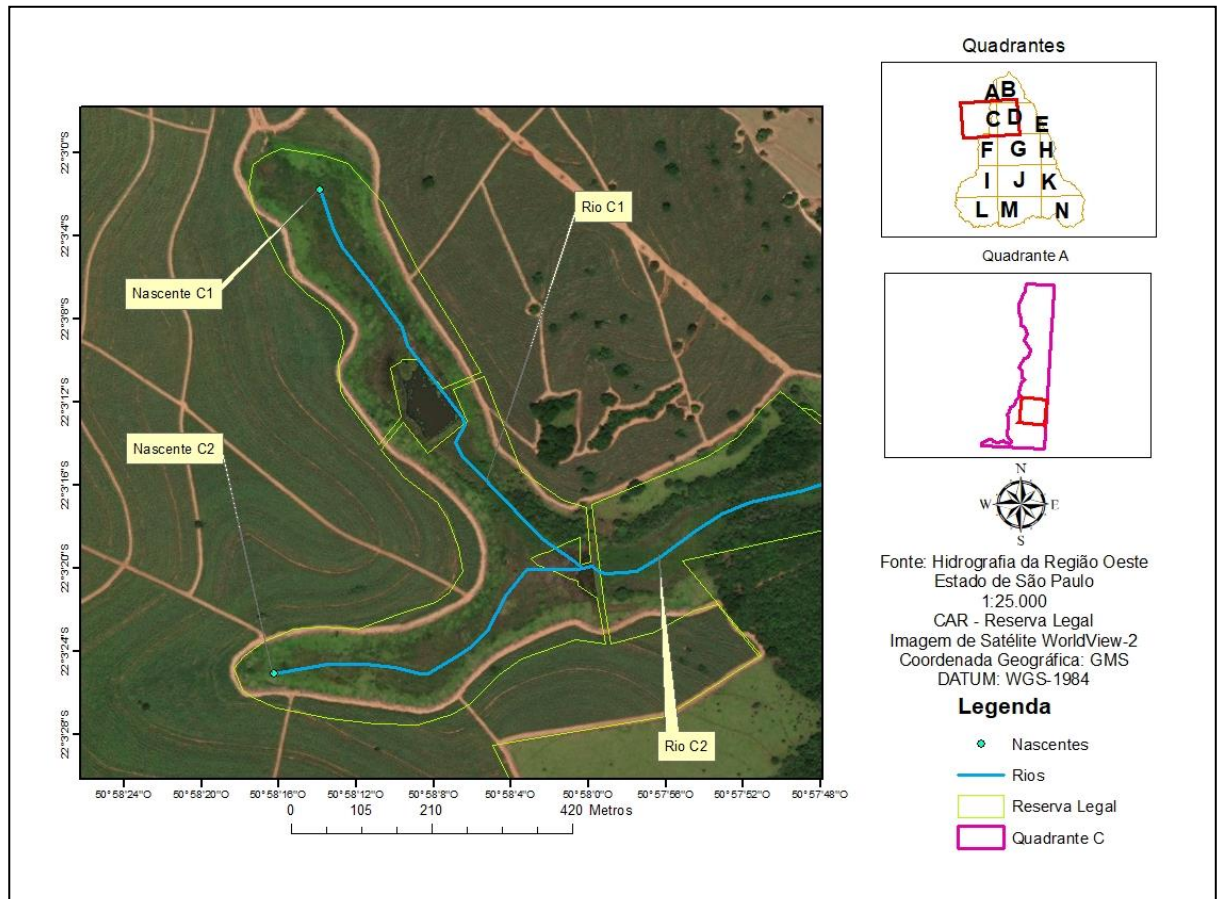
Fonte: Próprio Autor, 2022

A maior presença de APP está em áreas de Fragilidade Ambiental Alta, 94,70%. Destaca-se nesse Quadrante algo similar ao registrado no Quadrante A, a ocorrência de todas as nascentes em área de Fragilidade Alta em virtude principalmente da ausência de vegetação nativa no raio de 50 metros reservada as APPs desses locais.

Neste Quadrante não foram identificados processos erosivos pelo IPT (2017). Contudo destaca-se o perfil de imóvel rural presente no Quadrante, como se repetiu nos Quadrantes anteriores, este tem a presença majoritária de uma propriedade. Cerca de 86,5% do Quadrante é ocupado pela “Fazenda Brasilândia de Tatu”, conhecida popularmente por “Fazenda Yabuta”, as demais propriedades são “Fazenda Turmalina”, com 9,40% e “Fazenda Brasilândia de Matão” com 4,10%.

A “Fazenda Brasilândia de Tatu” tem Reserva Legal homologada em sua área, do total de 209 hectares declarados pelo proprietário deste imóvel, 78,73 hectares pertencem ao Quadrante C (CAR, 2019). Relevante citar que foi declarado Área de Preservação Permanente como Reserva Legal, artífice permitido pela Lei de Proteção à Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), em seu artigo 15º. De acordo com esta Lei esse dispositivo é permitido, desde que “[...]a área a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação[...]” (Inciso II, do Artigo 15º, da Lei 12.651/2012). Caso específico do exemplo representado na figura 21.

Figura 21. Reserva Legal Quadrante C (Nascente C1 e C2; Rio C1 e C2)



Fonte: Próprio Autor, 2022

Como demonstrado na figura 18, apesar de haver uma delimitação assertiva da Reserva Legal e a paisagem demonstrar sinais de que não existe uso na área de APP, a imagem de satélite, de alta resolução espacial, evidencia que a vegetação ainda se encontra em estágio inicial de regeneração no local de APP das Nascentes “C1” e “C2” e dos Rios “C1” e C2”. O que contribui para o diagnóstico ser de Fragilidade Ambiental Alta nesta área de intersecção entre a Reserva Legal e a Área de Preservação Permanente.

2.8 Quadrante D

Este Quadrante está na coordenada geográfica de ponto central: -22,039158 e -50,9216. Com área de aproximadamente 5.452 hectares, posicionada ao sul da

jusante do Ribeirão da Confusão. A Fragilidade Ambiental é apresentada na Tabela 10.

Tabela 10. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante D

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
33	35	789,15	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	45,00	54,40	0,60

Fonte: Próprio Autor, 2022

Houve um maior equilíbrio entre a Fragilidade Ambiental Média, com 45% e a Alta, com 54,40%, como na Tabela 10, isso se deve a uma característica desse Quadrante que é a presença de muitas áreas de Reserva Legal. Segundo os registros auto declaratórios presentes nos dados do CAR de 2019, cerca de 3.935 hectares são de Reserva Legal, ou seja aproximadamente 72% do Quadrante é assim ocupado.

Observa-se que boa parte desta área destinada a Reserva Legal, já são áreas de APP, sendo que 20,05% dessas reservas são APP, e como já abordado a Lei de Proteção à Vegetação Nativa, de 2012, permite esse mecanismo. Porém é prudente fazer uma análise mais criteriosa dessas áreas homologadas, por isso é saliente cruzar os dados de Fragilidade Ambiental e processos erosivos recorrentes nessas Reservas Legais. Com relação a Fragilidade Ambiental foi elaborada a Tabela 11.

Tabela 11. Fragilidade Ambiental em Reserva Legal no Quadrante D

Fragilidade Ambiental	Área das Reservas Legais (%)
Baixa	0,18
Média	67,41
Alta	26,91
Muito Alta	5,50

Fonte: Próprio Autor, 2022

Interessante a compreensão de que a existência das Reservas Legais praticamente inverteu a relação entre a forma de ocupar a terra e a Fragilidade Ambiental, comparando os dados gerais da Sub-Bacia e os dados do Quadrante D. Enquanto a média da Sub-Bacia fica com 70,85% de Alta e 24,41% de Média, nas áreas de Reserva Legal do Quadrante D, as porcentagens fica entre 26,91 Alta e 67,41

Média. Significa que as Reservas Legais amenizam os efeitos da ocupação humana, como previsto.

Contudo para uma abrangência melhor da relação Fragilidade Ambiental e Reservas Legais foi notado a ocorrência de processos erosivos nas áreas. De acordo com o IPT (2017), existem nesse Quadrante 12 desses processos, todas em área de APP (Quadro 5).

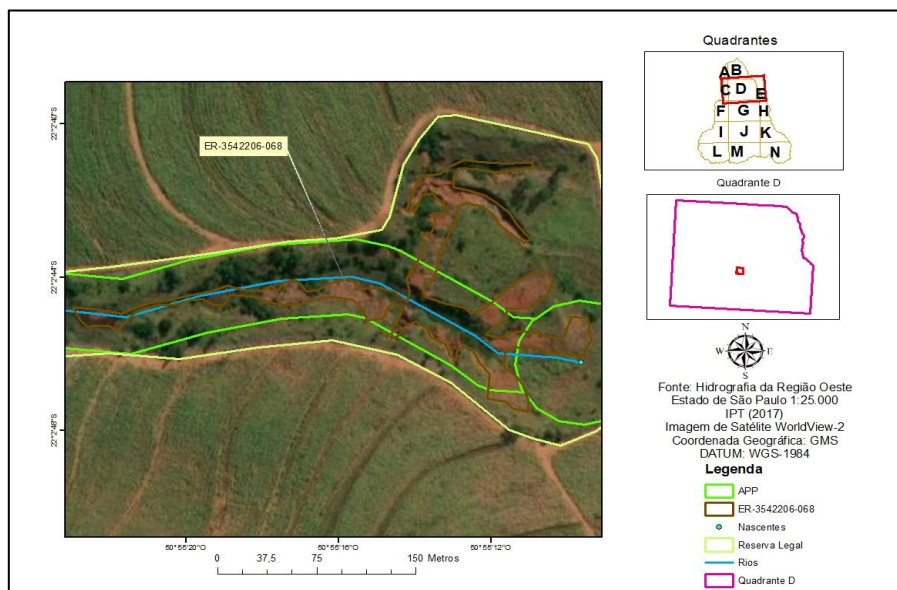
Quadro 5. Processos Erosivos Quadrante D

Fragilidade Ambiental	SIGLA	Propriedade	APP	Reserva Legal
Alta	ER-3542206-123	Área sem CAR	Sim	Não
Alta	ER-3542206-067	Área sem CAR	Sim	Não
Alta	ER-3542206-066	Fazenda das Palmeiras	Sim	Sim
Muito Alta	ER-3542206-068	Fazenda Três Irmãos	Sim	Sim
Alta	ER-3542206-069	Fazenda Três Irmãos	Sim	Sim
Alta	ER-3542206-055	Fazenda das Palmeiras	Sim	Sim
Alta	ER-3542206-053	Fazenda Brasilândia de Tatu (Yabuta)	Sim	Sim
Média	ER-3542206-054	Fazenda Turmalina	Sim	Sim
Alta	ER-3542206-051	Fazenda Turmalina	Sim	Sim
Alta	ER-3542206-049	Fazenda das Palmeiras	Sim	Sim
Média	ER-3542206-052	Fazenda Turmalina	Sim	Sim
Muito Alta	ER-3542206-050	Fazenda Turmalina	Sim	Sim

Fonte: Próprio Autor, 2022

Além de todas as áreas estarem em APP, dos 12 processos erosivos 10 encontram-se em área de Reserva Legal. Importante notar que as 2 áreas que estão fora de Reserva Legal é porque os locais não têm CAR registrado e logo não há Reserva Legal homologada.

Figura 22. Processo Erosivo ER-3542206-068



Fonte: próprio autor, 2022

Como exemplo a figura 22 reforça o analisado sobre os processos erosivos e as relações com APP e Reserva Legal, a boçoroca ER-3542206-068 (IPT, 2017), tem cerca de 1,07 hectares, estando totalmente dentro da Reserva Legal homologada pela Fazenda Três Irmãos e 0,70 hectares dentro de APP, o local foi identificado como de Fragilidade Ambiental Muito Alta, segundo visualizado no Quadro 15.

A existência de processos erosivos em APP e consequentemente em Reserva Legal indica que a vegetação nessas áreas pode estar em estágio de regeneração ou recomposição vegetal. Para essa conclusão cabe uma apreciação do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020), tendo em vista que este material se refere ao levantamento mais recente dos remanescentes de vegetação nativa do Estado.

De acordo com o Inventário Florestal (IPA, 2020), o Quadrante D consta com 1.014 ha., 47 hectares de mata nativa remanescente, sendo 827,17 hectares de “Floresta Estacional Semidecídua estágio médio”, 88,27 hectares de “Formação Pioneira com Influência Fluvial” e 99,03 hectares de “Savana Florestada”. O resultado difere do avaliado como Reserva Legal, enquanto este Quadrante apresenta 72% do total como Reserva Legal, a área tida como de vegetação nativa é 18% da área total do Quadrante D.

Tal diagnóstico pode suscitar duas hipóteses, ou as áreas de Reserva Legal estão em processo de regeneração e não foram identificadas, tendo em vista que o Inventário Florestal produzido pelo IPA (2020) não tem ocorrência de Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial ou as Reservas Legais estão com vegetação exótica, algo que é permitido pelos artigos 22 e 66 da Lei de Proteção à Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), porém com alguns requisitos legais a serem seguidos com autorização do Órgão Estadual competente, fato que ainda não ocorre no Estado de São Paulo.

2.9 Quadrante E

Este Quadrante tem aproximadamente 214,06 hectares de área e está sobre a coordenada geográfica de ponto central: -22,057806 e -50,871994; está localizado a sudeste da jusante do Ribeirão da Confusão (Tabela 12).

Tabela 12. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante E

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
0	0	0,025	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	0	100	0

Fonte: Próprio Autor, 2022

Como visualizado na Tabela 16, este Quadrante não contém rios ou nascentes, somente 0,025 hectares de APP referente a uma nascente que está localizada no Quadrante D, que tem toda a área em meio a Fragilidade Ambiental Alta. Não foram localizadas na área processos erosivos (IPT, 2017) ou Reserva Legais. Dentro do Quadrante E foi identificado 06 propriedades rurais: “Fazenda Filadelfia I”, “Fazenda São Pedro do Oriente”, “Fazenda Oliveira”, “Sítio Confusão”, “Fazenda Pantanal” e “Fazenda Santo Angelo”.

2.10 Quadrante F

Este Quadrante fica a sudoeste da jusante do Ribeirão da Confusão, o rio principal da Sub-Bacia não passa por este Quadrante. O quadrante tem cerca de 2.464,96 hectares de área e coordenada geográfica de ponto central: -22,096875 e -50,98093. Com relação a Fragilidade Ambiental em APP, o resumo encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante F

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
4	4	38,36	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	28,86	71,10	0,04

Fonte: Próprio Autor, 2022

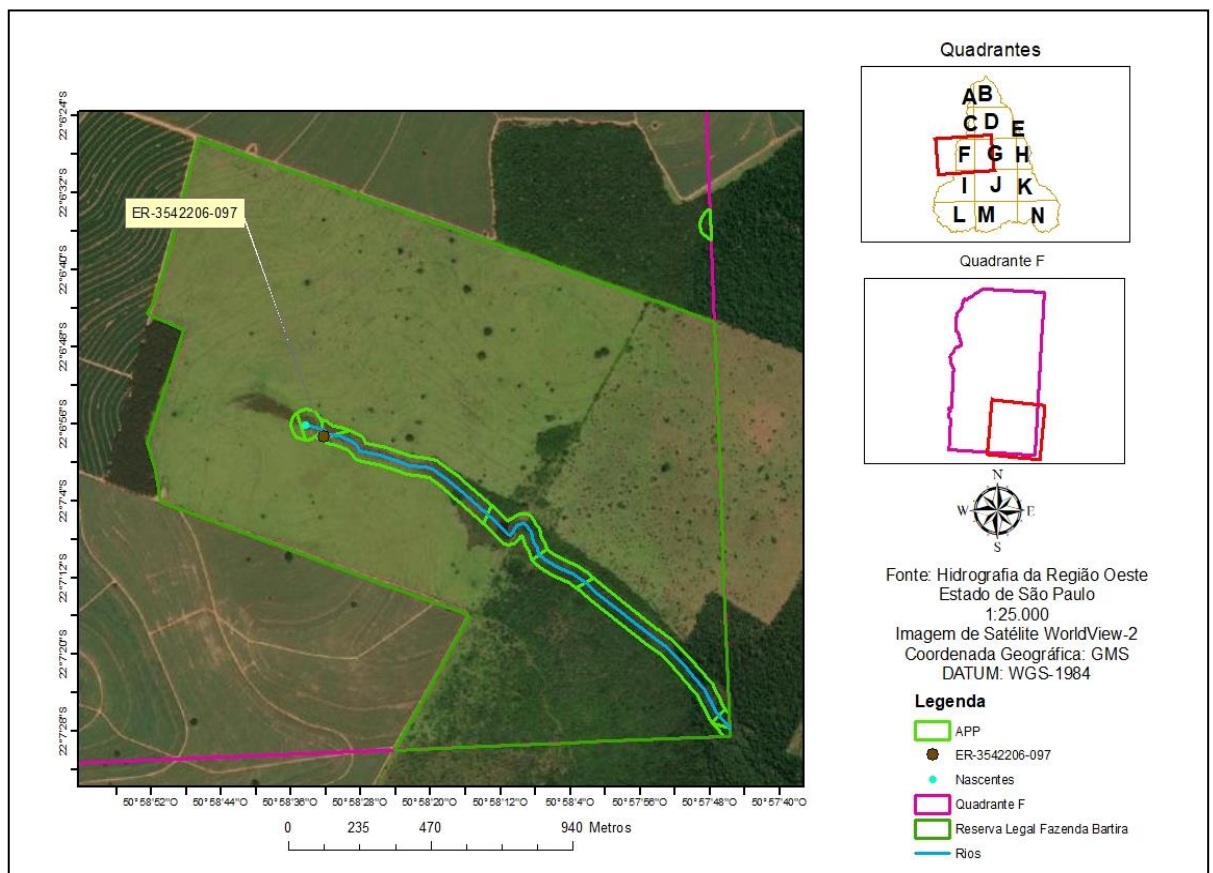
O Quadrante F teve números próximo a média registrada pela Sub-Bacia, com mais de 70% de Fragilidade Ambiental Alta. Destaca-se que neste Quadrante foram verificados 02 processos erosivos (IPT, 2017), respectivamente as de sigla ER-

3542206-080 e ER-3542206-097, ambas boçorocas em Áreas de Preservação Permanente.

Com relação ao Cadastro Ambiental Rural, foram identificadas somente 03 propriedades, “Fazenda Brasilândia de Matão”, que não declarou Reserva Legal e tem uma nascente pertencente ao Quadrante; a “Fazenda Brasilândia de Tatu” que declarou somente as APPs como Reserva Legal e tem duas nascentes pertencentes ao Quadrante e a “Fazenda Bartira”, que tem uma nascente e declarou Reserva Legal dentro do Quadrante de F.

Nota-se que a Reserva Legal presente nesta última propriedade, abrange além da APP de uma nascente, está no extremo sudoeste do Quadrante e tem área de aproximadamente 249,92 hectares com coordenada geográfica de ponto central: - 22,096875 e -50,98093. Pela análise da verdade terrestre através da imagem de satélite WorldView-2 de 19/05/2021 é possível diagnosticar a realidade dessa Reserva Legal, Figura 23.

Figura 23. Reserva Legal “Fazenda Bartira” – Quadrante F



Fonte: Próprio Autor, 2022

Como observado na imagem orbital, este trecho de Reserva Legal carece de vegetação, analisando a Fragilidade Ambiental somente desse polígono é apontado que 0,27% são de Fragilidade Ambiental Baixa, 66% Fragilidade Ambiental Média e 33,73% de Fragilidade Ambiental Alta. Demonstrado também na figura acima, dentro da Reserva Legal encontra-se o processo erosivo ER-3542206-097, que se trata de uma boçoroca desencadeada pelo escoamento superficial, dentro da APP e relativamente próximo a uma nascente (IPT, 2017).

Outro registro importante quanto as características dessa Reserva Legal se fazem quando do exame do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020), observa-se que somente a APP é identificada como de vegetação nativa, mais precisamente “Formação Pioneira com influência Fluvial”, o que demonstra a existência somente de uma vegetação marginal ao curso d’água.

2.11 Quadrante G

Este Quadrante está a sul da jusante do Ribeirão da Confusão e tem incluso boa parte do Ribeirão Bartira, segundo maior curso de água da Sub-Bacia. Tem área de cerca de 5.758,52 hectares e coordenada geográfica de ponto central: -22,096298 e -50,91945. Sobre a Fragilidade Ambiental nas APPs desse Quadrante (Tabela 14).

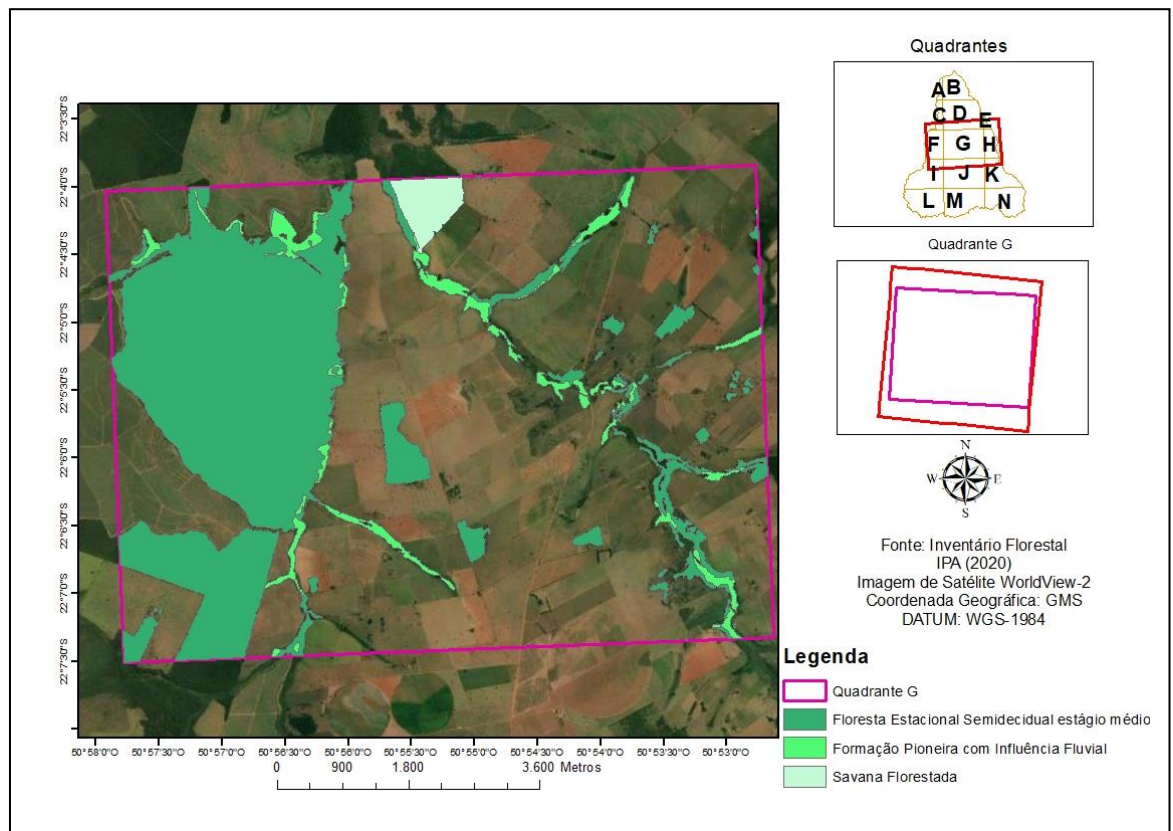
Tabela 14. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante G

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
42	51	38,36	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	36,70	61,82	1,48

Fonte: Próprio Autor, 2022

O Quadrante G apresentou 61,82% de APP em Fragilidade Ambiental Alta, número inferior à média da Sub-Bacia (70,85%). Fato esse que pode ser devido à presença nesse Quadrante de uma grande área de vegetação nativa, localizada a oeste do Quadrante (Figura 21).

