

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

MARIANA LOPES NISHIZIMA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL À PROCESSOS EROSIVOS
LINEARES NO SETOR CENTRO-SUL DO MUNICÍPIO DE MIRANTE
DO PARANAPANEMA - SP**

Presidente Prudente

2021

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

MARIANA LOPES NISHIZIMA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL À PROCESSOS EROSIVOS
LINEARES NO SETOR CENTRO-SUL DO MUNICÍPIO DE MIRANTE
DO PARANAPANEMA - SP**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP - Campus de Presidente Prudente, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

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

Presidente Prudente

2021

N724v	Nishizima, Mariana Lopes Vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema - SP / Mariana Lopes Nishizima. -- Presidente Prudente, 2021 140 p. : il., tabs., fotos, mapas Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes 1. Vulnerabilidade ambiental. 2. Técnica do Processo Analítico Hierárquico (AHP). 3. Erosão Linear. 4. Mapeamentos. 5. Mirante do Paranapanema - SP. I. Título.
-------	---

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: VULNERABILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS EROSIVOS LINEARES DO SETOR CENTRO-SUL DO MUNICÍPIO DE MIRANTE DO PARANAPANEMA – SP.

AUTORA: MARIANA LOPES NISHIZIMA

ORIENTADOR: JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:

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

Profa. Dra MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / FCT/UNESP - Câmpus de Presidente Prudente

Prof. Dr. MELINA FUSHIMI (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Universidade Estadual do Maranhão

Presidente Prudente, 26 de março de 2021

À todas as vítimas e familiares dos entes queridos que nos deixou nesse ano tão difícil e de impacto em todos os cantos desse Globo Terrestre (Leste, Oeste, Norte à Sul). Esta Pandemia Covid-19 tem sido realmente um acontecimento intenso e doloroso. Minha sincera homenagem e agradecimento a todos nós.

AGRADECIMENTOS

Com muito amor e carinho, sou grata em primeiro lugar à Deus, por caminhar comigo sempre, por me iluminar e permitir estar aqui hoje desfrutando desse momento épico, nunca antes sonhado, mas hoje reconheço que em meio a tanta turbulência, encontros e desencontros fiz definitivamente as melhores escolhas nesta caminhada até aqui. Igualmente, sou hoje capaz de vivenciar todas essas conquistas por ter três dos maiores presentes que são vocês: Mãe, Maria Elena (meu lado brasileiríssima), mulher de muita fé e que não mede esforços para oferecer a família o melhor da vida; Pai, Eduardo, meu maior exemplo de honestidade, força e sabedoria seja na lógica ou mesmo se tratando de sentimentos, mesmo que nem sempre nítido, esse seu nado gentil, já que o lado nipônico permite a discrição do mesmo (a outra metade nipônica Japão); e o meu terceiro e grande inspirador das décadas de 80 e 90, Eduardo Junior, o maior sortudo que recebeu a irmão sensacional que sou (risos/brincadeira) e minha meta diária de me tornar tão boa em tudo só pra tentar ser a primeira, meu primeiro parceiro e arquirrival para superar obstáculos dos jogos e com certeza na vida real, meu eterno Oniichan ou Ninhos (de Juninho). Sem o exemplo e esforço de vocês nenhuma dessas realizações seriam possíveis.

Seguindo, não posso deixar de agradecer professores do ensino básico do colegial, são eles dois geógrafos: Prof.^a Denise (ensino médio), e ao Pref.^o Fernando Araújo, meu maior incentivador em prestar para a Geografia na Unesp. Convencida pela paixão que ambos têm pela Geografia e com certeza pelo exemplo de professores que são.

Hoje, agradeço às(os) professoras(es) Geógrafas(os), Pedagogas(os), Cartógrafas(os) e Engenheiras(os) Ambientais, para além de outros profissionais da educação e das ciências afins, que tive o prazer de aprender. Muito obrigada UNESP, pela oportunidade de conhecer cada um, e claro, sempre digo e neste momento não poderia ser diferente, agradecimentos ao “meu grande amigo e orientador Prof. João Osvaldo” que me conquistou desde a sua primeira aula na graduação (2015), logo me vi batendo em sua porta para geografarmos, ao me dispor como possível orientanda... ele me disse: “-Bah, vamos trabalhar”, desde então tem me fornecido muita confiança, ações e incentivos para fazer Geografia, já são 6 anos de trabalhos juntos, eu só tenho a agradecer-lo. Estou ciente de que posso continuar contando com suas orientações, daqui para frente, portanto, saiba que sempre estarei à disposição para contribuir com todo nosso animo e disposição, característica essa que temos em comum.

Nesse caminho até aqui, contei com muitos colegas e amigos, de disciplinas à trabalho: Luisa e Cesar (meu irmãos colombianos); Christian Nishizima (Primo/Irmão); AdrianoSan (secretário do Dep. Geo e Geógrafo); Barbara e pequeno Aquiles; Jucimara Pagbozi; João

Ricardo; Alexandre; Ritielle; Mateus Fachin; Aniele (Anaelen); Alice; Erivelton (membros da turma 56 Geo); Tiago Milani; Carolina Julian (família Mariliense); Thauana Lisboa (família); Rachel AGB (fortaleza), Ana Paula Moraes; Amanda Amorim; Aninha (urbana/Uel e família); Luis (gaia); Gisele (Geo/Educa amiga do Luis) Marcia; Marco (Maranhão/gaia); Nicolas (urbana); Terezinha Gomes (Profa. e madrinha da turma 56) Leandro (Aquidawana); Marcos (DR em Geo, Aquidawana); Lari Coutinho (e Família); Leandro Bortoluzzi; Grazi e Fernando (GADs); e ao Felipe Matos (namorado) a “vítima” das minhas paranoias desta reta/fase final.

Agradecimentos à equipe toda do Labsolos, em especial aos colegas e amigos muito presentes nessa caminhada: Melina (a inspirador/incentivadora); Ana Paula; Ribas; Erikinha; Caio; Dener; Quesia; João Vitor; Marcel; Victor Verissimo (técnico); Alessandro; Cah Julian (irmã da Eng. Amb. e a querida Família); Elelan; Gabrielzin; Emanuema Sanches (João da Manu); Fátima; Glauber; Jessica (ao Agnaldo também); Jhonatan; Juliana; Mayara; Pedro (Amb.), Leticia e Leda Correia Pedro.

GAIA (Veteranos [para sempre Gaianos] e aos atuais): Lindberg (Padrinho dessa fase MS, e também conhecido por Bahiano/Bahias), Aristóteles (Padrinho dessa fase MS), Núbia, Juninho, Karime, Aline (Eng.Amb.), Janaina, Luana, Nany, Gustavo, Renan Davoli, Milani, Danielle, Washington, Rampazzo, Lidiane, Luís e Marco. Para além, agradecimentos a nossa diva da geografia, Professora Livre Docente Margarete Cristina de Costa Trindade Amorim, geógrafa com ênfase na Climatologia Geográfica e coordenadora do grupo GAIA.

Aos Centros Acadêmicos: CAGEO, CAEA e Empresa Jr – GeoAmbiental.

À equipe da seção técnica da Pós Graduação: Aline Muniz; Anderson Diniz; Cinthia Onishi; Lincoln Kohara e Ivonete. Aos grupos de pesquisas e seus membros: CETAS; GADIS; NERA; GEDRA; e GAsPERR;

Agradecimento ainda ao apoio cartográfico do Professor/Cartógrafo (Aposentado em 2017) pela FCT/UNESP – Campos de Presidente Prudente, Professor Doutor Júlio Hasegawa, bem como, os servidores técnicos administrativos da Cartografia: Ítalo Tsuchiya (A.S.A . IV), Thais Oliveira de Castro Moura (A.S.A. I) e Nemer Ricardo Amaral Ferreira (A.S.A. II).

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Financiamento da bolsa/processo do CNPQ processo nº: 134023/2018-8 (início do mestrado), seguido pelo financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – (FAPESP) – financiadora da pesquisa desde a iniciação científica, processo nº: 2015/08966-7, dando continuidade no financiamento da dissertação de mestrado, processo nº: 2018/08293-0, financiou também, o estágio a pesquisa científica no exterior bolsa BEPE 2019-2020, processo

nº: 2019/14442-1 em Coimbra-Portugal, na qual me permitiu vivenciar, sem dúvidas, minha maior experiência dos trabalhos, para além do âmbito nacional, portanto, experiência internacional. Junto a este agradecimento, não posso deixar de citar a querida Tamae Ostuka - Assistente Administrativa e responsável como ponto de apoio a FAPESP, da unidade local.

E claro, graças a essa oportunidade e investimento da FAPESP no meu potencial que espero estar fazendo jus de fato (risos), tenho muito a agradecer imensamente ao querido Professor Lúcio Sobra da Cunha, professor da Universidade de Coimbra (UC) em Portugal que me recebeu realmente de braços abertos para compor sua equipe de pesquisadores multidisciplinar, onde tive o prazer em dividir experiências e diálogos muito construtivos no grupo CEGOT(Intercâmbio nov/2019 a mar/2020 na UC) período este que houve a antecipação do retorno devido a pandemia mundial: Covid-19. Os professores/colegas que tive o prazer de trabalhar lá e que agradeço muito a recepção e diálogo: Prof. Carlos Figueredo (UF Rio de Janeiro); Prof. Jose Paulo Pinese (UEL - Paraná); Profa. Cristiane Alcântara do Departamento de Turismo e Prof. Antônio Carlos Campos do Departamento de Geografia (da UF Sergipe); Profa. Larissa Donato (Profa. do Paraná); Jorge Pinto Filho (UFERSA); o queridão Jorginho (Piauí e Doutorando pela UC) ele que com certeza foi e tem sido um dos presentes dessa estadia lá, o qual vamos continuar tendo o prazer de estar presente um na vida do outro e para finalizar, quero dar um destaque a essa mulher de força e exemplo para mim, como a conheci? Bom graças a professora e madrinha da minha queridíssima turma 56, e que aos poucos se apossou de uma das cadeiras mais importante da minha vida, amizade, a sempre presente Profa. Terezinha Serafim, a Profa. de Região... ela me apresentou a queridíssima Profa. aposentada da UNIR do dep. de Geografia, Profa. Madalena, a minha guia particular de Coimbra, que ainda me cedeu o seu quarto durante a minha estadia em Portugal, enquanto ela estaria fora, pronto, daí em diante ela me ajudou com burocracias e me apresentou ao CEGOT e a própria Universidade de Coimbra, sem nunca termos nos visto antes, me deu todo esse apoio.

Agradeço por fim, ao grupo de Movimento Social “Vozes do Mundo” (Coimbra-PT) e ao grupo de amigos e novos conhecidos adquiridos lá, assim como as relações fortalecidas durante a estadia em Portugal: Janaina (doutoranda/grupo Gaia), Maryna (doutoranda/grupo Gedra) e Mikael (graduando da UFABC e intercambista); Jannyara (mestranda da UC); Nicoleta (A gringa); Família Arraia (Neide Arrasadora, Juci, Palmira, João); Cleide; Edivan; Adelino de Melo Guimarães (Prof. do Instituto Federal de Pernambuco); Junior Guimarães (irmão de Adelino) e Francisco Bosko.

Meus sinceros, MUITO OBRIGADA a cada um de vocês!

RESUMO

As transformações sociais e econômicas ocasionadas nos ambientes urbanos e rurais têm adquirido maior repercussão em virtude das modificações aceleradas da paisagem. Neste sentido, o relevo se destaca por ser a superfície que possibilita a existência da vida, permitindo a interação entre as dinâmicas da natureza e da sociedade. Nele, ocorrem os processos morfodinâmicos e morfogenéticos, responsáveis pela formação e esculturação do relevo. Atualmente, são visíveis as dinâmicas da sociedade interpenetrando e/ou se sobressaindo sobre às dinâmicas da natureza, tais questões ambientais, assumem importância em vários campos do conhecimento, sobretudo na ciência geográfica. Neste aspecto, o trabalho tem como objetivo principal compreender a morfodinâmica do relevo; relacionado às características que determinam e influenciam no índice da vulnerabilidade ambiental a processos erosivos lineares de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP, uma vez que não abrange todo limite municipal, e engloba parte dos municípios vizinhos, logo diz respeito ao setor mais à centro-sul do município em questão, ressaltamos aqui que a vulnerabilidade ambiental refere-se à processos erosivos lineares, portanto, sulcos, ravinas e voçorocas. Para a elaboração dos documentos cartográficos, fez-se necessário o uso de geotecnologias, Sistemas de Informação Geográficas – SIG, Imagens de Satélites e softwares como: Arc Gis 10.6.1, Quantum Gis 2.16, informações de dados geográficos (shapes) do IBGE, Imagens dos satélites: ALOS/PRISM; SRTM; Sentinel; e Landsat 8, para o Balanço Hídrico o software Excel, e o uso da Técnica do Processo Analítico Hierárquico – AHP para a elaboração dos mapas finais de Vulnerabilidade Ambiental à Processo Erosivos Lineares. A inter-relações dos elementos naturais: geomorfologia, curvatura do terreno, declividade, esboço simplificado dos solos, temperatura da superfície e índice de vegetação (NDVI); bem como, os aspectos sociais: ocupação e uso do solo, cruzados entre si, e mediante determinados pesos definidos com base em referencial bibliográficos e trabalhos de campo, a partir do olhar técnico dos geógrafos envolvidos na presente dissertação, possibilitou a elaboração dos mapas de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares, dos meses de março e junho de 2016, diz respeito aos períodos de maior umidade (chuvosos) e de seca (estiagem) da superfície da área estudada. Tais resultados auxiliaram, enquanto ferramentas para a espacialização dos fenômenos geomorfológicos, no aprofundamento dos estudos sobre o tema erosão na região do Pontal do Paranapanema - SP. Por fim, observou-se que os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental a processos erosivos lineares, em condições climáticas: secas e/ou úmidas, estão diretamente relacionadas aos usos da terra, interconectados aos tipos de relevo, de solos, de cobertura vegetal e dinâmica de

ocupação histórica pelos grupos/indivíduos sociais. Nesse sentido, foi possível notar que há diferença de intensidade na vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares em dois períodos do ano. Na estação do verão, em março, apresentou a maior presença da classe “moderadamente estável”, principalmente em áreas com pequenos produtores rurais, como nos assentamentos localizados em relevos de colinas amplas com topos planos e vertentes extensas e retilíneas com Latossolos. Já na estação do inverno, em junho, há o aumento das classes de “médio; moderadamente vulnerável e vulnerável”, especialmente nas áreas onde ocorre o plantio de cana-de-açúcar. O mesmo nível de vulnerabilidade elevada ocorre no setor norte com solos exposto e rasos, topos ondulados das colinas, vertentes côncavas e declivosas.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Ambiental. Técnica do Processo Analítico Hierárquico (AHP). Erosão Linear. Mapeamento Geomorfológico. Mirante do Paranapanema - SP.

ABSTRACT

The social and economic changes caused in urban and rural environments have acquired the greatest repercussions due to the accelerated changes in landscapes. In this sense, the relief stands out for being the surface that makes life possible, allowing the interaction between the dynamics of nature and society. In it, the morphodynamic and morphogenetic processes occur, responsible for the formation of the relief. Currently, the dynamics of society are visible, interpenetrate and/or stand out from the dynamics of nature. Such environmental issues assume importance in several fields of knowledge, especially in geographic science. In this respect, the work has as main objective to understand the morphodynamics of the relief; related to the characteristics that determine and influence the environmental vulnerability index to linear erosive processes in part of the municipality of Mirante do Paranapanema - SP, since it does not cover the entire municipal boundary and encompasses part of the neighboring municipalities, therefore it concerns the most center-south of the municipality in question, we emphasize here that environmental vulnerability refers to linear erosive processes, so, furrows, ravines, and gullies. For the elaboration of cartographic documents, it was necessary to use geotechnologies, Geographic Information Systems - SIG, satellite images, and software such as Arc Gis 10.6.1, Quantum Gis 2.16, IBGE geographic data information (shapes), satellite images: ALOS / PRISM; SRTM; Sentinel; and Landsat 8, for the Water Balance the Excel software, and the use of the Hierarchical Analytical Process Technique - AHP for the elaboration of the final maps of Environmental Vulnerability to the Linear Erosive Process. The interrelationships of natural elements: geomorphology, terrain curvature, slope, simplified soil sketch, surface temperature, and vegetation index (NDVI); as well as the social aspects: land occupation and its use, crossed among themselves, and through certain weights defined based on bibliographic references and fieldwork, from the technical perspective of the geographers involved in the present dissertation, made it possible to elaborate maps of environmental vulnerability to linear erosive processes, from March to June 2016, concerns periods of higher humidity (rainy) and dry (drought) on the surface of the studied area. Such results helped, as tools for the spatialization of geomorphological phenomena, in the deepening of studies on the theme of erosion in the region of Pontal do Paranapanema - SP. Finally, it was observed that the different levels of environmental vulnerability to linear erosive processes, in climatic conditions: dry and/or humid, are directly related to land uses, interconnected to the types of relief, soils, vegetation cover, and dynamics of historical occupation by social groups/individuals. In this regard, it was possible to notice that there is a difference in intensity

in the environmental vulnerability to linear erosive processes in two periods of the year. In the summer season, in March, it presented the greatest presence of the moderately stable class, mainly in areas with small rural producers, such as in the settlements located in broad hill reliefs with flat tops and extensive and straight slopes with Oxisols. In the winter season, in June, there are an increase of medium, moderately vulnerable, and vulnerable classes, especially in areas where sugarcane is planted. The same level of high vulnerability occurs in the northern sector with exposed and shallow soils, wavy hilltops, concave and sloping slopes.

Keywords: Environmental Vulnerability. Analytical Hierarchy Process (AHP). Linear Erosion. Geomorphological Mapping. Mirante do Paranapanema – SP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo no Pontal do Paranapanema: município de Mirante do Paranapanema – SP.....	26
Figura 2 - Modelo conceitual de vulnerabilidade de Cutter (1996), em “Hazard of place.”....	32
Figura 3 - Esquema conceitual de risco.....	33
Figura 4 - Formação do solo com relação direta entre a cobertura vegetal e clima, observa-se que o ambiente de alta precipitação e temperatura estão mais presentes o processo pedogenético.	39
Figura 5 - Ciclo da movimentação dos nutrientes em um solo sob vegetação de floresta.	40
Figura 6 - Rocha Magmática Extrusiva (Basalto).	40
Figura 7 - Rocha Magmática Intrusiva (Granito).	40
Figura 8 - Rocha Metamórfica.....	40
Figura 9 - Rocha Sedimentar	40
Figura 10 - Relevo influenciando nas características dos solos. Nas áreas mais declivosas, os solos são menos desenvolvidos que nas áreas mais planas (onde o perfil é avermelhado). Nas áreas mais baixas próximas do riacho, os solos são acinzentados.....	41
Figura 11 - O processo pedogenético em um perfil de solo	42
Figura 12 - Segundo passo para a elaboração do mapa hipsométrico	47
Figura 13 - Terceiro passo para a elaboração do mapa hipsométrico (13.1 e 13.2)	48
Figura 14 - Quarto passo para a elaboração do mapa hipsométrico	48
Figura 15 - Classes estabelecida pela EMBRAPA (2006) e adaptações.....	49
Figura 16 - Primeiro passo para a elaboração do mapa de declividade.....	50
Figura 17 - Segundo passo para a elaboração do mapa de declividade.....	51
Figura 18 - Terceiro passo para a elaboração do mapa de declividade	52
Figura 19 - Classificação do mapa de curvatura.....	53
Figura 20 - Técnica de Estereoscopia 3D e aplicação do Sistema Anaglifo	54
Figura 21 - Classificação supervisionada com captura de amostras dos usos em polígonos ...	56
Figura 22 - Criar assinatura para identificação dos usos pelo SIG ArcGIS	57
Figura 23 - Processamento da imagem com a assinatura por meio da ferramenta Classificação	57
Figura 24 - Utilização da calculadora de raster no ArcGIS para conversão de medida de temperatura.....	60
Figura 25 - Conversão: Radiância para Kelvin	60

Figura 26 - Conversão de medida de temperatura Kelvin para Celsius	61
Figura 27 - Escala definida pelos autores, com base na escala AHP, para a comparação pareada	64
Figura 28 - Escala definida por Nishizima e Nunes, com base na escala AHP, comparação de pares	64
Figura 29 - Destruição da cobertura vegetal primitiva no oeste paulista.	68
Figura 30 - Uso da Terra e cobertura vegetal (março de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema - SP	71
Figura 31 - Uso da Terra e cobertura vegetal (junho de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	71
Figura 32 - Trajeto e pontos de observação no campo, setor centro-sul de Mirante do Paranapanema - SP.....	76
Figura 33 - Hipsométrico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	77
Figura 34 - Declividade do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	78
Figura 35 - Curvatura da superfície do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP.....	79
Figura 36 - Temperatura da Superfície (março de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	86
Figura 37 - Temperatura da Superfície (junho 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	87
Figura 38 - NDVI (maço de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP.....	88
Figura 39 - NDVI (junho de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP.....	89
Figura 44 - Geomorfológico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	93
Figura 45 - Esboço simplificado das principais classes de solos do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	94
Figura 46 - Localização dos pontos de observação 1; 1.1; e 2 no mapa dos compartimentos de relevo.....	96
Figura 47 - Pontos 1, 1.1 e 2 de observação em campo com perfil topográfico da área	97
Figura 48 - Localização do Ponto 3 no mapa dos compartimentos de relevo	101

Figura 49 - Ponto 3 de observação e perfil topográfico da área	102
Figura 50 - Localização dos Ponto 4 e 5 no mapa dos compartimentos do relevo	106
Figura 51 - Ponto 4 e 5 de observação e perfil topográfico da área	107
Figura 52 - Localização dos Ponto 6 e 7 no mapa dos compartimentos de relevo.....	111
Figura 53 - Ponto 6 e 7 de observação do campo e perfil topográfico da área.....	112
Figura 54 - Localização do Ponto 8 no mapa dos compartimentos de relevo	118
Figura 55 - Ponto 8 de observação no campo e perfil topográfico da área	119
Figura 56 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) do mês de março, do setor centro-sul de Mirante do Paranapanema – SP	124
Figura 57 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) do mês de junho, do setor centro-sul de Mirante do Paranapanema – SP	125
Figura 58 - Museu: Centro Ciencia Viva do Alviela – Carsocópio e Trabalho de Campo: Pedreira	138
Figura 59 - Trabalho de Campo na Pedreira: Ambiente Mecanizado	138

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação, ETP e ETR para o Balanço Hídrico mensal entre 2000 e 2017	81
Gráfico 2 - Balanço Hídrico mensal entre 2000 e 2017	81
Gráfico 3 - Precipitação, ETP e ETR para o Balanço Hídrico mensal do ano de 2016	83
Gráfico 4 - Balanço Hídrico mensal do ano de 2016	83
Gráfico 5 - Espacialização por meio da Porcentagem (%): Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares do setor Centro-Sul do Município de Mirante do Paranapanema - SP, março de 2016.....	126
Gráfico 6 - Espacialização por meio da Porcentagem (%): Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares do setor Centro-Sul do Município de Mirante do Paranapanema - SP, junho de 2016.....	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Aplicações do mapeamento geomorfológico.	36
Quadro 2 - Adaptação das classes de solos propostas por Tretin (2011) para a área de estudo	54
Quadro 3 - Etapas para obtenção de dados na plataforma Giovanni.....	59
Quadro 4 - Escala AHP para comparação pareada.....	63
Quadro 5 - Síntese integrada da vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados do Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema – SP, entre 2000 e 2017	81
Tabela 2 - Dados do Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema – SP, do ano de 2016	83
Tabela 5 - Descrição geral do Perfil 1 associado aos Pontos 1 e 1.1	98
Tabela 6 - Resultados das análises texturais do Perfil 1	99
Tabela 7 - Descrição geral do Perfil 2 associado ao Ponto 3	103
Tabela 8 - Resultados das análises texturais do Perfil 2	104
Tabela 9 - Descrição geral do Perfil 3 associado ao ponto 4	108
Tabela 10 - Resultados das análises texturais do Perfil 3	109
Tabela 11 - Descrição geral do Perfil 4 associado ao Ponto 6	113
Tabela 12 - Resultados das análises texturais do Perfil 4	114
Tabela 13 - Descrição geral Perfil 5 associados ao Pontos 7	115
Tabela 14 - Resultados das análises texturais do Perfil 5	116
Tabela 15 - Descrição geral do Perfil 6 associado ao Ponto 8	120
Tabela 16 - Resultados das análises texturais do Perfil 6	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analitycal Hierarchy Process</i>
A.S.A.	Assistente de Suporte Acadêmico
BEPE	Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior
CEGOT	Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território
COVID-19	Coronavírus/SARS-CoV-2
DGS	Direção Geral da Saúde (Portugal)
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCT-UNESP	Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista
FLUC	Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
FR	França
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas e Tecnológicas
IRIS	<i>Istitute for Resource Information Sciences</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
SEDEX	Serviço de Encomenda Expressa Nacional
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNS	Serviço Nacional de Saúde (Portugal)
SRTM	Missão Topográfica Radar Shuttle
TOPODATA	Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil
UC	Universidade de Coimbra
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USA/EUA	<i>United States of America</i> /Estados Unidos da América
USGS	<i>United States Geological Survey</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	OBJETIVOS	27
1.1.1	Objetivo geral.....	27
1.1.2	Objetivos específicos	27
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA.....	28
2.1	Discussão acerca do conceito de Vulnerabilidade Ambiental	28
2.2	A geomorfologia e a cartografia geomorfológica	34
2.3	Degradação ambiental: processos erosivos	37
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1	Revisão bibliográfica	46
3.2	Mapa hipsométrico.....	46
3.3	Mapa de declividade e mapa de curvatura do terreno.....	49
3.4	Mapa geomorfológico e esboço simplificado das principais classes de solos	53
3.5	Mapa de uso da terra e cobertura vegetal.....	55
3.6	Balanco hídrico climatológico (THOMTHAITE & MATHER, 1955)	58
3.7	Mapa termal e NDVI.....	59
3.8	Perfis topográficos, amostras de solos e trabalhos de campo	62
3.9	Mapa de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
4.1	Ocupação e uso: apropriação do relevo	66
4.2	Análises das características e resultados apresentados na espacialização geográfica dos fenômenos que ocorrem no recorte estudado.....	73
4.2.1	Climatologia geográfica: balanço hídrico e suas representações - gráficos, tabelas e mapas	80
4.2.2	Os perfis de solos e os compartimentos do relevo: solos e a geomorfologia.....	90
4.2.3	Análise da vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares: setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP	121
5	CONCLUSÃO	129
	REFERÊNCIAS.....	132
	APÊNDICE A - Um breve relato sobre o intercâmbio/BEPE na UC – PORTUGAL ...	137

APÊNDICE B - Mapas de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares do Setor Centro-Sul do Município de Mirante do Paranapanema – SP, março (verão) e junho (inverno) de 2016.	139
--	------------

INTRODUÇÃO

A Geomorfologia a partir da perspectiva geográfica é a ciência que estuda os processos naturais, ao modelar (os materiais): rochas e solos, geram/esculpem as formas do relevo, mas também são processos sujeitos às alterações a partir da sociedade e/ou indivíduo. Refere-se, portanto, a processos morfodinâmicos (tempo histórico) e morfogenéticos (tempo geológico), os quais evidenciam-se quando lançamos um olhar analítico sobre os fenômenos exógenos e endógenos da Terra.

O relevo apresenta vários padrões de formatos distintos, cada qual com suas dinâmicas particulares em relação à influência dos componentes da paisagem: geologia; hipsometria (altitude); declividade; curvatura; geomorfologia; solos; clima; vegetação (NDVI) e os usos e as ocupações dos seres vivos: reino - vegetal, animal, fungos, protista e monera. Ambiente esse, que possibilita a inter-relação entre os mesmos componentes citados anteriormente e que gera novas dinâmicas capazes ou não de influenciar um determinado nível de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares neste ambiente.

A vulnerabilidade do relevo e do ambiente é considerada por autores/pesquisadores como um índice capaz de mensurar as susceptibilidades e os riscos, nos quais os meios físicos e sociais podem estar sujeitos aos desastres naturais. Considerando que, esses desastres são: tanto, eventos naturais; quanto, consequências sociais, a perigosidade intensifica-se conforme as condições de ocupação desses meios/dos usos da terra.

Essa superfície/relevo é para Surtegaray e Nunes (2001), palco das interações entre natureza e sociedade, e estão sujeitos a significativas alterações ambientais, como por exemplo, os processos erosivos lineares e laminares em ambientes vulneráveis.

A interferência da sociedade/indivíduo na natureza, tanto em ambientes urbanos, quanto em ambientes rurais, quando ocorre de forma desigual e de soberania do indivíduo/sociedade sob ou sobre o meio ambiente, sem que haja práticas conservacionistas nem manejo adequado do solo, traz fortes consequências: acarretando e/ou intensificando os eventos catastróficos, logo pode-se originar ou estimular os processos de degradação dos solos, como são os quadros de deslizamentos, desmoronamentos e erosão (FUSHIMI, 2016).

A vulnerabilidade ambiental abordada aqui é compreendida através das características físicas: geologia, pedologia, geomorfologia, curvatura das vertentes, declividade, climatologia, solos e cobertura vegetal; assim como, por meio das características sociais: história da ocupação e dos usos da terra (do recorte espacial). Aspectos que definirá como ocorre o processo de

reciclagem/reanálise/ciclo de reutilização dos ambientes, seja ela urbana ou rural, bem como quando ocorre de fato a degradação desses solos/áreas que trará consequências sociais.

Para compreender essa paisagem, fez-se necessário questionar como se deu a ocupação e os usos desses solos, neste caso, os registros da região e da localidade forneceram um importante indicador para o entendimento desse recorte pesquisado a partir do ano de 2015, no qual demos início as pesquisas/os estudos, ainda no (meu) 3º ano da graduação. A pesquisa de “inicialização científica” foi aprovada pela FAPESP (processo: 2015/08966-7) fornecendo os subsídios: financeiro e moral, viabilizando a execução do mesmo. Mais tarde, no projeto de mestrado, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo aceitou dar continuidade, resultado este, exposto aqui, na presente dissertação de mestrado (processo: 2018//08293-0).

É sabido que fatores ligados às dinâmicas naturais e sociais geram meios com variações da vulnerabilidade ambiental. Logo, cada grupo social estará mais ou menos vulnerável a algo, nesse caso, aos processos erosivos lineares.

O recorte da área de estudo localiza-se majoritariamente dentro do município de Mirante do Paranapanema – SP (pegando apenas parte dos municípios vizinhos). Está situado no Extremo Oeste Paulista, na região do Pontal do Paranapanema, que por sua vez, é conhecida por ser palco de intensos conflitos fundiários, em um contexto histórico que ocorreu, a priori, por invasão de terras indígenas e de intensa exploração da Mata Atlântica nativa (Floresta Semi-Decidual e de Cerrados), concretizou-se assim, a ocupação das terras de domínio público, evidenciada pelo processo de grilagens, no qual gerou-se um cenário de extermínio da população indígena que já ali habitavam antes mesmo que se possa discutir sobre a ocorrência ou como se deu “os usos desta terra”, portanto, do recorte territorial.

Logo, a ocupação e os usos desses solos deram-se de forma exploratória no contexto econômico da expansão cafeeira, com a inserção da pecuária e de cultivos agrícolas, sem que houvesse a implantação de técnicas adequadas de manejo e conservação dos solos, os resultados: processos intensos e acelerados da degradação dos solos e da paisagem. Essa região, Nishizima (2017) chama a atenção para o meio morfodinâmico naturalmente instável e vulnerável a manifestações erosivas, submetendo-se a esses processos intensos de processos erosivos lineares: sulcos, ravinas e voçorocas. Ambiente este que vem agravando, a partir da intervenção dos seres sociais/individuais (seres humanos) ao longo desses anos.

A produção do espaço urbano e do espaço rural (nesse ambiente), foi ordenada conforme os interesses e poder de influência dos agentes econômicos. Nesse sentido, Pedro e Dias (2012)

afirmam que “enquanto se destinam as melhores condições topográficas (de relevo) àqueles que detêm o capital, sobram as áreas de risco aos desvalidos e marginalizados da elite econômica”. Na área da pesquisa em questão, os agentes sociais históricos detentores do modo de produção regional, quase sempre, demonstraram poucas pretensões em zelar e cuidar da terra, favorecendo um ambiente/contexto mais susceptível ao empobrecimento e desgaste do solo, portanto, vulnerabilidade. Com a intervenção desses agentes sociais (neste meio), houve a aceleração dos processos de perda desses solos, portanto, um desastre natural facilitado por características físicas já pré-existent, mas sobretudo pelas condições na qual efetivara as ocupações e os usos da terra, nos quais geraram consequências sociais e ambientais. Portanto, evento natural e de consequências sociais com perigo intensificado conforme as condições de ocupação e uso dessa terra.

Neste sentido, a distribuição das melhores condições topográficas (relevo), citada anteriormente pelos autores, também ocorreram nas áreas rurais dos municípios da região do Pontal do Paranapanema, com ênfase no recorte analisado, setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema-SP.

Atualmente, há o predomínio da pecuária na região, com mais de 60% da área, segundo IPT (2015), há forte presença da lavoura de cana de açúcar, importante lembrar que se refere a uma área com registro histórico da complexa questão agrária, logo à problemática envolvendo a grilagem de terras, o que torna um desafio ainda maior para a devida compreensão dessa área, sobretudo quando relacionada as dinâmicas da mesma. Dessa forma, os trabalhos de campo juntamente com as análises das imagens de satélites a fim de executar a elaboração dos mapas, demonstraram que os usos das terras se deram de forma distinta por determinados grupos sociais.

O formato do município de Mirante do Paranapanema – SP/recorte estudado, baseou-se nas imagens do satélite ALOS/PRISM: ALPSMN072424050¹ (resolução espacial 2,5 metros), portanto contempla o setor centro-sul do município em destaque. Essa imagem ALOS/PRISM possibilitou a elaboração do “Mapa Geomorfológico” da monografia na escala de 1:25.000, mapeamento este detalhado a partir da técnica de restituição-3D, juntamente com o levantamento de pontos de controle em campo (trabalho de campo na área de estudo) e a estereoscopia digital em laboratório Cartográfico com óculos 3D, computador e software

¹ A Imagem de Satélite ALOS/PRISM ALPSMN072424050, foi cedida pelo grupo de pesquisa Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial – GADIS da FCT-UNESP campus de Pres. Prudente.

Prushbroom, que permitiu a visualização do modelo digital de elevação - MDE², procedimento este realizado e apresentado na monografia em 2017 (NISHIZIMA, 2017).

Logo, com o auxílio das imagens ALOS a área de estudo vem sendo pesquisada e monitorada desde 2015, com o apoio cartográfico, são esses: 1 - Mapa Hipsométrico (altitude); 2 - Mapa de Curvatura do Terreno; 3 - Mapa de Declividade; 4 - Mapa Esboço Simplificado do Solos; 5 - Mapa Geomorfológico; 6 e 7 - Mapas de NDVI (março, verão - junho, inverno de 2016); 8 e 9 - Mapas de Temperatura da Superfície (março, verão - junho, inverno de 2016); e 10 e 11 – Mapas de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (março, verão - junho, inverno de 2016); os quais deram os devidos suportes para compreensão da espacialização geográfica do evento/processos, resultando nos Mapas 12 e 13 – Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares, somou-se portanto, 5 anos de acompanhamento dos dias vivenciados adicionando as análises dos quadros historicamente expostos e que se fizeram ciente.

Com tudo, a presente dissertação traz um conjunto de resultados e contribuições gerados ao longo desses anos, o que permitiu a compreensão das dinâmicas ambientais relacionadas às características físicas e da sociedade que ocupa e faz uso do relevo. É importante ainda, salientar a relevância do apoio cartográfico do Professor/Cartógrafo (Aposentado em 2017) pela FCT/UNESP – Campos de Presidente Prudente, Professor Doutor Júlio Hasegawa, bem como, os servidores técnicos administrativos da Cartografia: Ítalo Tsuchiya (A.S.A. IV), Thais Oliveira de Castro Moura (A.S.A. I) e Nemer Ricardo Amaral Ferreira (A.S.A. II).

O município³ tem uma área territorial de 1.238,931 km² com população em torno de 18.259 (dezoito mil duzentos e cinquenta e nove) habitantes, segundo a estimativa para 2019 feitas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE, 2020). Localizado no extremo Oeste Paulista, na região do Pontal do Paranapanema, faz divisa com os municípios: Marabá Paulista, Santo Anastácio e Presidente Bernardes ao norte; estado do Paraná e Rio Paranapanema ao sul; Sandovalina a leste; e Teodoro Sampaio a oeste (Figura 01).

Assim, houve aqui a pretensão de analisar e mapear os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares, identificando-os nos compartimentos:

² O programa Prushbroom, desenvolvido pelo professor Júlio Kiyoshi Hasegawa do Departamento de Cartografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente – SP. Mais informações: Procedimento Metodológico no trabalho de Nishizima, 2017.

³ O recorte estudado, tem como o formato/limite, com base na imagem de satélite ALOS/PRISM: ALPSMN072424050 (resolução espacial 2,5 metros), área que vem sendo trabalhada a 5 anos, desde a monografia: Nishizima, 2017.

topos, vertentes e planícies aluviais, especialmente nas áreas rurais, onde estão majoritariamente presentes os processos erosivos lineares com maior intensidade.

Portanto, a elaboração e atualização dos mapas foram importantes para pensar o planejamento e gestão ambiental do município. Nesse sentido, os mapas atualizados e com algumas melhorias foram:

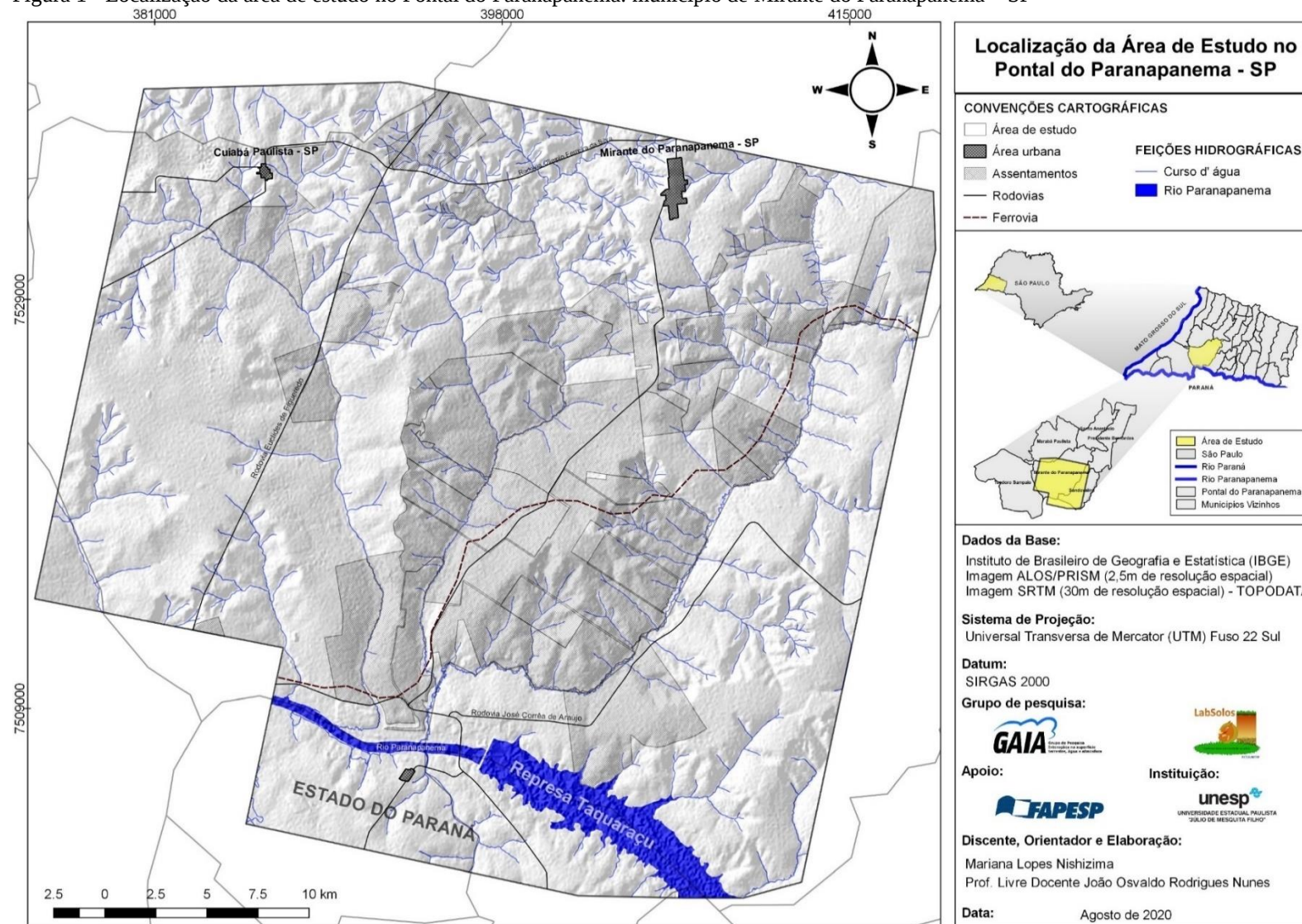
- 1 - Mapa Hipsométrico (altitude);
- 2 - Mapa de Curvatura do Terreno;
- 3 - Mapa de Declividade;
- 4 - Mapa Esboço Simplificado do Solos;
- 5 - Mapa Geomorfológico.

Já os elaborados para compreensão da temática aqui proposto nesta dissertação foram:

- 6 e 7 - Mapas de NDVI mês de verão: março; e mês de inverno: junho do ano de 2016;
- 8 e 9 - Mapas de Temperatura da Superfície (março e junho de 2016);
- 10 e 11 – Mapas de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (março e junho de 2016) e
- 12 e 13 – Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares.

Visando a construção de projetos de intervenção interdisciplinar/multidisciplinar para a mitigação dos impactos ambientais, evitando possíveis perda do solo. Para além, as metodologias aplicadas nesse trabalho poderão ser adaptadas para outras áreas, trazendo contribuições as pesquisas relacionadas à temática.

Figura 1 - Localização da área de estudo no Pontal do Paranapanema: município de Mirante do Paranapanema – SP



1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

A presente Dissertação de Mestrado teve como objetivo principal compreender a vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) em parte do município de Mirante do Paranapanema – SP, diz respeito, portanto, ao setor mais à centro-sul do município em questão.

1.1.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral definimos os seguintes objetivos específicos:

- Revisão bibliográfica, discussão dos principais conceitos: Relevo, Vulnerabilidade Ambiental, Geoprocessamento, Erosão, Risco e Paisagens Degradadas;
- Caracterização histórica das transformações socioambientais que vem ocorrendo na paisagem regional/local, a partir do início do século XX, na área de estudo;
- Caracterização dos principais compartimentos de relevo (topos, vertentes das colinas e fundos de vales das planícies aluviais) e as respectivas feições geomorfológicas representativas;
- Caracterização temática: hipsometria; declividade; curvaturas das vertentes; temperatura da superfície; NDVI; esboço simplificado das principais classes de solos; e sobre o uso da terra e cobertura vegetal, da área analisada;
- Caracterização e análises específicas dos perfis topográficos; e dos aspectos pedológicos, com o propósito de auxiliar na compreensão da dinâmica da paisagem;
- Por fim, a caracterização e análise da Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares, como forma de obtenção concreta dos resultados que nos permitiram atingir as realizações das discussões das interpretações desta pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA

2.1 Discussão acerca do conceito de Vulnerabilidade Ambiental

A abordagem deste aspecto conceitual: Vulnerabilidade Ambiental, está relacionada a Vulnerabilidade Física de Cutter (1996) e a Suscetibilidade de Cunha (2002), tal abordagem está mais acoplada aos sistemas naturais, portanto, como funciona/ocorre as dinâmicas naturais em um contexto que majoritariamente é definida/moldada pelo indivíduo (ser humano) ou grupo social. Destaca-se aqui a importância da cartografia geomorfológica para a definição desse caráter geral sobre o funcionamento do sistema.

Cutter (1996) e Cunha (2002) compreendem que a vulnerabilidade é o potencial de perda de algo, nesse caso, à perda do solo (processo erosivo), logo essa vulnerabilidade é uma problemática de vínculo à vulnerabilidade física, que também pode ser adequado como suscetibilidade, conforme a leitura e interpretação dos autores, a vulnerabilidade ambiental fará parte desse escopo.

Logo, nota-se que a geomorfologia, assim como, as demais características físicas/naturais do relevo/ambiente como: hipsometria; curvatura do relevo; declividade; NDVI; e perfis topográficos, somado a ocupação e aos usos desses solos a partir dos grupos sociais e indivíduo, possibilitará a identificação das intensidades/níveis de vulnerabilidade de uma determinada área de estudo/recorte espacial.

Portanto, ao identificarmos elementos que influenciam diretamente ou indiretamente a vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares na escala municipal, permite que os órgãos públicos pensem e planejem sobre, visando precaver com antecedência possíveis desastres ambientais, intervindo-o antes mesmo que parte do sistema natural ou ainda, que determinados grupos sociais estejam expostos à possível perda à algo, seja contaminação da águas , ou mesmo neste caso, tema central da pesquisa, que faz referência à perda de solos. As consequências podem ser compreendidas como perda de subsídio na plantação, pecuária, ou ainda para a construção civil, logo refere-se também a expansão das áreas urbanas.

O conceito de vulnerabilidade, no passado, sempre esteve mais centrado nas discussões dos estudos na área das Ciências Biológicas, situação que vem sendo diferenciada no avanço das ciências, logo as Exatas e as Humanas (como neste caso) também passam a refletir sobre e teorizar com maior frequência, visando trazer sempre contribuições aos estudos de forma geral.

Conforme Corrêa (2010), tal conceito surgiu a partir da necessidade de compreender as doenças que atingiam grupos de diversas faixas etárias, de diferentes países e em distintas classes sociais no intuito de esclarecer quais os grupos sociais e indivíduos que poderiam estar mais ou menos vulneráveis as epidemias.

Articularam-se, então, os termos como risco e mais tarde vulnerabilidade. No primeiro momento, inicia-se a discussão do conceito enquanto vulnerabilidade social (CORRÊA, 2010), posteriormente, termos semelhantes são abordados: vulnerabilidade ambiental; vulnerabilidade socioambiental; vulnerabilidade à perda de solos; fragilidade e susceptibilidade, cada qual com seus respectivos “significados e intencionalidades”. Nesse contexto, pesquisadores trazem à luz diferentes concepções, cada qual com enfoque específico para seus objetos de estudo.

Na Geografia, o conceito de vulnerabilidade quase sempre vem acompanhado de outras concepções como riscos; perigo/perigosidade; susceptibilidade; desastres e resiliência, sendo o último uma discussão muito presente em trabalhos que abordam o tema. Portanto, diz respeito a capacidade de superar/resistir os impactos e/ou danos causados por diferentes eventos naturais e/ou de consequências sociais; nesse debate surge a importância de se pensar e planejar estratégias de “Gestão do Desastre e “Gestão do Risco”.

Confalonieri (2003) destaca que os estudiosos sobre vulnerabilidade social tendem a interpretar o conceito associando-o aos desastres naturais, dessa forma, o autor tem a seguinte concepção “O conceito de vulnerabilidade social de uma população tem sido utilizado para a caracterização de grupos sociais que são mais afetados por estresse de natureza ambiental, inclusive aqueles ligados ao clima.” (CONFALONIERI, 2003, p. 200).

Já a vulnerabilidade social para Cutter e Emrich (2006), é o produto das desigualdades sociais, “*Social vulnerability is the product of social inequalities. It is defined as the susceptibility of social groups to the impacts of hazards, as well as their resiliency, or ability to adequately recover from them.*”. Os autores aqui enfatizam sobretudo, a complexidade de identificar os problemas que atingem os grupos socioeconômicos menos favoráveis em comparação com os grupos que dispõem de condições mais favoráveis, colocando em discussão a influência da desigualdade social no índice de vulnerabilidade de uma população quando exposta aos eventos catastróficos.

Para Figueiredo et al. (2007, p. 400), a vulnerabilidade ambiental está associada com a susceptibilidade de uma área a possíveis danos, desde que submetida a uma determinada ação. Portanto, a questão estará na capacidade de superação dessas áreas, ou seja, sua, resiliência.

A vulnerabilidade, a partir da abordagem ambiental, é para Fushimi (2016) a inter-relação dos constituintes da natureza incorporada com as ações da sociedade que alteram as paisagens conforme seus interesses. A vulnerabilidade ambiental é, portanto, a característica ou conjunto de características do ambiente que lhe permitem resistir, responder e recuperar de uma agressão que pode também ser natural (inundação, erosão, seca), social (poluição química; poluição por agrotóxicos; modificações no uso da terra) ou, quase sempre, mista. Logo, tal perspectiva da autora vem ao encontro da leitura e interpretação compreendida aqui nessa pesquisa.

Ojima (2012), destaca uma ferramenta essencial para auxiliar os estudos de vulnerabilidade, também adotada como metodologia desse trabalho, para o autor, a abordagem da vulnerabilidade socioambiental vem tendo maior reconhecimento, expandindo-se no Brasil após a incorporação do Sistema de Informações Geográficas (SIG); estes permitem sobrepor variáveis espaciais, geográficas, sociais e demográficas em diversas escalas.

Para Cutter (2011), a ciência da vulnerabilidade é a integração multidisciplinar das ciências sociais, das ciências naturais e da engenharia, já que todos buscam compreender quais são as circunstâncias que colocam a população em risco devido aos processos perigosos presentes nas localidades, e quais são os fatores que aumentam ou reduzem a capacidade de resposta e de recuperação da população em relação aos sistemas físicos e/ou de infraestrutura, baseados nas ameaças naturais.

Questões levantadas por Cutter (1996), são exemplos de formas de pensar o espaço geográfico, a fim de espacializar o uso e a ocupação da terra, a partir do planejamento e gestão do ambiente buscando aplicações para mitigar os fenômenos que possa vir a ocorrer:

- 1-Quais são as ocupações humanas nas zonas de risco?
- 2-Como as pessoas e as sociedades respondem aos riscos ambientais e quais fatores influenciam nas suas escolhas de prevenção (ajustes/correções)?
- 3-Como reduzir o risco e o impacto dos perigos/riscos ambientais? (CUTTER, 1996, p. 529).

Nota-se, portanto, que para compreender a dinâmica territorial de um recorte espacial, a partir da perspectiva da vulnerabilidade, é preciso trazer para a discussão outros conceitos destacados por Cutter (1996) e Cunha (2002), como risco e perigo. Este conceito vulnerabilidade é por vezes confundido com o conceito de Hazard nos Estados Unidos, estando muito presente nos trabalhos desenvolvidos por Susan Cutter na University of South Carolina,

ou com o termo Aléas na França, trabalhado, por exemplo por André Dauphiné na University of Nice Sophia-Antipolis.

No entanto o conceito de risco é bem mais amplo que o de hazard ou aléas já que inclui não só a probabilidade de ocorrência de processos potencialmente perigosos, mas também a vulnerabilidade da sociedade e do ambiente a esses processos. Nesse sentido, conceitos como perigo/perigosidade, susceptibilidade e resiliência têm sido ressaltados em trabalhos relacionados a esta temática.

O aumento dos riscos, da vulnerabilidade e dos desastres em todo o planeta tem levado a um crescente interesse de pesquisadores e da ONU pela temática sobre a demanda constante por medidas mitigatórias e de resiliência nos últimos anos.