Figura 24. Inventário Florestal 2020 - Quadrante G



Fonte: Próprio Autor, 2022

Sobre o Inventário Florestal, IPA (2020), a figura 24 demonstra a existência de 03 fitofisionomias no Quadrante: “Floresta Estacional Semidecídua estágio médio” com 1.407 hectares de área; “Formação Pioneira com Influência Fluvial” com 148,53 hectares; e “Savana Florestada” com 61,12 hectares. Analisando os dados pode-se concluir que o Quadrante G tem 28,08% de vegetação nativa, número muito superior à realidade da Bacia do Rio do Peixe, que de acordo com o PBH-AP (2015), consta com 13,30% de Cobertura Arbórea, o que seria equivalente vegetação nativa levantada pelo IPA (2020).

Mesmo com a média de área verde muito superior à registrada em outros Quadrantes e na Sub-Bacia como um todo, a Fragilidade Ambiental nas APPs não teve resultado muito diferente do encontrado em outros locais estudados, fato esse ocasionado pela localização dessas áreas não estarem juntas as áreas de preservação dos cursos d’água e nascentes, ou seja, apesar da existência de grandes fragmentos florestais no Quadrante, dos 38,36 hectares de APPs, apenas 19,56 hectares estão nesses remanescentes.

Apesar da representatividade das áreas de vegetação nativa, as áreas de Reserva Legal homologadas são menores que as registradas no Inventário Florestal. O Quadrante possui 960,38 hectares de Reserva Legal, cerca de 656 hectares a menos do que o anotado em Inventário. Esse fato se deve principalmente ao caráter fundiário deste Quadrante, enquanto os anteriores tinham poucas propriedades nesse foi encontrado 31 imóveis rurais (CAR, 2019).

Cabe destacar ainda que destes 31 imóveis, 10 tem menos de 04 módulos fiscais, e de acordo com a LPVN (Lei 12.651/2012) no seu artigo 67, nesse tipo de imóvel rural é permitido que propriedades rurais que tenham em 22/07/2008 área de Reserva Legal inferior a obrigada pela legislação podem continuar tendo a mesma quantidade, não sendo necessário a constituição de nova área destinada a Reserva Legal⁷. De acordo com a EMBRAPA (2022), no Município de Rancharia 1 módulo rural equivale a 24 hectares.

No Quadrante ainda existem 16 processos erosivos (IPT, 2017), conforme Quadro 6.

Quadro 6. Processos Erosivos no Quadrante G

Fragilidade Ambiental	Sigla	Tipo de Processo	Reserva Legal	APP
Alta	ER-3542206-108	BOÇOROCA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-109	RAVINA	Não	Sim
Média	ER-3542206-098	BOÇOROCA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-092	BOÇOROCA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-094	RAVINA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-087	BOÇOROCA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-088	BOÇOROCA	Não	Sim
Média	ER-3542206-096	RAVINA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-089	BOÇOROCA	Não	Não
Alta	ER-3542206-090	BOÇOROCA	Não	Não
Alta	ER-3542206-095	RAVINA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-093	BOÇOROCA	Sim	Sim
Alta	ER-3542206-091	BOÇOROCA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-082	RAVINA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-081	RAVINA	Não	Sim
Alta	ER-3542206-079	RAVINA	Não	Não

Fonte: IPT (2017); Próprio Autor, 2022

⁷ Lei de Proteção a Vegetação Nativa – 12.651/2012 - Art. 67. Nos imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até 4 (quatro) módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo. (Vide ADC Nº 42) (Vide ADIN Nº 4.901) (Vide ADIN Nº 4.902).

Relevante considerar que em área de Reserva Legal foi encontrado somente 01 processo erosivo, o de sigla ER-3542206-093, uma boçoroca, em Fragilidade Ambiental Alta no Sítio Confusão. Apenas 03 processos erosivos foram registrados em áreas fora de APP, nomeadamente as boçorocas ER-3542206-089 e ER-3542206-090 e a ravina de sigla ER-3542206-079.

2.12 Quadrante H

O Quadrante H tem aproximadamente 1.733,65 hectares e está a sudeste da jusante do Ribeirão da Confusão, com coordenada geográfica de ponto central: -22,09842 e -50,863173. Observando a Tabela 15 é possível verificar a Fragilidade Ambiental.

Tabela 15. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante H

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
14	16	81,59	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	30,93	68,82	0,25

Fonte: Próprio Autor, 2022

Neste Quadrante houve uma coerência com o registrado em toda a Sub-Bacia, com 68,82% de Fragilidade Ambiental Alta nas APPs. Destaca-se a grande quantidade de nascentes existentes (14), tendo em vista a proporção da área delimitada. Fato esse pode ser devido a localização, esse Quadrante está próximo ao divisor de água da Sub-Bacia do Córrego Água Mansa, curso de água que pertence a Bacia do Alto Peixe.

Convém então destacar a Fragilidade Ambiental predominante nas nascentes, em virtude de serem de rios afluentes diretos do Ribeirão da Confusão, conforme Quadro 6.

Quadro 7. Fragilidade Ambiental das Nascentes do Quadrante H

Nome	Fragilidade Ambiental	Latitude	Longitude
H1	Alta	-22,1233462	-50,874894
H2	Alta	-22,12236513	-50,863962
H3	Alta	-22,1114303	-50,863336
H4	Alta	-22,10504957	-50,868579
H5	Média	-22,10161823	-50,857387
H6	Média	-22,09930048	-50,870737
H7	Alta	-22,09916083	-50,861489
H8	Alta	-22,08679187	-50,854007
H9	Média	-22,08389937	-50,854662
H10	Alta	-22,07677316	-50,861335
H11	Alta	-22,07656462	-50,872065
H12	Alta	-22,07227376	-50,875953
H13	Alta	-22,07193794	-50,870417
H14	Alta	-22,07019857	-50,872956

Fonte: Próprio Autor, 2022

Das 14 nascentes identificadas no Quadrante, levando em consideração a Hidrografia da Região Oeste do Estado de São Paulo, na escala 1:25.000, 11 estão localizadas em área de Fragilidade Ambiental Alta, o que demonstra uma necessidade do monitoramento ambiental.

Com referência a Reserva Legal, foram anotadas no Quadrante 82,69 hectares homologados, importante ressaltar que nenhuma das 14 nascentes encontra-se dentro de Reserva Legal. Apesar de haver nos limites do Quadrante 13 propriedades, somente 02 declararam Reserva Legal, as “Fazenda São Pedro”, que se trata de um Assentamento Rural pertencente ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o “Sítio Água Clara” (CAR, 2019).

Ainda na esteira de áreas de vegetação, o Inventário Florestal (IPA, 2020), encontrou 139,58 hectares de vegetação nativa, sendo 60,78% de “Floresta Estacional Semidecídua estágio médio” e 39,22% de “Formação Pioneira com Influência Fluvial”. Apesar das nascentes não estarem absorvidas dentro das Reservas Legais, 03 estão inseridas em área de remanescentes florestais, as H12, H13 e H14, estão situadas na “Formação Pioneira com Influência Fluvial”.

Quanto aos processos erosivos, o IPT (2017) encontrou 03 boçorocas, siglas ER-3542206-106, ER-3542206-083 e ER-3542206-078, todas elas dentro de Áreas de Preservação Permanente.

2.13 Quadrante I

Este Quadrante encontra-se sobre a coordenada geográfica de ponto central - 22,158801 e -50,996539, está a sudoeste da jusante do Ribeirão da Confusão e consta com 4.247,67 hectares. A Fragilidade Ambiental em APP está organizada conforme a Tabela 16.

Tabela 16. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante I

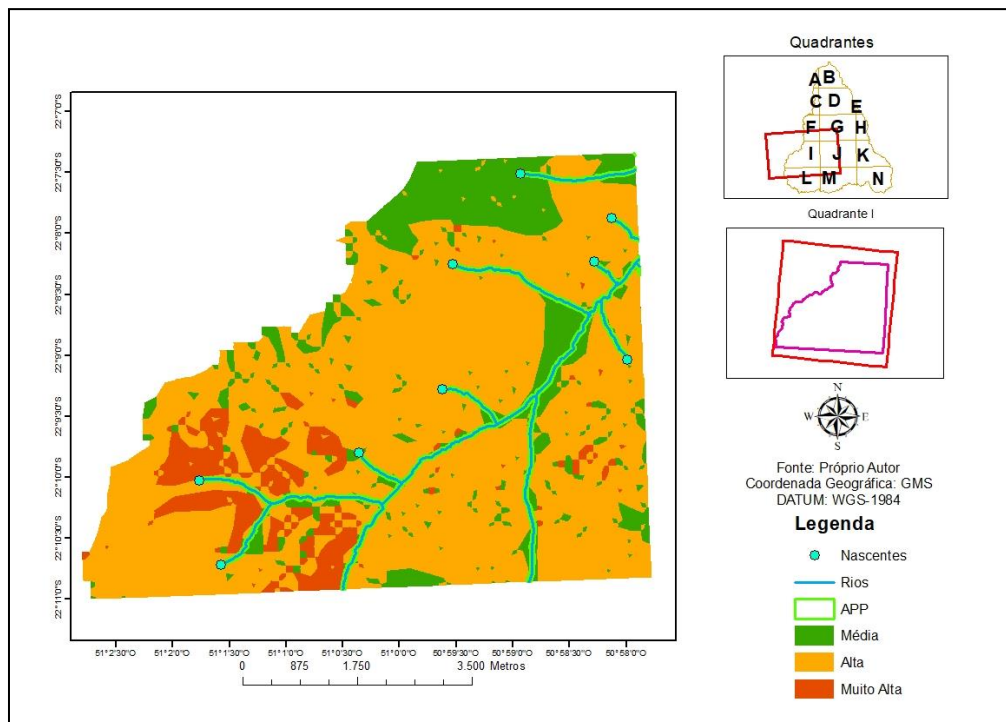
Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
09	11	137,37	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	45,38	52,72	1,90

Fonte: Próprio Autor, 2022

O Quadrante I demonstra um maior equilíbrio entre a Fragilidade Ambiental Média e a Alta, com 45,38% e 52,72% de área respectivamente, fugindo da média apresentada nos outros Quadrantes da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, algo semelhante ao que aconteceu no Quadrante D.

Fato relevante é que este Quadrante analisado teve uma ocorrência maior que a média analisada de Fragilidade Ambiental Muito Alta, cerca de 8,54% do total do Quadrante foi identificado dentro deste enquadramento, dentre 4,45% da média geral da Sub-Bacia Hidrográfica. Destacável que isso se deve a presença de solo exposto dentro do Quadrante, o que ocasionou áreas nomeadas como alta Fragilidade Ambiental, conforme figura 22.

Figura 25. Fragilidade Ambiental do Quadrante I



Fonte: Próprio Autor, 2022

Como demonstrado na Figura 25 a sudoeste do Quadrante existe uma área de Fragilidade Ambiental Alta, o que faz uma distribuição diferente das registradas na média, com 19,15% da área com Fragilidade Ambiental Média, 72,31% de Fragilidade Ambiental Alta e os já enumerados 8,54% de Muito Alta. Apesar desta presença de Fragilidade Ambiental Alta no total do Quadrante, não houve ocorrência semelhante nas áreas de APP, o que demonstra que as áreas que devem ser preservadas de acordo com a legislação têm uma vegetação presente maior que em outros locais do Quadrante.

Evento que pode ser observado quando da análise das Reservas Legais, 606,54 hectares do Quadrante foi homologado como Reserva Legal, cerca de 14,27% da área total. Desse total registrado 126,01 hectares correspondem em área de sobreposição de APP, ou seja dos 137,37 hectares de APP anotados, 91,73% são Reserva Legal. Importante ressaltar a estrutura fundiária, foram encontrados 10 imóveis rurais na delimitação do Quadrante I, sendo que a “Fazenda Bartira”, uma grande propriedade rural com 592 módulos fiscais e área dentro do Quadrante de

4.171, destes 77 hectares é responsável por toda a Reserva Legal homologada dentro desta área de estudo (CAR, 2019).

Outro fator relevante a analisar sobre relação Reserva Legal, APP e a Fragilidade Ambiental é o Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2020), nessa área foram encontrados 306,49 hectares de remanescente florestal, número inferior aos 606,54 hectares de Reserva Legal registrados pela propriedade rural responsável pela inscrição do CAR, o que aponta um descompasso entre a área vegetada e declaração de área protegida, ocorrência comum nessa Sub-Bacia.

Ainda sobre os processos erosivos, foram encontrados no Quadrante I, 07 processos, sendo 06 boçorocas e 01 ravina, todos tendo como agente o escoamento superficial. Nenhum processo foi notificado dentro de área de Fragilidade Ambiental Muito Alta, porém todos foram registrados em área de APP.

2.14 Quadrante J

Este é um dos Quadrantes no centro da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, com aproximadamente 5.756,16 hectares e coordenada geográfica de ponto central: -22,154396 e -50,919449. Por dentro desse Quadrante tem uma grande extensão do Córrego do Saltinho, terceiro maior curso d'água da Sub-Bacia e afluente do Ribeirão Bartira. A Tabela 17 retrata a situação da Fragilidade Ambiental em APP.

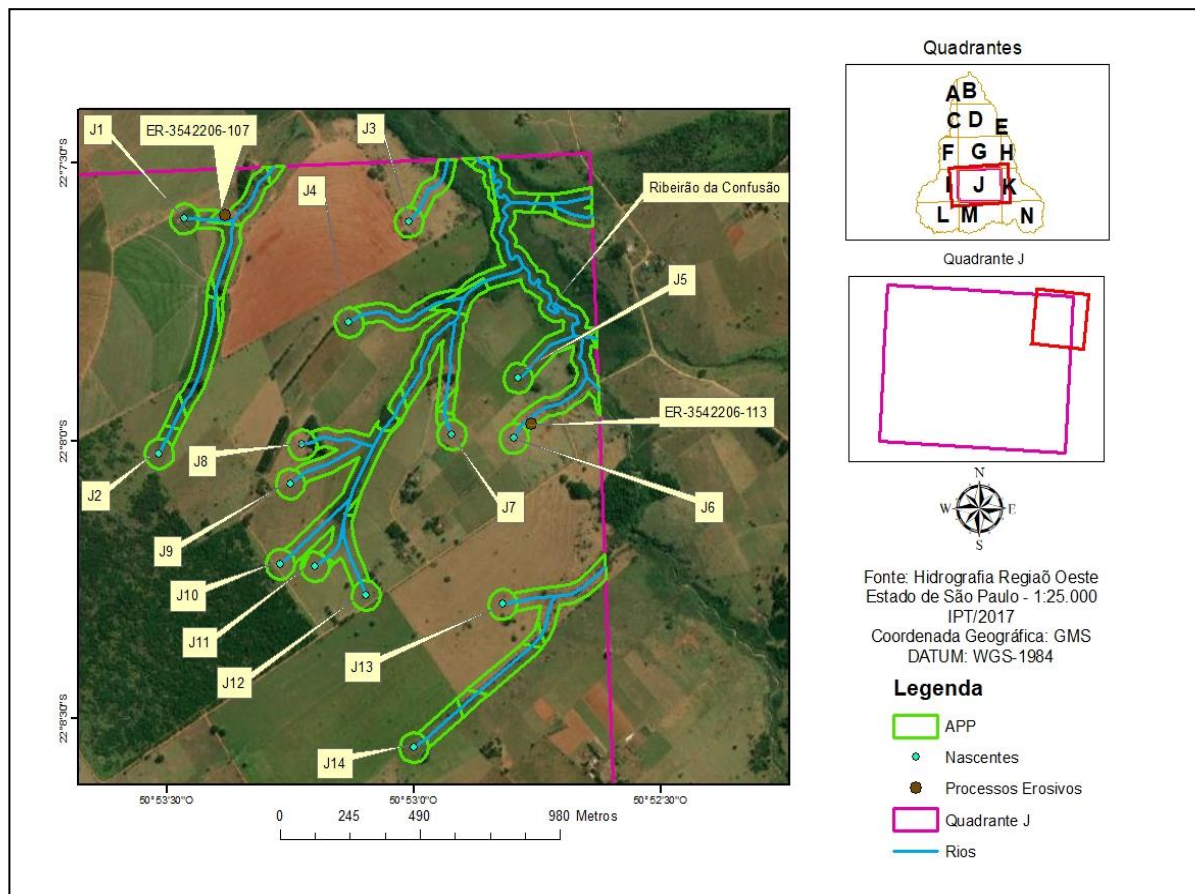
Tabela 17. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante J

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
38	44	264,47	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0,11	36,81	62,03	1,05

Fonte: Próprio Autor, 2022

Como nos demais Quadrantes a Fragilidade Ambiental Alta é predominante na área, com 62,03%. Houve uma ocorrência de Fragilidade Ambiental Média de 36,81%, maior que a média apresentada no total da Sub-Bacia que foi de 24,41%. Interessante realizar um recorte da região a nordeste da área, onde existe a presença de 14 nascentes próximas, de rios afluentes do Ribeirão da Confusão, curso d'água principal da Sub-Bacia.

Figura 26. Área nordeste do Quadrante J



Fonte: Próprio Autor, 2022

Essa área tornou-se prioridade de análise devido a existência de muitas nascentes nos arredores, todas na proximidade da cota de relevo de 435 metros, tendo o Ribeirão da Confusão a cota de 405 metros, além da existência de dois processos erosivos na área (ER-3542206-107 e ER-3542206-113). Pode-se observar pela verdade terrestre, analisando a imagem de satélite submétrica WorldView-2 de 19/05/2021 que as Áreas de Preservação Permanente, tanto dos cursos d'água quanto das nascentes, encontram-se sem cobertura florestal adequada. As nascentes foram nomeadas de J1 a J14, e são descritas (Quadro 8).

Quadro 8. Quatorze nascentes do Quadrante J

Nome	Latitude	Longitude	Reserva Legal	Propriedade	Inventário Florestal
J1	-22,12680594	-50,89021118	Não	FAZENDA CANELÃO	Não
J2	-22,13381476	-50,89135874	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J3	-22,12717753	-50,88263295	Não	FAZENDA CANELÃO	Não
J4	-22,13011791	-50,88478481	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J5	-22,13199088	-50,8791501	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J6	-22,13378848	-50,87936083	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J7	-22,13360216	-50,88145025	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J8	-22,13372445	-50,88652064	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J9	-22,13488243	-50,88697365	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J10	-22,13727243	-50,88741508	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J11	-22,13739205	-50,88624676	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J12	-22,13832097	-50,88455842	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não
J13	-22,1387533	-50,87994966	Não	SÍTIO MONT'AOVÃO	Não
J14	-22,14294327	-50,88313376	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)	Não

Fonte: Próprio Autor, 2022

Nota-se que nenhuma das nascentes listadas de J1 a J14 encontra-se em área de Reserva Legal. As nascentes estão dentro de 03 propriedades, segundo o CAR (2019), a J1 e J3 estão na “Fazenda Canelão”, J13 no “Sítio Mont’aovão” e J2, J4, J5, J6, J7, J8, J9, J10, J11, J12 e J14 estão na “Fazenda São Pedro”.

Sobre a Fazenda São Pedro trata-se do único assentamento rural presente na Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, com cerca de 1.814 hectares o que equivale a mais de 75 módulos rurais para o município de Rancharia (CAR, 2019). Segundo Dini e Bernardino da Silva (2012), o INCRA oficializou o assentamento em 2001, tendo como assentados um mesclado de moradores rurais de Rancharia e integrantes do MST, com o tempo alguns assentados abandonaram a terra e foi construído um projeto alternativo, visando a superação de algumas dificuldades e maior competitividade dos seus produtos, como leite e mandioca. “Atualmente, quase a totalidade dos moradores dos lotes está endividada junto ao sistema financeiro e não possuem acesso às linhas de crédito oficial devido as tentativas desastrosas de cultivo mal planejados” (BINI e BERNARDINO DA SILVA, 2012, pág. 8).

Os autores ainda destacam que no momento da pesquisa, em 2012, havia 74 lotes, os quais eram majoritariamente tomadas por pastagens de baixa qualidade o que ocasionava ordenamento leiteiro de baixa produtividade, tendo em vista que 50 lotes trabalhavam com pecuária leiteira. Não foi possível levantar informação sobre a quantidade de lotes e as divisões dos mesmos atualmente, para que pudesse haver uma maior acurácia quanto a localização das nascentes.

Fora a presença dos dois processos erosivos identificados no Quadrante próximo ao conjunto de nascentes a nordeste, foram encontrados mais 03 processos, 02 boçorocas e 01 ravina (ER-3542206-133, ER-3542206-129 e ER-3542206-112), todas localizadas em APP, apesar da dimensão deste Quadrante, proporcionalmente aos demais não foram encontrados tantos processos erosivos (IPT, 2017).

Sobre a composição de vegetação nativa do Quadrante J, e Inventário Florestal (2020) identificou 429,10 hectares, sendo 83,43% de Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio e 16,57% de Formação Pioneira com Influência Fluvial, ou seja, menos de 10% do Quadrante é coberto por qualquer tipo de remanescente de mata atlântica.

2.15 Quadrante K

O Quadrante K está a sudeste da Jusante do Ribeirão da Confusão, e tem área de aproximadamente 3.540,20 hectares, estando sobre a coordenada geográfica de ponto central: -22,159744 e -50,847172; atravessado pelo rio principal da Sub-Bacia Hidrográfica, a Fragilidade Ambiental predominante em área de APP é Alta (Tabela 18).

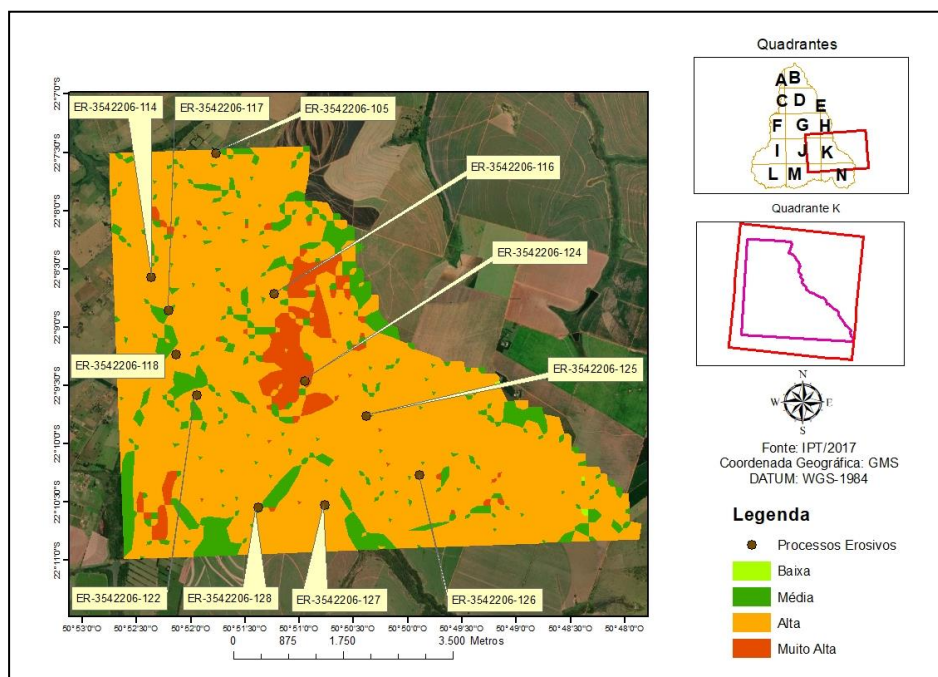
Tabela 18. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante K

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
26	33	205,55	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0,0	35,19	62,77	2,04

Fonte: Próprio Autor, 2022

Neste Quadrante ocorreu uma situação semelhante ao ocorrido no Quadrante I, apesar do levantamento da Fragilidade em APP ter sido muito próxima a média registrada na Sub-Bacia, houve uma presença maior de Fragilidade Ambiental Muito Alta com 5,91%, se comparado a média de toda a área estudada que teve 4,45%. Isso se deve principalmente a presença de Fragilidade Ambiental Alta no centro do Quadrante, como observado na Figura 27.

Figura 27. Fragilidade Ambiental e processos erosivos Quadrante K



Fonte: Próprio Autor, 2022

Além da verificação da presença maior de Fragilidade Ambiental Muito Alta neste Quadrante, houve a ocorrência de 11 processos erosivos, de acordo com o IPT (2017), discriminados conforme o Quadro 9.

Quadro 9. Processos Erosivos no Quadrante K

Sigla	Fragilidade Ambiental	Tipo de Processo	APP	Reserva Legal	Propriedade
ER-3542206-128	Alta	BOÇOROCA	Sim	Sim	FAZENDA SANT ANNA
ER-3542206-127	Alta	RAVINA	Sim	Sim	FAZENDA SANT ANNA
ER-3542206-126	Alta	BOÇOROCA	Sim	Não	FAZENDA CONQUISTA
ER-3542206-125	Média	BOÇOROCA	Sim	Sim	FAZENDA CONQUISTA
ER-3542206-122	Alta	BOÇOROCA	Sim	Não	FAZENDA SANT ANNA
ER-3542206-124	Muito Alta	BOÇOROCA	Sim	Sim	FAZENDA CONQUISTA
ER-3542206-118	Média	BOÇOROCA	Sim	Sim	FAZENDA OLHO D'ÁGUA
ER-3542206-117	Média	BOÇOROCA	Sim	Não	Não identificado
ER-3542206-116	Alta	BOÇOROCA	Sim	Não	FAZENDA OLHO D'ÁGUA
ER-3542206-114	Alta	BOÇOROCA	Sim	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)
ER-3542206-105	Alta	BOÇOROCA	Sim	Não	PA SÃO PEDRO (FAZ SÃO PEDRO)

Fonte: Próprio Autor, 2022

Apesar da ocorrência maior de Fragilidade Ambiental Muito Alta, somente o processo erosivo ER-3542206-124 foi encontrado nessa fragilidade, uma boçoroca presente na “Fazenda Conquista”, além desta, 07 estão em Alta e 03 em Média. Como observa-se no decorrer de toda Sub-Bacia, todos processos estão dentro de APP, porém somente 05 estão em áreas homologadas de Reserva Legal. Sobre a Reserva

Legal, interessante entender o comportamento fundiário desse Quadrante e a relação com os processos erosivos.

Apesar de na área ter sido encontrados 15 imóveis rurais, somente em 04 houve a existência de processos erosivos, a “Fazenda Sant Anna” com 03 processos (ER-3542206-128, ER-3542206-127 e ER-3542206-122), “Fazenda Conquista” com mais 03 processos (ER-3542206-126, ER-3542206-125 e ER-3542206-124), o assentamento “Fazenda São Pedro” com 02 processos (ER-3542206-114 e ER-3542206-105) e a “Fazenda Olhos d’Água” com 02 processos (ER-3542206-118 e ER-3542206-116). O processo erosivo ER-3542206-117 não está identificado em nenhuma propriedade, porém se encontra em uma estrada rural entre a “Fazenda São Pedro” e a “Fazenda Olhos d’Água”.

Ainda sobre a Reserva Legal, 350,81 hectares do Quadrante são destinados a esse uso, segundo o CAR (2019), 145,26 hectares a mais do que as APPs obrigatória, contudo 36% dessas Reservas Legais estão sobrepostas a áreas de APP. Pode-se ainda fazer uma verificação do quanto dessa APP está inserida no Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020), no local consta 175,63 hectares de mata nativa, destes 50,51% representam áreas em APP, o que demonstra uma boa proporção de vegetação marginal ao longo dos rios e nascentes.

2.16 Quadrante L

Neste Quadrante tem a nascente do Ribeirão Bartira, que nasce na coordenada geográfica -22,230072 e -50,993571 e se estende em 23 quilômetros a até a sua jusante ao Ribeirão da Confusão, é o segundo maior curso d’água dessa Sub-Bacia. Esse Quadrante tem cerca de 4.575,41 hectares e tem coordenada geográfica de ponto central: -22,207999 e -51,001211. A Fragilidade Ambiental em APP se comporta como segue na Tabela 19.

Tabela 19. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante L

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
14	14	103,38	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0,0	31,82	66,93	1,27

Fonte: Próprio Autor, 2022

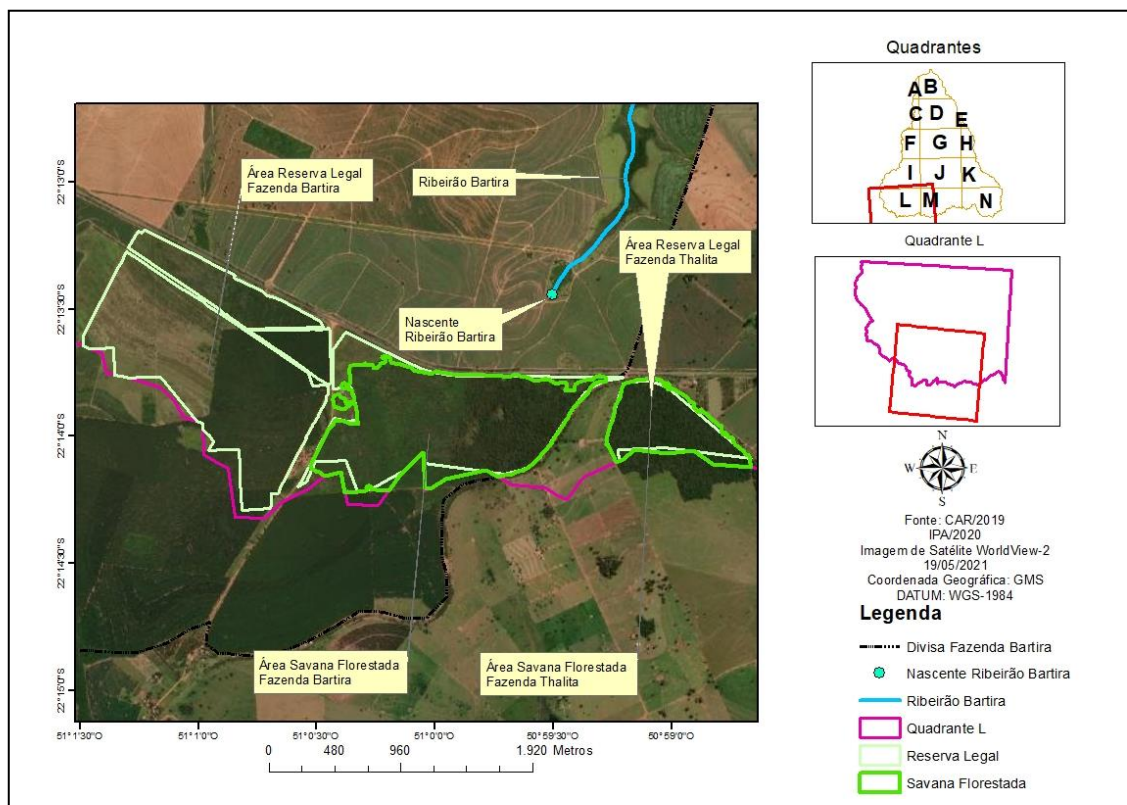
Como registrado em toda Sub-Bacia, a Fragilidade Ambiental Alta foi dominante com 66,93% de ocorrência nesse local. Relevante nesse Quadrante é que apesar de ter mais de 14 imóveis rurais, uma propriedade concentra boa parte da área do quadrante, com 79,06% de toda a área. Identificada como “Fazenda Bartira”, pertence a “Bartira Agropecuária” e tem no total, fora do Quadrante em estudo, 592,26 Módulos Fiscais, tendo sido registrada como atividade principal a agricultura (CAR, 2019). A Usina Atena Diana fica dentro da área da “Fazenda Bartira”, pertencente ao município de Martinópolis e após sua instalação em 2007 houve uma explosão de arrendamento de terras para plantio de cana-de-açúcar (Francisco, 2019).

Dentro do Quadrante L existem 14 nascentes, sendo que 13 estão dentro da propriedade com maior área, assim como 97% de toda APP está dentro da “Fazenda Bartira”. Outra ocorrência presente que acontece somente nesta fazenda são os processos erosivos, foram encontrados 05 destes na localidade, sendo todas boçorocas que tem como agente desencadeador o escoamento superficial, com ocorrência em APP (ER-3542206-145, ER-3542206-142, ER-3542206-141, ER-3542206-140 e ER-3542206-132).

Sobre Reserva Legal, foi homologado cerca de 726,74 hectares (CAR, 2019), porém é necessário neste Quadrante, realizar uma intersecção de informações entre esse item e o Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2020). Segundo os dados do IPA, neste local há aproximadamente 360,80 hectares de vegetação nativa, sendo 54,70% de Savana Florestada, 2,88% de Savana Arborizada, 6,73% de Formação Pioneira com Influência Fluvial e 35,69% de Floresta Estacional Semidecídua estágio médio.

Houve uma diferença de 365,94 hectares entre o declarado como Reserva Legal e o encontrado como remanescente florestal, parte disso se deve a homologação de áreas de silvicultura como Reserva Legal, como pode-se observar na figura 28.

Figura 28. Reserva Legal e Inventário Florestal Quadrante L



Fonte: Próprio Autor, 2022

Essa amostragem é ao sul do Quadrante L, e próximo da nascente do Ribeirão Bartira, utilizando a verdade terrestre através do satélite WorldView-2 com data de 19/05/2021 e dados do CAR (2019) e do IPA (2020), é possível verificar que existem áreas homologadas como Reserva Legal pela Fazenda Bartira, que não foram identificadas pelo Inventário Florestal de 2020 como de vegetação nativa. Há indícios de Reserva Legal utilizada nessa área como prática de Silvicultura.

Destaca-se que a LPVN permite em seu artigo 22 o manejo florestal sustentável da Reserva Legal⁸, inclusive com espécies exóticas, mas desde que favorecendo a regeneração de espécies nativas e mediante aprovação do órgão ambiental competente⁹. No caso específico dessa Reserva Legal estudada o CAR aponta que a Reserva Legal está em como “Inscrito – aguardando nova análise”. Poderia ser

⁸ III- “O manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial depende de autorização do órgão competente e deverá atender as seguintes diretrizes e orientações (Art. 22): não descaracterizar a cobertura vegetal e não prejudicar a conservação da vegetação nativa da área; assegurar a manutenção da diversidade das espécies; conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas”.

⁹ Artigo 31 da Lei de Proteção a Vegetação Nativa. (Lei 12.651/2012).

discutido a existência de vegetação exótica na cabeceira da Bacia Hidrográfica, porém não é objeto deste trabalho.

No mesmo recorte da paisagem analisado através da figura 25, é possível observar que existe outras duas áreas de Reserva Legal da Fazenda Bartira e uma da Fazenda Thalita, que correspondem a área apontada pelo Inventário Florestal (IPA, 2020) como de Savana Florestada, nesses locais existe a presença de vegetação nativa. Ao cruzar os dados de Reserva Legal com o de Fragilidade Ambiental fica demonstrado a diferença que a vegetação nativa oferece a proteção do solo, como visualizado na Tabela 20:

Tabela 20. Reserva Legal Fazenda Bartira e Fazenda Thalita e a Fragilidade Ambiental

Fragilidade Ambiental	Silvicultura	Savana Florestada
Baixa	0,63%	5,12%
Média	20,84%	76,35%
Alta	78,53%	18,53%

Fonte: Próprio Autor, 2022

A Tabela 20 mostra a importância dos remanescentes florestais, no local de Savanas Florestadas das Reservas Legais das Fazendas Bartira e Thalita a Fragilidade Ambiental Média é de 76,35%, enquanto no local onde existe Silvicultura a Fragilidade Ambiental Alta atingiu 78,53% da área. Duas observações são importantes feito esse resultado, durante o procedimento metodológico de levantamento do Uso e Ocupação de Terra não foi possível, por uma questão de escala, diferenciar a vegetação nativa da vegetação exótica, caso tivesse alcançado esse resultado, era possível que a Fragilidade Ambiental Alta seria maior na composição total da Sub-Bacia. Outro ponto é que a Silvicultura se comporta, após o ciclo de extração, como cultura permanente, deixando o solo exposto após a retirada da madeira.

2.17 Quadrante M

O Quadrante M tem aproximadamente 4.685,73 hectares de área e tem a coordenada geográfica de ponto central -22,207651 e -50,922888. Nele tem a nascente do Ribeirão Saltinho, terceiro maior curso d'água da Sub-Bacia com 13

quilômetros até a sua jusante no Ribeirão Bartira. Apresenta um pequeno trecho da área urbana do Município de Rancharia, na parte sudeste do Quadrante, com relação a Fragilidade Ambiental da APP os seguintes dados foram levantados (Tabela 21).

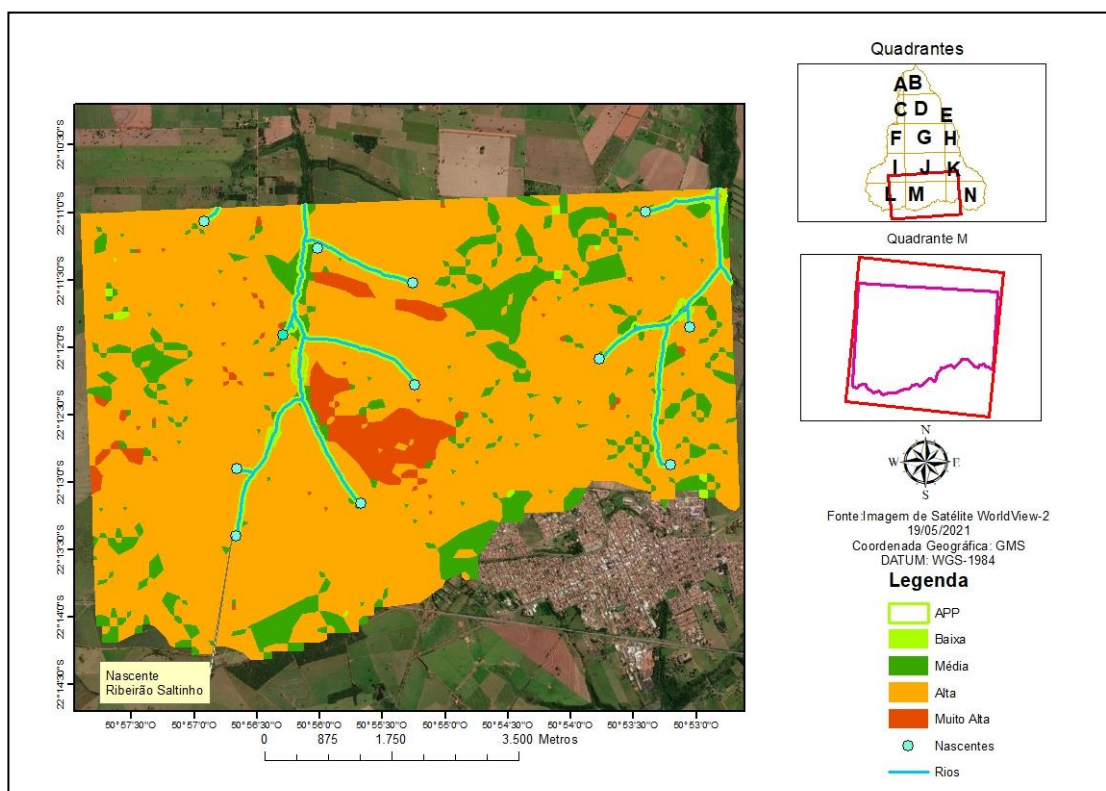
Tabela 21. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante M

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
12	12	114,28	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
1,21	31,58	67,21	0,0

Fonte, Próprio Autor, 2020

Como tendência na Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão, 67,21% da Fragilidade Ambiental em APP está Alta, neste Quadrante nenhuma área de APP apresentou Fragilidade Ambiental Muito Alta. Porém é observável, próximo ao centroide do Quadrante M, a ocorrência de áreas de Fragilidade Ambiental Muito Alta, conforme figura 26:

Figura 29. Fragilidade Ambiental Quadrante M



Fonte: Próprio Autor, 2022

Houve neste Quadrante um número maior de Fragilidade Ambiental Alta, do que o registrado na média da Sub-Bacia, 79,55% dessa área se enquadrou nesta fragilidade. Frente a 15,37% de Fragilidade Ambiental Média, 4,72% de Fragilidade Ambiental Muito Alta e 0,36% de Fragilidade Ambiental Baixa. Das 12 nascentes dispostas no local 11 estão em área de Fragilidade Ambiental Alta, inclusive a nascente do Ribeirão Saltinho.

Relevante nesse Quadrante, que pode ter influenciado no conjunto da Fragilidade Ambiental, é a composição fundiária, esse é o Quadrante com maior número de propriedades rurais, constam 123 imóveis rurais diferentes, dessas 102 tem menos de 4 módulos fiscais, o que podem ser nomeadas como pequenas propriedades rurais e tem diversas flexibilizações da Lei 12.651/2012 no que se refere a conservação das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Observa-se por exemplo, quanto a ao registro das atividades principais exercidas por essas propriedades, conforme Quadro 10.

Quadro 10. Atividade das propriedades rurais do Quadrante M

Atividade	Propriedades
Agricultura	08
Aquicultura	02
Criação	81
Lazer	21
Outra Atividade	10
Silvicultura	01

Fonte: CAR (2019), produzido pelo Próprio Autor, 2022

A maioria das propriedades rurais tem como atividade principal “criação”, o que pode indicar maior área de pastagem no Quadrante. Porém, fator importante é a presença de atividades principais como “Lazer” e “Outras Atividades”, caráter peculiar a pequenas propriedades rurais. Esse aspecto fundiário de mosaico de imóveis rurais, que não se repete no restante da Sub-Bacia, é derivado da proximidade a área urbana, essa característica faz com que as propriedades fiquem mais caras e sejam sujeitas a mais subdivisões.

Tal fenômeno ajuda a compreender a existência de poucas áreas destinadas a Reserva Legal, somente 282,72 hectares da área foram homologados. Três propriedades rurais têm 75,58% de todas as Reservas Legais existentes; A “Fazenda

Santo Antônio” com 135,40 hectares, “Fazenda Sant Anna” com 70,80 hectares e “Fazenda RN” com 7,48 hectares (CAR, 2019). O mesmo acontece com a vegetação remanescente, o Inventário Florestal do Estado de São Paulo registrou no Quadrante M apenas 224,34 hectares de vegetação nativa (IPA, 2020), cerca de 4,78% de toda a área, abaixo dos 10,30% de floresta registrado no Uso e Ocupação da Terra da Sub-Bacia.

Ainda sobre os Processos Erosivos foram encontrados 03 no Quadrante, sendo três boçorocas, duas presentes em Fragilidade Ambiental Alta a ER-3542206-139 e a ER-3542206-134 provenientes de escoamento superficial e 01 em Fragilidade Ambiental Média, a ER-3542206-138, fruto de lançamento de água proveniente de represa (IPT, 2017).

2.18 Quadrante N

O último Quadrante estudado na Sub-Bacia tem a nascente do Ribeirão da Confusão, que está sobre a coordenada geográfica -22,207783 e -50,832381. O Quadrante N tem área de 4.521,32 hectares estando a nordeste da área urbana do Município de Rancharia. A Fragilidade Ambiental em APP se comportou de acordo com a Tabela 22:

Tabela 22. Fragilidade Ambiental em APP no Quadrante N

Nascentes	Rios	Área APP (ha.)	
12	16	136,84	
Fragilidade Ambiental em APP (%)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0,19	47,37	51,31	1,13

Fonte: Próprio Autor, 2022

Este Quadrante foi o que demonstrou maior equilíbrio entre as Fragilidades Ambientais Média (47,37%) e Alta (51,31%), destoando dos demais e da própria média da Sub-Bacia, que teve 24,41% e 70,85% de média respectivamente. Esse fato demonstra que existe uma vegetação nas margens dos rios suficiente para diminuir a incidência de Fragilidade Ambiental Alta. Um episódio que pode ter contribuído para esse aspecto foi o Projeto “Reviva Confusão”, tal iniciativa teve cooperação da

Prefeitura Municipal de Rancharia, do Centro Paula Souza e da Fazenda Santana. Foram plantadas, no período de 2010 a 2013, 1.200.000 mudas de espécies nativas as margens do Ribeirão da Confusão (Rancharia, 2011).

O Quadrante N tem 13 propriedades rurais na sua área, cerca de 64,56% pertence a Fazenda Santana ou Fazenda Sant Anna (CAR, 2019), o Ribeirão da Confusão passa integralmente neste Quadrante por essa Fazenda, desde a sua nascente até o fim dessa área estudada ele tem uma extensão de 6,78 quilômetros, o que significa que nesse Quadrante esse projeto de reflorestamento das APPs teve um resultado adequado.

Ponto negativo deste Quadrante é a existência de 12 processos erosivos (IPT, 2017), constituídos conforme Quadro 11.