Monteiro (2013), chama a atenção para a etimologia da palavra “risco” = *resicare* (latim) que significa cortar separando, e “perigo” = *periculosus* (latim), que significa uma situação que ameaça a existência de um ser vivo. Enquanto o primeiro traduz a ideia da probabilidade de ocorrência de um episódio desagradável, o segundo apresenta a ideia de uma circunstância que prenuncia um mal para alguém, portanto, já contém a noção de vulnerabilidade.

O risco, entretanto, é uma variável, ela se diferencia conforme as condições sociais, econômicas e conforme a dinâmica natural em um determinado ambiente, sendo este dependente da vulnerabilidade. Já a vulnerabilidade surge quando o risco se faz presente, torna-se uma medida de quão vulnerável uma classe social em determinadas condições (situações) se encontra, logo, dependerá de fatores não só naturais, mas, sobretudo, sociais.

Tais definições desses conceitos não são consenso entre os pesquisadores que trabalham a temática. Porém, o que de fato é consenso é que o perigo ou a ameaça se apresenta de forma aleatória, frequentemente imprevisível, deixando os seres humanos/grupo social com uma capacidade limitada de controle sobre uma determinada situação (MONTEIRO, 2013, p.145).

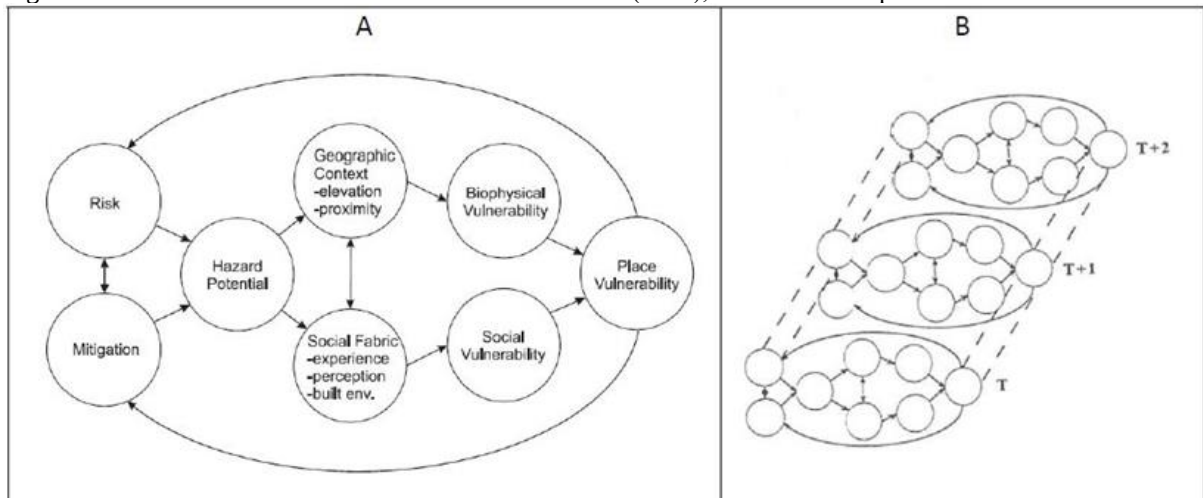
Nascimento Junior (2018, p.54), afirma que “A Geografia tem oferecido já há algum tempo instrumentos teórico-metodológico e dispõe de conceitos e categorias próprias para estudar e enfatizar o risco...”, nesta perspectiva, o autor conclui, que por meio de uma leitura geográfica dos riscos destaca-se a relação sociedade e natureza, assim como, direciona-se o olhar para diferentes escalas, portanto traz alicerces para uma interpretação menos desigual dos indivíduo-coletivo; micro-macro; local-global; lugar-mundo.

O lugar, também é destacada por Cutter (1996), quando a autora chama a atenção para os perigos do lugar, “The hazards of place”. Ao discutir sobre as condições socioespaciais com

base em tal categoria, enfatiza a importância da compreensão da relação antagonista presente no contexto interno e externo do lugar, possibilitando assim, uma leitura da vulnerabilidade construída pelas particularidades submetidas por um ambiente de interferência natural e social.

O modelo proposto por Cutter “hazards of place” (Figura 2), é resultado de uma construção do “pensar uma abordagem integradora” dos fatores que influenciam “os lugares” para resistir à desastres e catástrofes de consequência natural, tecnológica ou mista. Essa busca, explicar as complexas interações entre os sistemas sociais, naturais e artificiais. Logo as pesquisas desenvolvidas por Cutter (1996, 2003, 2011), têm servido como inspiração para os trabalhos dessa temática de forma globalizada (internacionalização).

Figura 2 - Modelo conceitual de vulnerabilidade de Cutter (1996), em “Hazard of place.”.



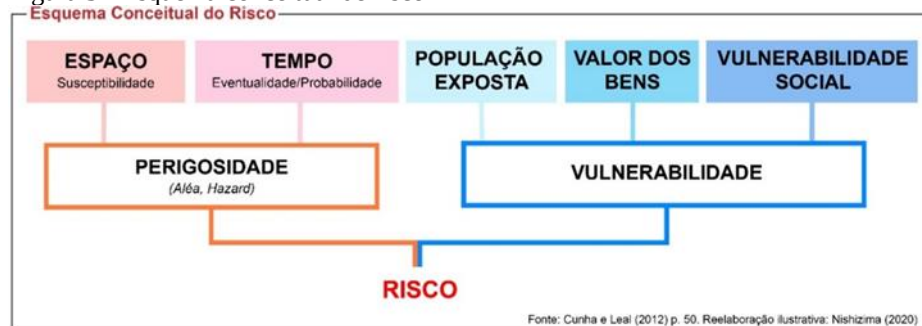
Fonte: Cutter (1996), reelaboração ilustrativa, Teobaldo Neto (2019).

Nesse sentido, na Universidade de Coimbra (Portugal), acolheram o conceito de risco, adaptando-o de acordo com a realidade de estudo no país. Cunha e Leal (2012), apresenta o Risco como resultado da Perigosidade Vezes (x) Vulnerabilidade, portanto, a equação é apresentada como:

$$\text{Risco} = \text{Perigosidade (Hazard/Aléa)} \times \text{Vulnerabilidade}$$

Conforme mostra o esquema a seguir (Figura 3):

Figura 3 - Esquema conceitual de risco



Fonte: Cunha e Leal (2012), reelaboração ilustrativa, Nishizima (2020).

Logo, a perigosidade é a probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente perigoso em um dado Espaço e Tempo, enquanto que a vulnerabilidade representa três instâncias de consequências previsíveis a uma sociedade: População Exposta; Valor dos Bens; e a Vulnerabilidade Social. Compreendida como capacidade de resistir (resiliência) do indivíduo ou grupo social em relação ao desastre ou catástrofe, bem como a infraestrutura territorial disposta pela mesma população.

Portanto, os estudos da vulnerabilidade proporcionam o planejamento de condições que eliminam ou minimizam os efeitos da ameaça, diminuindo a exposição dos seres vivos ao perigo. Ao compreender as dinâmicas e os processos que ocorrem no relevo, aumenta-se as possibilidades/probabilidade de estratégias para evitar as perdas, assim como, os danos ambientais e sociais, aumenta-se a resiliência do ambiente.

Nesse sentido, é importante a identificação dos grupos sociais que ocupam o território, bem como compreender quais são as suas relações com o solo, pois tais respostas nos dirão o quanto importante é para determinados grupos sociais manter a qualidade do solo, sobretudo a manutenção para a preservação do ambiente.

É nesse contexto, que surge o debate da Gestão do Risco como forma de pensar e planejar estratégias de mitigação e prevenção, para lidar com desastres e catástrofes de risco natural, tecnológico e/ou misto: deslizamentos; movimentos de massa; processo erosivo linear ou laminar; inundação; ondas de calor ou frio; queimadas (proposital ou não); entre outros eventos que comprometem o ambiente. Sobre essa perspectiva, Cunha e Leal (2012) concluem que:

Assim, independentemente do tipo de risco, é fundamental inventariar as manifestações dos processos perigosos, descrevê-las e compreendê-las no seu funcionamento e construir modelos que permitam prever a sua distribuição temporal e espacial. (CUNHA; LEAL, 2012, p. 48).

Na busca pela compreensão da vulnerabilidade ambiental do recorte estudado, deparou-se com a necessidade de entender a “Ciência da Vulnerabilidade” abordada por Cutter (2011), e a “Teoria do Risco”, trabalhada por Cunha (2012), no CEGOT⁴, sendo requisito para assimilar a dimensão do perigo em função de um ambiente em desequilíbrio, construído pela própria sociedade como consequência da ocupação e uso da terra.

Nesse sentido, inquietações levantadas por Cutter (2016), citada anteriormente, despertaram questões como: Por que a região de estudo apresenta muitos quadros de processos erosivos? Quem são os mais afetados e quais são os tipos de impactos? Em quais compartimentos geomorfológicos estão situadas as maiores vulnerabilidades ambientais? Tais diálogos foram fundamentais para a caracterização e compreensão do cenário da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares na área de estudo. Dentre os aspectos de maior relevância destaca-se a importância da cartografia geomorfológica, na identificação dos principais compartimentos e formas de relevo, bem como a localização onde encontram-se os principais processos erosivos lineares.

2.2 A geomorfologia e a cartografia geomorfológica

Neste âmbito, a cartografia geomorfológica se destaca aqui como um dos importantes indicadores para auxiliar na compreensão da Vulnerabilidade Ambiental.

Portanto, para contextualizar é importante saber que a cartografia geomorfológica ganha ênfase e aprimoramento após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), que emergiu como técnica fundamental para a análise do relevo, sobretudo em todo o Leste Europeu.

Abreu (2013), ressalta que nesse período as maiores contribuições referente ao mapeamento geomorfológico originaram-se dos esforços realizados pela Polônia, e pelas antigas Tchecoslováquia e União Soviética (U.R.S.S.). Também salienta que os regimes socialistas deram grande apoio econômico à pesquisa, o que trouxe benefícios e avanços das técnicas.

Em um contexto, onde a cartografia geomorfológica se tornara uma ferramenta fundamental para a conquista de território, ou seja, com clara disputa de poder, era de fundamental importância o conhecimento do relevo para obter vantagens sobre o oponente.

⁴ Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) do Departamento de Geografia e Turismo, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.

A escala cartográfica é outro elemento trabalhado pela cartografia. Cada objeto de estudo aponta qual a escala mais adequada para se analisar. Nesse sentido, podemos obter maior detalhe do relevo ao optarmos por escalas cartográficas, como: 1:25.000; 1:10.000. Assim como, podemos optar por escalas com maior abrangência territorial, portanto, escalas mais regionais, sendo elas 1:500.000 ou 1:1.000.000.

Na escala de detalhe, é possível realizar estudos com diagnósticos e prognósticos capazes de propor um planejamento e gestão eficaz e viável, tanto para área rural quanto a urbana. Trabalhos realizados por Nunes et. al. (2006, p.2), destacam a cartografia geomorfológica como uma ferramenta de pesquisa essencial para o relevo; em áreas urbanas pode-se auxiliar na escolha de locais para construções de aterros sanitários, enquanto que em áreas rurais contribuem para a escolha de áreas para assentamentos rurais, além disso, é possível a identificação de compartimentos do relevo, bem como, dos processos erosivos e auxiliam em projetos de conservação de solo, e entre outras aplicações.

O conhecimento geomorfológico contribui para a melhor compreensão das dinâmicas naturais em consonância com os encadeamentos sociais, uma vez que esses agem constantemente sobre o relevo. A cartografia nesse âmbito, possibilita a espacialização dos fenômenos e dinâmicas que ocorrem sobre determinado relevo com morfologias específicas, auxiliando assim, na compreensão, análise e intervenção do lugar.

De acordo com Samizava et al. (2008), a Geomorfologia trabalha com a tridimensionalidade e utiliza, como uma de suas metodologias, a extração de informações dos compartimentos de relevo por meio de técnicas de interpretação, a partir de imagens de satélite ou fotografias aéreas. Na elaboração do mapa geomorfológico,

[...] conforme o objetivo a ser alcançado, o pesquisador deve ter a preocupação de apresentar e demonstrar o mais didático possível, as características de identificação, classificação (gênese e idade) e os processos morfodinâmicos e morfogenéticos do relevo. Além destes aspectos, destaca-se entre outros, a geologia (Formações litológicas) e a pedologia (classes de solos). (SAMIZAVA et al., 2008, p. 66).

Ross (1990) e Samizava et al. (2008), destacam a importância da escala detalhada na representação cartográfica geomorfológica, na qual proporciona o mapeamento das formas de relevo a nível local e com maior detalhamento. Além do mais, a elaboração de mapas em grande escala permite espacializar outros fenômenos relacionados, como a vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares.

O potencial dos mapeamentos evidencia-se com os projetos de planejamento ambiental, uma vez que as técnicas de mapeamento podem proporcionar a prevenção e mitigação de problemas futuros.

Os estudos da morfologia terrestre vêm despertando gradativamente o interesse dos pesquisadores, principalmente após meados do século XX, sobre a temática de risco, perigosidade e vulnerabilidade dos lugares. É nesse período histórico que as pesquisas começaram a revelar as consequências das modificações, resultantes da ação humana/grupo social, tanto no relevo, quanto em outros sistemas naturais (SILVA, 2012).

Para Guerra e Marçal (2006, p. 129), “são muitas as possibilidades de aplicações dos mapeamentos geomorfológicos nos projetos de gerenciamento ambiental ou até mesmo numa concepção mais integradora, como na gestão de território”. Tal afirmação pode ser observada no Quadro 1, seus dados descrevem as indicações das principais aplicações do mapeamento geomorfológico.

Quadro 1 - Aplicações do mapeamento geomorfológico.

Categoria de uso	Exemplos de aplicações do mapeamento geomorfológico
Uso da Terra	- Planejamento territorial e regional. - Conservação e paisagens naturais e culturais.
Agricultura e áreas florestadas	- Potencial de uso. - Conservação e controle de erosão dos solos. - Dragagem e irrigação.
Engenharia Civil aplicada ao subsolo e à superfície	- Reconstrução e replanejamento de ocupações, especialmente no caso urbano. - Alocação das atividades industriais. - Comunicação (estradas, linhas férreas, construção de canais). - Reservatório e represas. - Potencial do litoral.
Recursos minerais	- Prospeção, levantamento geológico, exploração e mineração. - Danos potenciais e reais causados pela mineração.

Fonte: Guerra e Marçal (2006).

Portanto, o mapa geomorfológico é considerado como uma importante ferramenta para a realização de pesquisas sobre ambiente, é a base da pesquisa, e não apenas a concretização gráfica dela. Deste modo, apresenta-se simultaneamente como o instrumento que direciona a investigação e a sua síntese (TRICART, 1965). A cartografia geomorfológica propõe o mapeamento de uma realidade relativamente abstrata, seu objetivo é a descrição das formas do relevo, suas dinâmicas e gêneses.

2.3 Degradação ambiental: processos erosivos

A produção do espaço geográfico resulta no uso dos recursos naturais finitos de maneira imprópria. Sem que haja as práticas conservacionista e manejo ambiental adequado, pode acarretar no desequilíbrio da natureza, acelerando e agravando a degradação ambiental; dessa forma, neste contexto, é comum a ocorrência de ambientes morfodinâmicos instáveis e vulneráveis à processos erosivos lineares: sulcos, ravinas e voçorocas, bem como assoreamento dos cursos d'água.

Bertoni & Lombardi (1999), afirmam que há quatro razões para a causa da perda dos materiais e empobrecimento dos solos: 1- Perda da estrutura dos solos; 2- Perda da matéria orgânica; 3- Perda dos elementos nutritivos; e 4- Perda dos solos. As consequências deste quadro, são os processos erosivos, que intensificam com a drenagem imprópria dos solos, má irrigação, alcalinidade em desequilíbrio e usos dos solos inadequados.

A complexa interação dos processos físicos, químicos e biológicos que atuam sob a rocha ao longo do tempo é responsável por possibilitar o processo de pedogênese, construindo assim, uma diversidade de solos que tomam como particularidade as características do ambiente onde ela se forma.

Os solos são produtos das desagregações dos sedimentos formados por partículas e grãos. Nesse sentido, existem cinco fatores de formação dos solos:

- Clima: intemperismo físico, químico e biológico, temperatura e pluviosidade;
- Organismos: vegetal e animal incluindo os seres humanos;
- Rocha: material de origem (sedimentares, magmáticas e metamórficas);
- Relevo: a morfologia do terreno;
- Tempo: geológico e/ou histórico.

Dokouchaiev (1887) foi o primeiro a afirmar que o solo tem 4 fatores de formação, são elas: Rocha, Clima, Organismo e Tempo. Mais tarde, Han Jenny (1941), pedólogo da Universidade da Califórnia (EUA) por meio do trabalho “The Factors of Soil Formation” (1941) inclui o relevo como mais um dos fatores de formação dos solos (SETZER, 1986).

O CLIMA é destacado pelos estudiosos por ser um fator ativo, pois, a temperatura e a pluviosidade estão em contato direto com o material de origem, a “Rocha”, que, ao longo de um determinado tempo e condição, pode resultar em diferentes tipos de solos. Nesse sentido,

Lepsch (2002) afirma que “Os elementos principais do clima - temperatura e umidade - regulam o tipo e a intensidade de intemperismo das rochas, o crescimento dos organismos e, conseqüentemente, a distinção entre horizontes pedogenéticos.” (LEPSCH, 2002, p. 51).

Em termos de globo terrestre, os solos distinguem-se em três principais grupos: Pedalfer⁵, Pedocais⁶ e Laterito⁷.

Quanto mais quente e úmido for o clima, mais rápido será o processo de decomposição das rochas, ou seja, alto índice de intemperismo, associados a solos espessos e ricos em minerais, geralmente o horizonte A é escuro por ter forte presença de matéria orgânica, assim como, óxidos de ferro e alumínio acumulados no horizonte B; tais características de solo descrevem o tipo de solo pedalfer.

Já em clima árido e/ou muito frio, são solos pedocais, que contêm menos matéria orgânica, o horizonte A tem uma coloração mais clara com minerais instáveis devido a menor intensidade de intemperismo químico; a intensa evaporação da água do solo produz solos alcalinos o que dificulta a sustentação para as plantas.

E o terceiro grupo, o laterito, se forma sob condições de clima quente e úmido como nos trópicos em que o intemperismo químico está muito presente. O forte índice de precipitação tende a grande infiltração de água no solo, carregando muitos nutrientes oriundos da rocha, porém, um clima mais propício a pedogenização (WICANDER; MONROE, 2014).

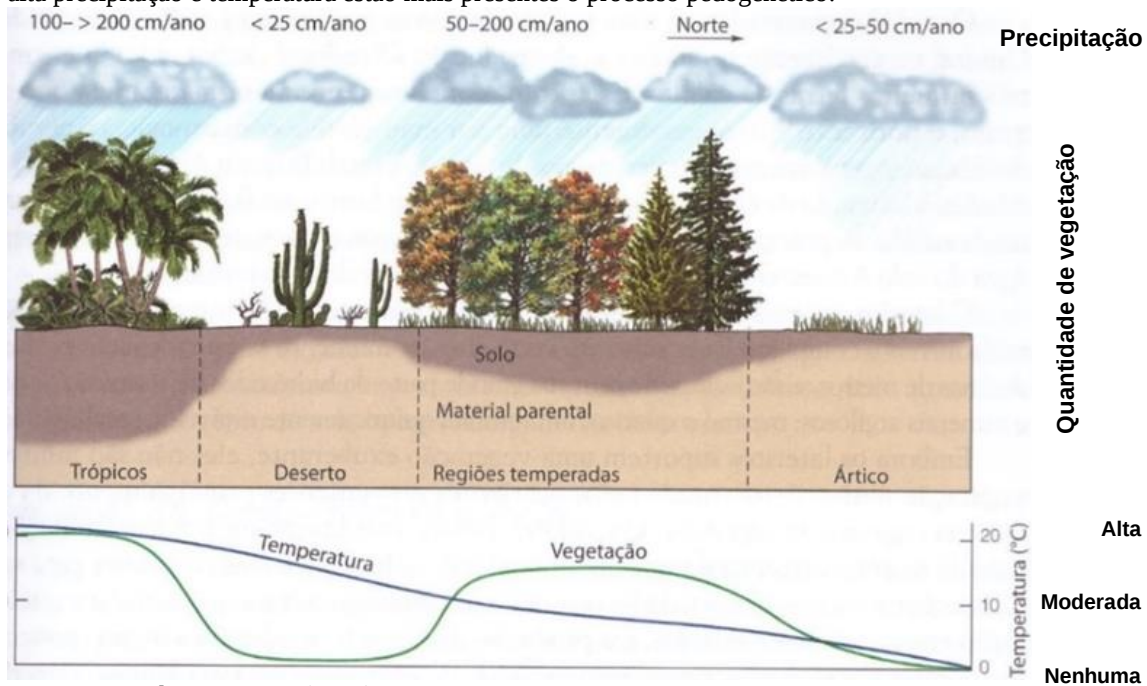
A representação a seguir (Figura 4), demonstra o desenvolvimento pedogenético de diferente ambiente com temperaturas, cobertura vegetal e precipitação particulares.

⁵ Do grego *pedon* que significa “solo” e os símbolos químicos (Al) alumínio e (Fe) ferro.

⁶ *Pedon* de “solo” e deriva das três primeiras letras da calcita.

⁷ *Later* significa “tijolo” em latim e *ito* material pétreo, composto em grande parte por hidróxidos de alumínio, óxido de ferro e minerais argilosos.

Figura 4 - Formação do solo com relação direta entre a cobertura vegetal e clima, observa-se que o ambiente de alta precipitação e temperatura estão mais presentes o processo pedogenético.

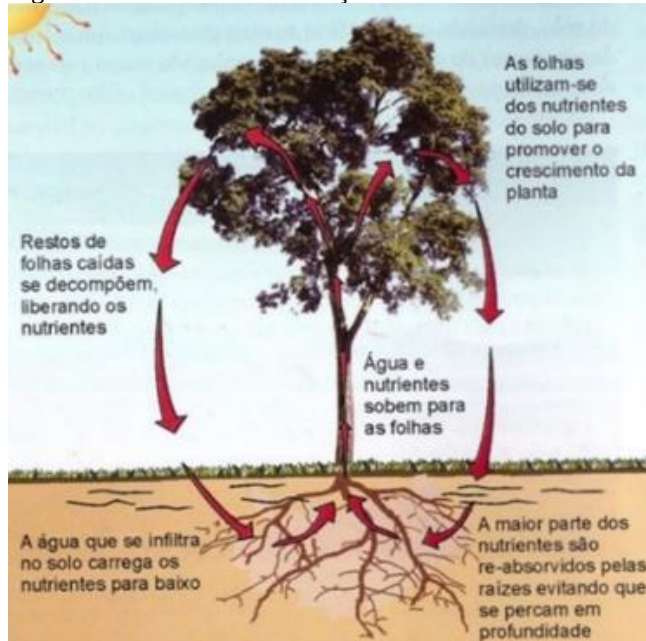


Fonte: Wicander e Monroe (2014).

O ORGANISMO, também considerado um “fator ativo”, age diretamente sob a matéria de origem (rocha). Há uma relação de mutualidade, em que o solo precisa dos organismos vivos para ser um solo fértil, nesse sentido a decomposição das folhagens, animais e seres sociais/indivíduos proporcionam ao solo os nutrientes para sua camada superficial, contribuindo para formação dos horizontes O e A. Em contrapartida, o solo se constitui como um habitat natural para os organismos, que retiram das profundidades os nutrientes (Figura 5).

É importante ressaltar a influência do indivíduo/grupo social, pois os seres humanos ao ocuparem o ambiente natural, podem acelerar os processos de degradação dos solos, seja por meio da pavimentação e compactação, do desmatamento, dos descartes de materiais inorgânicos como plástico, metal, isopor entre outros materiais. Portanto, elementos que favoreceram a degradação ambiental.

Figura 5 - Ciclo da movimentação dos nutrientes em um solo sob vegetação de floresta.



Fonte: Lepsch (2002).

Se existe os fatores ativos, a ROCHA (material de origem) representa o fator de resistência, exercendo um papel “passivo”. O tempo que cada tipo de rocha leva para sofrer o intemperismo leva a formação de solos distintos. As rochas magmáticas extrusivas e/ou intrusivas (Figuras 6 e 7) e as metamórficas (Figura 8) são as mais resistentes, necessitando de mais tempo para a sua decomposição; já as rochas sedimentares (Figura 9) são mais friáveis, logo mais susceptíveis e vulneráveis ao intemperismo. E a composição mineral de cada rocha dará as características particulares para cada classe de solo.

Figura 6 - Rocha Magmática Extrusiva (Basalto).



Figura 8 - Rocha Metamórfica.



Figura 7 - Rocha Magmática Intrusiva (Granito).