Quadro 11. Processos Erosivos Quadrante N

Fragilidade Ambiental	SIGLA	Tipo de Processo	APP	Reserva Legal	Propriedade Rural
Alta	ER-3525607-029	BOÇOROCA	Sim	Não	Fazenda Ventura
Alta	ER-3525607-031	RAVINA	Não	Não	Fazenda Ventura
Alta	ER-3525607-034	BOÇOROCA	Sim	Não	Fazenda Ventura
Alta	ER-3525607-030	BOÇOROCA	Sim	Não	Fazenda Ventura
Alta	ER-3525607-028	BOÇOROCA	Não	Não	Fazenda Ventura
Alta	ER-3525607-027	BOÇOROCA	Sim	Não	Fazenda Ventura
Alta	ER-3542206-143	BOÇOROCA	Sim	Sim	Fazenda Sant Anna
Alta	ER-3542206-144	BOÇOROCA	Sim	Sim	Fazenda Sant Anna
Média	ER-3542206-137	BOÇOROCA	Sim	Sim	Fazenda Sant Anna
Alta	ER-3542206-136	BOÇOROCA	Sim	Sim	Fazenda Sant Anna
Alta	ER-3525607-024	BOÇOROCA	Sim	Sim	Fazenda Canaã
Alta	ER-3542206-135	BOÇOROCA	Sim	Sim	Fazenda Sant Anna

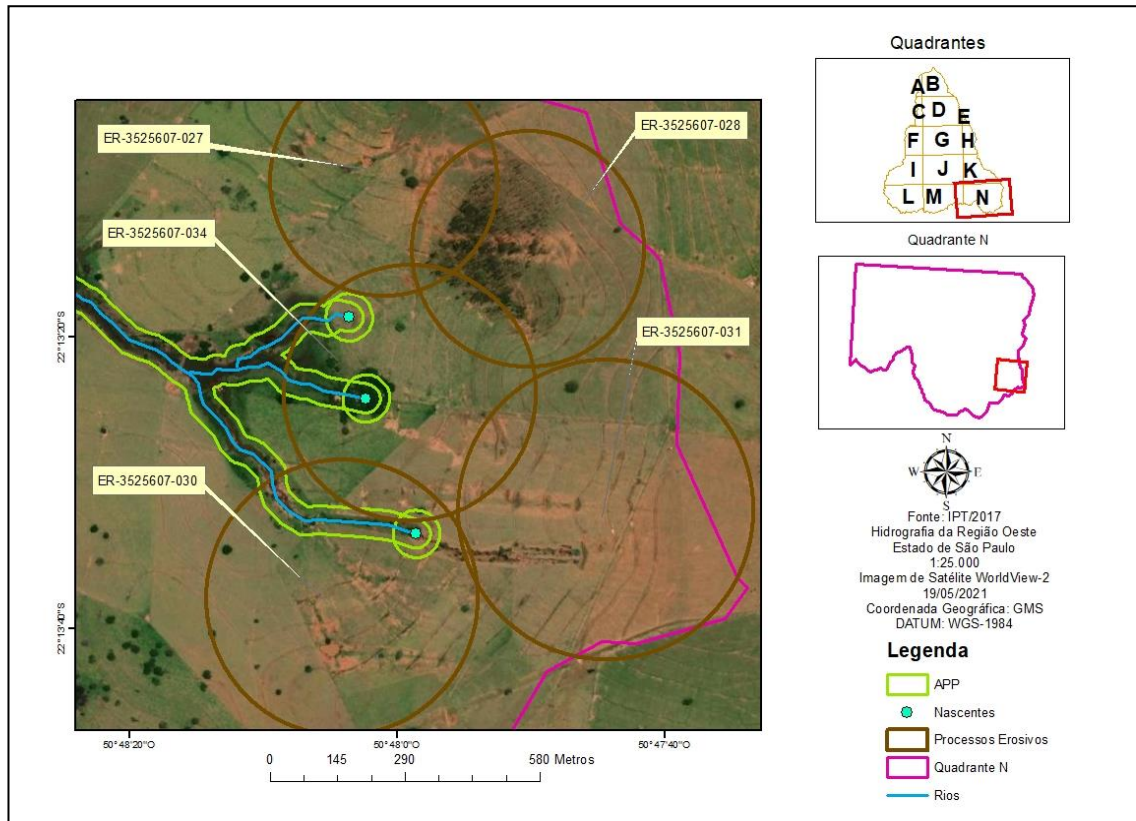
Fonte: Próprio Autor, 2022

Desses 12, somente 01 é uma ravina (ER-3525607-031), todos os outros são boçorocas de criticidade alta, segundo o IPT (2017), outro ponto é que com exceção do processo erosivo de sigla ER-3542606-137, que tem como “agente o lançamento de água proveniente de represa”, os demais são resultado de “escoamento superficial”. Relevante citar que nenhum processo erosivo foi encontrado em APP do Ribeirão da Confusão, o que também pode indicar uma consequência do Projeto Reviva Confusão.

Destaca-se uma região a sudeste do Quadrante N, dentro da Fazenda Ventura, nos arredores de afluentes do Ribeirão Água da Vila Nova, que tem 05 processos erosivos muito próximos (ER-3525607-027, ER-3525607-028, ER-3525607-030, ER-

3525607-031 e ER-3525607-034). Utilizando a metodologia de verdade terrestre, composto na figura 30, é possível identificar áreas com impacto no solo.

Figura 30. Processos erosivos situados a sudoeste do Quadrante N



Fonte: Próprio autor, 2022

Os levantamentos feitos pelo IPT, sobre os processos erosivos ocorreram no ano de 2017, a imagem de satélite utilizada na figura 27 é a WorldView-2 de 19/05/2021, nesta imagem já é possível identificar que os processos erosivos estão muito juntos, ao ponto de não conseguir determinar o começo e o fim dos processos pela sobreposição de danificações no solo, na data de análise utilizada neste trabalho.

Outros dois dados interessantes a verificar é o das Reservas Legais e do Inventário Florestal do Estado de São Paulo, neste Quadrante foram homologados 327,75 hectares de área para Reserva Legal, cerca de 81,25% pertencem a Fazenda Santana. Importante fazer uma análise da Fragilidade Ambiental dessas Reservas Legais dessa propriedade, conforme Tabela 23:

Tabela 23. Fragilidade Ambiental nas Reservas Legais da Fazenda Santana

Fragilidade Ambiental	Porcentagem da área (%)
Baixa	0,19
Média	46,12
Alta	51,35
Muito Alta	2,34

Fonte: Próprio autor, 2022

Como apontado a Fragilidade Ambiental nas Reservas Legais da Fazenda Santana ocorreu muito próximo à encontrada no Quadrante N, com 51,35% de Alta e 46,12 de Média. Sobre isso importante compreender que boa parte da Reserva Legal deste imóvel rural é sobreposto a área de APP, como já abordado trata-se de uma tendência das declarações de Reserva Legal na Sub-Bacia, porém neste caso pode-se verificar um resultado positivo quanto ao reflorestamento proposto de 2010 a 2013 ao se comparar os dados de Fragilidade Ambiental.

No que concerne ao Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020) a área consta com 248,99 de vegetação nativa, sendo 62,92% de Floresta Estacional semidecídua estágio médio e 37,08% de Formação Pioneira com Influência Fluvial. Ou seja, foi identificado 5,31% do Quadrante como de remanescente florestal, número próximo ao encontrado em outros Quadrante e ainda menor que a área considerada como de floresta natural (10,30%), quando da análise de Uso e Cobertura da Terra.

2.19 Síntese dos Resultados

Como refinamento da análise da Fragilidade Ambiental em APPs a divisão em 14 Quadrantes (A a N) se mostrou pertinente, pela proposta de haver uma divisão que pudesse contribuir com o registro dos locais dos fenômenos e ocorrências e oferecer um produto final que servisse a outros pesquisadores ou a Órgãos da sociedade civil ou institucionais, como o Comitê de Bacias.

Os Quadrantes A, C e E, apresentaram Fragilidade Ambiental Alta, acima das médias registradas para Sub-Bacia, e essa verificação está diretamente relacionada a pouca presença de vegetação nativa no interior desses Quadrantes. Conforme verificado que os Quadrantes D, I e N, foram os que tiveram Fragilidade Ambiental Alta abaixo da média notada na Sub-Bacia, tendo em vista contarem com índices

maiores de vegetação, conforme Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IPA, 2020).

Cabe reiterar que nesta pesquisa foi considerado como cobertura de vegetação a classe “Área de Vegetação Natural Floresta”, contendo 10,30% do total da área, porcentagem menor que o encontrado em toda Bacia do Rio de Peixe, que consta com 13,30% dessa classe, segundo o PBH-AP 2016-2027 (2015), se avaliar a classe “Cobertura Arbórea” como equivalente. Não foi diferenciado, por escolha metodológica, a silvicultura das áreas de vegetação nativa, caso fosse seria possível haver um aumento das áreas consideradas como de Fragilidade Ambiental Alta, tendo em vista o analisado no Quadrante L, quando foi ponderado que a Fragilidade Ambiental em áreas de remanescente florestal é menor se comparado as áreas de silvicultura.

Outro ponto detectável e que urge com emergência é a situação da vegetação nativa ao longo das APPs das nascentes, especificamente na análise dos Quadrantes A H, J e M, é notório a ausência de mata ciliar no raio de 50 metros das nascentes, algo que exige um comportamento de promover regeneração dos proprietários rurais e dos órgãos ambientais responsáveis, para manutenção dos recursos naturais, principalmente hídricos.

Imediato também um plano de ação para os processos erosivos, material produzido pelo IPT (2017), é demonstrado que existe nessa Sub-Bacia 84 ocorrências de erosão lineares, sendo que 75 estão dentro de APP, o que corrobora com a escolha metodológica de enquadrar as planícies fluviais dentre áreas com maior Fragilidade Ambiental. Além disso foi possível através do estudo dos Quadrantes B, D, K e N, identificar a expansão desses processos erosivos, o que denota uma necessidade de projetos urgentes de contenção da degradação dos solos.

Foi possível constatar parte da realidade das Reservas Legais, importante apontar que nessa Sub-Bacia existe índice alto de registro no Cadastro Ambiental Rural, cerca de 96% consta com imóveis rurais registrados no CAR (2019). Fato que de acordo com a LPVN (Lei 12.651/2012) cabe ao órgão Estadual aprovar a localização da Reserva Legal (§1º do Artigo 14), após autodeclaração do proprietário do Imóvel durante o cadastro. Porém muitas áreas ainda constam em análise devido a uma Resolução da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (nº 54 de 17 e agosto de 2021) que deixou a atualização dos dados para o SICAR (Sistema Federal de Cadastro Ambiental) o que causou um prejuízo a celeridade e frequência da

divulgação dos dados do CAR, por isso a utilização dos dados que existiam no banco de dados da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, recorrentes ao ano de 2019.

Ainda sobre a Reserva Legal dois eventos foram frequentes, uma é a identificação de silvicultura em área de Reserva Legal quando utilizado a verdade terrestre através de imagens de alta resolução espacial, conforme foi evidenciado nos Quadrantes D e L. Ressalta-se que a legislação permite isso, conforme já abordado no decorrer do trabalho o artigo 22 da Lei de Proteção à Vegetação Nativa, mas quando da discussão sobre a mudança do Código Florestal de 1965 para a Lei de Proteção à Vegetação Nativa de 2012, Silva et al (2012) já refletia sobre esse retrocesso, para este autor a Reserva Legal é o maior passivo do setor agrícola brasileiro, devendo haver técnicas que propiciem o manejo de espécies nativas e o usos sustentável. “[...] o uso de espécies exóticas compromete a função de conservação da biodiversidade e não assegura a restauração de suas funções ecológicas e dos serviços ecossistêmicos”. (SILVA, et al, 2012, pág. 145).

Outro evento recorrente foi a sobreposição entre as áreas de Reserva Legal e APPs, entendido quando cruzado os dados do CAR (2019) e a Hidrografia da Região Oeste do Estado de São Paulo, encontrado principalmente nos Quadrantes C, D, K e N. Como dito na etapa de análise de resultados, outro dispositivo permitido legalmente, a Lei 12.651/2012 possibilita que exista cálculo de APP no total da área que deva ser de Reserva Legal, mais precisamente em seu artigo 15. Fato é que este mecanismo pode ter contribuído para uma exigência menor de regeneração florestal na área da Sub-Bacia, ao ver que pela legislação pelo menos 20% das propriedades acima de 4 módulos rurais deveriam ser destinadas a Reserva Legal, número esse não encontrado quando da análise de Uso e Cobertura da Terra. Cabe a discussão ainda quanto a função ecossistêmica das APPs e das Reservas Legais, enquanto a primeira visa garantir a saúde dos cursos d’água e nascentes e a manutenção dos recursos hídricos a segunda permite avaliar o uso sustentável dos recursos, assim como a reabilitação e conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos de proteção da fauna e flora nativas, Silva et al (2012).

Cabe destacar que não foi objetivo deste trabalho realizar uma análise crítica sobre a legislação ambiental vigente ou as consequências da mudança do Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/1965) para a Lei de Proteção à Vegetação Nativa (12.651/2012), porém durante a análise de resultados foi possível identificar

alternância negativa na Fragilidade Ambiental em áreas decorrentes de Silvicultura e Reservas Legais ainda não totalmente regeneradas, tanto em APPs como em áreas comuns, que seria implicações permitidas pelo novo Código Florestal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia utilizada neste trabalho mostrou-se eficaz para trazer à tona o problema da Fragilidade Ambiental Potencial (ambientes naturais) e emergente (ambientes antropizados), conforme proposto por Ross (1994), para área de estudo de Sub-Bacia Hidrográfica, podendo se estender por demais áreas com as mesmas características registradas.

O procedimento para compreensão das Fragilidade do Relevo, levando em apreço as formas de vertente e os parâmetros de declividade, proposto por Ferreira, Ferreira e Moroz-Caccia (2016), se mostraram viáveis, tendo em vista o local de estudo não apresentar altas declividades, baixa amplitude altimétrica entre os divisores topográficos e os fundos de vale, as formações convexas não propiciarem muita amplitude na vertente, assim como a inexistência de topos de morros, ocasionaram uma Fragilidade Ambiental Baixa.

Destaca-se que as formas côncavas próximas aos cursos d'água, logo em seguida a formas retilíneas mostrou uma Fragilidade Ambiental do Relevo maior nas planícies fluviais, o que foi basal para esta pesquisa, tendo em vista que o objeto central de estudo era o diagnóstico em Áreas de Preservação Permanente segundo a Lei de Proteção à Vegetação Nativa, sobretudo os 30 metros de cada margem dos rios e os 50 metros de raio ao redor das nascentes.

Na construção da Fragilidade Potencial a análise pedológica foi fundamental para melhor compreensão da vulnerabilidade dos solos e na detecção de uma predominância da Fragilidade Ambiental Alta, mais de 77% da Sub-Bacia tem predomínio do PVA4 – Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos e Argissolos Vermelho Distrófico e Eutróficos, o que demandam solos com diferenças texturais entre horizontes e factualmente mais suscetibilidade a processos erosivos (Rossi, 2017).

Coube então no andamento da pesquisa um diagnóstico da Cobertura do Solo e Uso da Terra, visando ter o produto final que seria a Fragilidade Ambiental

Emergente, utilizando a classificação oferecida pelo Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), foi verificado que a Sub-Bacia tem majoritariamente sua ocupação por cultura temporária e pastagem, além de alguns fragmentos de área descoberta, o que permitiu como diagnóstico final uma predominância da Fragilidade Ambiental Alta (70,85%).

Contudo essa pesquisa pode contribuir através dos seus resultados com dois aspectos essenciais; o primeiro é a necessidade de todas as propriedades rurais, pertencentes a essa Sub-Bacia, aderir aos Programas de Regularização Ambiental (PRA), previsto no artigo 59 da LPVN e regulamentado no Estado de São Paulo pelo Decreto Estadual 65.182/2020, que visa no prazo de 20 anos restaurar áreas de Reserva Legal e APP. Em virtude dos resultados da Fragilidade Ambiental em locais de APP terem sido predominantemente Alta e o estudo do Quadrante N ter mostrado que o Projeto Reviva Confusão alcançou significativo efeito.

O segundo é que a metodologia de Fragilidade Ambiental, como proposto nesse trabalho, pode ser utilizada para diagnóstico ambiental de toda Bacia Hidrográfica, sobretudo as que pertencem ao Programa de Mestrado Profissional (Aguapeí-Peixe, Baixo, Alto e Médio Paranapanema), para identificação de passivos ambientais recorrentes, mapeamento mais assertivo da cobertura da terra da bacia e até mesmo uma proposta mais avançada de zoneamento para áreas prioritárias de recuperação da vegetação nativa, uso da terra e controle de processos erosivos.

REFERÊNCIAS

- ARCHELA, R.S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Confins**, São Paulo, n. 32008, 23 jun. 2008. Disponível em: <http://confins.revues.org/index3483.html>. acesso em: 31 mai. 2021.
- ARANA, A. R. A.; JARDIM, A. M.; ARANA, D. Permanent preservation areas in Ribeirão da Confusão basin in the municipality of Rancharia-SP. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 10, p. 280-295, 2017.
- BINI, D. L. C.; BERNARDINO DA SILVA, S. A reforma agrária no município de Rancharia (SP). In: **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**, 2012, Uberlândia. Anais do XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária, 2012.
- BRASIL. CAR - **Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <http://www.car.gov.br/#/sobre>. Acesso em: 26 out. 2019.
- BRASIL. **Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004**. Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5092.htm. Acesso em: 24 de fev. 2022.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html. Acesso em: 28 out. 2021.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**. Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos, 2008. <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 29 de out. 2021.
- BRANCALION, P. H. S. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza e Conservação**, v. 14, p. e1–e16, abr. 2016.
- CÂMARA, G. et al. **Anatomia dos Sistemas de Informação Geográfica**. DPI/INPE, 1998.
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE. **Plano de Bacia Hidrográfica (UGRHI 20 e 21) – 2016-2027**. Disponível em: http://www.comiteap.sp.gov.br/file/pbh/PBH_CBHAPtxt.zip Acesso em: 02 dez. 2021.
- CORRÊA, E. A. et al. Perdas de solo e distribuição do tamanho das partículas do material transportado por erosão hídrica sob cultivo de cana-de-açúcar e pastagem. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 19, p. 109-126, 2021.

CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2001.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 6 ed. Tradução de João Alves dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Portal EMBRAPA**. Brasília/DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>. Acesso em 22 jun. 2022.

FERREIRA, N. H., FERREIRA, C. A. B. V., e GOUVEIA, I. C. M. C. Mapa de Fragilidade Ambiental como auxílio para o Planejamento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista**, 12(3). <https://doi.org/10.17271/1980082712320161411>, 2016.

FRANCISCO, A. B. **Trabalho de campo e geração de carta de uso da terra da Bacia do Ribeirão da Confusão, Rancharia-SP**. In: PINHEIRO, Lidriana D.; GORAYEB, Adriana. (Org.). *Geografia Física e as mudanças globais*. 1ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019, v. 1, p. 676-689.

GONÇALVES, R.R. do V.; HAMADA, E. **Introdução ao geoprocessamento: princípios básicos e aplicação**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. Documento 67, 2007.

GUIDOTTI, V. *et al.* **Código Florestal: Contribuições para a regulamentação dos programas de regularização ambiental (PRA)**. Imaflora, v. 4, p. 12, 2016.

GUIRRA, A. M. P. *et al.* **A evolução metodológica de Fragilidade Ambiental no Brasil e seu aspecto transdisciplinar**. In: Anais do IV Simpósio Nacional sobre Cidades Pequenas, Universidade Federal de Uberlândia | Observatório das Cidades, Ituiutaba, 2016, p. 234-250.

HIDROGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO DA UGRHI 21, vetorizada a partir das Cartas Topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Estado de São Paulo. In: SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. Base de dados digital – arquivo shapefile, 1:50.000. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>>. Acesso em: 08 dez. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, v4.6.17, 2008. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 30 mar. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1.000 000**. Publicação IPT 1183, Monografia, 5. 2v. São Paulo: IPT, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT (2017). **Relatório Técnico 149.680-205**. Mapa de potencialidade das terras à

produção de sedimentos. Área piloto: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio do Peixe. São Paulo-SP.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Diagnóstico e diretrizes para estabilização do processo erosivo localizado na Avenida Dom Pedro II, Rancharia/SP - relatório.** São Paulo: IPT, 2014. (IPT. Relatório, 142180-205).

INVENTÁRIO FLORESTAL 2020 (IPA), mapeamento da cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo, produzido pelo Instituto Florestal, utilizando legenda fitofisionômica IBGE 2012. Realizado a partir de imagens orbitais dos satélites com resolução espacial 0,5m (RGB, Pancromáticas, Infravermelho), do período de 2017 à 2019. In: SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. Base de dados digital – arquivo shapefile, 1:10.000. Disponível em: < <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>>. Acesso em: 17 mai. 2022.

MAPEAMENTO PEDOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, contendo delineamento dos diferentes tipos de solos, seus principais atributos como fertilidade, textura, profundidade, sua ocorrência no relevo, sua fase em relação à geóloga, entre outros. In: SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. Base de dados digital – arquivo shapefile, 1:100.000. Disponível em: < <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C., & ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo. **Revista Do Departamento De Geografia**, 37, 123-136, 2019.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Tutorial - Mapa de Fragilidade Ambiental no Arcgis. Material didático elaborado para a disciplina de Pós-Graduação “Geomorfologia Aplicada ao Planejamento Ambiental.** FCT-UNESP, Presidente Prudente, 2015.

OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo.** Escala: 1:500.000. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999.

PERLANDIM RAMOS, A. W.; DOS SANTOS GALVANIN, E. A.; ALVES DA SILVA NEVES, S. M. Análise da Fragmentação da Paisagem do Município de Nova Marilândia-Mt, Brasil. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 21, n. 75, p. 240–250, 2020. DOI: 10.14393/RCG217551636. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/51636>. Acesso em: 11 mar. 2022.

PONSO, A. G. IZIPPATO, F. J. BACANI, V. M. Análise da fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirão Dois Córregos, Selvíria (MS), utilizando técnicas de geoprocessamento. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista.** v.9, n.2, 2013, pp.227-238. 2013.

RANCHARIA. **Lei nº 024/2007, de 25 de junho de 2007.** Dispõe sobre o Plano Diretor Urbanístico e Ambiental e o sistema e processo de planejamento e gestão do

desenvolvimento do Município de Rancharia; Disponível em: http://rancharia.sp.gov.br/images/img_link/20052019-105848-lei-024.2007-043.2015-pdua.pdf. Acesso em 30 mar. 2022.

RANCHARIA. **Lei nº 043/2015, de 10 de dezembro de 2015**. Que altera os artigos 11, 97, 103, 105, 108, 113, 114, 115, 139, 142, 143 e 197 da Lei Municipal no 024/2007 de 24 de junho de 2007, que trata do Plano Diretor urbanístico e ambiental do Município e dá outras providências; Disponível em: http://rancharia.sp.gov.br/images/img_link/20052019-105848-lei-024.2007-043.2015-pdua.pdf. Acesso em 30 mar. 2022.

RANCHARIA. **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável**. Disponível em: http://www.cdrs.sp.gov.br/conselhos/arquivos_mun/468_10_02_2011_RachariaPMDRS.pdf, 2011. Acesso em 01 jul. 2022.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, 8, 63-74, 1994.

ROSS, J.L.S. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. Ver. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

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

SANTOS, J.O. ROSS, J. L. S. **Fragilidade ambiental urbana**. Revista da ANPEGE, v.8, n. 10, p. 127-144, ago./dez. 2012.

SILVA, J. A. A.; AL., E. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. 2012.

SILVA, L. F; CUNHA, E. BACANI; V. M; BARBOSA, E. H. B; OLIVEIRA, T. C. M; SAKAMOTO, A. Y. PEREIRA, Z. V. **Adaptação metodológica para avaliação da fragilidade ambiental da área de proteção ambiental (APA) municipal das nascentes do rio APA**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.

SOARES-FILHO, B. S. Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante? **Desenvolvimento sustentável** - subsecretaria/SAE, p. 28, 2013.

SOLARI, Raphael Alberto Fuhr. **Aplicação de métodos de classificação supervisionada em imagens do sentinel-2, como suporte ao cadastro ambiental rural**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN. p. 97, 1977.