Figura 9 - Rocha Sedimentar

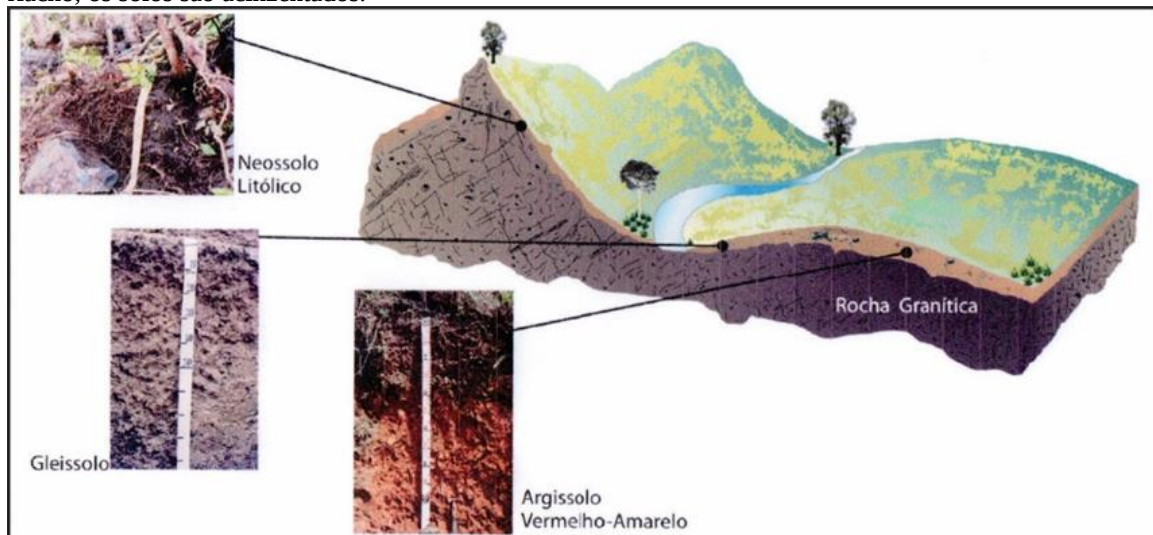


Fonte: <https://sites.unipampa.edu.br/mvgp/rochas-museu/rochas>

O RELEVO é, segundo Wicander e Monroe (2014, p. 137), “a diferença na elevação entre o ponto alto e o baixo em uma região”. O processo pedogenético para cada área da superfície terrestre ocorre de forma diferenciada, sobretudo por razão das características das formas do relevo, feições e compartimento. Contudo, o escoamento superficial da água tende a infiltrar em área mais planas favorecendo o desenvolvimento de solos profundos, e a escoar em áreas de desnível e com maior declividade, onde a tendência é desenvolver solos rasos, como por exemplo em vertentes, chegando até mesmo a não formar solos em algumas situações; nessas áreas é comum encontrar afloramento de rochas.

Apesar de parecer estático, o relevo é dinâmico e se modifica ao longo dos anos conforme suas condições geográficas. As interações dos componentes geográficos são responsáveis pela gênese da morfologia da superfície terrestre, ou seja, os fenômenos que atuam sobre o relevo modelam o mesmo; portanto, para compreender cada padrão é necessário verificar quais foram as influências para obter tal forma (Figura 10).

Figura 10 - Relevo influenciando nas características dos solos. Nas áreas mais declivosas, os solos são menos desenvolvidos que nas áreas mais planas (onde o perfil é avermelhado). Nas áreas mais baixas próximas do riacho, os solos são acinzentados.



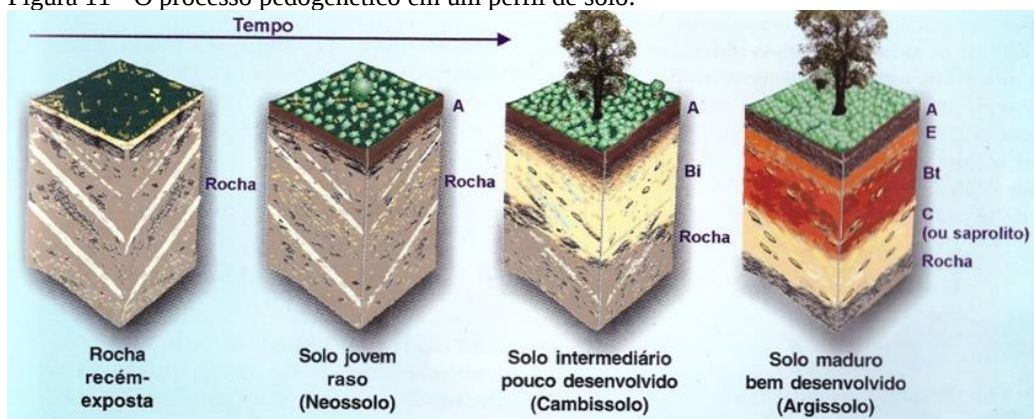
Fonte: Lepsch (2000).

Nesse sentido, o relevo se constitui a partir do substrato rochoso, forças internas que geram a composição estrutural do relevo, e as forças externas que agem sobre a superfície a partir dos agentes climáticos como o sol, chuva e vento, provocando o intemperismo, desgaste erosivo das formas estruturais, esculturando o relevo (PENCK, 1924). Portanto, para interpretar o relevo é preciso analisar a paisagem como um todo, sendo o solo é parte fundamental dessa análise.

Quanto TEMPO é necessário para se desenvolver um centímetro de solo? Não há uma resposta definitiva para esta questão; como já abordamos anteriormente o processo de pedogênese depende de todos os cinco fatores para desenvolver o perfil de solo, entretanto, em média, pode-se considerar 2,5 cm de solo a cada século (WICANDER; MONROE, 2014).

A Figura 11 representa as etapas do processo pedogenético, em que o tempo, somado aos demais fatores de formação do solo, evoluem da matéria de origem, rocha exposta, solo jovem, solo intermediário, atingindo assim o perfil de solo maduro.

Figura 11 - O processo pedogenético em um perfil de solo.



Fonte: Lapsch, p. 65, 2002.

Sendo o solo produto da fragmentação por meio do intemperismo formando as diversas classes, ele também está sujeito a perda dos seus componentes importantes. Com a constante retirada da matéria orgânica e dos minerais, ocorre o empobrecimento do solo, as consequências desse empobrecimento e o avanço dos processos erosivos irão atingir cada grupo social de forma distinta, causando mais ou menos impacto, problemas, perigosidade e ou tornando os vulneráveis aos processos erosivos.

Um processo erosivo próximo às áreas urbanas tende à aceleração da perda dos solos, com deposição de materiais de construções e resíduos sólidos, a perigosidade, ou seja, a instabilidade desse ambiente se agrava, resultando em impactos ambientais de grande porte, em casos extremos, chegando até à perda de vidas.

A erosão é um desgaste da estrutura do relevo tendendo a um nivelamento do terreno, sendo, portanto, um fenômeno natural. Na ausência ou retirada da vegetação natural, o solo fica exposto e os processos morfodinâmicos agem sobre o relevo de forma mais intensa.

Em área rural, os processos erosivos se destacam na paisagem, principalmente naqueles terrenos com declividade acentuada, com retirada de vegetação, solo exposto e áreas de

pastagem com pisoteamento de gado; esses são ambientes propícios para a evolução dos quadros erosivos, sobretudo sem o cuidado necessário com a terra.

Segundo Wicander e Monroe (2014, p. 139), “[...] a erosão é um processo natural, lento o bastante para que a formação do solo se mantenha.”, entretanto, a presença do ser humano traz intervenções sobre o ambiente de forma a acelerar cada vez mais o processo de degradação, a retirada da cobertura vegetal para a agricultura, pecuária e moradia favorece diferentes tipos de processos erosivos, são esses:

- Acelerada ou Antrópica;
- Diferencial ou Seletiva;
- Linear ou Remontante (ravinamentos e voçorocamentos);
- Escoamento Superficial ou Laminar;
- Subterrâneo (regiões calcárias);
- Eólica (deflação do vento);
- Geológica (fluvial);
- Glacial e Marinha (abrasão);
- Pluvial/Salpico (gotas de água da chuva);
- Zoógena.

Na região do pontal do Paranapanema predominantemente estão presentes os tipos de erosão acelerada ou antrópica conforme se verifica na relação de como se deu a ocupação e os usos da terra: linear ou remontante (ravinamentos e voçorovamentos); escoamento superficial ou laminar, que ocorre a partir da degradação e transporte quando as águas escorrem pela superfície; pluvial/salpico (gotas de água da chuva) os quais estão associados a erosão pluvial, por meio dos impactos das gotas d’ água e zoógena, instalada a partir do pisoteamento de gado, por exemplo.

Segundo Fendrich et al. (1997, p. 20), erosão é a desagregação, transporte e deposição dos materiais dos horizontes superficiais e profundos dos solos, o que provoca o seu rebaixamento. Nota-se que a erosão tem início de forma superficial e avança em direção as camadas consolidadas do solo e rocha. Dessa forma, a erosão altera profundamente as características dos solos, é um processo de desagregação, transporte e deposição, por meio das águas, vento ou geleiras, que são agentes erosivos.

Caracteriza-se a susceptibilidade do solo à erosão a partir da estrutura, portanto granular, prismática, angular etc., estratificação (tipos de horizontes pedológicos), teor de umidade, textura (argilosa, média e arenosa) e composição granulométrica e o conteúdo de matéria orgânica.

Os solos argilosos, por exemplo, são menos propícios a formação de sulcos erosivos, já os solos arenosos e secos são muito susceptíveis, pois a deficiência de umidade diminui a coesão entre as partículas e essas se tornam mais vulneráveis aos agentes erosivos.

O clima é um fator importante no processo erosivo. Em climas tropicais, que apresentam precipitação muito intensa, a propensão à erosão é muito maior. Chuva de longa duração faz com que a intensidade de infiltração da água nos solos diminua, ocasionando a saturação, já a alta temperatura deixa o solo mais seco devido ao alto índice de evapotranspiração.

Segundo Fendrich et al. (1997, p. 26) “Com base no índice de classificação internacional do clima de KOEPPEN, as regiões mais atingidas pela erosão são caracterizadas pelas classes de clima úmido, tropical quente e temperado, com inverno seco e verão chuvoso”.

Uma vez erodido o solo, esse precisará receber cuidados especiais (manejo e conservação), pois conforme o processo erosivo atuante, os seus nutrientes são transportados principalmente para os corpos d’água, tornando esse solo impróprio para o cultivo. As técnicas de recuperação de fertilidade apresentam valor muito elevado, o que acaba sendo repassado à população por meio do aumento dos preços dos produtos no mercado.

Estudos apontam que, no Brasil, perde-se aproximadamente 500 milhões de toneladas de solo pela erosão. A erosão hídrica é a mais preocupante, pois, além de destruir o perfil do solo, carrega seus nutrientes existentes nas camadas superiores, deixando o solo improdutivo.

Estima-se que 80% da área cultivada do estado de São Paulo esteja sofrendo processo erosivo além dos limites de tolerância, causando perdas de 200.000.000 de toneladas de terra por ano, sendo que 48.900.000 toneladas/ano chegam aos mananciais em forma de sedimentos transportados, causando assoreamento e poluição dos mesmos (KERTZMAN et al., 1995).

Um dos principais fatores de estabilização da erosão, associadas a um conjunto de técnicas (terraceamento, controle de curvas de nível etc.) é a cobertura vegetal, pois diminui o efeito da ação das gotas da chuva (erosão por salpico), sendo que, quanto mais densa a cobertura vegetal, menos perda de solo haverá. Assim como o uso e manejo adequado do solo e o tipo de cultura propícia para cada área e tipo de solo.

A falta de conhecimento das técnicas de uso, manejo e conservação do solo são os principais motivos que acarretam em consequências como o aumento da degradação dos solos.

Quando adotadas práticas aprovadas de manejo e de conservação do solo com ou sem apoio financeiro, os solos podem continuar a produzir satisfatoriamente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Revisão bibliográfica

Realizou-se uma revisão bibliográfica acerca do conceito: vulnerabilidade ambiental, geoprocessamento geomorfológico, erosão, risco e degradação da paisagem. Assim como, foram realizados os levantamentos históricos de como ocorreram/ocorrem as ocupações e os usos da terra na região do Pontal do Paranapanema, sobretudo com ênfase no município de Mirante do Paranapanema - SP.

3.2 Mapa hipsométrico

O mapa hipsométrico traz informações de altimetria do relevo, portanto altitude. Para sua elaboração obtivemos o Modelo Digital de Elevação (MDE) e realizou-se a classificação das faixas de altitudes do modelo em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) no software ArcGIS®⁸ 10.6 e QGIS®⁹ 2.16. Importante ressaltar ainda, que o MDE é oriundo da imagem de radar da Missão Topográfica Radar Shuttle - SRTM gerada pela Nacional Aeronautics and Space Administration - NASA.

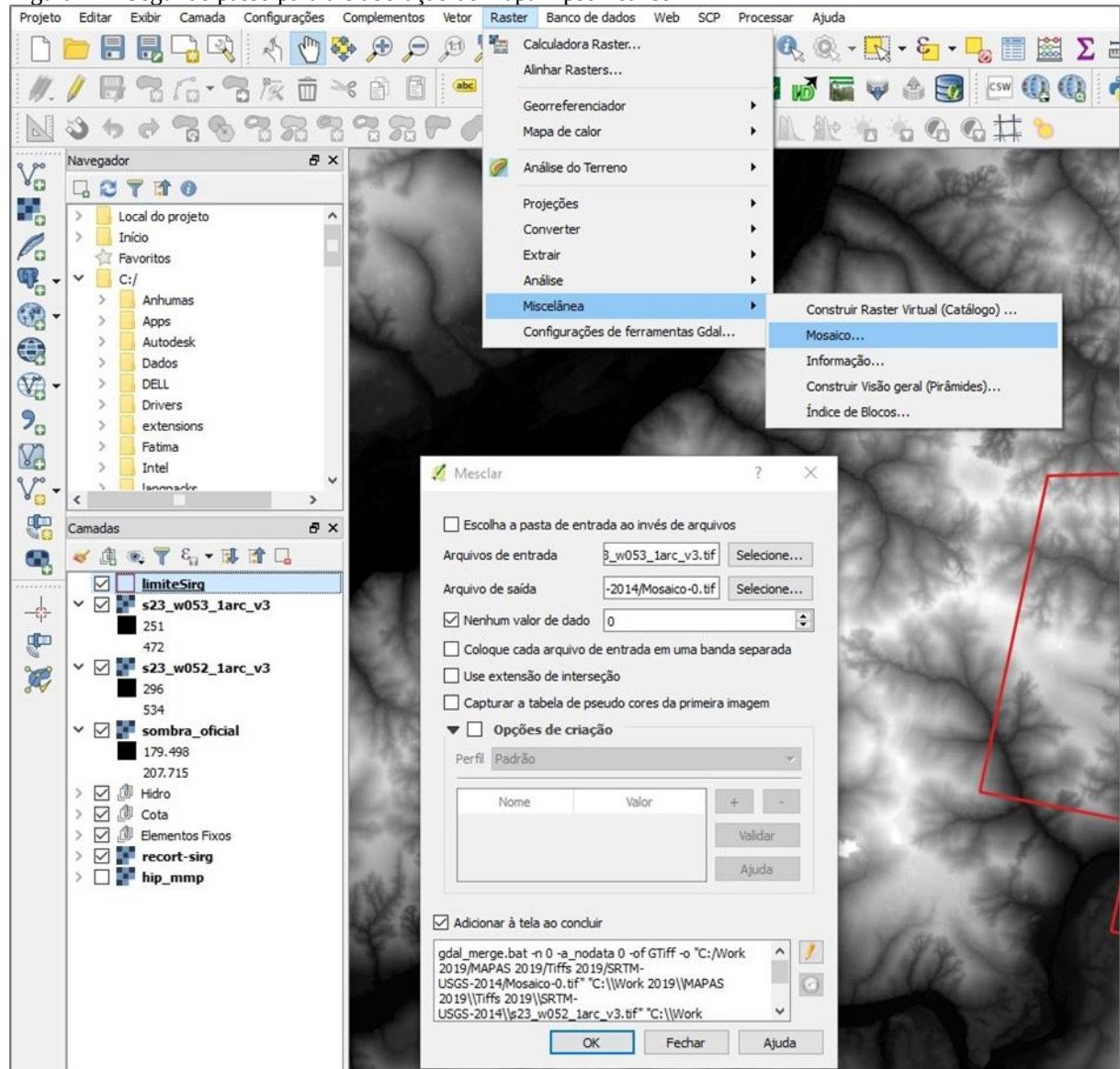
Os passos para a elaboração do mapa hipsométrico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema - SP (Figuras 12 a 14) consistiram em quatro etapas.

No site da USGS foram feitos os downloads de duas imagens SRTM, uma que pertence à localidade do município de estudo – Mirante do Paranapanema – e a segunda é recorte do município vizinho – Teodoro Sampaio, juntamente com parte do município de estudo, logo foi possível a obtenção do mesmo formato do recorte definido pela imagem do satélite ALOS/PRISM.

⁸ ArcGIS® é marca registrada pela ESRI Inc.

⁹ QGIS® Software livre desenvolvido por comunidade voluntária.

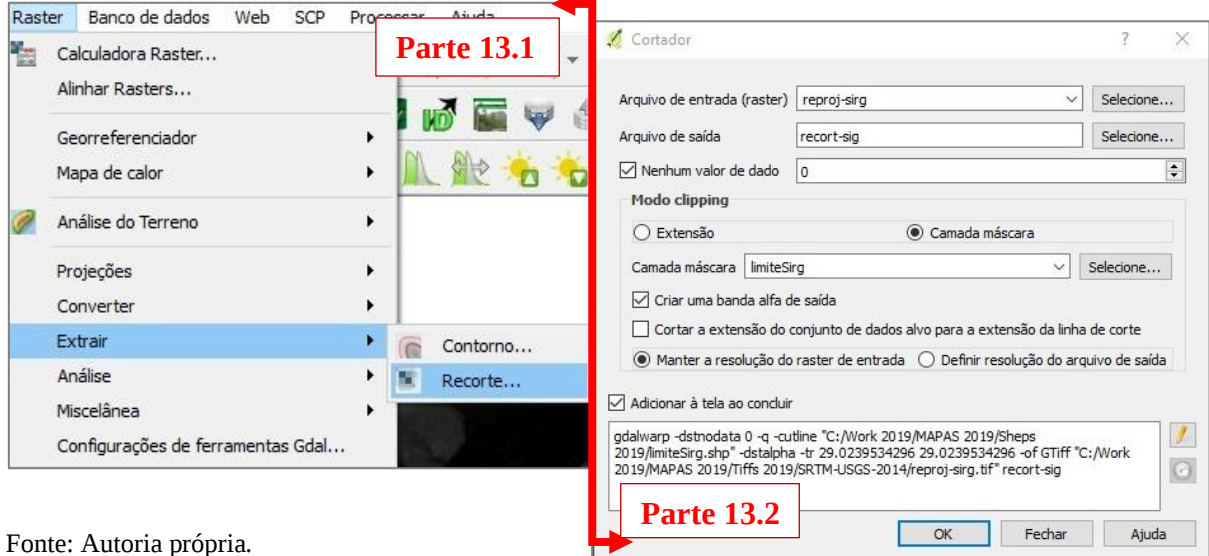
Figura 12 - Segundo passo para a elaboração do mapa hipsométrico



Fonte: Autoria própria.

Fazendo uso do arquivo shapefile “limite da área de pesquisa”, realizou-se o recorte, como mostra a Figura 13.

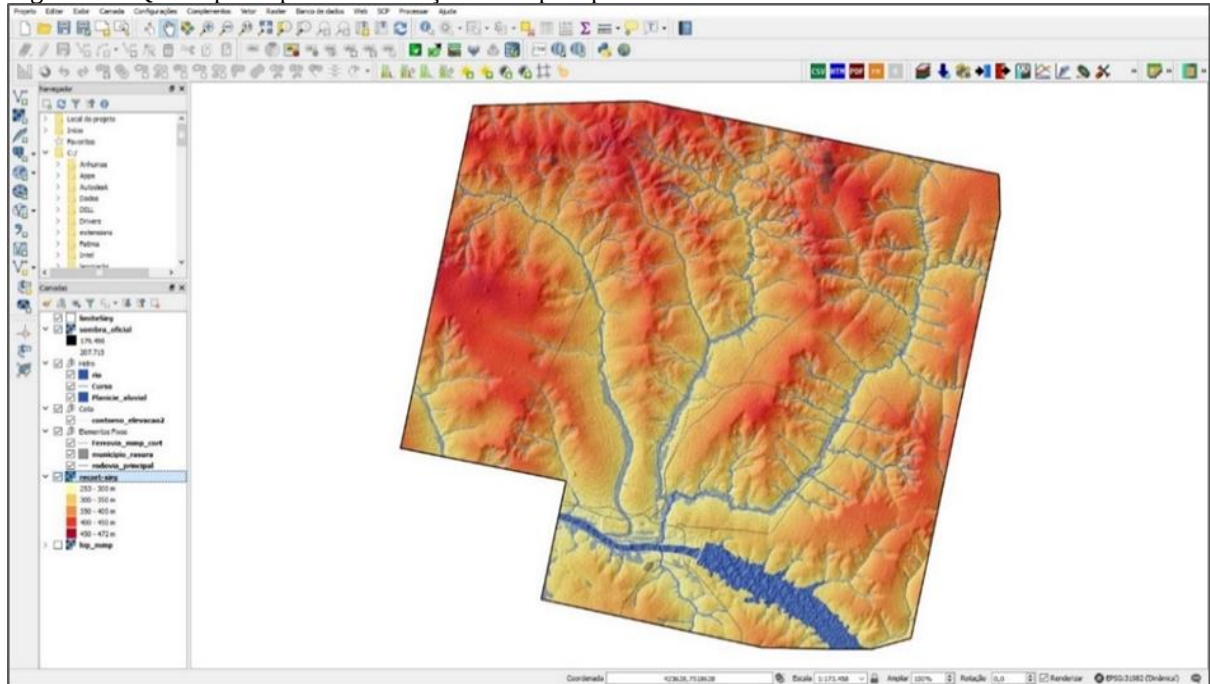
Figura 13 - Terceiro passo para a elaboração do mapa hipsométrico (13.1 e 13.2)



Fonte: Autoria própria.

Por fim, foram inseridos os arquivos vetoriais fornecidos pelo IBGE e os que vem sendo produzidos desde o trabalho de Nishizima (2017) até nesse momento, durante esse mestrado, são esses: cursos d'água, planícies aluviais, curva de nível, Rio Paranapanema, malhas urbanas, rodovias e ferrovias (Figura 14).

Figura 14 - Quarto passo para a elaboração do mapa hipsométrico



Fonte: Autoria própria.

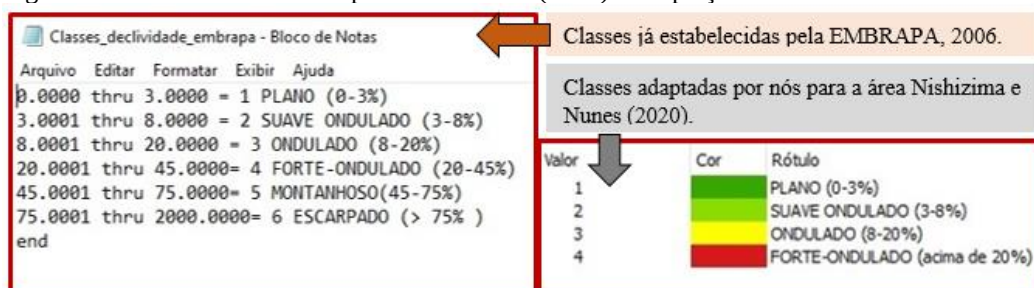
O SRTM já contém informações do Modelo Digital de Elevação (MDE), o qual permitiu a edição da paleta de cor e classificação da altimetria, a partir do acesso: “propriedade do Raster”.

3.3 Mapa de declividade e mapa de curvatura do terreno

Os mapas de declividade e curvatura do terreno foram elaborados no QGIS®, também com base nas imagens da missão SRTM e o MDE (gerada pela NASA), com resolução espacial de 30 metros. O download foi realizado no site: Sistema Geológico (USGS) e TOPODATA/INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, sendo esse último a obtenção do MDE referente a curvatura horizontal de 3 (três) classes. Importante ressaltar ainda, que o resultado desse mapa de curvatura demonstrou coerência com os trabalhos de campo realizados, optando-se por este modelo.

O Mapa de declividade indica a porcentagem de inclinação do terreno, é uma representação de 1ª ordem da altimetria, de forma a associar-se com os processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento e outros). As classes foram estabelecidas com base em EMBRAPA (2006) e com adaptações, conforme demonstra na figura 15 a seguir.

Figura 15 - Classes estabelecida pela EMBRAPA (2006) e adaptações

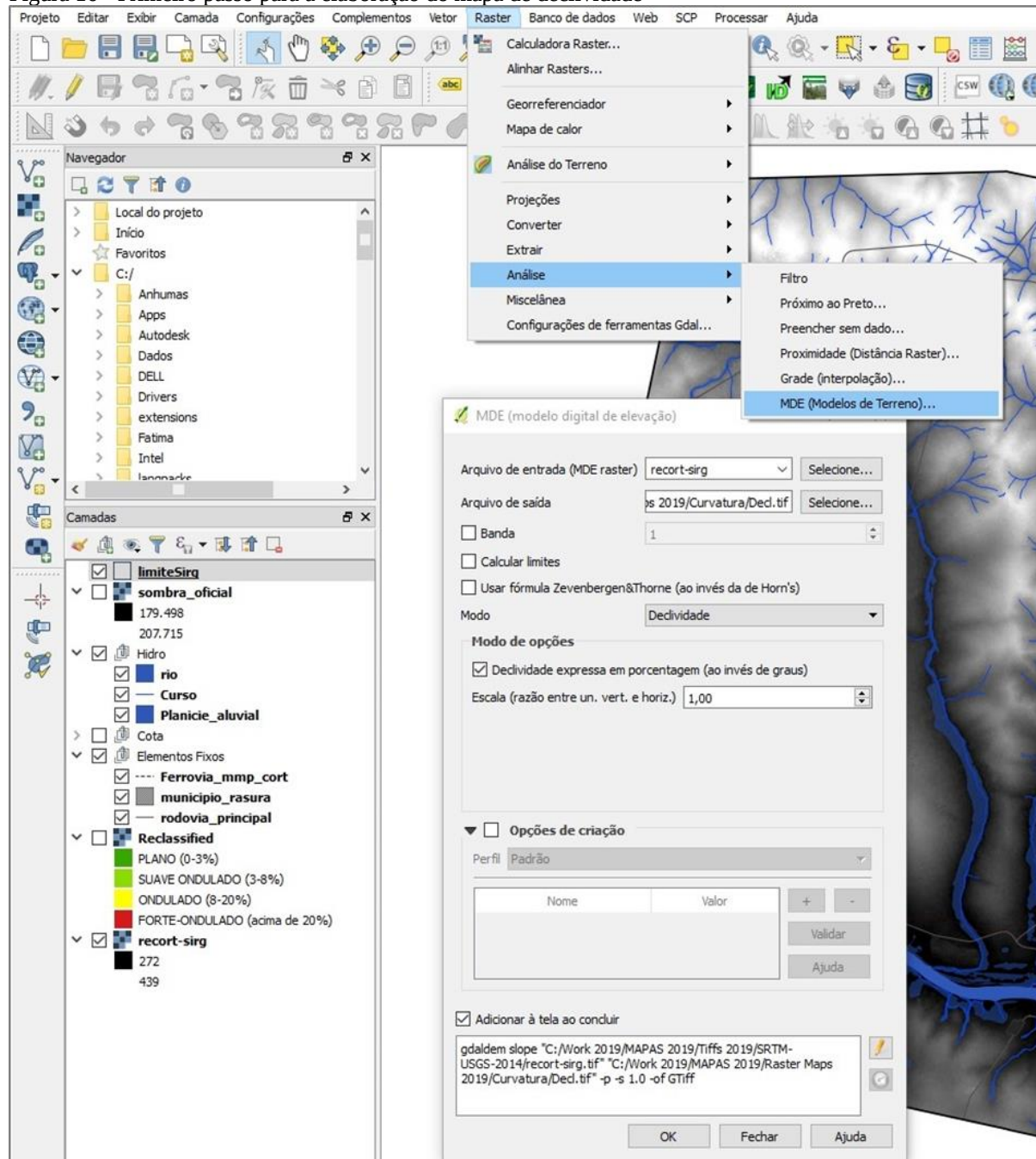


Fonte: A autora (2020).