VALE, J.R.B.; COSTA, J. A.; SANTOS, J. F.; SILVA, e. L. S.; FAVACHO, A. T. . Análise comparativa de métodos de classificação supervisionada aplicada ao

mapeamento da cobertura do solo no município de Medicilândia, Pará. **Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, 4, p. 26-44, 2018.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. p. 1-8.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Cadernos de capacitação em Recursos Hídricos. Volume 1. Agência Nacional de Águas. - Brasília: SAG, 2011.

ANA. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas**. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE. **Plano de Bacia Hidrográfica – 2016-2027**. Disponível em: <<http://cbhap.org>> Acesso em: 02 out. 2021.

FERREIRA NETO, D. N. **Uma alternativa para a sociedade: caminhos e perspectivas da permacultura no Brasil**. 1ª. ed. São Carlos: Edição do autor, 2018. v. 1. 318p.

FRANCISCO, A. B. **A erosão periurbana em Rancharia-SP: a análise espaço-temporal e as propostas de recuperação da boçoroca do Córrego do Grito**. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, 2017, 201f.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 337-79.

KAWAKUBO FS, MORATO RG, CAMPOS KC, LUCHIARI A, ROSS JLS. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2005; São José dos Campos. Goiânia: INPE; 2005. p. 2203-2210.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 424p. 2009.

LOCH, Ruth E. Nogueira. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2006.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yoshio Edemir. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., 2007.

PORTO, Rubem La Laina (org.). **Fundamentos para a Gestão da Água**. s.n. São Paulo: Casa de Soluções Ed., 2012.

TAVARES, Silvia. **Placemaking, urbanismo e o futuro dos espaços públicos.** Placemaking Brasil, São Paulo: segundo semestre de 2014. Disponível em: <http://www.placemaking.org.br/home/>. Acesso em: 21 de jul. 2017.

ANEXO A - Processos Erosivos Sub-Bacia Ribeirão da Confusão

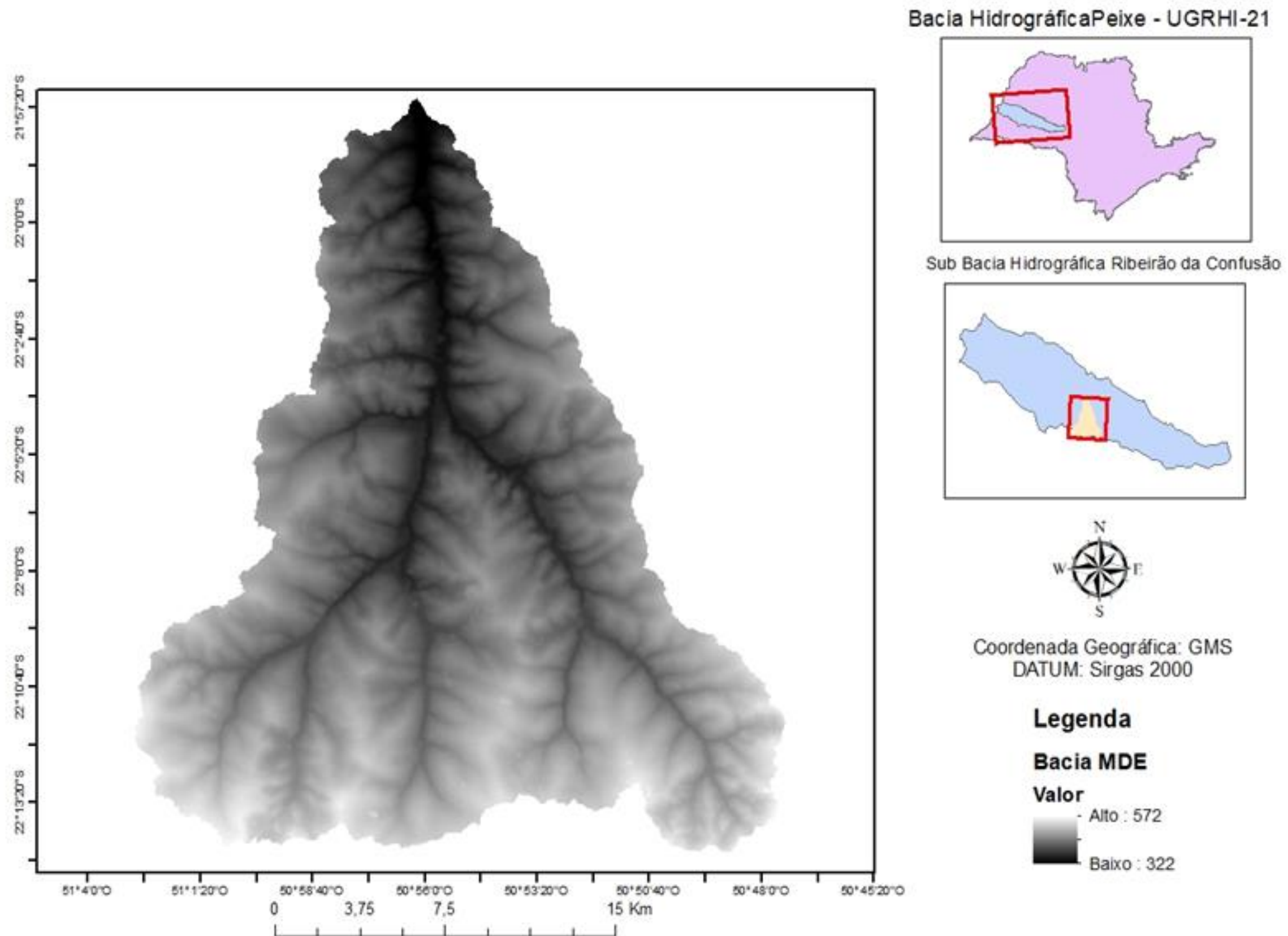
Quadrante	Fragilidade Emergente	Sigla	Latitude	Longitude	Tipo de Processo	Agente	Criticidade
N	Alta	ER-3525607-029	-22,229523	-50,807593	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3525607-031	-22,227163	-50,795601	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3525607-034	-22,227134	-50,795704	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3525607-030	-22,226249	-50,801407	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3525607-028	-22,224174	-50,79819	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
L	Média	ER-3542206-145	-22,222773	-50,987668	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3525607-027	-22,222232	-50,800817	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3542206-143	-22,211238	-50,869361	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3542206-144	-22,210381	-50,813663	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
L	Alta	ER-3542206-142	-22,209867	-51,013671	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
L	Média	ER-3542206-141	-22,208535	-51,017573	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
M	Alta	ER-3542206-139	-22,200159	-50,928714	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Média	ER-3542206-137	-22,197722	-50,833364	BOÇOROCA	LANÇAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE REPRESA	II - ALTA
M	Média	ER-3542206-138	-22,197456	-50,881886	BOÇOROCA	LANÇAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE REPRESA	II - ALTA
L	Alta	ER-3542206-140	-22,197151	-51,023436	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3542206-136	-22,193135	-50,80561	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3525607-024	-22,192689	-50,795868	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
L	Alta	ER-3542206-132	-22,188947	-50,9748	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
N	Alta	ER-3542206-135	-22,187081	-50,841207	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
M	Alta	ER-3542206-134	-22,184683	-50,8828	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA

J	Alta	ER-3542206-133	-22,180704	-50,922585	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Alta	ER-3542206-128	-22,176878	-50,855541	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Alta	ER-3542206-127	-22,176859	-50,8453	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Alta	ER-3542206-130	-22,176707	-50,978302	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Alta	ER-3542206-126	-22,173109	-50,830547	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
J	Alta	ER-3542206-129	-22,170939	-50,883866	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Alta	ER-3542206-131	-22,16776	-51,027624	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Alta	ER-3542206-120	-22,16559	-51,003839	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Média	ER-3542206-125	-22,164315	-50,838371	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Alta	ER-3542206-122	-22,160489	-50,864259	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Muito Alta	ER-3542206-124	-22,159004	-50,847622	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Média	ER-3542206-121	-22,156548	-50,990399	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Média	ER-3542206-118	-22,154473	-50,867219	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Alta	ER-3542206-119	-22,15236	-50,965063	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Média	ER-3542206-117	-22,148134	-50,868133	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Alta	ER-3542206-116	-22,146345	-50,851839	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
K	Alta	ER-3542206-114	-22,143318	-50,870627	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
J	Alta	ER-3542206-112	-22,141072	-50,924155	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Alta	ER-3542206-111	-22,14052	-50,982652	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
J	Alta	ER-3542206-113	-22,133382	-50,878774	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
I	Alta	ER-3542206-110	-22,129156	-50,971878	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
J	Média	ER-3542206-107	-22,126738	-50,888825	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA

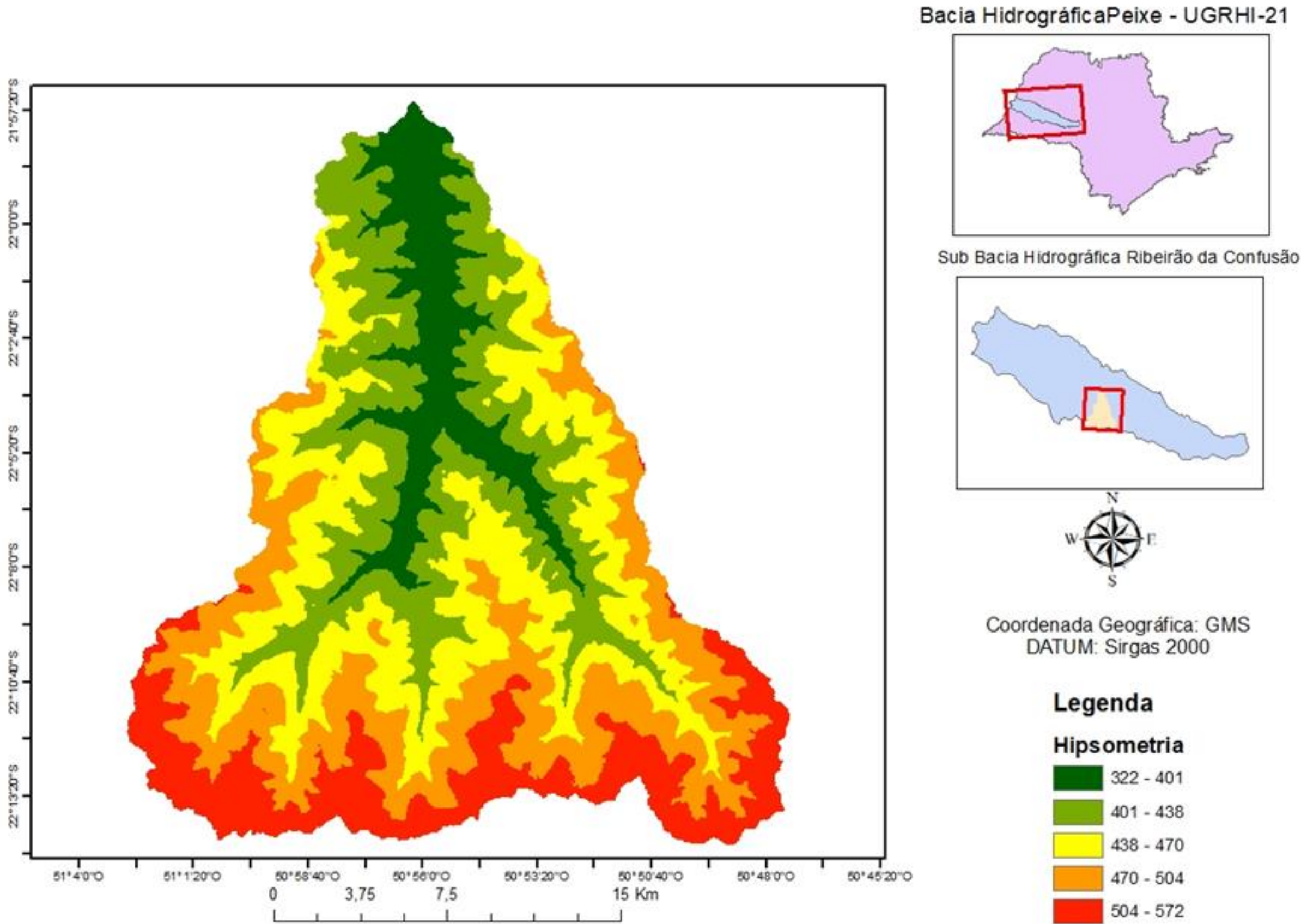
K	Alta	ER-3542206-105	-22,12592	-50,859891	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
H	Alta	ER-3542206-106	-22,125063	-50,870094	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-108	-22,124682	-50,930056	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-109	-22,120552	-50,933901	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
F	Média	ER-3542206-097	-22,116211	-50,975038	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Média	ER-3542206-098	-22,111357	-50,888406	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-092	-22,102144	-50,899257	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-094	-22,101916	-50,906281	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-087	-22,100164	-50,906128	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-088	-22,09986	-50,904644	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Média	ER-3542206-096	-22,099403	-50,933825	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-089	-22,099041	-50,9063	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-090	-22,09611	-50,909384	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-095	-22,096053	-50,933349	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-093	-22,094187	-50,894916	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-091	-22,094016	-50,910126	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-082	-22,091713	-50,908622	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-081	-22,08682	-50,914142	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
H	Alta	ER-3542206-083	-22,085488	-50,87569	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
F	Alta	ER-3542206-080	-22,081376	-50,970793	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
G	Alta	ER-3542206-079	-22,076027	-50,960704	RAVINA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
H	Alta	ER-3542206-078	-22,070526	-50,873711	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA

D	Alta	ER-3542206-123	-22,061389	-50,903578	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-067	-22,054879	-50,92071	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-066	-22,049777	-50,889472	BOÇOROCA	LANÇAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE REPRESA	II - ALTA
D	Muito Alta	ER-3542206-068	-22,046465	-50,919967	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-069	-22,045094	-50,919568	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-055	-22,027486	-50,894193	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-053	-22,027315	-50,943876	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Média	ER-3542206-054	-22,025297	-50,915418	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-051	-22,021204	-50,91892	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Alta	ER-3542206-049	-22,018425	-50,900722	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
D	Média	ER-3542206-052	-22,018102	-50,952556	BOÇOROCA	LANÇAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE REPRESA	II - ALTA
D	Muito Alta	ER-3542206-050	-22,017359	-50,918368	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-035	-22,008565	-50,960304	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-034	-22,005005	-50,959466	BOÇOROCA	LANÇAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE REPRESA	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-036	-22,003273	-50,91597	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-033	-21,998266	-50,953965	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-032	-21,992898	-50,921528	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-018	-21,979859	-50,914999	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-016	-21,9747	-50,931998	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA
B	Alta	ER-3542206-017	-21,973844	-50,950025	BOÇOROCA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	II - ALTA

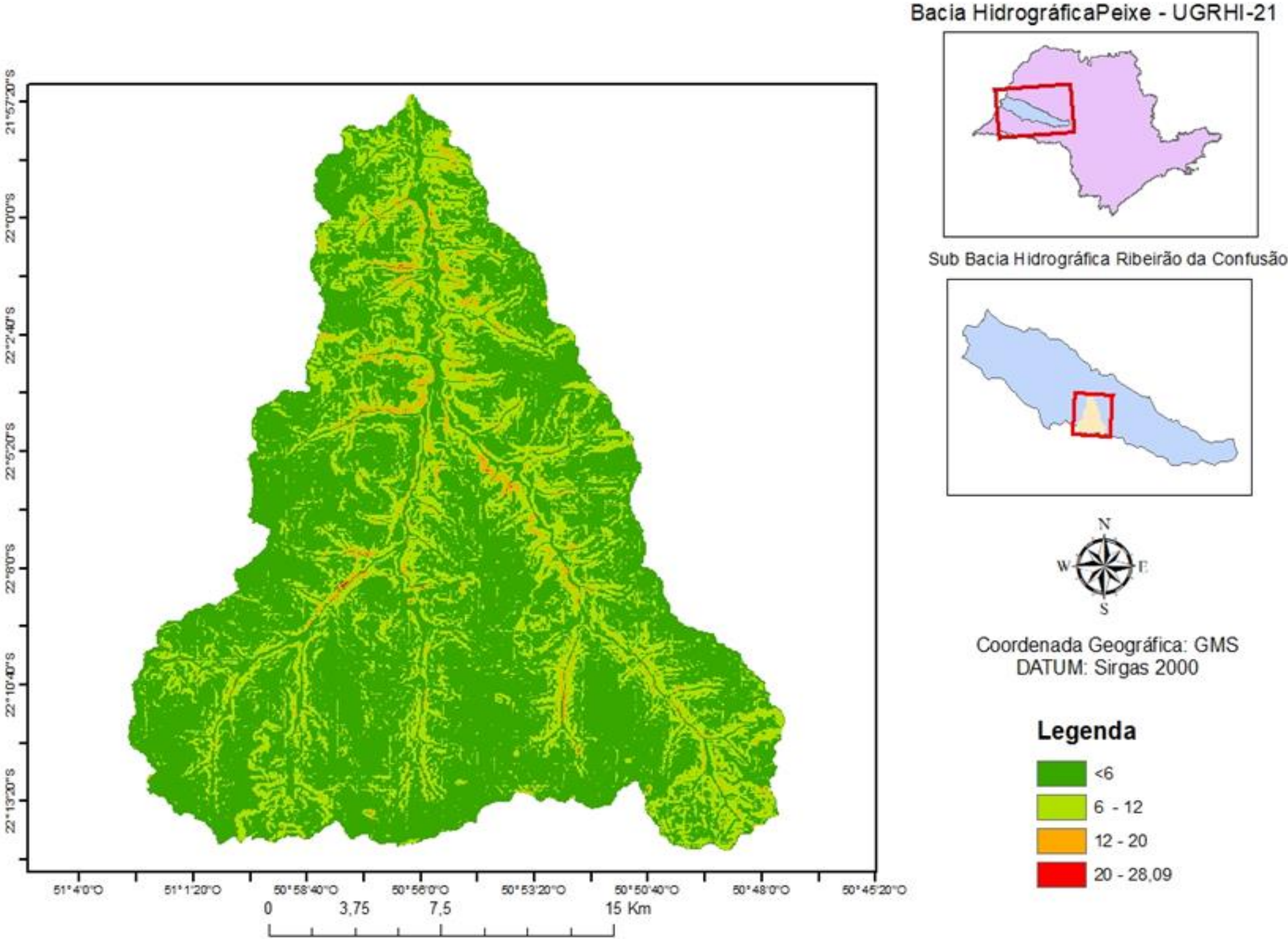
APÊNDICE A – MDE Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



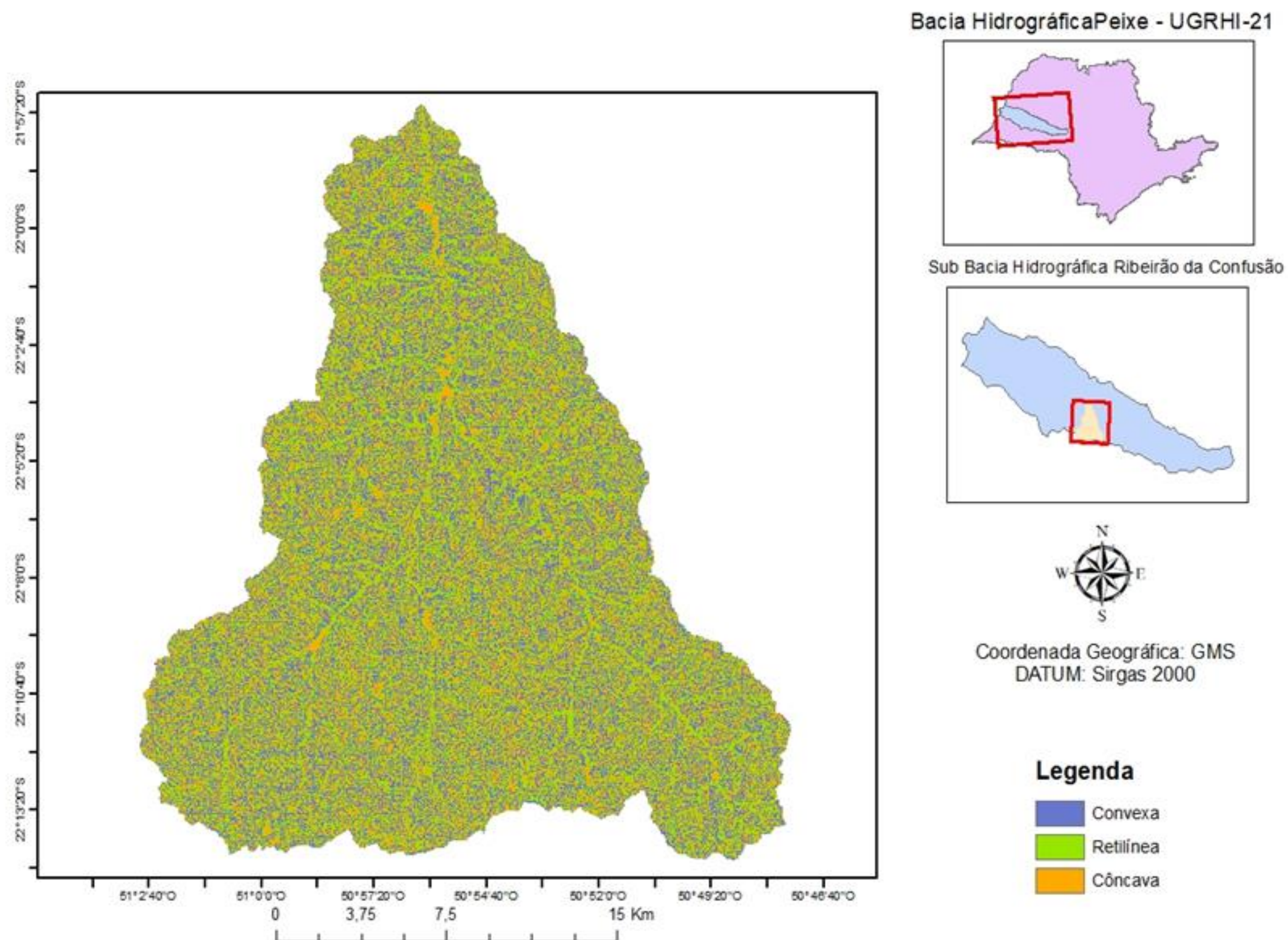
APÊNDICE B – Hipsometria Sub-Bacia DO Ribeirão da Confusão