Os procedimentos para a elaboração de ambos os mapas: declividade e curvatura, teve início com a imagem do satélite recortada, seguido pela composição do mosaico e re-projeção - WGS84 para Sirgas 2000 UTM 22 Sul. Logo, as figuras 11, 12 e 13 demonstram os passos para a obtenção do mapa de declividade e curvatura, bem como, a reclassificação do mesmo.

Em Raster – Análise – MDE (Modelo Digital do Terreno), abrirá uma janela que deve ser preenchida conforme o interesse, nesse caso, gerar o mapa de declividade e curvatura; habilite a opção expressar em porcentagem (%) e execute (FIGURA 16).

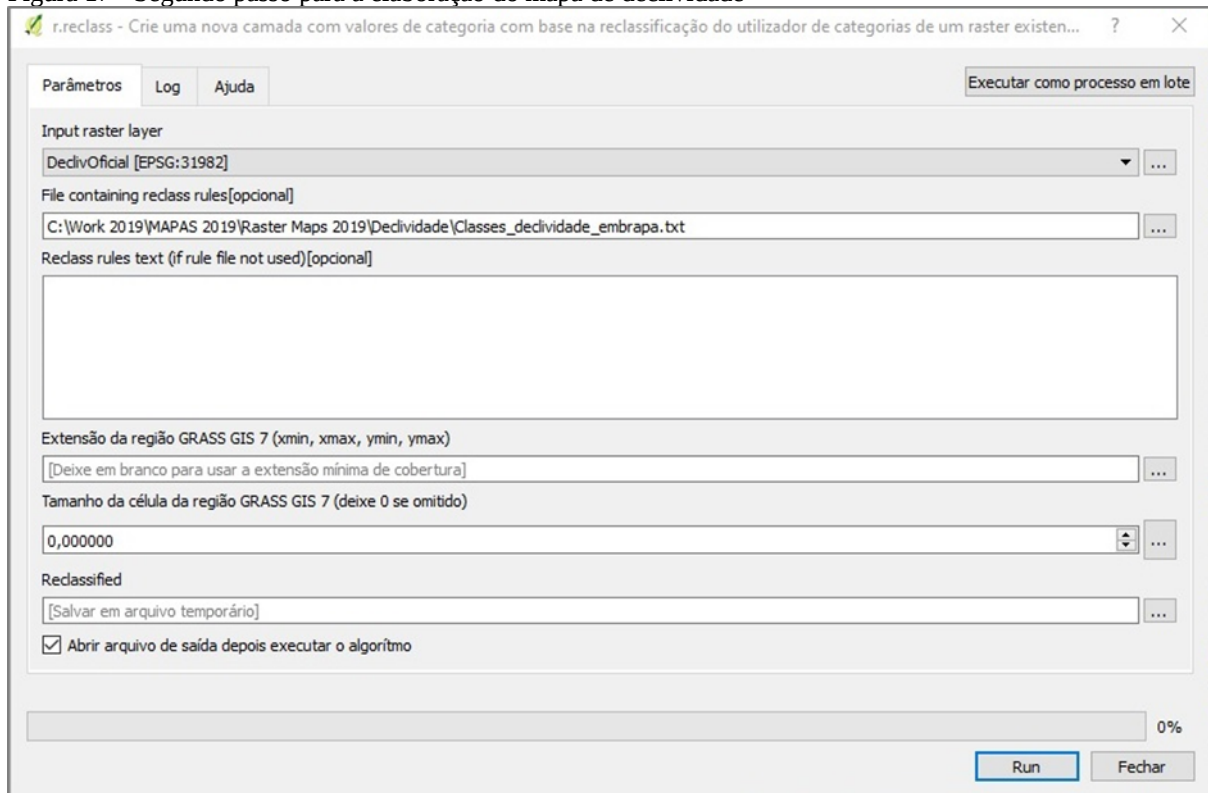
Figura 16 - Primeiro passo para a elaboração do mapa de declividade



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, fez-se uso do processamento `r.reclass` (crie uma nova camada...) função encontrada no COMANDO GRASS GIS, em *file containing reclass rules* inserir um arquivo texto com as regras em EMBRAPA (2006), como demonstra a Figura 17.

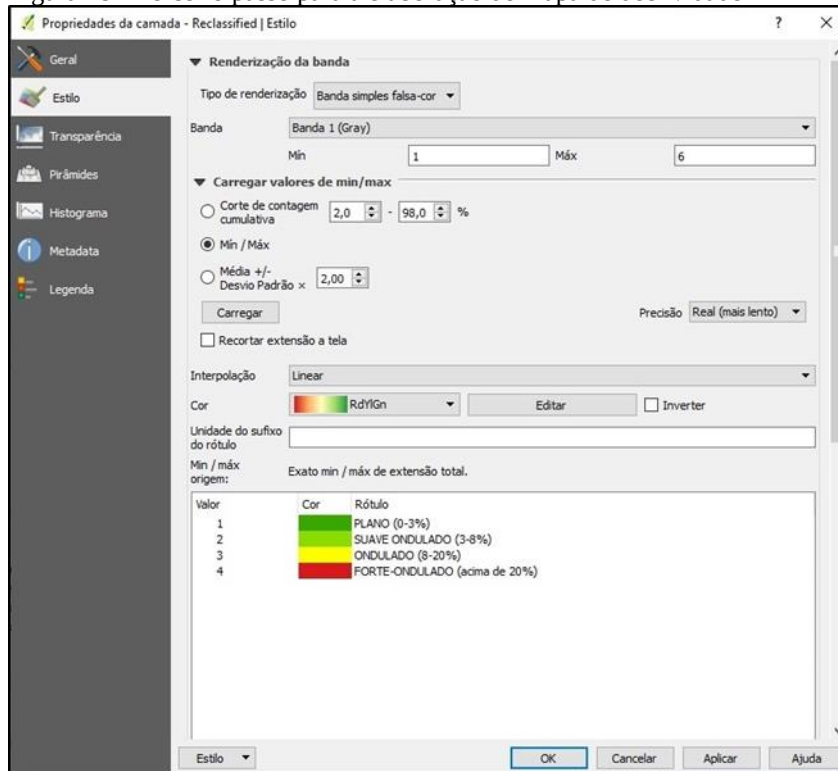
Figura 17 - Segundo passo para a elaboração do mapa de declividade



Fonte: Autoria própria.

Após processar, em propriedades adaptou-se a legenda e definiu as cores para cada classe de declividade (figura 18).

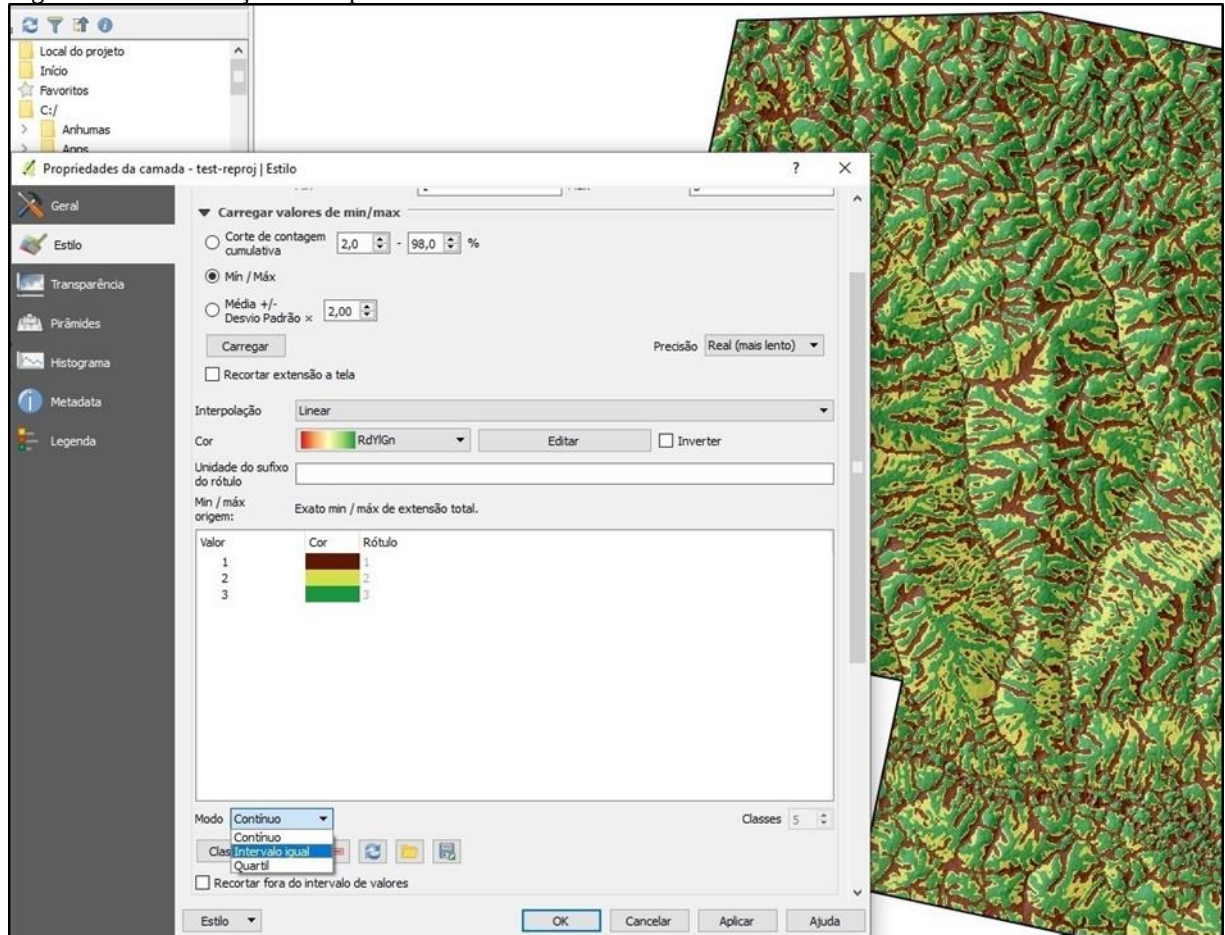
Figura 18 - Terceiro passo para a elaboração do mapa de declividade



Fonte: Autoria própria.

Já o de curvatura do terreno consistiu em gerá-lo a partir do MDE curvatura horizontal de 3 classes, dessa forma, a classificação foi obtida com base na curvatura do perfil, o qual indica a direção da inclinação máxima, essa que afeta a aceleração e desaceleração do escoamento superficial, sendo o perfil de valor negativo: uma superfície convexa (dispersadora); positivo: um perfil côncavo (concentra), e o valor zero: uma superfície retilínea (linear). No SIG inclui-se o MDE e em propriedade foram realizadas as configurações necessárias para a finalização do mapa como representa a Figura 19.

Figura 19 - Classificação do mapa de curvatura



Fonte: Autoria própria.

3.4 Mapa geomorfológico e esboço simplificado das principais classes de solos

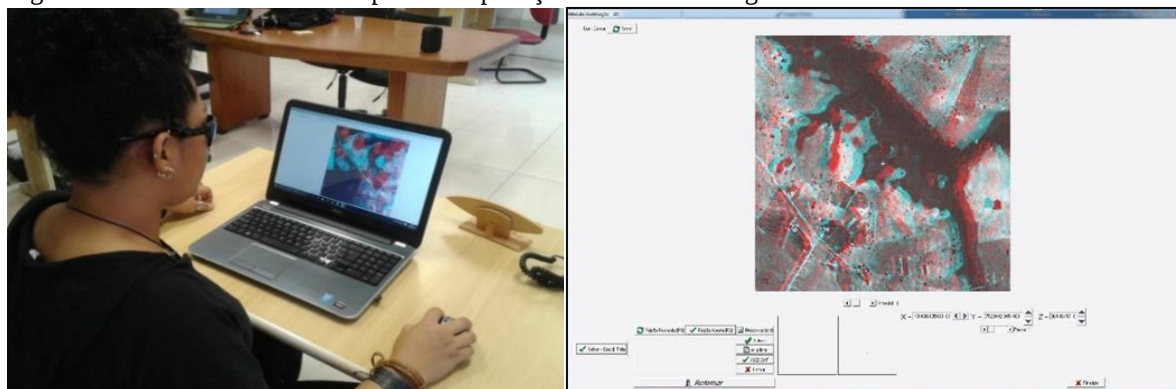
A caracterização geomorfológica e geológica foi elaborada de acordo com os dois primeiros níveis de abordagem proposto por Ab'Saber (1969): Compartimentação Topográfica e Estrutura Superficial da Paisagem. Para a elaboração do mapeamento geomorfológico, a principal referência foi Tricart (1965).

Para a delimitação das feições morfológicas do relevo, fez-se uso da técnica de estereoscopia digital (restituição 3D) através do sistema anaglifo¹⁰. Com o computador e óculos 3D foi possível a visualização da estereoscopia, e, portanto, a interpretação das imagens ALOS/PRISM¹¹ da área de estudo (Figura20).

¹⁰ Sistema Anaglifo foi aplicada no programa Prushbroom – software desenvolvido pelo professor Dr. Júlio Kiyoshi Hasegawa do departamento de cartografia da FCT/UNESP campus de Presidente Prudente.

¹¹ ALOS/PRISM (Imagem de satélite japonês) disponibilizada pelo Grupo de Pesquisa GADIS (Sistema Integrado de Dados para Estudos de Bacias Hidrográficas), o id da imagem - ALOS/PRISM ALPSMN072424050 no município de Mirante do Paranapanema – SP.

Figura 20 - Técnica de Estereoscopia 3D e aplicação do Sistema Anaglifo



Fonte: Autoria própria.

A identificação das características dos compartimentos do relevo ocorreu conforme Fushimi (2016) e Nishizima (2017) descreve em seus trabalhos, tais como: cursos d'água e planícies aluviais; topos das colinas e amplitude; vertentes e suas características (côncavas, convexas e/ou retilíneas); divisores de água; cabeceiras de drenagens em forma de anfiteatro; colos topográficos e áreas com processo erosivo. Legenda com base em Nunes et al (2006).

Já o mapa do “Esboço simplificado das principais classes de solos” foi elaborado com base na proposta de Trentin (2011), como mostra o Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Adaptação das classes de solos propostas por Tretin (2011) para a área de estudo

CLASSES DE SOLOS PROPOSTAS POR TRENTIN (2011).	CLASSES DE SOLOS ADAPTADAS PARA A ÁREA DE ESTUDO
Solos rasos a bem desenvolvidos em colinas arenosas	Solos bem desenvolvidos
Solos rasos a bem desenvolvidos em rochas areníticas	Solos rasos a desenvolvidos
Solos rasos de altitudes elevadas	Solos rasos
Solos hidromórficos	Solos hidromórficos

Fonte: Autoria própria.

As associações dos solos basearam-se nos atributos das classes do 1º nível categórico (ordens) e nos pontos de amostragem dos solos. A caracterização se estendeu ao 2º nível categórico (sub ordens) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013):

- Solos bem desenvolvidos – associação Latossolos Vermelhos;

- Solos desenvolvidos a rasos – associação Argissolos Vermelhos e Neossolos Litólicos;
- Solos rasos – associação Neossolos Litólicos;
- Solos hidromórficos – associação Gleissolos e Neossolos Flúvicos.

Fez-se uso de ambos os mapas: geomorfológico e esboço simplificado das principais classes de solos do município de Mirante do Paranapanema-SP, na escala de 1:25.000, elaborado por Nishizima (2017) com o intuito de trazer contribuições na interpretação das morfodinâmicas do recorte espacial.

3.5 Mapa de uso da terra e cobertura vegetal

Os mapas de uso da terra e cobertura vegetal, foram elaborados por intermédio das imagens do satélite Sentinel do ano de 2016, com resolução espacial de 10 metros.

Importante salientar aqui, neste momento, que o ano elegido, 2016, foi devido ao mesmo fazer parte do recorte temporal (2000 à 2017), anos definido para a realização das análises para a caracterização desse recorte espacial, recorte temporal esse, definido anteriormente para a análise climatológica, para além, observou-se que 2016 havia igualmente a disponibilidade das imagens Sentinel (ambos os períodos, verão e inverno de 2016), e igualmente para com as imagens Landsat, os quais nos possibilitara para a elaboração dos mapas: “Uso da Terra e Cobertura Vegetal”; os mapas de NDVI; e Temperatura da Superfície, sendo todos estes produzidos para os dois períodos, verão e inverno, portanto, março e junho de 2016.

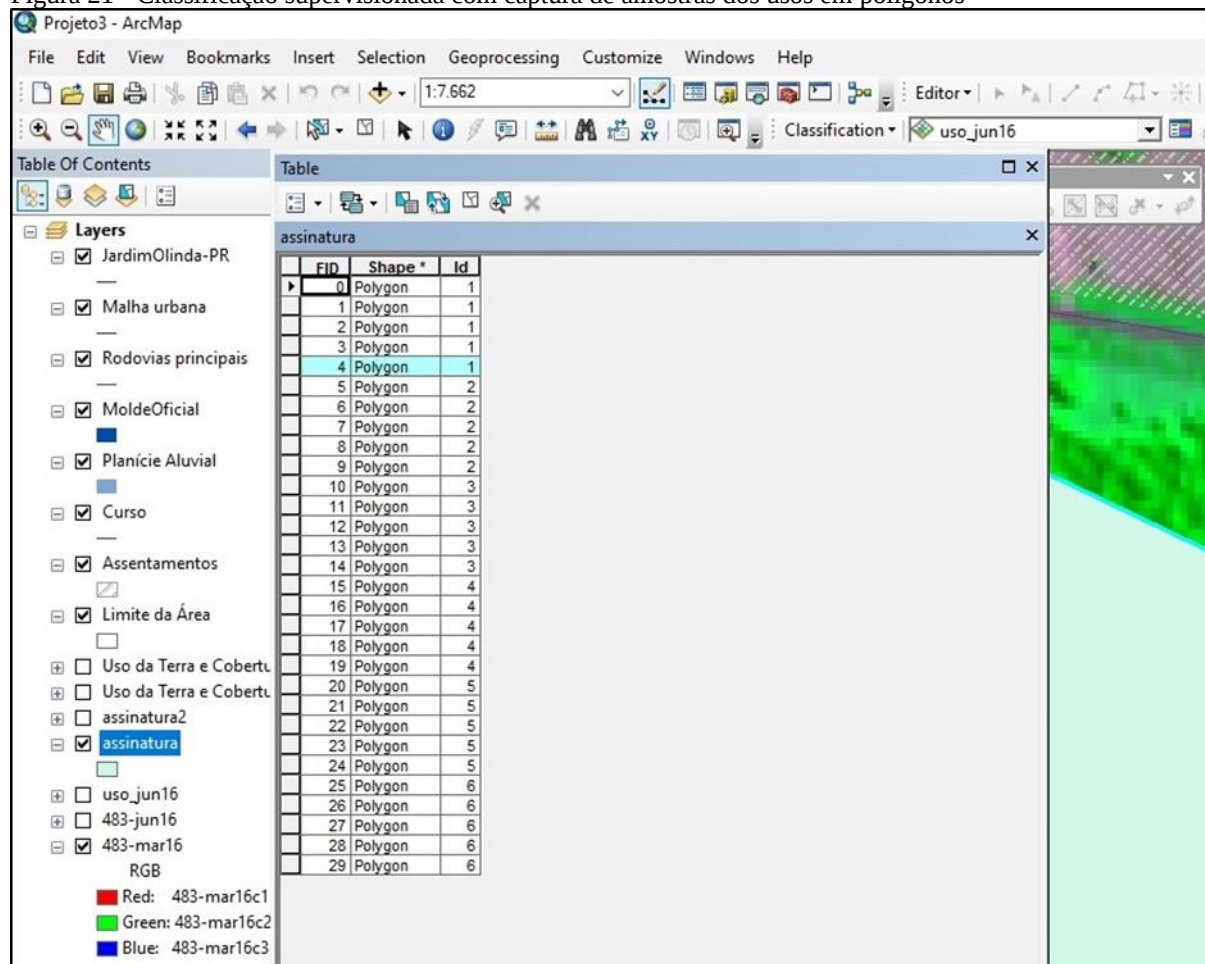
O mapa em questão, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, para a sua elaboração, fizemos uso das técnicas de classificação supervisionada¹², realizamos os downloads dos dados no site EO Browser. A legenda foi adaptada do sistema de classificação da cobertura e do uso da terra proposto por IBGE, 2006.

Tal classificação do uso da terra foi primordial para compreensão e a organização territorial, de forma a visibilizar quais são os grupos sociais que ocupam determinadas formas de relevo, tipos de solos e em quais compartimentos e níveis de declividades esses se encontram; dessa forma, ouve aqui o favorecimento da leitura do todo, e nos permitiu realizar uma análise em conjunto com os mapas termais e de NDVI.

¹² Após vários testes, a classificação supervisionada se mostrou mais eficiente para representar o cenário da área de estudos, para chegarmos a essa conclusão tivemos como base os trabalhos de campos realizados.

Este mapa de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal” foi realizada/elaborada no SIG ArcGIS 10.6.1, através da classificação supervisionada, permitindo definir tais classes com os polígonos, como mostra a Figura 21.

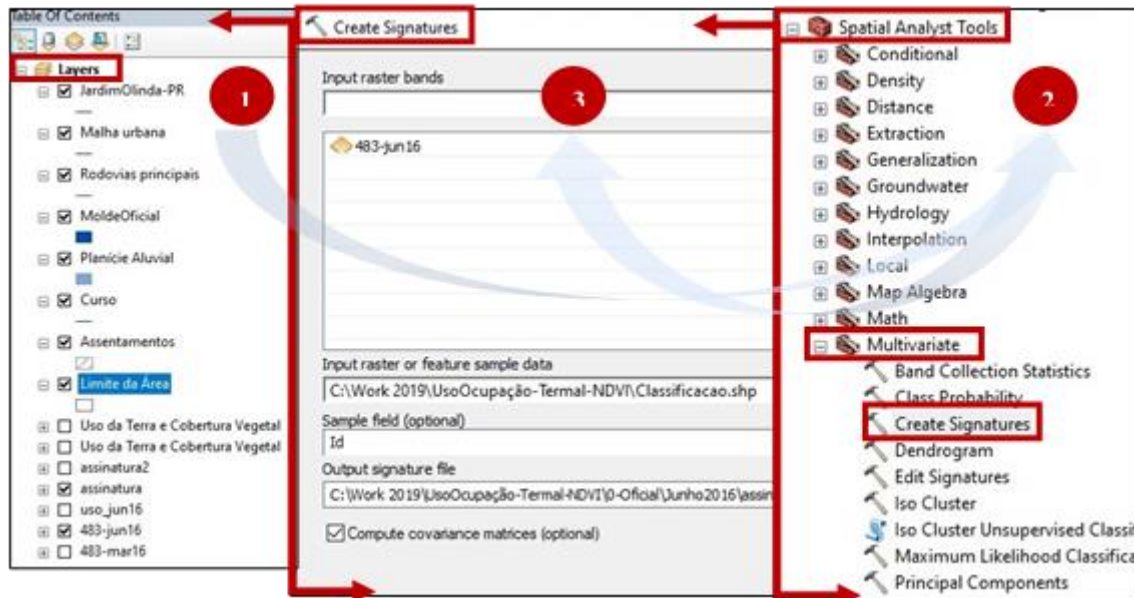
Figura 21 - Classificação supervisionada com captura de amostras dos usos em polígonos



Fonte: Autoria própria.

Após criar o arquivo shapefile, em Spatial Analyst Tools – Multivariate – Create Signature, obtém-se aqui uma assinatura para o reconhecimento das feições classificadas anteriormente, Figura 22.