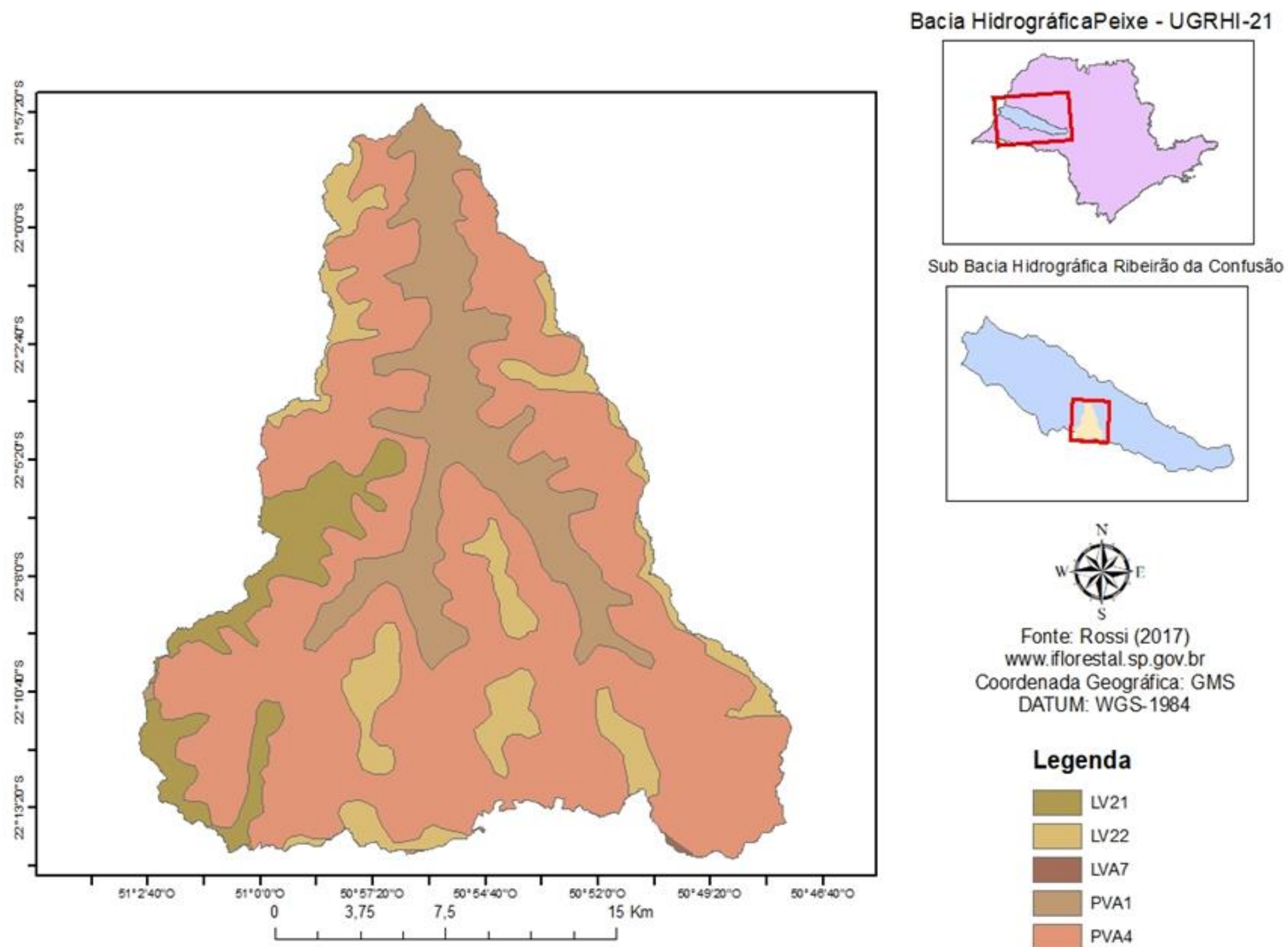
APÊNDICE C – Declividade Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



APÊNDICE D – Curvatura Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



APÊNDICE E – Pedologia Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão



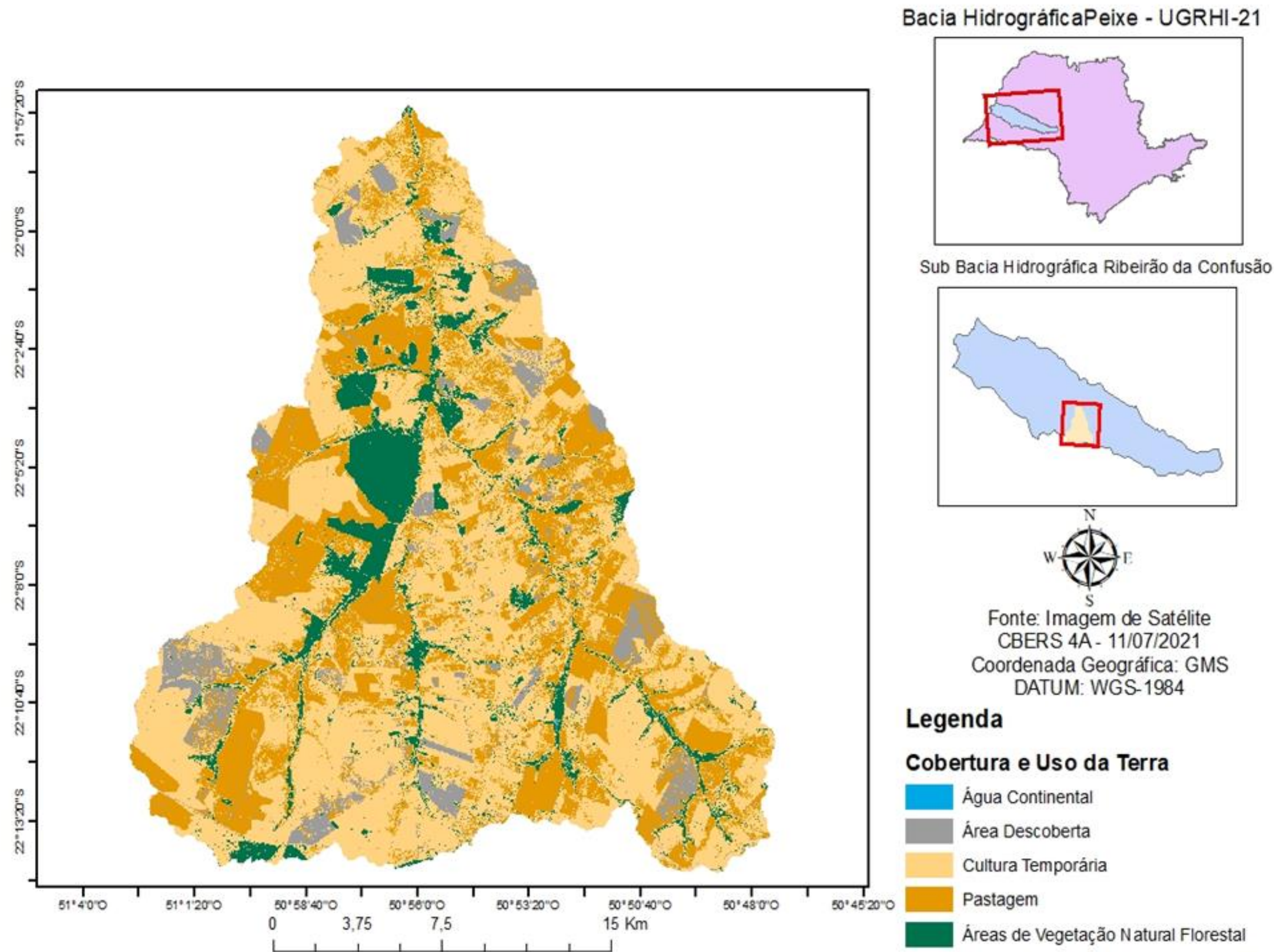
APÊNDICE F – Tabela da pedologia da Sub-Bacia do Ribeirão da Confusão

Unidade de mapeamento	Descrição	Área (ha) ¹⁰	total (%)
LV21	Latossolo Vermelho ou Vermelho Amarelo distrófico típico A moderado ou fraco textura média álico ou não álico, fase relevo suave ondulado	3.980,69	8,58
LV22	Associação de Latossolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo típico + Latossolo Vermelho/Vermelho-Amarelo argissólico ambos Distróficos A moderada textura média ou argilosa, álico ou não álico, ambos fase relevo suave ondulado	6.164,39	13,29
LVA7	Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo/Vermelho Distrófico típico, A moderada textura argilosa ou média, álico + Neossolo Quartzarênico Órtico típico, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado	33,61	0,07
PVA1	Argissolo Vermelho-Amarelo ou Vermelho Eutrófico arênico ou abrápticos A moderado ou fraco textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado e ondulado	47,76	0,10
PVA4	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico A moderado + Argissolo Vermelho Distrófico e Eutrófico típico, ambos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado	36.173,55	77,96

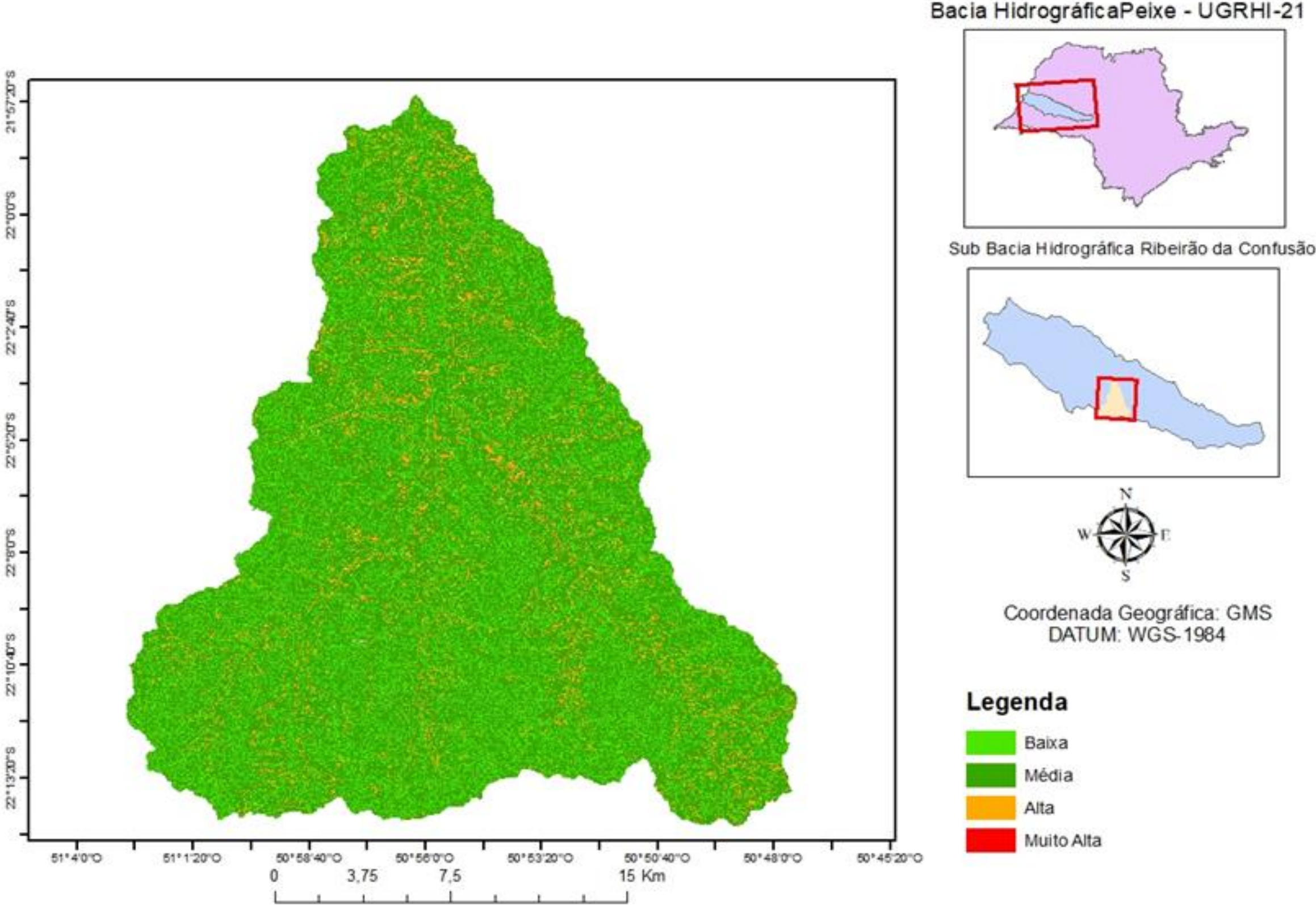
Fonte: Rossi (2017) – adaptado pelo autor

¹⁰ Cálculo executado pelo autor considerando o arquivo digital disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>

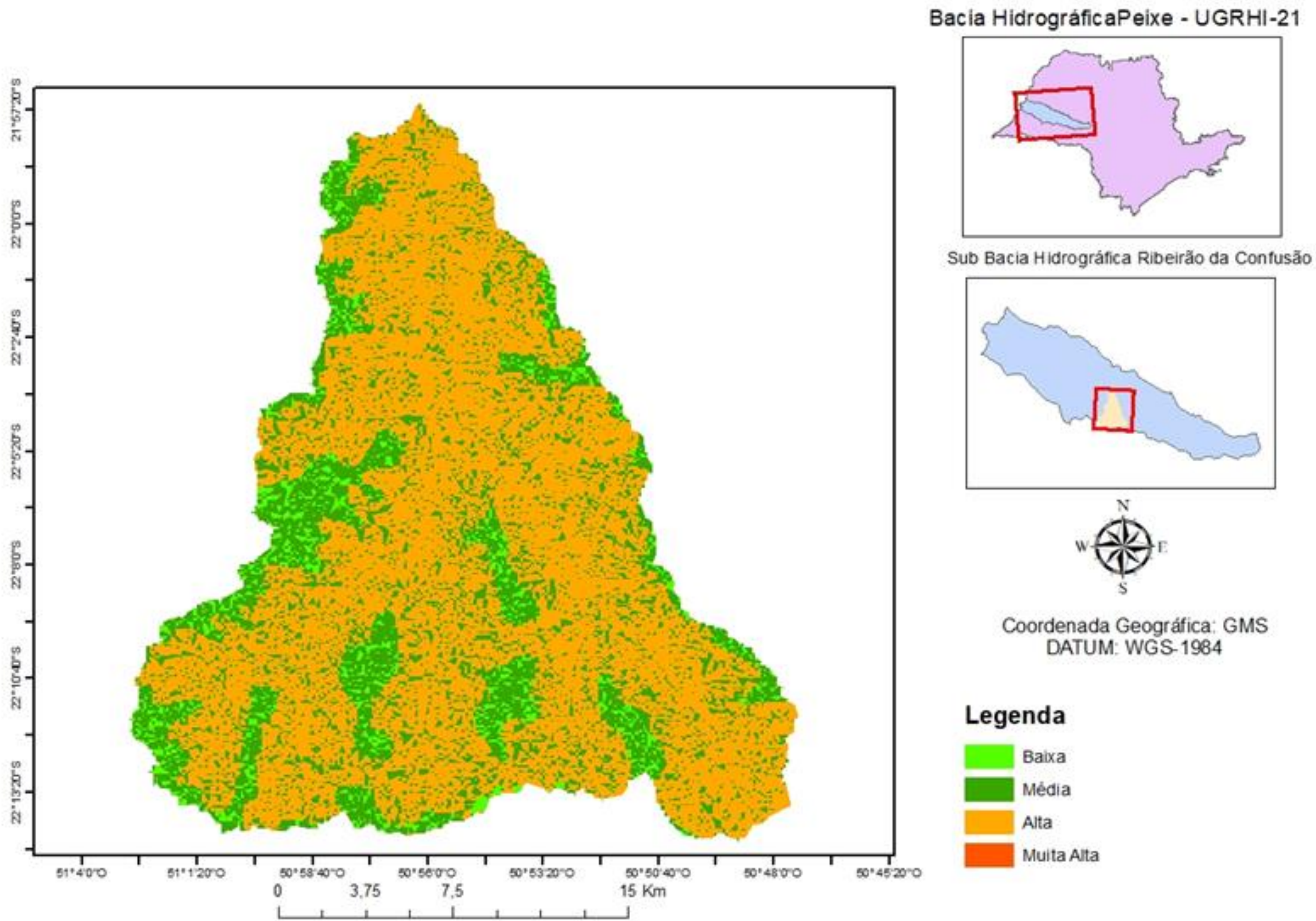
APÊNDICE G – Uso e cobertura da Terra da Sub Bacia Ribeirão da Confusão



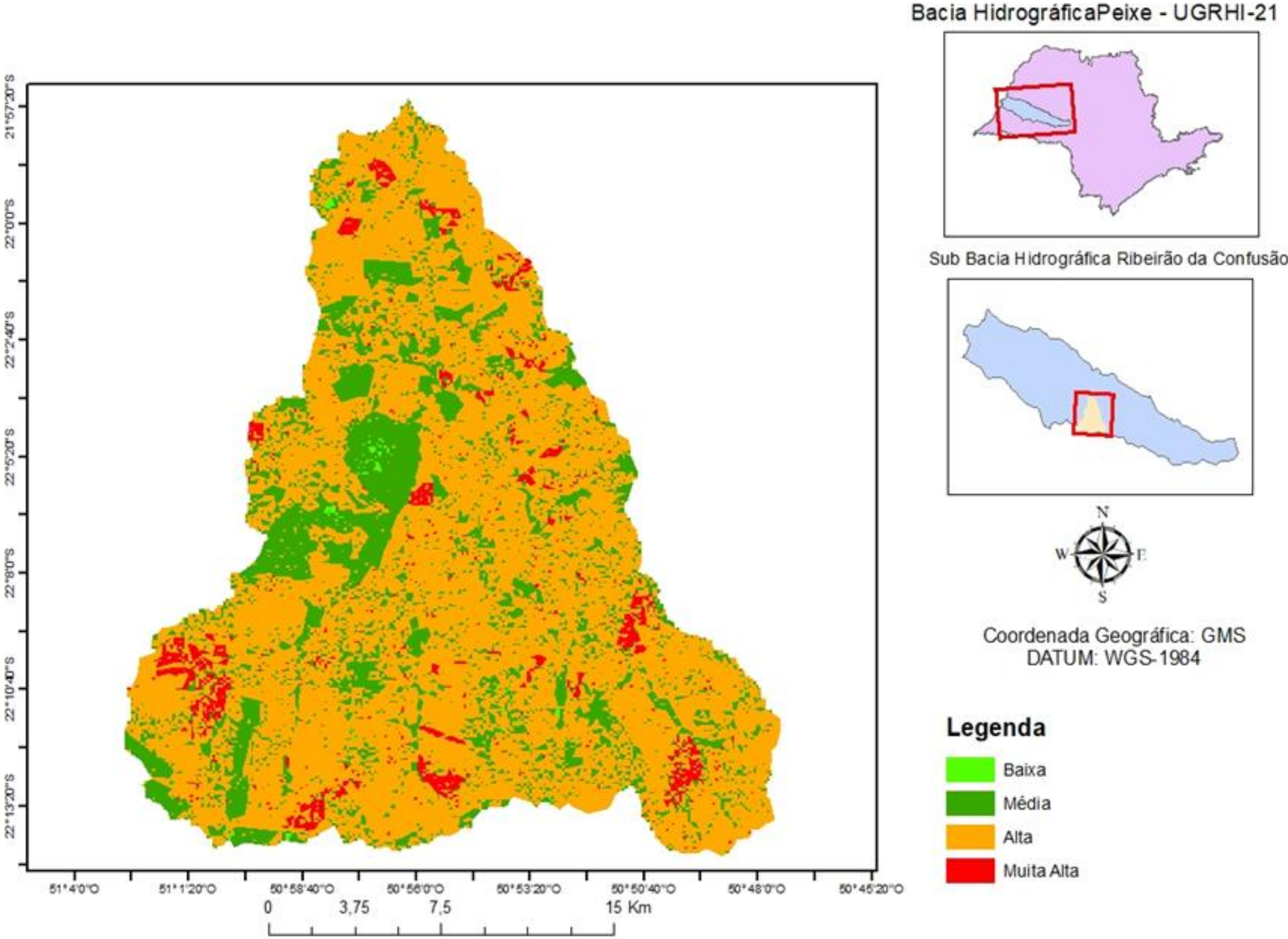
APÊNDICE H – Fragilidade do Relevo da Sub-Bacia Ribeirão da Confusão



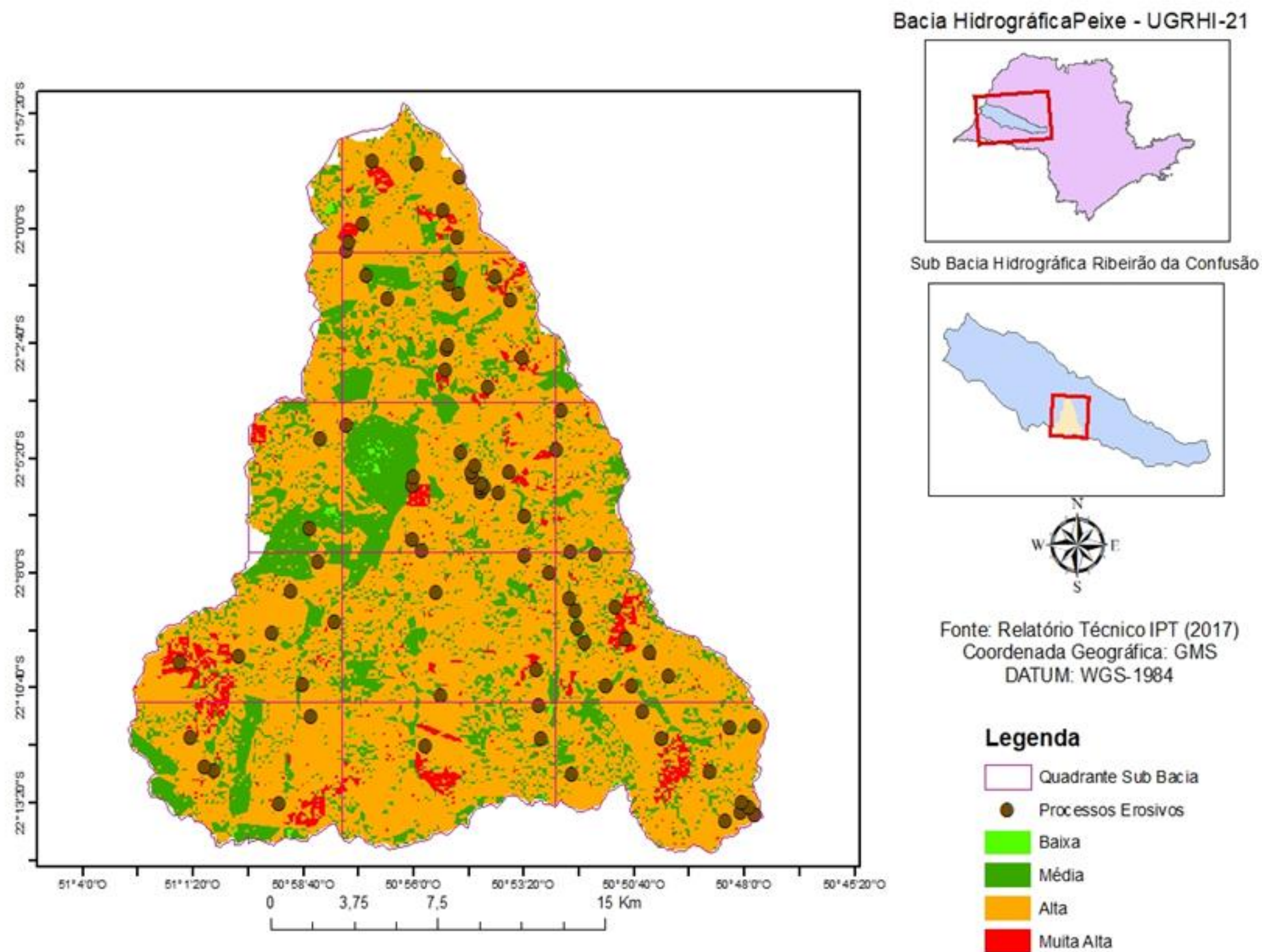
APÊNDICE I – Fragilidade Potencial da Sub-Bacia Ribeirão da Confusão



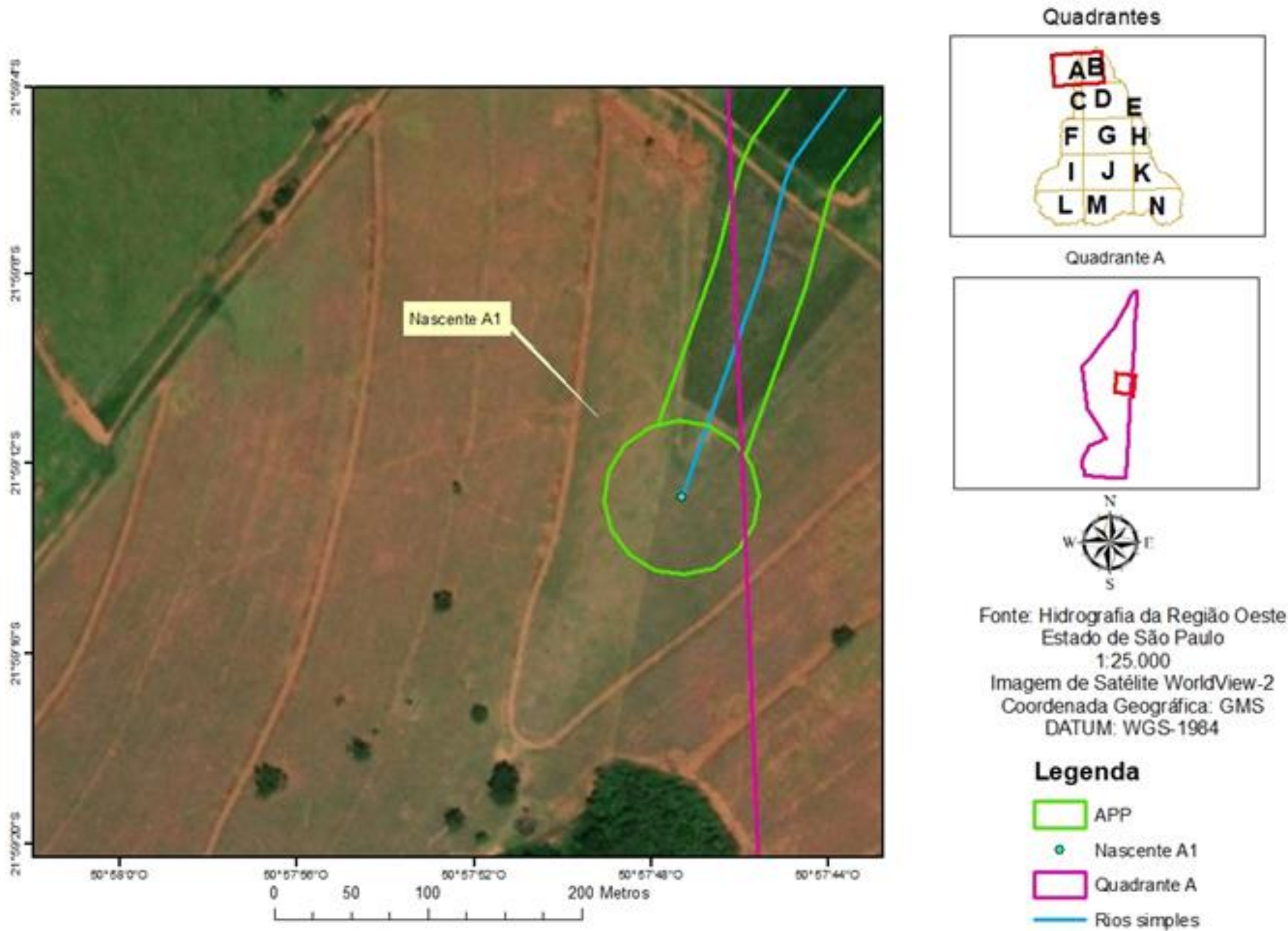
APÊNDICE J – Fragilidade Emergente da Sub-Bacia Ribeirão da Confusão



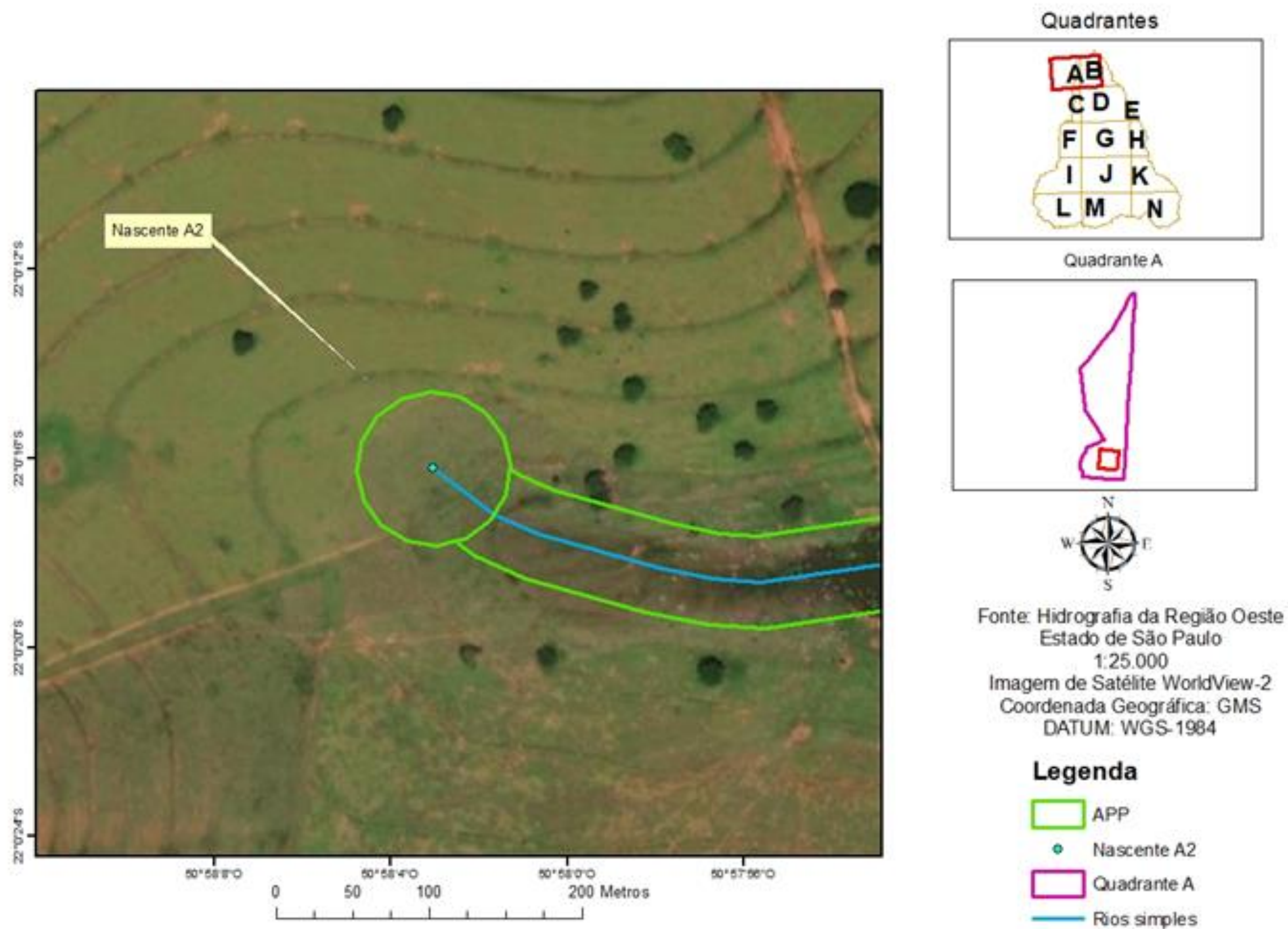
APÊNDICE K – Erosão x Fragilidade Ambiental Emergente



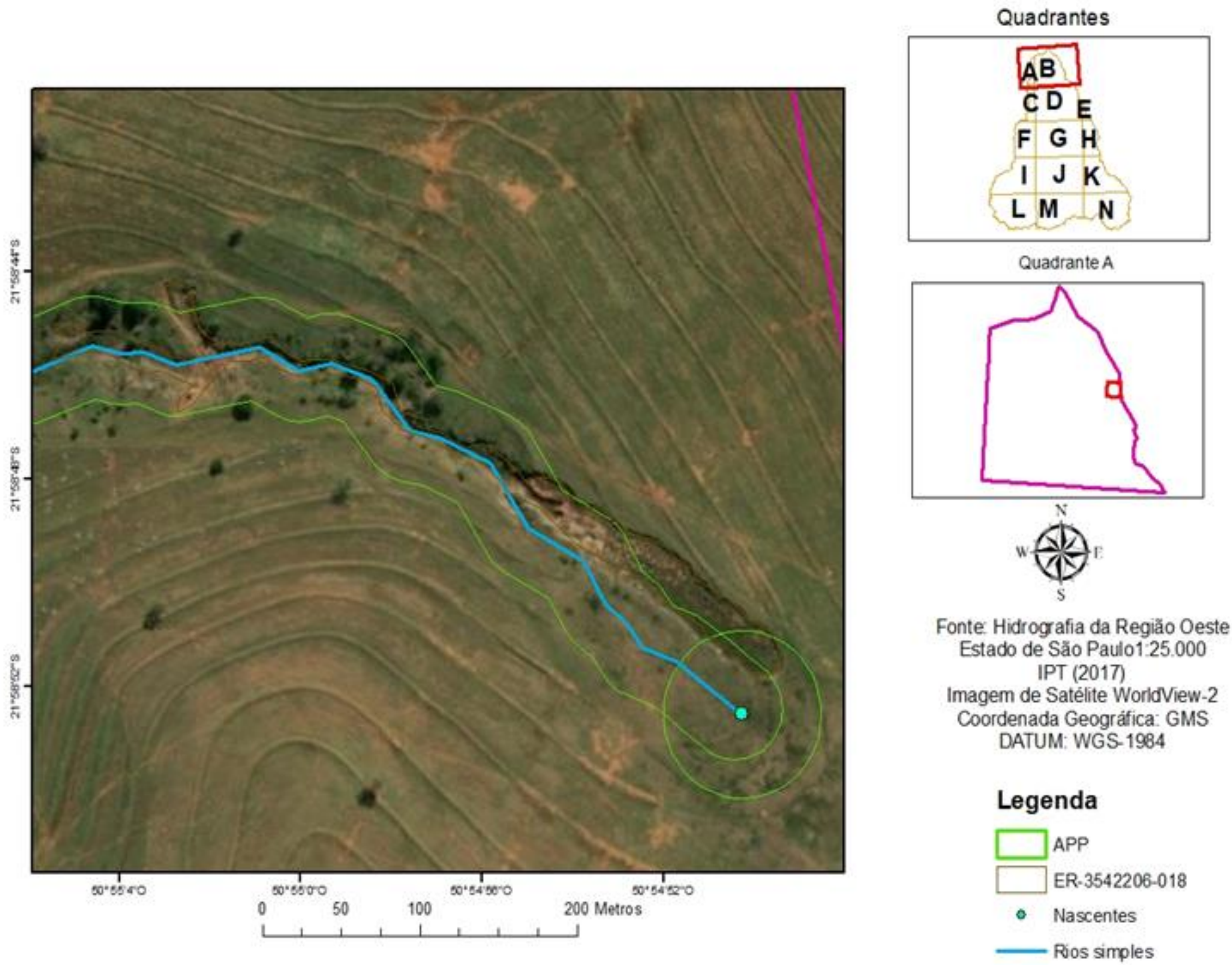
APÊNDICE L – Nascente A1



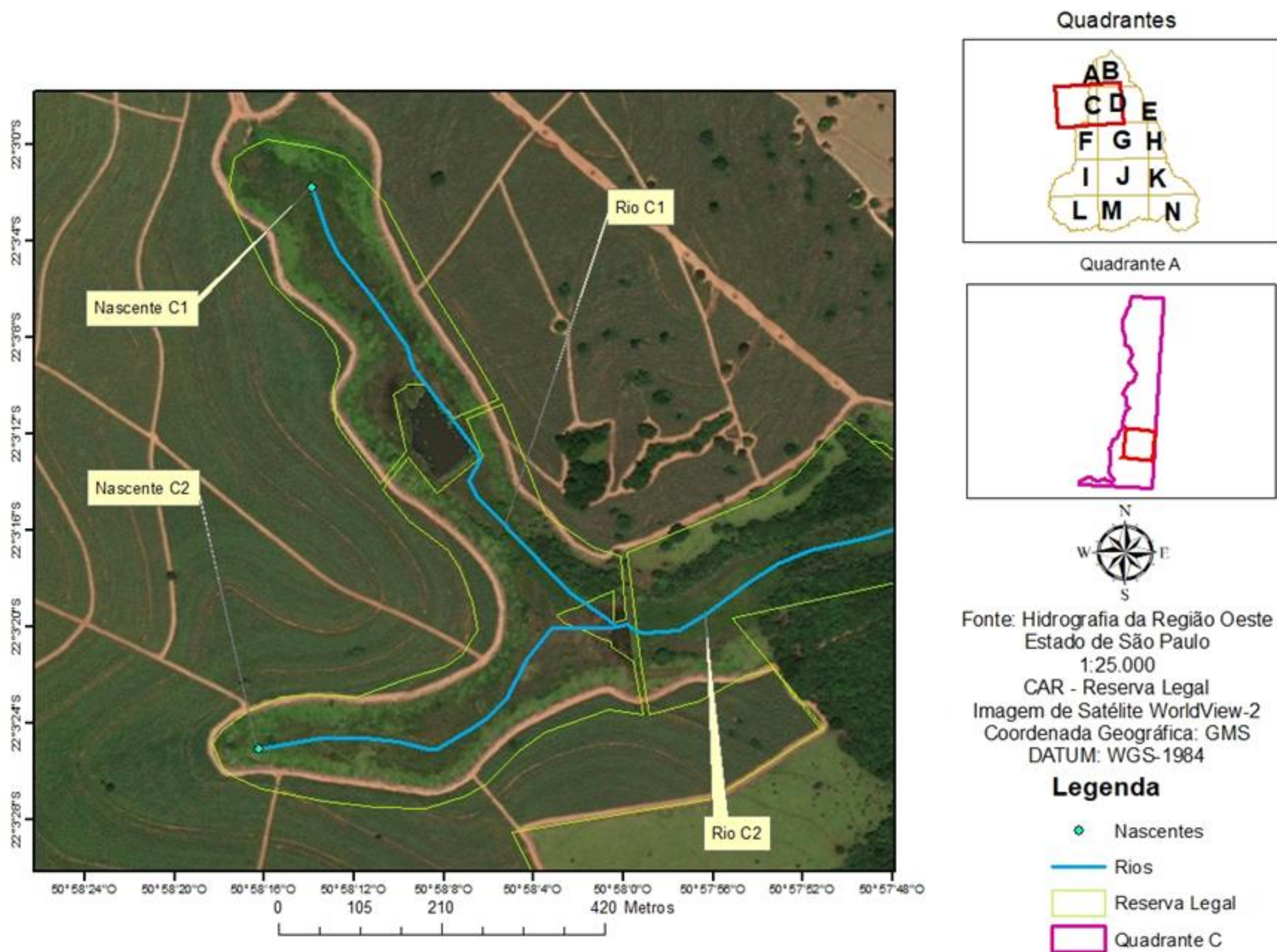
APÊNDICE M – Nascente A2



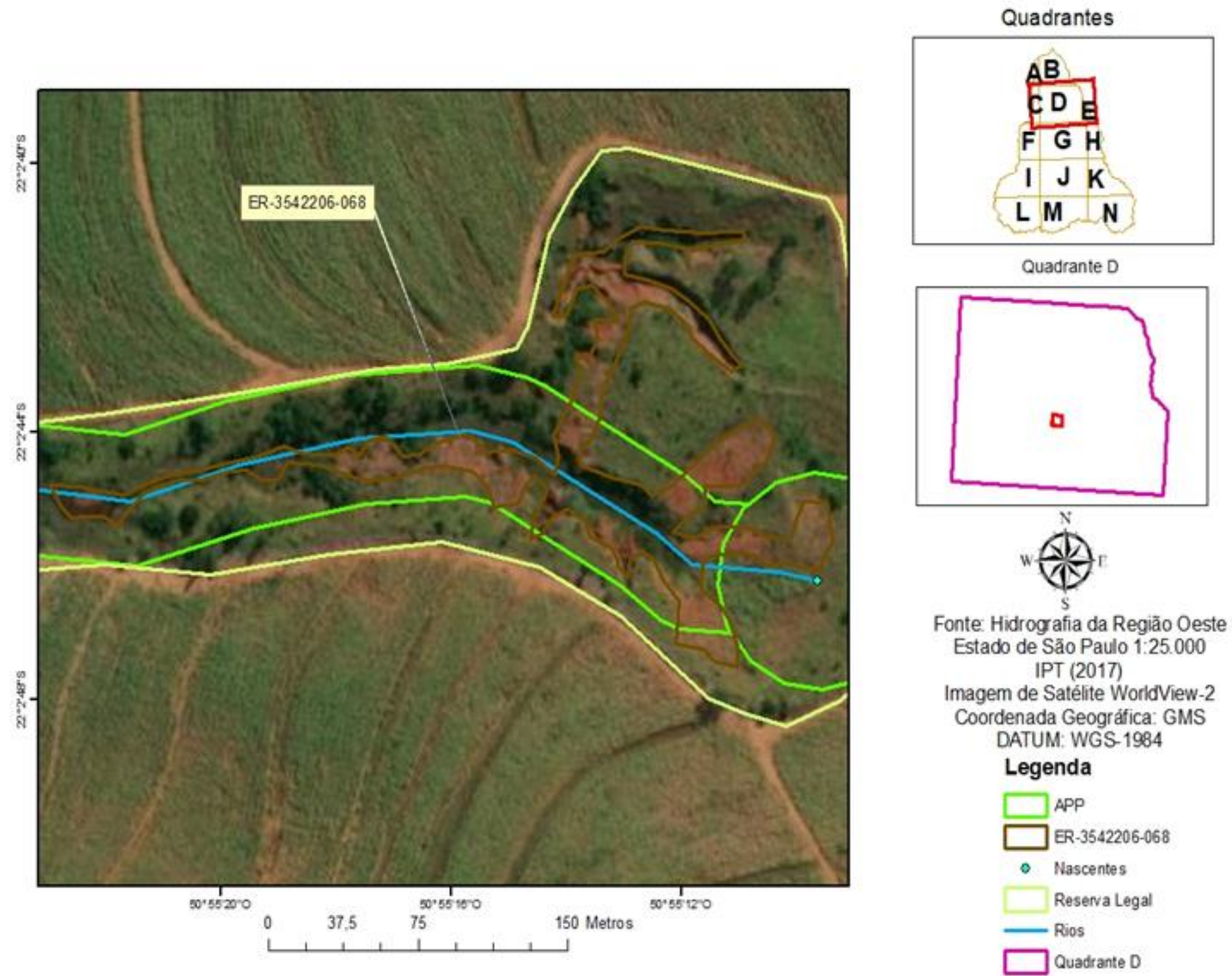
APÊNDICE N – Processo Erosivo ER-3542206-018



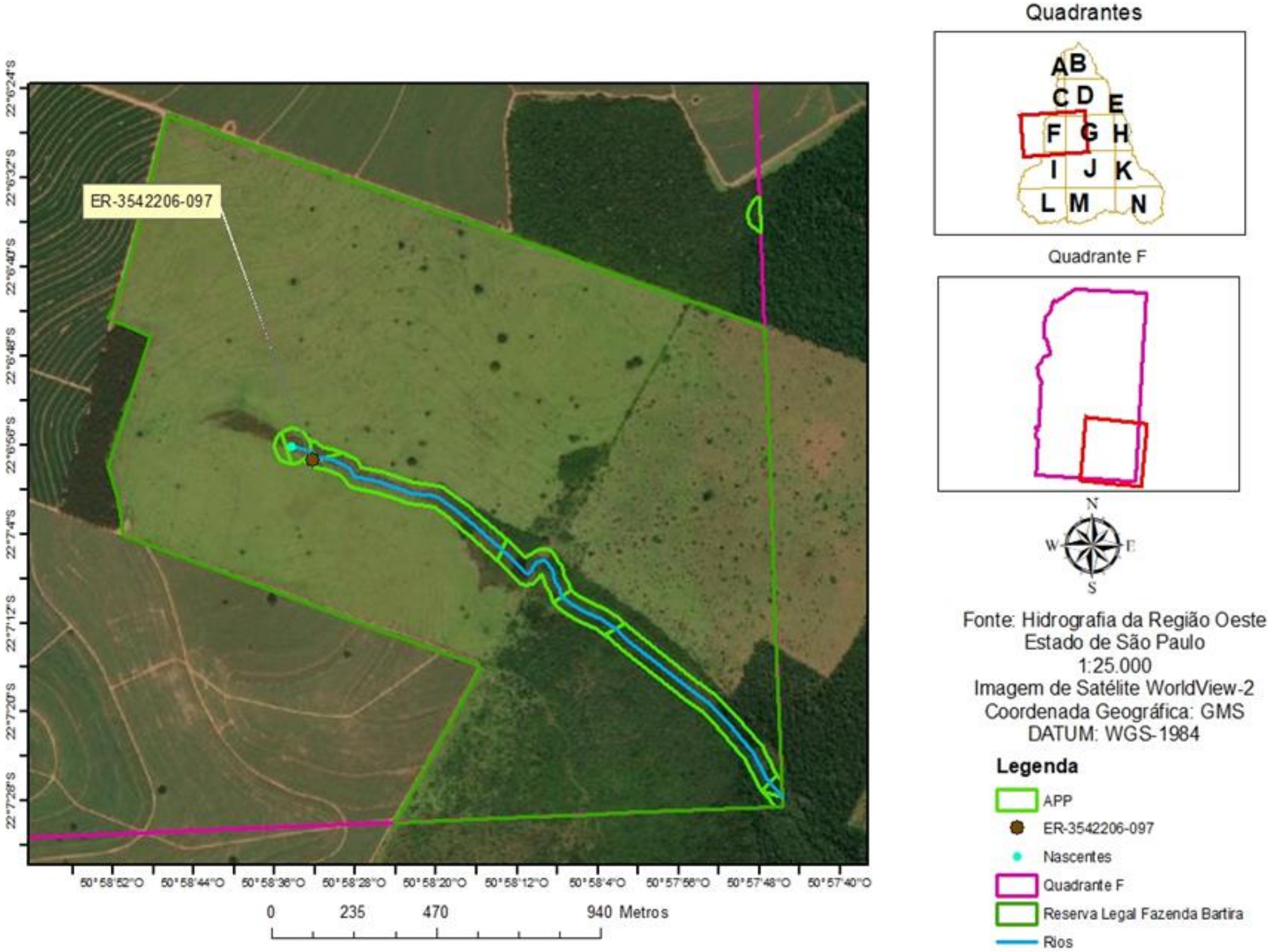
APÊNDICE O – Reserva Legal Quadrante C (Nascente C1 e C2; Rio C1 e C2)