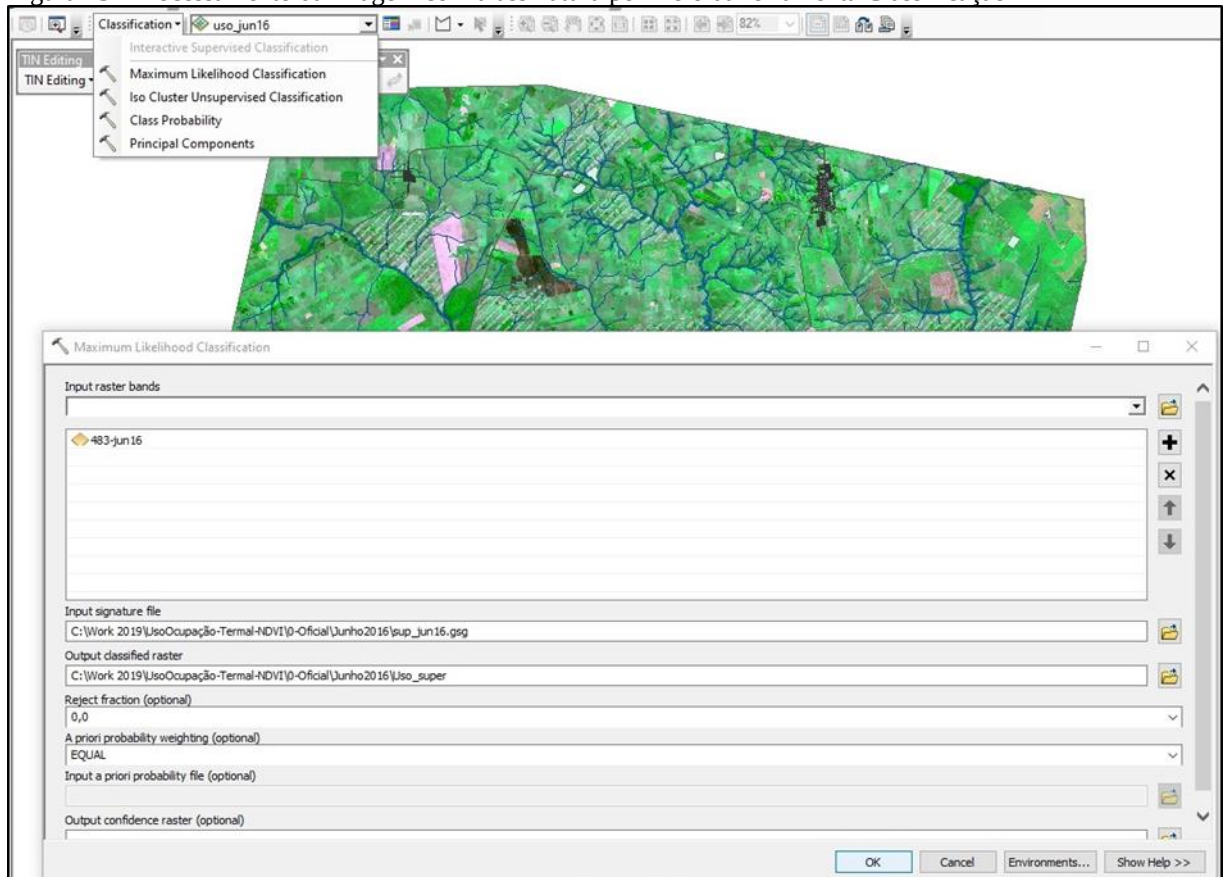
Figura 22 - Criar assinatura para identificação dos usos pelo SIG ArcGIS



Fonte: Nishizima, 2020.

Por fim, em “classificação”, clica-se na opção Maximum Likelihood Classification e executa o processo, Figura 23.

Figura 23 - Processamento da imagem com a assinatura por meio da ferramenta Classificação



Fonte: Autoria própria.

Inseriu as feições complementares: malha urbana, curso d'água etc. A elaboração das convenções e legenda tiveram como base os trabalhos de Nunes (2002 e 2006), Pedro Miyazaki (2014) e Fushimi (2016).

3.6 Balanço hídrico climatológico (THOMTHAITE & MATHER, 1955)

O Balanço Hídrico Climatológico proposto por Thomthaite & Mather (1955), foi elaborado a partir dos dados de precipitação e temperatura: mensal e anual, possibilitando quantificar o volume de água no solo entre os anos 2000 a 2017, além de caracterizar a dinâmica hídrica da área de estudo (período úmido e período seco).

Realizou-se ainda, uma análise dos 12 meses do ano de 2016 que representa o ano da tomada das imagens de satélite Landsat 8 com ênfase no período úmido e seco do ano. Isso representa o balanço entre o import (entrada) e o export (saída) do volume de água em relação à Capacidade de Água Disponível (CAD) de um determinado ambiente, considerando: os tipos de solos e plantas. Na elaboração do Balanço Hídrico, levou-se em consideração a Precipitação (P), a Evapotranspiração Potencial (ETP), CAD de 100 mm, estimativa da Evapotranspiração Real (ETR), Deficiência (DEF), Excesso (EXC) e da variação do Armazenamento (ARM) na escala mensal e anual, tais dados foram calculados em uma planilha do software EXCEL (pacote Word/Home Office).

Os dados foram obtidos na plataforma Giovanni (Earth Data – Nasa), uma interface da Web que permite aos usuários o download de dados primários. Esses dados possibilitam analisar e trabalhar temas como: temperatura atmosférica, vapor d'água e nuvens, precipitação, entre outros. Após a localização da área de estudo na plataforma, calculou-se o retângulo envolvente sobre a área. Em seguida, preenchemos o Select Date Range com o período (temporal) a ser analisado, selecionamos a opção Time Series: Area-Averaged, obtendo assim os valores da temperatura da superfície e de precipitação com os passos apresentados no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 - Etapas para obtenção de dados na plataforma Giovanni

Etapas para <i>Download</i> dos dados de temperatura:	Etapas para <i>Download</i> dos dados da precipitação:
- <i>Measurements</i>, selecionar <i>Air Temperature</i> - <i>Platform/instrument</i>, optar por <i>MERRA-2 model</i>; - <i>Temporal Resolutions</i>, clique em <i>monthly</i> para filtrar os dados para mês; - Selecionar o conjunto de dados “<i>2-meter air temperature (M2SMNXSLV v.12.4)</i>” em °C e <i>Plot Data</i> (<i>Download</i> dos dados CSV).	- <i>Measurements</i>, selecionar <i>Precipitation</i> - <i>Platform/instrument</i>, optar por <i>TRMM</i> - <i>Temporal Resolutions</i>, clique em <i>Daily</i>, para filtrar os dados para diário. - Baixar o conjunto de dados “<i>precipitation rate (TRMM_3B42_daily_v.7)</i>” – extensão CSV.

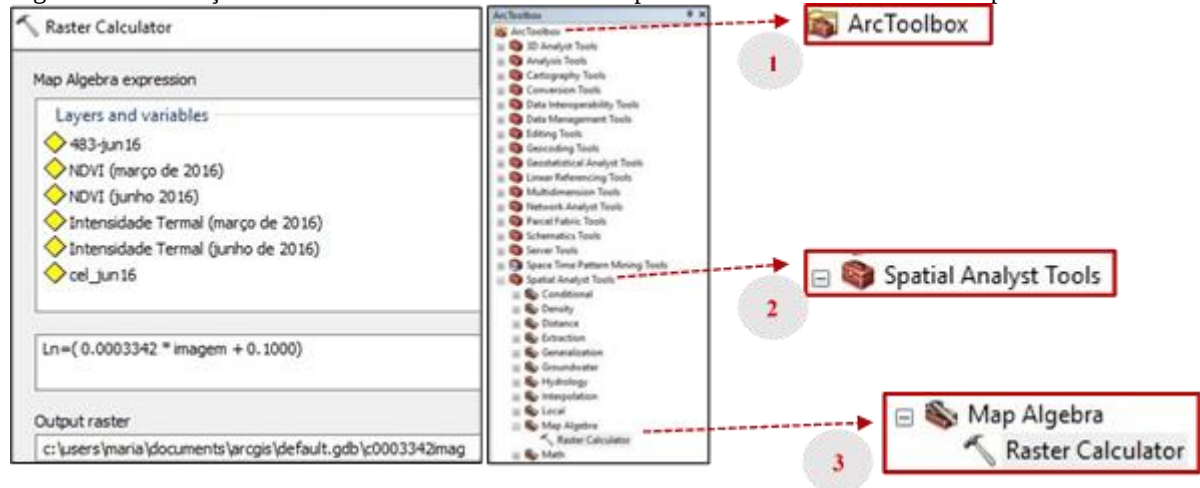
Fonte: Nishizima e Bortoluzzi (2019).

3.7 Mapa termal e NDVI

A análise da temperatura da superfície, através do canal termal, permitiu compreender dois padrões bem definidos ao longo do ano: Verão, que faz referência aos meses de 21 de dezembro seguido dos meses de janeiro, fevereiro até 20 de março; e os meses de 21 de junho com a sequência julho, agosto até o dia 23 de setembro, representando as características da estação de Inverno, identificadas na região do Pontal do Paranapanema. Os mapas de temperatura da superfície foram gerados a partir das imagens do satélite Landsat 8, banda 10 (termal), do canal infravermelho termal/TIRS 1, com espectral de 10.6 – 11.19 μm e resolução espacial de 100 metros, mas tratadas e disponibilizadas com pixel de 30 metros pela *United States Geological Survey* (USGS – Serviço Geológico). As imagens tomadas no verão e no inverno foram trabalhadas e, portanto, teve registro das temperaturas em graus Celsius (°C) obtidas por meio do SIG, ArcGIS versão 10.6.1.

Utilizou-se de variáveis fixas e fórmulas para a conversão de níveis de cinza em radiância (Figura 24), o caminho no ArcGIS: *ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator*, a fórmula é $L\lambda = MLQ_{cal} + AL$, portanto $L\lambda = 0.0003342 * \text{imagem} + 0.1000$.

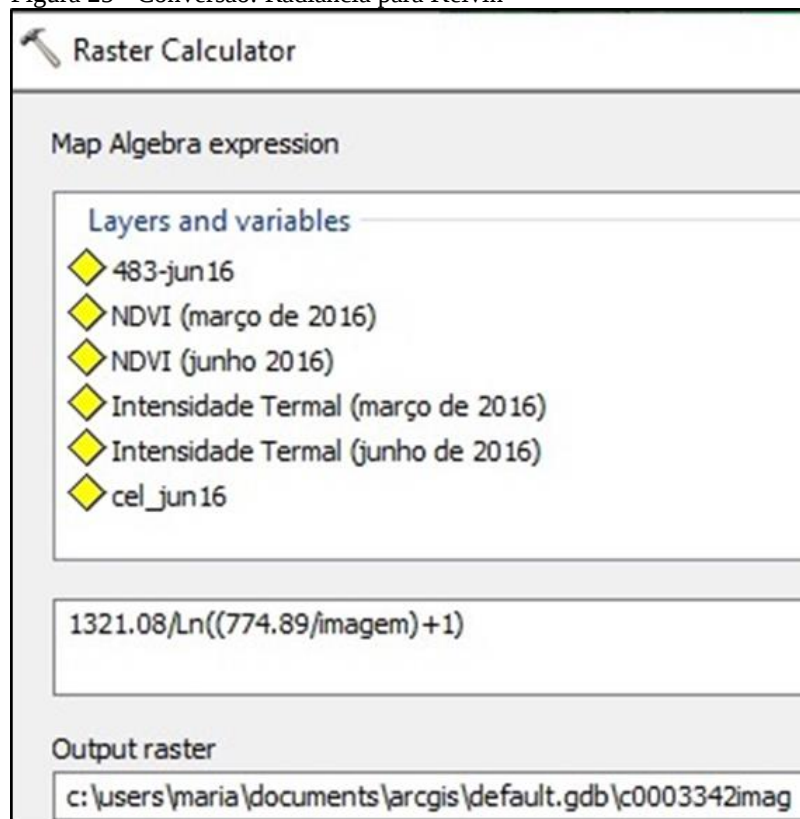
Figura 24 - Utilização da calculadora de raster no ArcGIS para conversão de medida de temperatura



Fonte: Autoria própria.

Para transformar: radiância para Kelvin, segue a formula da figura 25:
 $1321.08 / \ln((774.89 / \text{imagem}) + 1)$.

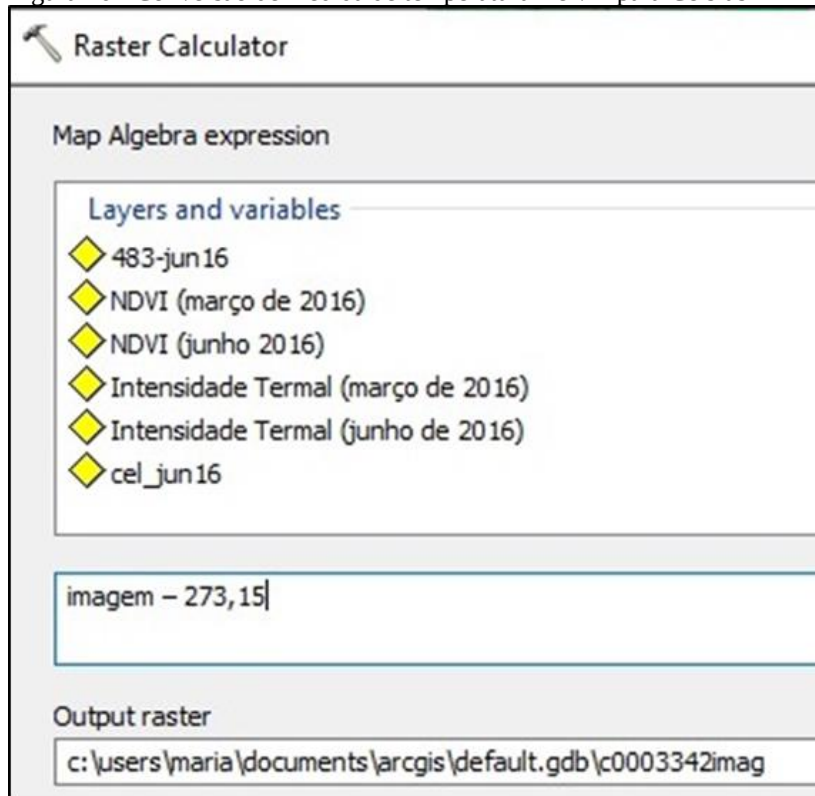
Figura 25 - Conversão: Radiância para Kelvin



Fonte: Autoria própria.

Posteriormente, a conversão da temperatura Kelvin para Celsius (°C) (Figura 26) aplica-se: Imagem – 273,15.

Figura 26 - Conversão de medida de temperatura Kelvin para Celsius



Fonte: Autoria própria.

Para a finalização do produto cartográfico, fez-se necessário (importante) a padronização das cores da legenda de forma que permita a comparação visual e a diferenciação das temperaturas dos dois períodos.

Os Mapas NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), foram elaborados a partir das imagens do satélite Sentinel, banda 4 e 8, resolução espacial de 10 metros, downloads no site EO Browser, onde em 2018 buscou-se pelo nome da cidade “Mirante do Paranapanema – SP, Brasil” e já fora possível encontrar a imagem NDVI (tratada pela empresa), após analisar e comparar com o território/trabalho de campo realizado na área, verificou-se a coerência das imagens e só então adquiriu-se as imagens NDVI ofertadas na época de forma gratuita, porém é importante ressaltar aqui que trabalhos elaborados por Moreira e Amorim (2016), John R. Jensen (2011) e Ponzoni et al (2012) também apresentam detalhadamente procedimentos para gerar os mapas NDVI.

As malhas urbanas e limites dos municípios utilizados para a elaboração de todos os mapas foram obtidos no site Portal IBGE.

3.8 Perfis topográficos, amostras de solos e trabalhos de campo

Os perfis topográficos foram elaborados no ArcGIS® e QGIS®, mediante a base digital planialtimétrica e os levantamentos em campo. Posteriormente, foram exportados para o aplicativo *Illustrator CS6*®¹³ do pacote Adobe para a edição e finalização gráfica.

As coletas de amostras de solos, para a realização das análises texturais foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos da FCT/UNESP, conforme o Manual de métodos de análise de solos EMBRAPA (1997) e IBGE (2015), as descrições dos perfis foram feitas com base em LEMOS E SANTOS (1996) e as cores dos horizontes foram classificadas segundo a Carta de Munsell (2000) com as amostras secas em laboratório.

Os trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de verificar e atualizar as informações mapeadas, a fim de compreender a dinâmica da paisagem e identificar os processos erosivos lineares, previamente constatados em imagem do satélite ALOS e do Google Earth®.

3.9 Mapa de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares

Para a elaboração dos mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares” no município de estudo em questão: setor Centro-Sul de Mirante do Paranapanema - SP, foi possível produzir dois períodos distintos e marcantes para a região, sendo estes, portanto, um mapa que representa o período de Verão (março), e o outro, o Inverno (junho) do ano de 2016.

Fizemos uso da ferramenta de apoio “Suporte à Decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico), com o objetivo de organizar/estabelecer uma forma racional de comparação e combinação de dados, conforme ressalta Fushimi (2012) e Câmara et al (1996).

As caracterizações dos mapas elaborados a partir das imagens de satélites, portanto fez-se uso dos procedimentos e técnicas de geoprocessamentos/mapeamentos/cartografia, foram ainda, analisados com base nos trabalhos de campo realizados na área, dessa forma tomou como base, os conhecimentos técnicos dos Geógrafos: Nunes e Nishizima (autores dessa pesquisa).

Após atribuir os pesos, finalizou-se com o processo de comparação dos mapas, dois a dois, entendendo qual dos elementos são mais importantes para se considerar quando pensado em Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares e/ou atribuindo importância

¹³ *Illustrator CS6*® – aplicativo/software do pacote adobe, Adobe Systems Software Ireland Limited: 4-6 Riverwalk, City West Business Campus, Saggart, Dublin 24.

igual, dessa forma utilizou-se a tabela de cálculo: <https://bpmmsg.com/ahp/ahp-calc.php>, sendo um exercício para o período de verão, portanto mês de março para a região e o outro para o período de inverno, mês de junho para a região (separadamente, portanto um total de dois exercícios), com base nas orientações expressas no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Escala AHP para comparação pareada

Intensidade de Importância	Definição e explicação
1	Importância igual – os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada – um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial – um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada – um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema – a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais

Fonte: Saaty (1990).

Conforme apresenta o Quadro 4, atribuíram-se as escalas de importância com base em AHP no software ArcGIS® 10.6, acessando: Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify, realizou-se a reclassificação com base na atribuição dos pesos para cada mapa.

Nesse sentido, o mapa de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos de ambos os períodos são resultados da correlação/comparação/sobreposição dos pesos dados a priori, pesos estes atribuídos pelos autores Nishizima e Nunes, 2020, para cada classe individual dos mapas¹⁴ (Figura 27 e 28),: 1- Geomorfologia: topo, vertente, planície; 2- Solos: Latossolos, Argissolos e Planossolos/Gleissolos; 3- Curvatura do Terreno: convexo, côncavo, retilíneo; 4- Declividade: Plano (0-3%), Suave Ondulado (3-8%), Ondulado (8-20%), Forte-Ondulado (acima de 20%); 5- Uso da Terra e Cobertura Vegetal: mata, área agricultada, cana, gramínea, solo exposto (verão e inverno); 6- NDVI (março, verão e junho, inverno) 7- Temperatura da Superfície: que varia de 16C° a 34C° (verão, março e inverno, junho), nesse sentido, fizemos uso dos mapas de maior representatividade para os cruzamentos, tendo em vista a compreensão dos níveis de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares do recorte definido.

¹⁴ Apresentação das classes de forma rápida e simplista, mas que podem ser observadas com detalhes os procedimentos de elaboração e resultados de cada mapa aqui neste capítulo de procedimentos e em resultados.

Figura 27 - Escala definida pelos autores, com base na escala AHP, para a comparação pareada

Pesos - Valores atribuídos às classes temáticas das variáveis	
Geomorfologia Topos das colinas (2) Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas (6) Planície aluviais e alvéolos (9)	Curvatura do Terreno Convexo (6) Retilíneo (2) Côncavo (8)
Solos Solos desenvolvidos - Associados a Latossolos (2) Solos rasos a desenvolvidos - Associados a Argissolos (6) Solos hidromórficos - Associados a Planossolos e Gleissolos (9)	Declividade Plano (0-3%) (1) Suave Ondulado (3-8%) (2) Ondulado (8-20%) (7) Forte-Ondulado (acima de 20%) (9)
Uso da Terra e Cobertura Vegetal Mata (1) Cana (5) Solo Exposto (9) Gramínea/Pastagem (7) Área Agricultada (2)	Uso da Terra e Cobertura Vegetal Mata (1) Cana (5) Solo Exposto (9) Gramínea/Pastagem (7) Área Agricultada (2)
NDVI - março de 2016 (verão) -0,63 - -0,3 (9) -0,29 - -0,2 (7) -0,21 - -0,4 (3) 0,41 - 0,6 (2) 0,61 - 0,85 (1)	NDVI - junho de 2016 (inverno) -0,64 - -0,3 (8) -0,29 - -0,2 (6) -0,21 - -0,4 (3) 0,41 - 0,6 (2) 0,61 - 0,81 (1)
Temperatura da Superfície - março de 2016 (verão) 20,01 - 22 (3) 22,01 - 24 (4) 24,01 - 26 (5) 26,01 - 28 (7) 28,01 - 30 (8) 30,01 - 32 (8) 32,01 - 34 (9)	Temperatura da Superfície - junho de 2016 (inverno) 16,43 - 18 (1) 18,01 - 20 (2) 20,01 - 22 (3) 22,01 - 24 (5) 24,01 - 26 (7) 26,01 - 26,6 (9)

Fonte: Autoria própria.

Após, ainda em: Spatial Analyst Tools > Overlay (sobreposição) > Weighted Overlay (sobreposição ponderada) foram executados a sobreposição dos pesos definidos anteriormente.

Figura 28 - Escala definida por Nishizima e Nunes, com base na escala AHP, comparação de pares

COMPARAÇÃO DE PARES			
Uso da Terra / Geomorfológico	9	Solos / Curvatura	2
Uso da Terra / Declividade	9	Solos / Temperatura	3
Uso da Terra / Solos	3	Solos / NDVI	4
Uso da Terra / Curvatura	4	Curvatura / Temperatura	2
Uso da Terra / Temperatura	4	Curvatura / NDVI	2
Uso da Terra / NDVI	5	Temperatura / NDVI	2
Geomorfológico / Declividade	2		
Geomorfológico / Solos	2		
Geomorfológico / Curvatura	3		
Geomorfológico / Temperatura	2		
Geomorfológico / NDVI	8		
Declividade / Solos	2		
Declividade / Curvatura	3		
Declividade / Temperatura	2		
Declividade / NDVI	3		

CR = 6,9

Fonte: Autoria própria.

Claramente, os dados Geomorfológicos; os tipos de Solos, as Curvaturas do Terreno, e as declividades, juntamente com o tipo de Usos dessas Terras, vão manifestar comportamentos

distintos no qual nos permite identificar as especificidades desses quadros/dessas dinâmicas. Quando somado as informações de NDVI, seja na presença ou ausência da vegetação, ou ainda, pela maior ou menor atividade fotossintética, bem como, em relação as altas ou baixas temperaturas das superfícies, estes conjuntos de informações nos permitem analisar e compreender o favorecimento e o desfavorecimento desses ambientes em relação a intensidade da vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares.

Nesse momento, gerou-se o Overlay_marco e o Overlay_junho, saliento aqui novamente a importância de ter conhecimento de campo da área estudada, para decidir e “adaptar” os pesos orientados pelos autores/cientistas que vem desenvolvendo/trabalhando com a temática e com as técnicas, e para além, lidamos com as bases cartográficas, shapefiles, imagens dos satélites, por fim, com base no vivenciado/ conhecimento de campo da área de estudo.

Continuando, em Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator, inseriu-se a equação para o mês de março/representação do verão e mês de junho/representação do inverno:

{float (“usoocupacao_marco/usoocupacao_junho” * “overlay_marco/overlay_junho”)}

Gerando assim, como produto final o mapa/raster/tiff: “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares de Mirante do Paranapanema – SP”, um de março de 2016 e o outro referente a junho de 2016.

A legenda do mapa em questão foi definida a partir das referências Câmara et al (1996). A elaboração ocorreu a partir da obtenção da elaboração total dos mapas desse trabalho, sobretudo com base nos trabalhos de campo realizados na área, interpretação e geoprocessamento em ambiente SIG – Sistema de Informação Geográfica, ArcGis, fez-se uso do método de análise espacial AHP (Analytical Hierarchy Process) conforme estabelecido por Câmara et al (1996).

Para melhor análise, foi possível quantificar os dados em porcentagem da área. Após a elaboração dos mapas de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal”, registrou-se 2% do total da área de estudo sendo representada pelo Rio Paranapanema. Nesse sentido, nos gráficos de pizzas, foram destacados a presença do mesmo, ou seja, 2% da área de estudo é representado pelo Curso d’água “Rio Paranapanema”, nos permitindo melhor exatidão na análise da área.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ocupação e uso: apropriação do relevo

Uso e Ocupação ou Ocupação e Uso? O que é solos? O que é relevo? O que é terra? Essas são algumas das questões que surgiram durante a trajetória da pesquisa.

Neste aspecto, constatou-se durante a pesquisa que o solo está enquanto história da natureza, portanto como parte de um sistema integrado. Compreende-se que solo (natureza) não é terra (uso), ou seja, o que vemos é a apropriação desigual da terra pelos diferentes agentes sociais que promove possíveis impactos ao solo, seja ela positiva ou negativa. Logo tal ação promoverá uma determinada transformação desse solo que fará com que o sistema seja aberto/susceptível a perdas. Por isso, a relevância da elaboração de mapeamentos temáticos, visando conhecer a história das transformações econômicas e ambientais, bem como auxiliando o planejamento e ações para reduzir essa vulnerabilidade ambiental à processos erosivos.

A região do extremo Oeste Paulista era ocupada pelos índios, que resistiram durante muitos anos, dificultando assim a ocupação de grande parte da região até o final do século XIX e início do século XX.

A rigor, já se conhecia aí a presença de seres humanos, os índios, pioneiros deste recanto paulista. Pertenciam ao grupo dos Guarani, também designados Caingá ou Caiuá, Tupiniquim, Xavante e Caingang, estes últimos também chamados de Coroados, a partir do século XVIII. (MONBEIG, 1952, p. 112).

Dois registros paroquiais do século XIX em nome de Antônio José Gouveia e José Teodoro de Souza, demarcam o início da problemática das terras griladas no Pontal do Paranapanema, região que é palco ainda hoje do cenário de luta pela terra que envolve conflitos mediados pelo Governo entre grandes Latifundiários e Movimentos dos Trabalhadores Sem Terra (MST).