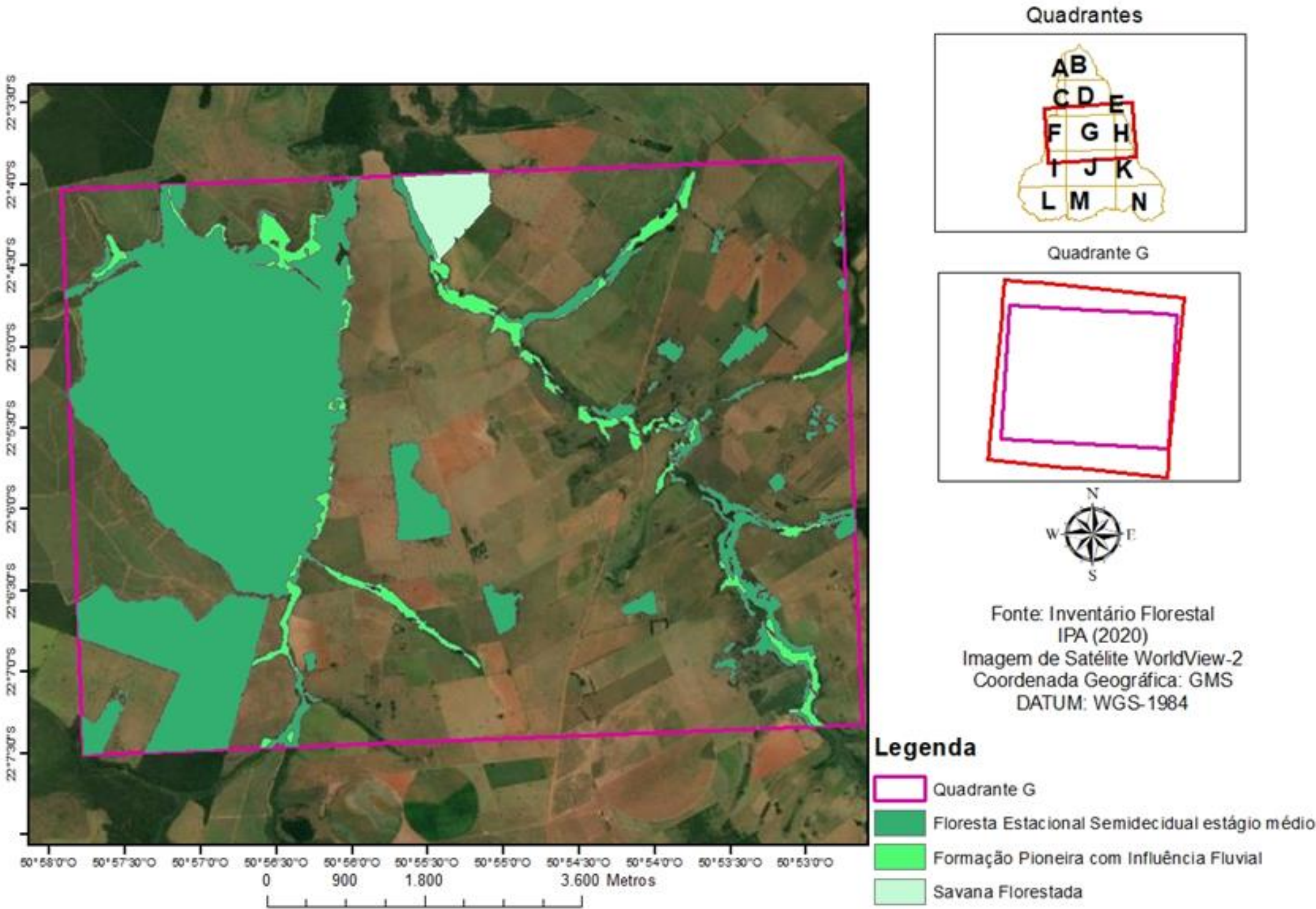
APÊNDICE P – Processo Erosivo ER-3542206-068



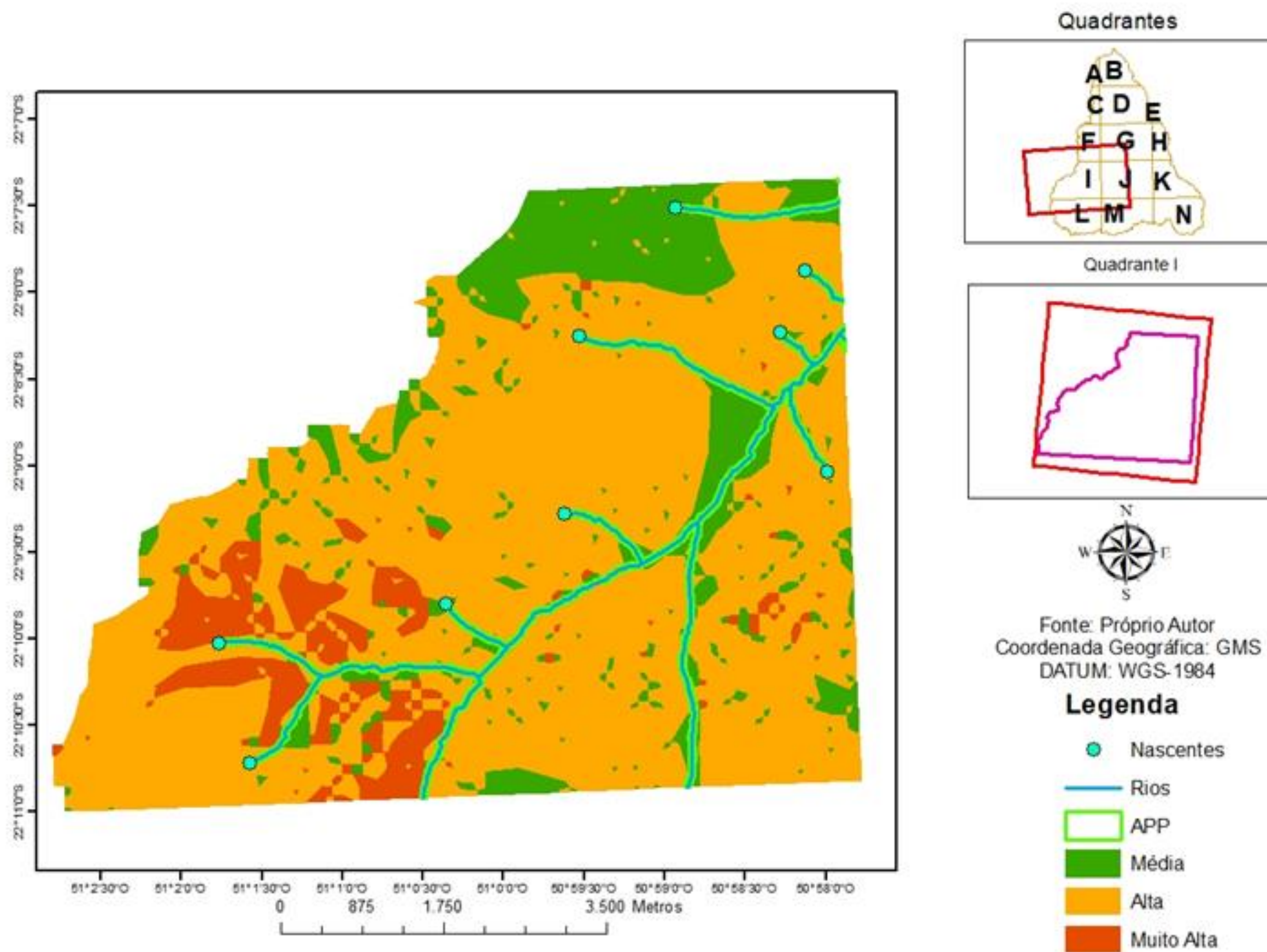
APÊNDICE Q – Reserva Legal “Fazenda Bartira” – Quadrante F



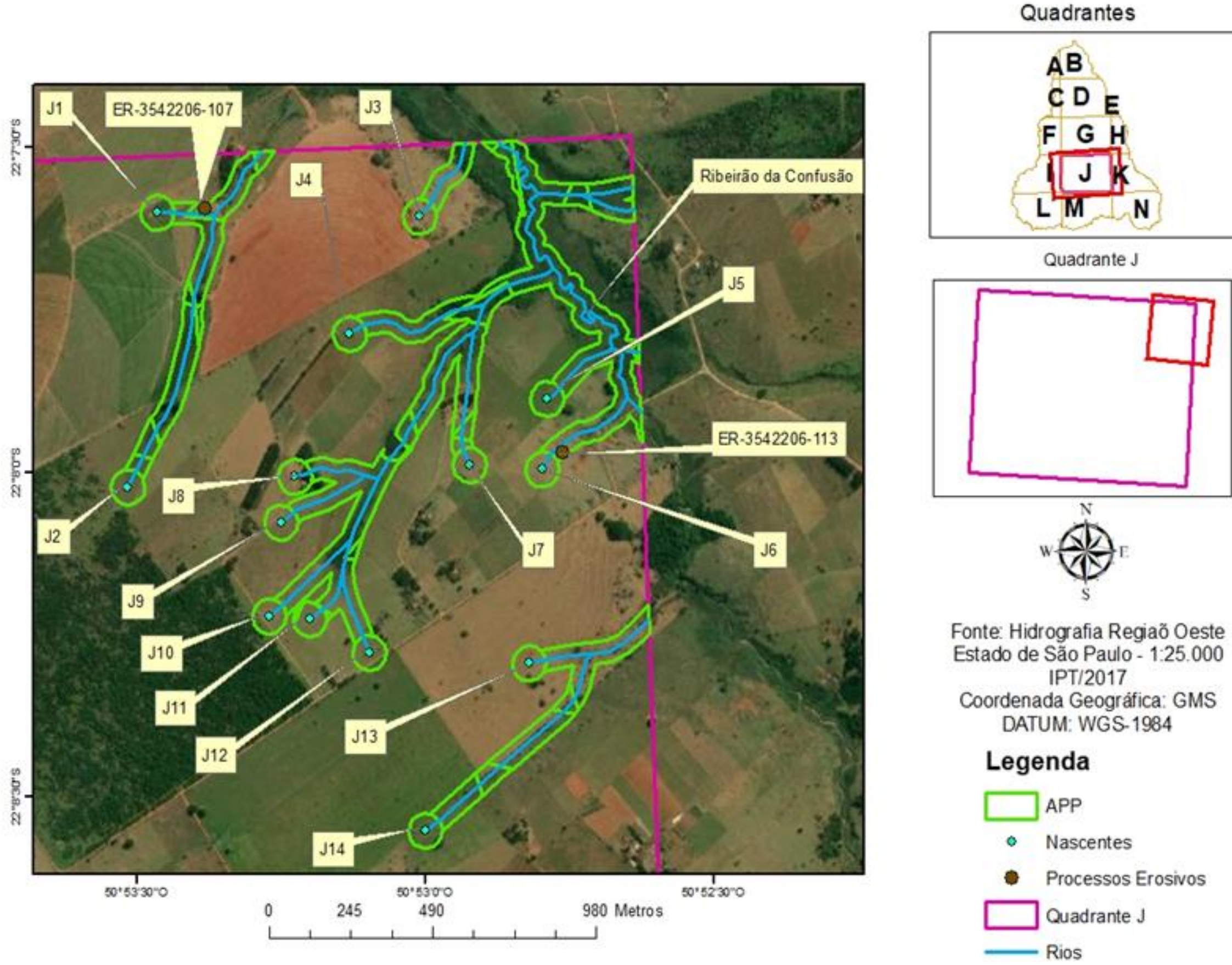
APÊNDICE R – Inventário Florestal 2020 – Quadrante G



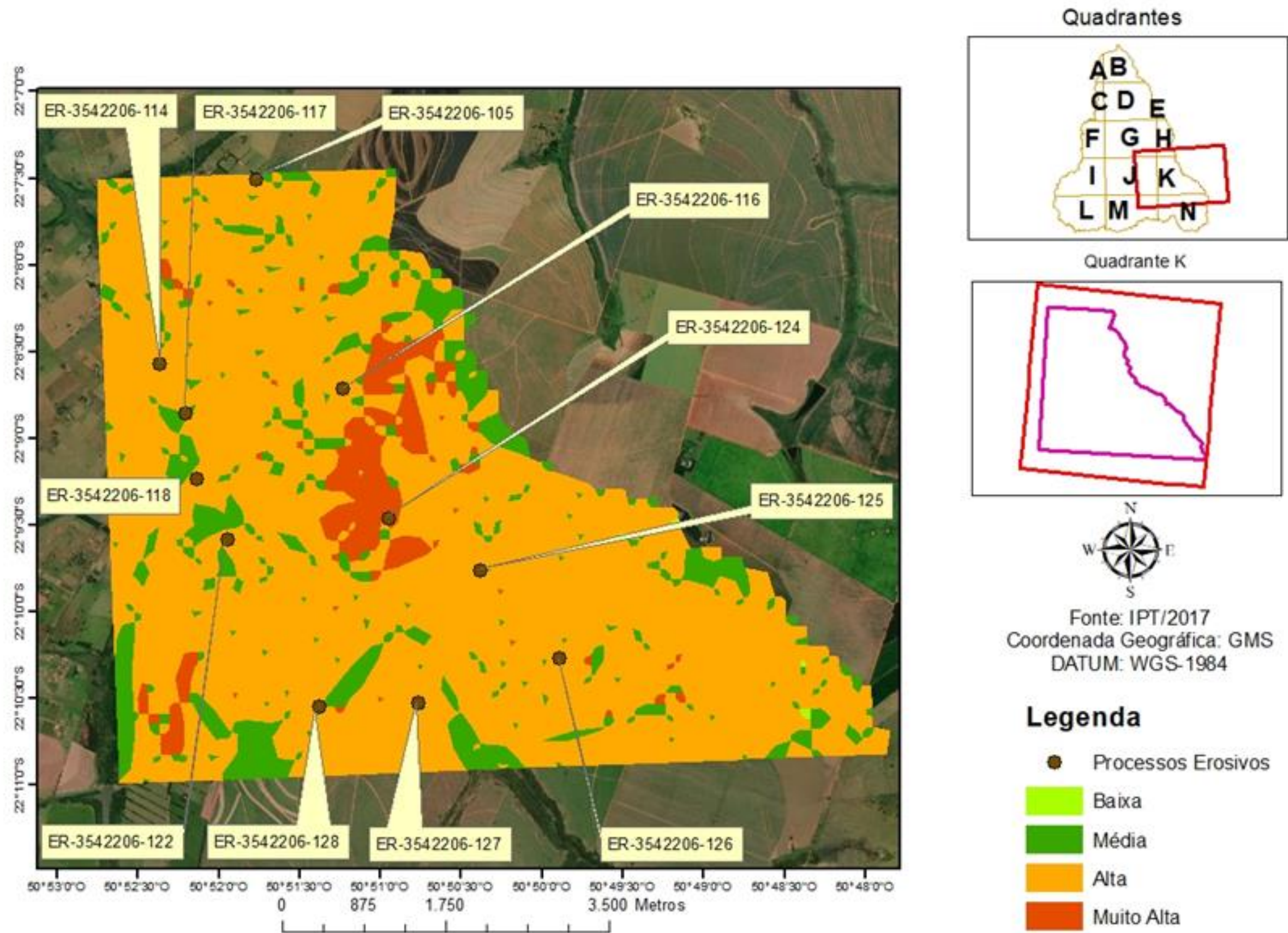
APÊNDICE S – Fragilidade Ambiental do Quadrante I



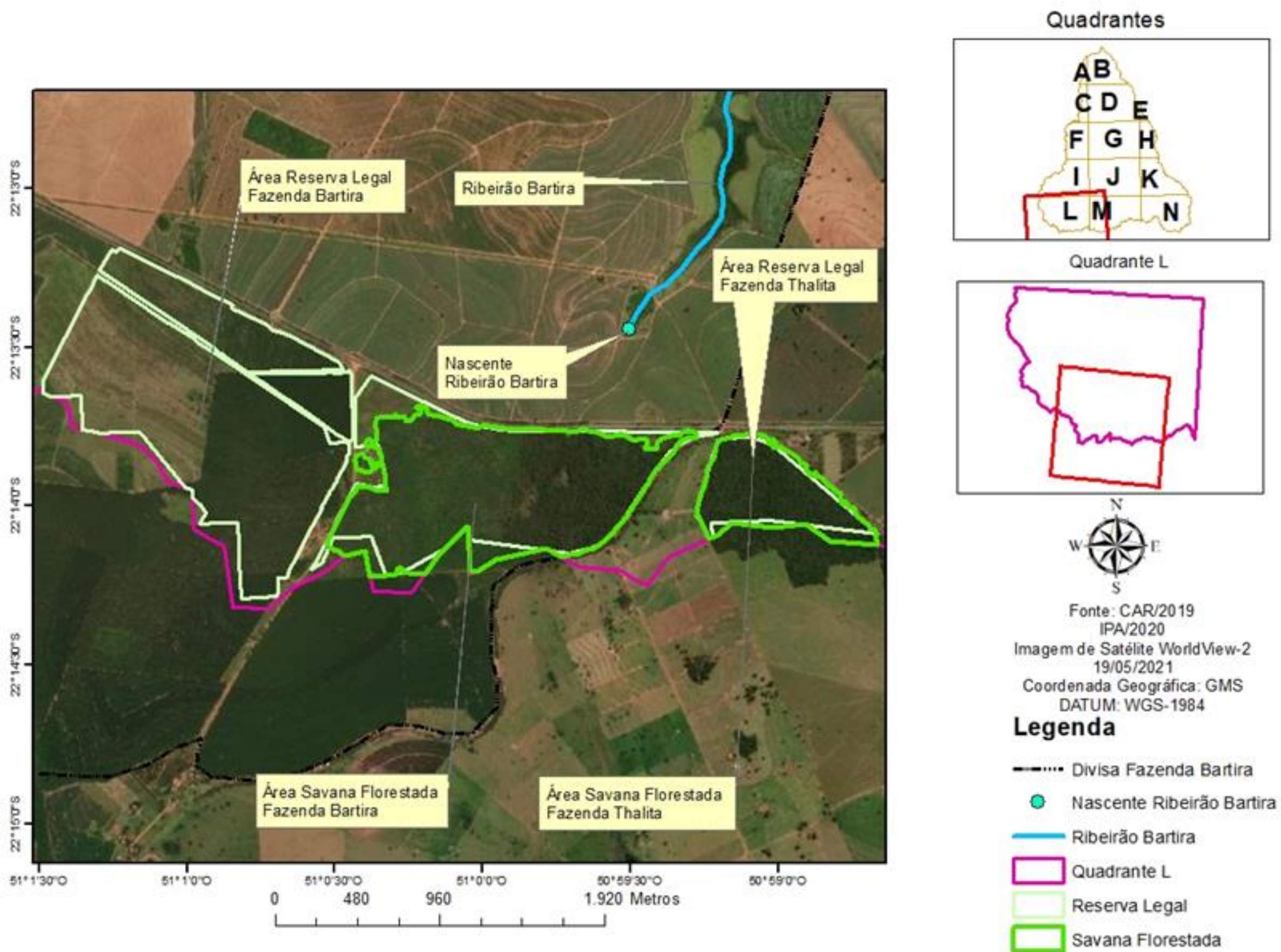
APÊNDICE T – Área nordeste do Quadrante J



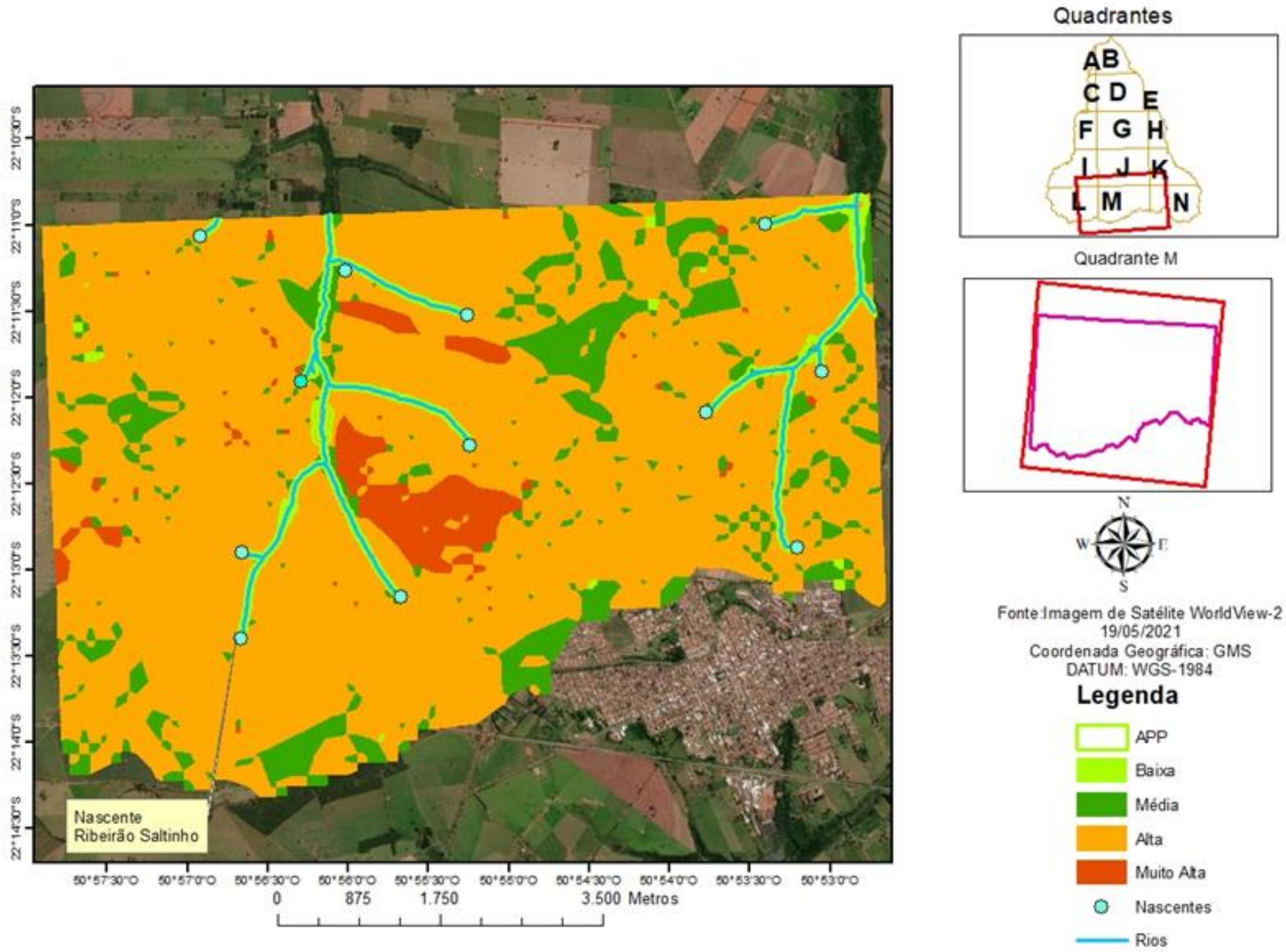
APÊNDICE U – Fragilidade Ambiental e processos erosivos Quadrante K



APÊNDICE V – Reserva Legal e Inventário Florestal Quadrante L



APÊNDICE W – Fragilidade Ambiental Quadrante M



APÊNDICE X – Processos erosivos situados a sudoeste do Quadrante N