Consta que na área do pontal do Paranapanema, existiam dois registros paroquiais, datados de 1856: um em nome de Antônio José Gouveia, possuidor de imensa gleba denominada “Fazenda Pirapó-Santo Anastácio”, feito por Frei Pacífico de Monte Falco, da Paróquia de São José Batista do Rio Verde (Itaporanga); a outra garantia a posse a José Teodoro de Souza, da gleba denominada “Fazenda Ahuapehy”, conseguida junto ao pároco Modesto Marques Teixeira, da Paróquia de Vila de Botucatu. É justamente a partir desse marco que se inicia a problemática fundiária do Pontal, conhecida como a maior grilagem de terras do Estado e, quiçá, do Brasil, tendo-se em vista que as duas fazendas, que acabaram sendo permutadas em 1890, atingiam uma área superior a 500 mil alqueires. (ALMEIDA, 1996, p. 101).

Nos primórdios do século XX, os mineiros e desbravadores mato-grossenses iniciaram algumas incursões, que resultaram em conflitos sangrentos, entre os mesmos e os indígenas. Meado do mesmo período, houve o avanço da “marcha para o oeste paulista” por parte dos grandes ruralistas que partiram da região periférica da capital do estado de São Paulo em direção ao seu interior, esses foram responsáveis por gradativamente intensificar a exploração da terra (desmatamento), intensificando os conflitos com os grupos que já ali habitavam.

A partir daí a ocupação do solo se deu de maneira rápida, fizeram uso das próprias características naturais da região para facilitar o acesso, por exemplo, através dos corpos hídricos. Com o desmatamento, a venda das madeiras; com a abertura dessas novas áreas, o cultivo. Solos desenvolvidos e férteis, chamaram a atenção dos ocupantes, que atraem cada vez mais mão de obra para o cultivo nessas áreas; em pouco tempo, acompanhou-se o deslocamento de uma densa população paulista para a região. As consequências foram: a plantação do café, seguida pela expansão do período cafeeiro, o qual demandou a necessidade da instalação de moradas para os trabalhadores conforme avançavam mata adentro, surgindo aos poucos pequenos conglomerados que tomam forma: as cidades. Com o aumento do povoado em Palmital, concomitantemente outros distritos começaram a surgir, entre eles a cidade de Mirante do Paranapanema, a qual elevou-se à categoria de município através da Lei Estadual nº 2456 de 30 de dezembro de 1953¹⁵.

Com a alta produção do café, surge a necessidade de escoamento do produto para a capital de forma mais rápida e eficaz, sobretudo para o litoral onde ocorre a exportação do alimento, o que motivou a continuação da construção do meio de transporte, a linha férrea: Estrada de Ferro Sorocabana.

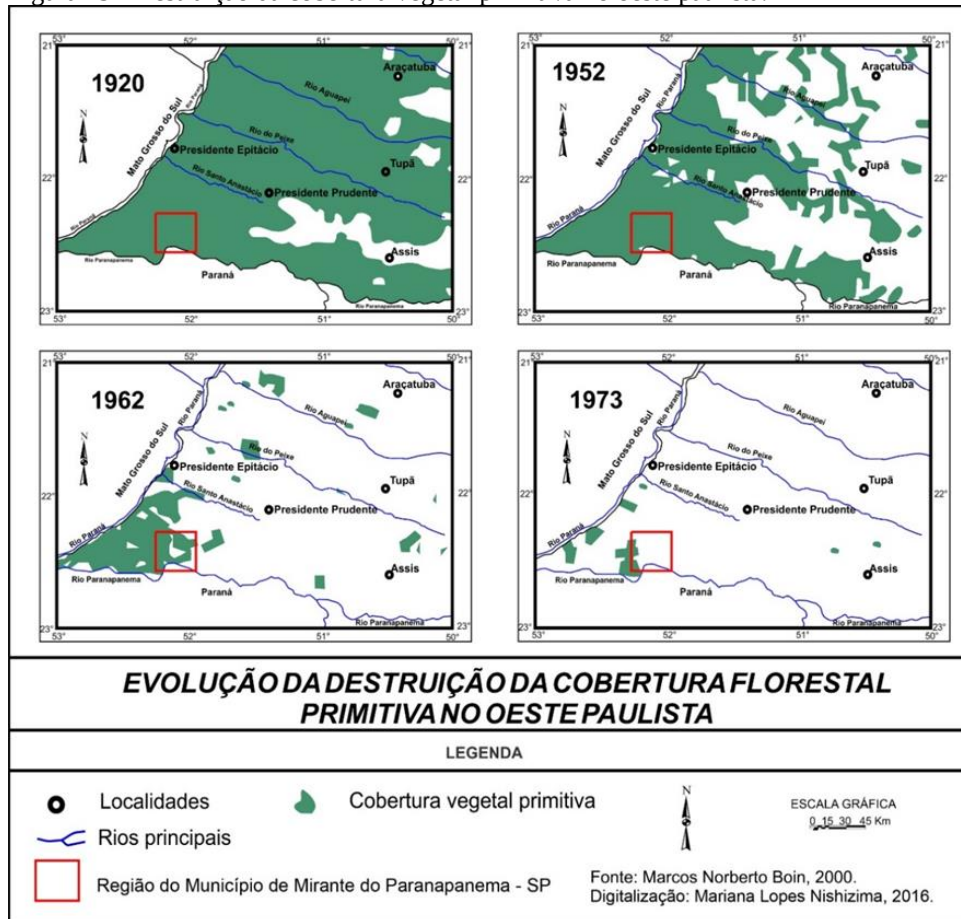
Após os trilhos permanecerem estacionados por longos anos, mais precisamente desde 1889, na vila de Botucatu, foram retomados os avanços em direção ao interior do estado, atingindo Manduri, em 1906; Salto Grande em 1910; Presidente Prudente em 1917 e Presidente Epitácio em 1922. Esta construção de ferrovia entre Botucatu e a margem do rio Paraná, durou 33 anos (LEITE, 1998).

Nesse contexto, na região, o café se estabeleceu simultaneamente à implantação das estradas de ferro, impondo uma forte pressão sobre as áreas de matas primitivas que ainda restavam. Logo, a destruição da cobertura vegetal nativa ocorreu de maneira indiscriminada e em larga escala. A Figura 29, ilustra o processo de desmatamento das áreas verdes primitivas

¹⁵ A Lei Estadual pode ser consultada nos sites: <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=32428> e https://arisp.files.wordpress.com/2008/12/boletim-abr-jun-1956_lei-n-2-4561.pdf.

do Oeste Paulista, a vegetação natural ficou reduzida a pequenos fragmentos de mata, sendo que a maior concentração, em 1973, estava localizada na reserva do Morro do Diabo, no município de Teodoro Sampaio (vizinho da área de estudo). Esta realidade segue até os dias atuais.

Figura 29 - Destruição da cobertura vegetal primitiva no oeste paulista.



Fonte: Boin (2000). Digitalização: Nishizima (2016).

À medida em que as áreas de florestas primitivas eram desmatadas, o solo era ocupado, principalmente, pelo café, e gradativamente foram substituídas por outras culturas como o algodão, o amendoim, a menta, a cana-de-açúcar, a pastagem, entre outras.

As características do meio físico do Pontal do Paranapanema têm como formação geológica as rochas sedimentares do Grupo Bauru, que são altamente susceptíveis aos processos erosivos lineares. Com o aumento da impermeabilidade do solo por consequência da ocupação urbana e em áreas rurais o uso do solo para a pastagem, também aliada à situação de intenso desmatamento das florestas primitivas e a implantação dos grandes latifúndios, gerou um ambiente favorável a degradação ambiental provocando profundas alterações físicas nos solos,

sendo, portanto, a região com maior ocorrência de processos erosivos no Estado de São Paulo, constituídas por processos de *ravinamentos* e *voçorocamentos*.

O reflexo dessa ocupação, sem a preocupação da manutenção desse importante elemento natural, resultou em solos ácidos com baixa fertilidade. Neste aspecto, os impactos atingem de forma desigual cada grupo social que usufrui da terra. Por um lado, os assentados rurais que enfrentam as dificuldades de manter um solo em equilíbrio, produzindo o suficiente para sua sobrevivência, e por outro lado, os latifundiários que dispõem das ferramentas e recursos necessários, permitindo-os elevar a capacidade de produção do solo das suas delimitações.

Portanto, o quadro de desgaste ambiental advém do fato de que tal ambiente é constituída, em sua maioria, por substrato geológico de rochas sedimentares muito friáveis (Formações Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá), somado ao fato de que as populações com menos recursos estão sujeitas aos impactos ambientais com maiores riscos, consequência de uma ocupação e uso da terra criados pelos agentes sociais históricos detentores do domínio do modo de produção regional.

A ocupação intensa trouxe inúmeras consequências, dentre elas, o desequilíbrio ao meio ambiente. Nesse contexto, Felipe (2015, p. 23) em sua pesquisa que contempla áreas vizinhas deste presente trabalho, afirma que “As condições naturais passam a sofrer uma forte pressão, perdendo importantes funções de estabilidade, como proteção do solo, manutenção dos ciclos hidrológicos, entre outros”, ou seja, em concordância com a autora, um ambiente instável trará riscos, perigos e vulnerabilidade de diferentes intensidades e impactos para cada grupo social.

Contudo, evidencia-se que o relevo tem grande importância no processo de ocupação do espaço. Ao considerar suas formas: declividade, altimetria e curvatura, deve-se pensar em estratégias de planejamento e ordenamento do território de forma a favorecer uma ocupação que traga maior equilíbrio ao ambiente, uma vez que a história relata o percurso de alteração da relação da sociedade e natureza ao longo dos anos, também destacado por Milton Santos (2006) por “Meio Natural, Meio Técnico e Meio Técnico-Científico-Informacional”.

A fim de compreender o momento atual de uso e ocupação da terra da área de estudo, foram analisadas imagens do Satélite Sentinel, aderido a partir das sugestões e exequibilidade dos professores da disciplina de climatologia durante o mestrado, analisamos portanto, dois períodos marcantes identificados na realização da caracterização climatológica do ano de 2000 à 2017, elegeu-se então o ano de 2016, considerando a disponibilidade dessas imagens do satélite Sentinel, sendo uma imagem do período úmido (março), e o outro do período seco

(junho). Os dados revelam, sobretudo com base nos trabalhos de campo realizados entre o ano de 2015 a 2019, como podem ser conferidos na espacialização dos Mapas de “Usos da Terra e cobertura Vegetal” para os dois períodos destacados anteriormente no ano de 2016, conforme apresentam os Figuras/mapas 30 e 31, a seguir.

O “Uso da Terra e Cobertura Vegetal” do período úmido, mês referente a março de 2016, assim como no período seco, junho de 2016, nos permite notar a presença das áreas de Mata, principalmente as áreas de APP - Áreas de Proteção Permanente, com ênfase na espacialização em ambiente ocupados por Assentamentos, muito comumente nota-se ainda a intensa presença de gramíneas, pastagens, áreas agricultadas e alguns recortes de cultivos de cana-de-açúcar. Por outro lado, as áreas de solos expostos estão quase sempre associadas as áreas do entorno, onde há maior presença da latifundiários e que muitas vezes são recortes dedicados aos cultivos de cana-de-açúcar, onde ocorre a rotação do plantio e da retirada desta cultura, deforma constante durante o período analisado, portanto é perceptível que quando não há solo exposto, há cultivo de cana-de-açúcar, e assim o vice versa, o que explica a diferença da espacialização entre o mapa de março e o de junho.

É possível identificar ainda, que as terras com melhores condições físicas estão nas mãos dos detentores do capital, o que também podem ser claramente notados nos mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares”, Figuras/mapas 56 e 57 apresentados na Página 123 e 124 da presente dissertação, com tal afirmação, chamo a atenção para as áreas mais planas, os quais contornam de certa forma, o lado externo do polígono que representa a presença dos assentamentos em cinza no mapa, logo tais proprietários tem o recurso “monetário” necessários somado as características físicas de maior favorecimento “áreas mais planas” do recorte estudado, favorecendo-os nos usos e nas extrações dos recursos gerados pelos solos da localização.

Neste contexto, nota-se que os assentamentos rurais estão majoritariamente localizados em áreas de maior vulnerabilidade: solos mais friáveis, relevos mais declivosos, condicionados ao limite das áreas de APP (Área de Preservação Ambiental), faz com que determinados grupos sociais/populações estejam instaladas em áreas menos adequadas para as produções de cultivos, e ainda, sob condições de risco, como por exemplo, a própria perda de solos (processos erosivos), logo estão sujeitos à perda ou falta de materiais (para além do solo) que auxiliam na sua existência, seja pelo lado econômico, poder de compra, ou mesmo pela habilidade de comercialização e poder manter ainda, as condições mínimas para sobrevivência do indivíduo ou mesmo familiar.

Figura 30 - Uso da Terra e cobertura vegetal (março de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema - SP

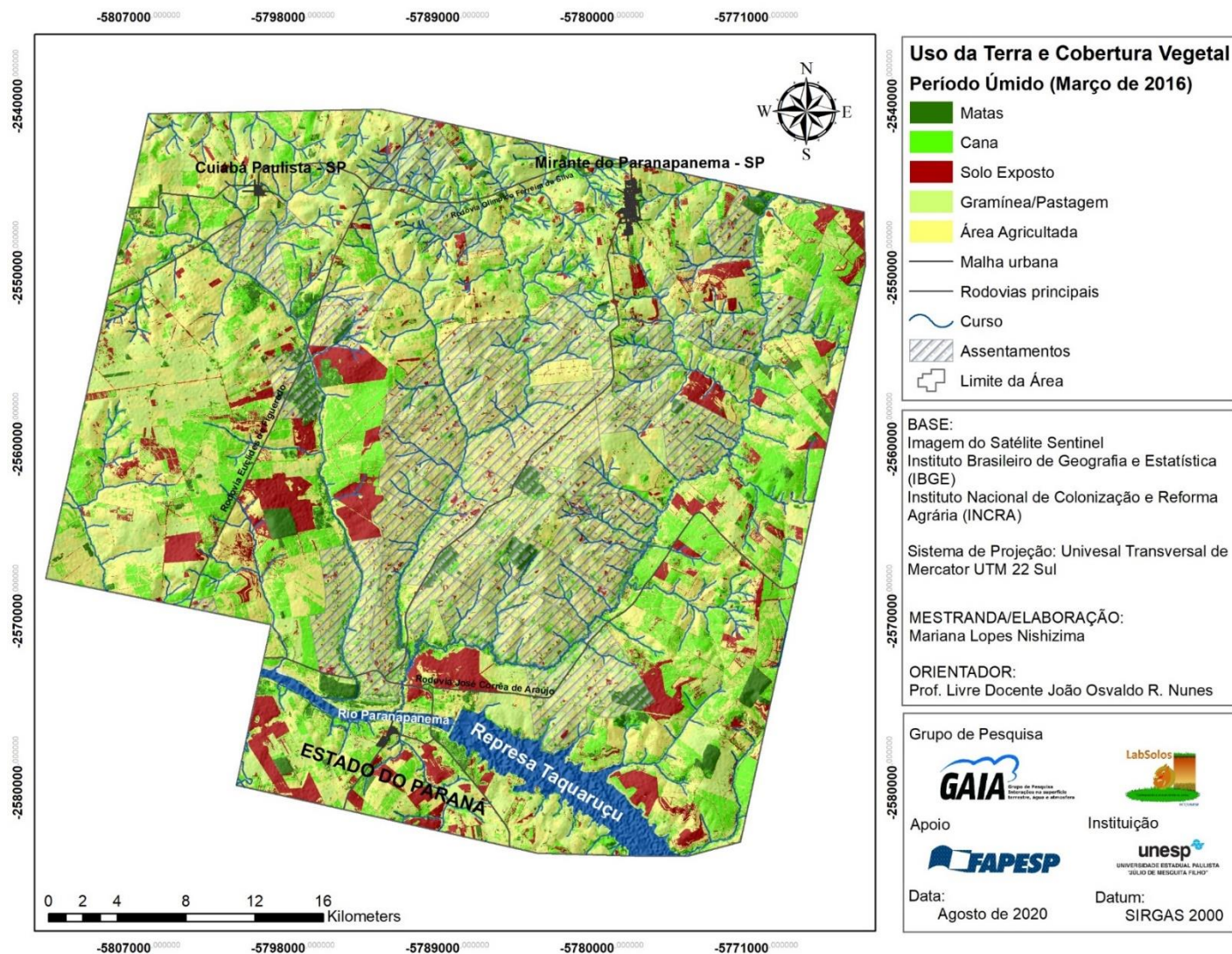
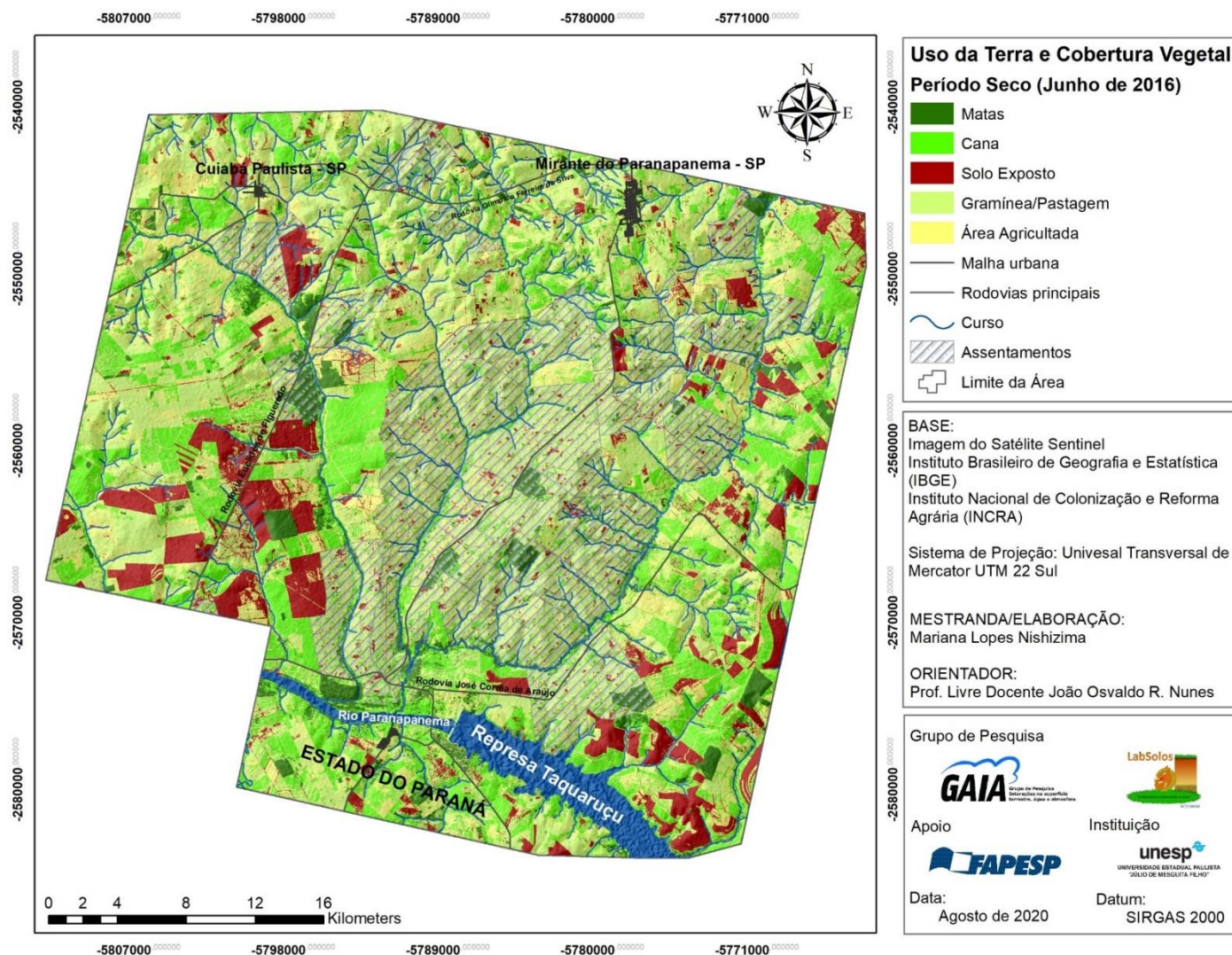


Figura 31 - Uso da Terra e cobertura vegetal (junho de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP



4.2 Análises das características e resultados apresentados na espacialização geográfica dos fenômenos que ocorrem no recorte estudado

Os mapas são ferramentas que auxiliam na compreensão das dinâmicas territoriais, estes permitem a espacialização dos fenômenos e auxiliam na identificação das características presentes em um determinado recorte espacial.

Apresentamos aqui, um conjunto de mapas elaborados ao longo desta pesquisa, os quais favoreceram melhor leitura e interpretação geográfica dos elementos que compõe o ambiente, ou seja, tanto nas áreas rurais de latifundiários e ou áreas de pequenos agricultores, como são a maioria dos assentados, assim como, nas áreas urbanas, que diz respeito aos cidadãos, aos indivíduos e ou grupos sociais que moram e vivenciam cotidianamente a malha urbana do município.

Para tanto, enfatizamos aqui as características primárias, físicas e de ocupação e uso desses solos, como apresentados nos seguintes elementos analisados: Declividade, Curvatura, Geomorfologia, Solos, NDVI, Temperatura da Superfície e os Usos da Terra e Cobertura Vegetal, de forma a gerar ambientes com diferentes níveis de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares em dois períodos de um mesmo ano, 2016.

Nesse sentido, é importante salientar que os trabalhos de campo foram essenciais para a verificação e atualização das informações mapeadas, sobre os mapas atualizados são estes: figura/mapa 1 - Localização; 32 - Pontos de Observações; 33 - Hipsometria; 34 - Declividade; 35 - Curvatura; 44 - Geomorfológico e 45 - Esboço Simplificado das Principais Classes de Solos. Já os mapas novos, elaborados no decorrer desta pesquisa de Mestrado/Dissertação foram estes de maior complexidade mas que também de maior representatividade da complexidade do ambiente analisado, são as: Figuras/mapas 30 e 31 - Uso da Terra e Cobertura Vegetal, março (versão) e junho (inverno) de 2016; Figuras/mapas 36 e 37 - Temperatura da Superfície, março (verão) e junho (inverno) de 2016; Figuras/mapas 38 e 39 - NDVI, março (verão) e junho (inverno) de 2016; por fim, os Figuras/mapas 56 e 57 - Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares, igualmente para verão (março) e inverno (junho) de 2016. Foram possíveis de elaboração e análise mediante a produção antecipada de todos esses outros mapas citados anteriormente, como pode ser conferido em procedimentos metodológicos, estes foram essenciais para dar pesos e formulação dos mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares” de ambos os períodos.

A fim de compreender as dinâmicas da paisagem e identificar os processos erosivos lineares, previamente constatados em imagem do satélite ALOS PRISM, assim como, com o auxílio das imagens Sentinel, LandSat e do Google Earth®; posteriormente confirmados em campo, definimos um percurso apresentado no Figura/mapa 32 – Pontos de Observações, neste ambiente destacado realizamos a coleta das amostras dos solos para a análise do Solos no laboratório de solos da FCT-UNESP, LabSolos¹⁶.

Neste momento, faz-se importante observarmos algumas características reveladas nos mapas e conferidas presencialmente na área de estudo.

Constatamos que a altimetria do terreno varia entre 253 metros de altitude, representados pelos tons em amarelos (fundo de vale) e também ocupado por cursos d'águas no Figura/mapa 33 - Hipsometria, que atinge a cota máxima de 472 metros de altitude, topos das colinas, tais pontos de maior elevação apresentam-se na cor vermelha mapa. A malha urbana de Mirante do Paranapanema e de Cuiabá Paulista (cidade vizinha) localiza-se no topo de uma colina com altitude aproximada de 440 metros, com possibilidade de expansão, tanto para áreas de feições semelhantes, por tanto continuidade de áreas ou compartimentos de topos, quanto para as áreas de vertentes; nesse sentido, após conhecer presencialmente tais dinâmicas que ocorrem no terreno, pôde-se apontar quais áreas são mais ou menos propícias à novas ocupações urbanas, bem como, quando levado em conta os outros elementos/caraterísticas a seguir é igualmente perceptível os apontamentos de ocupações favoráveis ou desfavoráveis apresentadas nas análises dos mapas finais, logo com relação aos mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares” do município em questão.

Nota-se que no setor norte, há maior variação de altitude, com 220 metros de diferença, onde igualmente encontra-se em áreas de maior declividade, sobretudo em/nas cabeceiras de drenagens; já no setor sul, as áreas tendem a ser mais planas, com altitudes predominantes de 380 metros à 400 metros, também destacado no Figura/mapa 33 - Geomorfológico como feição de “caimento topográfico”.

Após nos atentarmos para as classes de declividade (Figura/mapa 34) que variam de 0% à acima de 20%, evidencia-se a diferença altimétrica do mapa de hipsometria, citado anteriormente.

Considerou-se, ainda, que a porcentagem da declividade demonstrada é um grau relevante para a região, estando relacionada ao predomínio das rochas sedimentares da

¹⁶ Laboratório de Sedimentologia e Análise dos Solos, FCT-UNESP campus de Presidente Prudente.

Formação Adamantina (GRUPO BAURU), tendo em vista a fragilidade desta formação geológica, intensa declividade favorece, muitas vezes, fortes quadros de processos erosivos ou de intemperismo do material oriundo, portanto rocha, gerando solos firmes, consolidados e também solos profundos. Outrora apenas favorece o desgaste e o escoamento superficial desses materiais, ou seja, sem o manejo adequado dessas vertentes, com curvas de níveis ou plantio de gramínea ou vegetais que auxiliam na fixação desses solos juntamente com as raízes das plantas, serão apenas áreas de características físicas de maior vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares que favorecerá as perdas desses solos.

Já o mapa de Curvatura do terreno (Figura/mapa 35) demonstra que, predominantemente, a área de estudo tem feições convexas e retilíneas, favorecendo a aceleração do escoamento superficial. Nos topos das colinas, nas cabeceiras de drenagem com forma de anfiteatro predominam as feições convexas, que tendem a dispersar fluxo de água, sedimentos e/ou resíduos, em contrapartida tais materiais acumulam e concentram em área de fundo de vale, nas feições côncavas, ou seja, assoreamento dos rios com o material desagregado dos pacotes de solos vindos dos topos e vertentes, poluição desses mesmos corpos hídricos com resíduos sólidos, lixos, e as feições retilíneas favorecem a percolação/entrada das águas pluviais que favorece a decomposição das rochas e desenvolvem solos profundos propícias para o plantio.

No setor norte, tem maior predomínio dos corpos hídricos com interflúvios estreitos e topos mais aguçados, já no setor sudeste então áreas mais retilíneas e de corpos hídricos principais, portanto, de maior porte como o Ribeirão Nhancã a esquerda à Oeste, Ribeirão Engano na área central, Rio Pirapozinho a direita à Leste e o Rio Paranapanema ao Sul.

Figura 32 - Trajeto e pontos de observação no campo, setor centro-sul de Mirante do Paranapanema - SP.

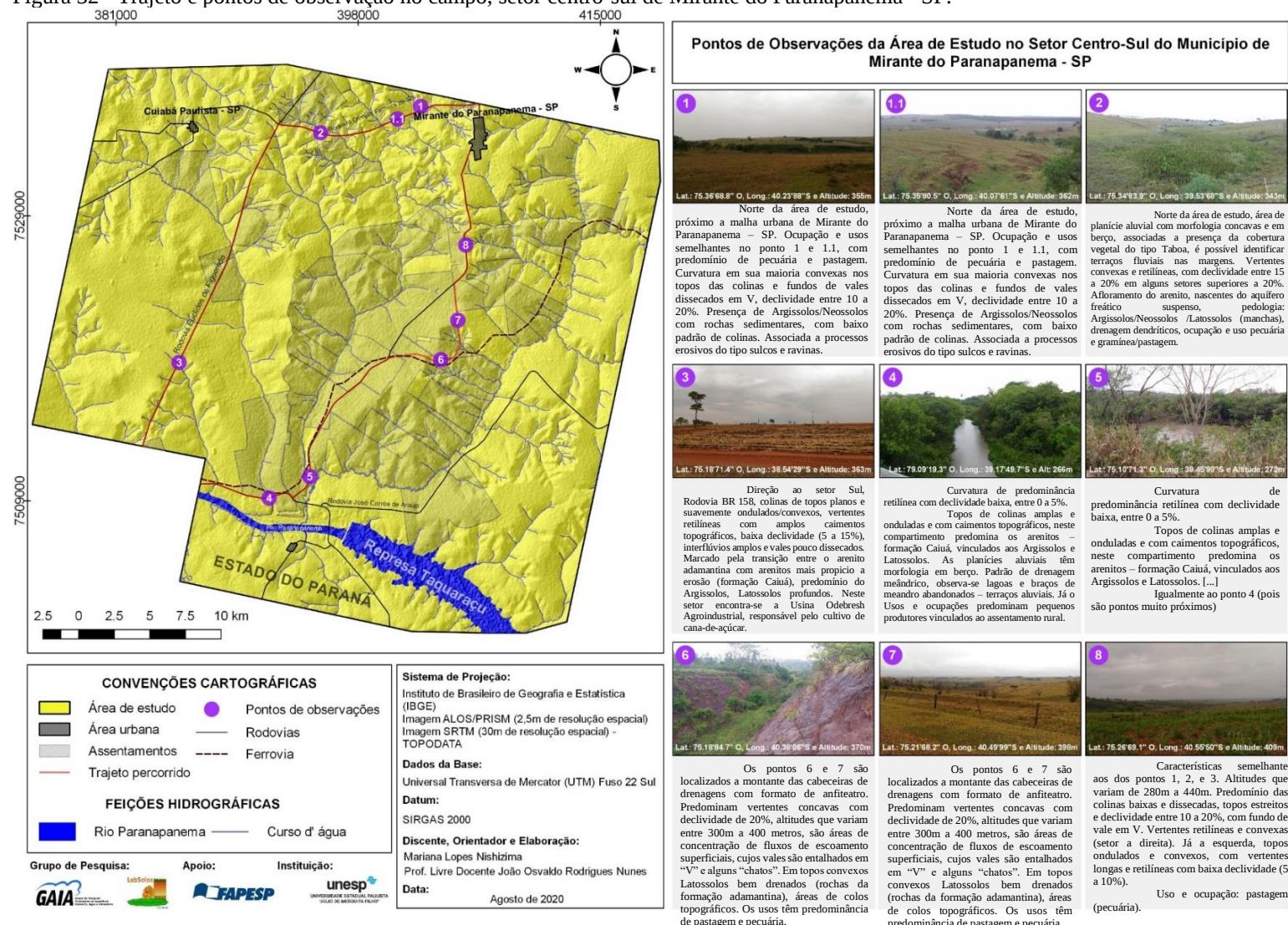


Figura 33 - Hipsométrico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

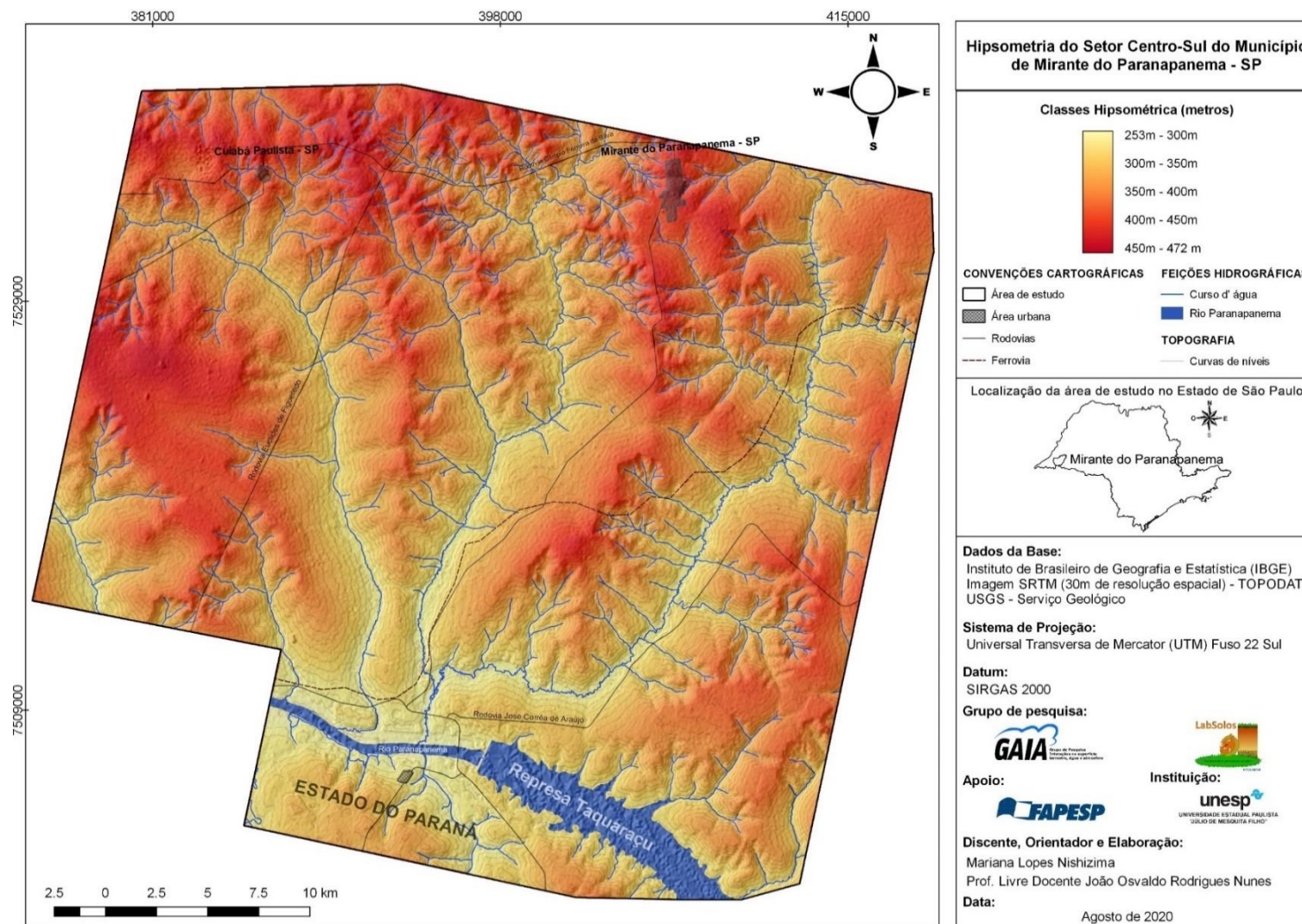


Figura 34 - Declividade do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

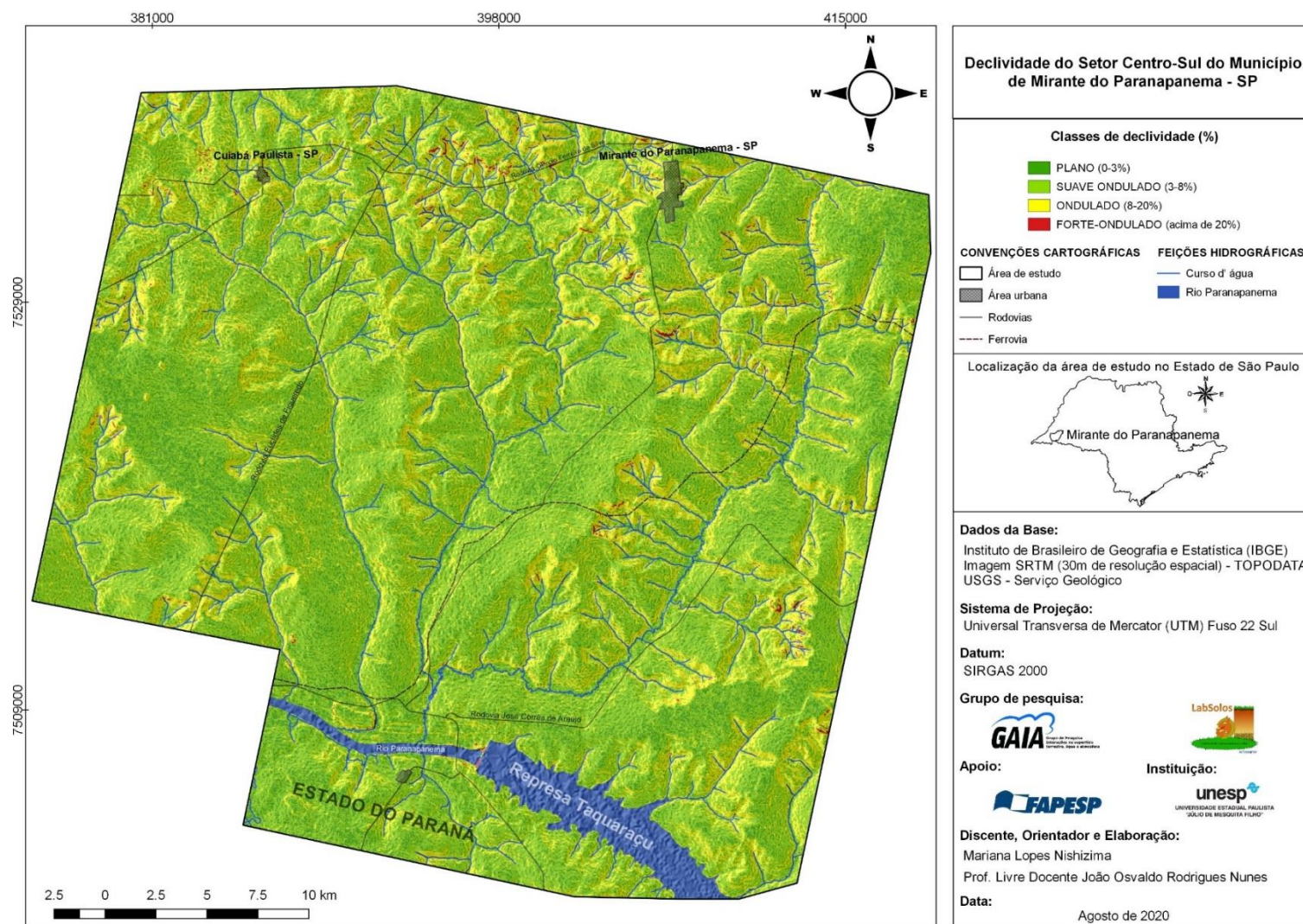
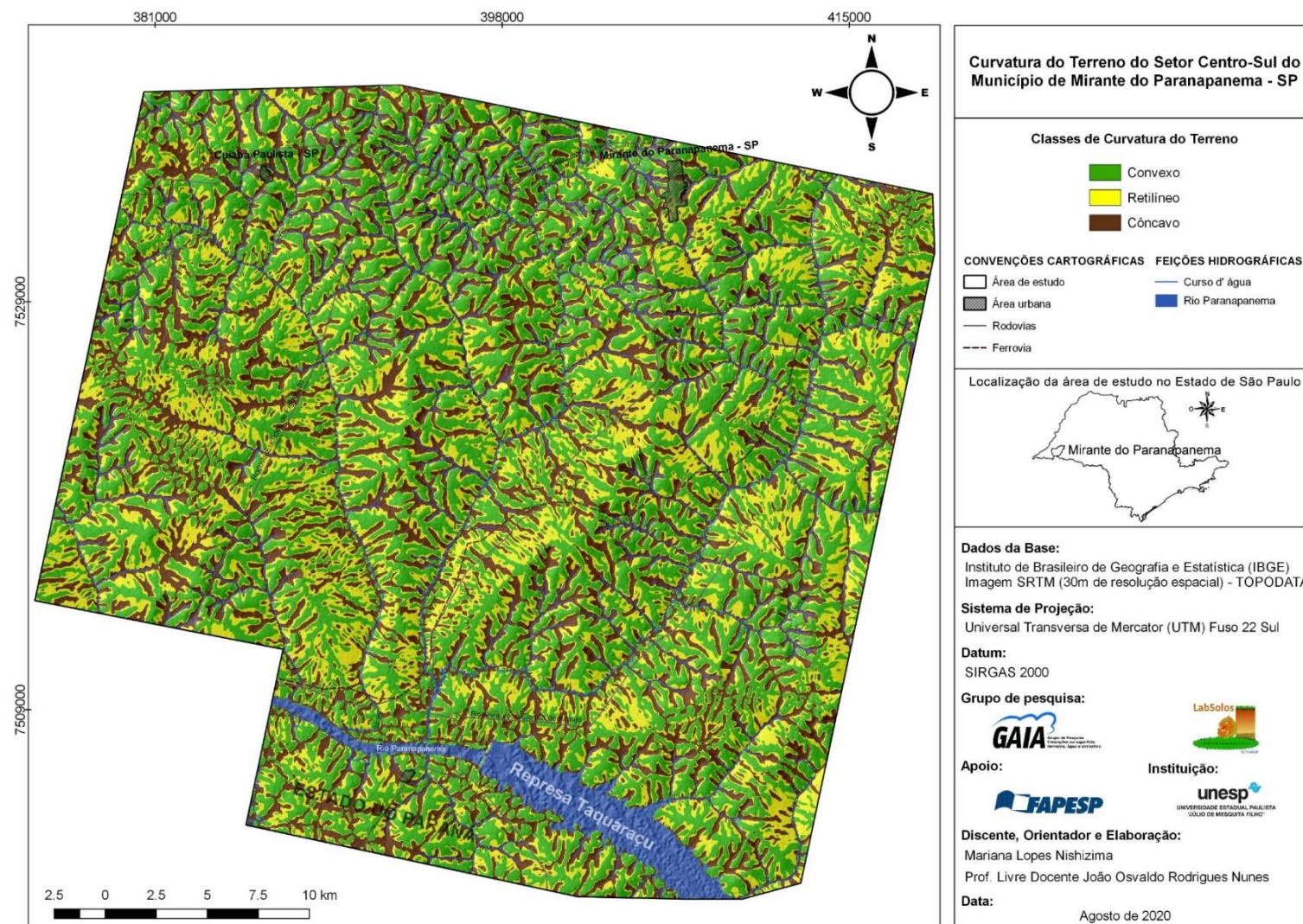


Figura 35 - Curvatura da superfície do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP



4.2.1 Climatologia geográfica: balanço hídrico e suas representações - gráficos, tabelas e mapas

Para compreender e analisar os aspectos climáticos no recorte de estudo, foram elaborados os Balanço Hídrico (BH) (Tabelas 1 e 2) o qual resultaram também nos Gráficos 1, 2, 3 e 4; realizamos igualmente a espacialização dos dados e características por meio dos Figuras/Mapas de temperatura (36 e 37), bem como, os de índice de vegetação - NDVI (Figuras 38 e 39).

Ao analisar os dados de temperatura entre 2000 e 2017, por meio do BH, verificou-se que as tendências térmicas do local indicam temperaturas médias mais elevadas no verão: dezembro (26,3°C), janeiro (26°C) e fevereiro (25,9°C). Já, as mais baixas correspondem aos meses de maio (19,8°C), junho (13,9°C) e julho (13,3°C). Logo, uma Temperatura Média Anual (TMA) de 23,2°C.

Nota-se ainda, que com exceção dos meses de abril e agosto, a precipitação (representado na tabela 1 e 2, pela letra P) sempre é superior ao ETP – Evapotranspiração Potencial (Tabela 1). Em agosto, a retirada de água no sistema chega a ocasionar um período de deficiência hídrica (representado por DEF, na tabela 1 e 2). Como consequência, as chuvas de maio compensam a retirada de abril. Percebam que as chuvas de setembro contribuem na recomposição hídrica de meses anteriores: junho, junho e agosto, portanto meses relacionados ao período de inverno constatado e afirmado anteriormente como os meses menos chuvosos, reparem na tabela 1 que somente volta a chover de fato em outubro, quando deixa o zero o de fato o Déficit e retoma o padrão de maior Excedente Hídrico, portanto solos com presença de água o suficiente para oferecer maior tendência ao intemperismo da rocha, maior contribui igualmente para tornar o solo mais fértil, favorecendo também ao desenvolvimento de solos mais profundos. Nesse sentido, a retirada hídrica dos meses de abril e agosto se estabilizam após os meses seguintes que retoma a chover quantidades necessárias para possibilitar a manutenção do Balanço Hídrico (BH) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, retomando aos níveis estáveis (Gráficos 1 e 2), quantidade necessária para favorecer o desenvolvimento dos solos, tendo em vista que sem água não há de fato vida.

As tendências pluviométricas vão ao encontro da sazonalidade dos meses do ano, percebam que os registros de precipitação, principalmente, entre os meses de outubro à março, com destaque para o mês de janeiro, que possui uma média de 226,3 mm, um valor

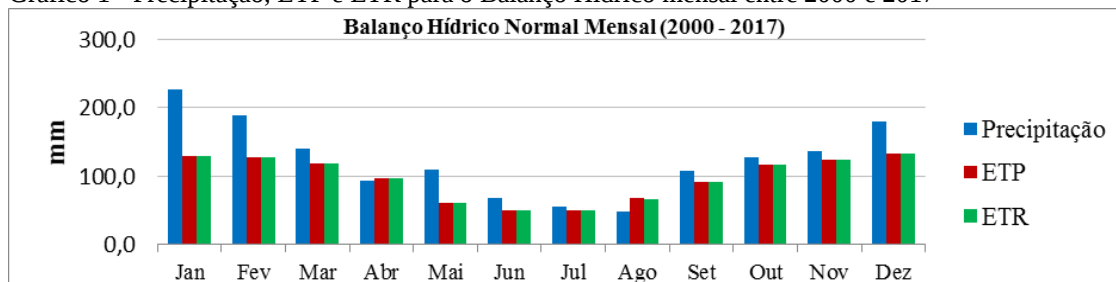
de quase 40 mm acima do segundo mês mais chuvoso, ou seja, fevereiro. Já entre os meses de abril a setembro, a média de precipitação diminui, sendo o mês de agosto, o mais seco, logo, de menor presença hídrica no sistema solo, tendo como média, 48,7 mm.

Tabela 1 - Dados do Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema – SP, entre 2000 e 2017

Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema - SP (Período 2000 - 2017) – CAD: 100 mm									
Mês	P	ETP	(P-ETP)	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Jan	226,30	129,63	96,67	0,0	100,0	0,0	129,63	0,0	96,7
Fev	189,00	128,24	60,76	0,0	100,0	0,0	128,24	0,0	60,8
Mar	140,30	118,78	21,52	0,0	100,0	0,0	118,78	0,0	21,5
Abr	93,10	97,70	-4,60	-4,6	95,5	-4,5	97,59	0,1	0,0
Mai	109,10	60,49	48,61	0,0	100,0	4,5	60,49	0,0	44,1
Jun	67,90	50,79	17,11	0,0	100,0	0,0	50,79	0,0	17,1
Jul	56,00	50,03	5,97	0,0	100,0	0,0	50,03	0,0	6,0
Ago	48,70	67,58	-18,88	-18,9	82,8	-17,2	65,91	1,7	0,0
Set	107,50	91,99	15,51	-2,0	98,3	15,5	91,99	0,0	0,0
Out	127,50	117,47	10,03	0,0	100,0	1,7	117,47	0,0	8,3
Nov	136,90	124,13	12,77	0,0	100,0	0,0	124,13	0,0	12,8
Dez	179,70	133,86	45,84	0,0	100,0	0,0	133,86	0,0	45,8
T=	1482,00	1170,69	311,31		1176,6	0,0	1168,91	1,8	313,1
M=	123,5	97,56	25,94		98,05		97,41	0,15	26,09

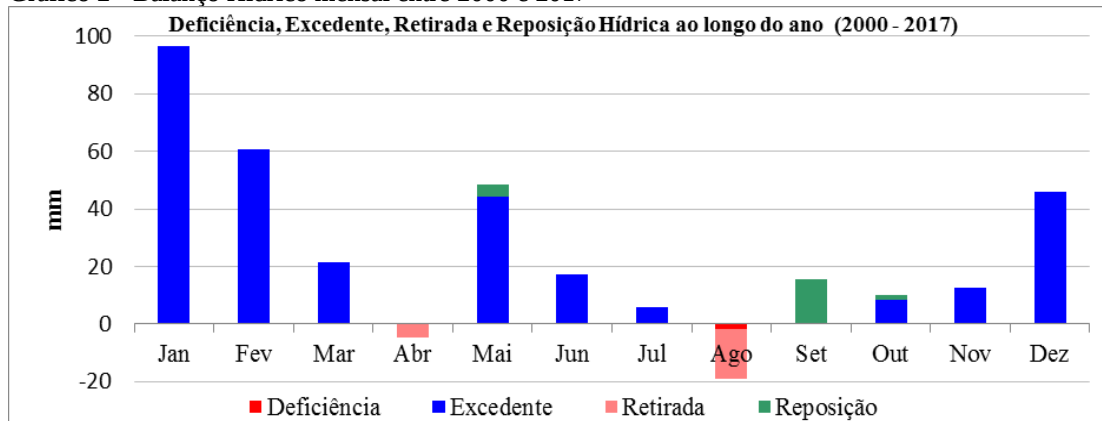
Fonte: Nishizima (2019).

Gráfico 1 - Precipitação, ETP e ETR para o Balanço Hídrico mensal entre 2000 e 2017



Fonte: Nishizima (2019).

Gráfico 2 - Balanço Hídrico mensal entre 2000 e 2017



Fonte: Nishizima (2019).

Após tal caracterização climática do município do recorte temporal de 2000 à 2017, notamos a importância de realizarmos uma análise climática de um ano específico, nesse momento, elegemos o ano de 2016, pelo mesmo fazer parte do recorte temporal de 17 anos colocados anteriormente, e sobretudo, devido a existência de imagens dos satélites LandSat e Sentinel de qualidade e sem nuvens (elemento que polui e interfere na análise da imagem quando trabalhados no geoprocessamento dos mesmos) de forma a nós permitir a análise desse ano no intuito de compararmos e concluir alguns resultados apresentados na sequência da dissertação. Essas imagens de Satélites nos possibilitaram a elaboração dos mapas de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal”, dos meses de março (verão) e junho (inverno) de 2016, permitiu também a elaboração dos mapas termiais, “Termal da Superfície”, para os dois períodos do ano (verão e inverno) e por fim, os mapas de “NDVI” (verão e inverno) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, ou seja, pretendeu-se aqui a espacialização dos fenômenos climatológicos que também representa um dos pesos e têm a devida importância para se considerar na análise geográfica. Logo, o mapeamento do período úmido representado pelo mês de março e seco, representado pelo mês de junho, estão de acordo com os dados apresentados no Balanço Hídrico da tabela 2, a seguir.

Para a representação dos mapas, considerou-se os meses de março e junho, mês úmido (chuvoso) e seco (menos chuvoso) respectivamente, período esse também apresentado pelo Balanço Hídrico, entre janeiro a dezembro de 2016.

Observou-se dois padrões distintos nas precipitações ao longo do ano de 2016, semelhante ao padrão identificado na caracterização geral de 17 anos realizado na primeira etapa, de 2000 à 2017. Ainda que os meses mais chuvosos foram os mesmos, neste caso de 2016, o mês de fevereiro é o mais chuvoso (287,3 mm). Já o mês menos chuvoso, passa a ser o mês de julho, com 29,9 mm, como podemos conferir na Tabela 2.

Com relação às temperaturas, as médias mais elevadas ocorreram em fevereiro, novembro (26°C) e dezembro (25,6°C). As menores temperaturas, também, correspondem aos meses da média geral caracterizadas ao longo dos 17 anos (2000-2017), portanto, maio (19°C), junho (16°C) e julho (17,6°C). A Temperatura Média Anual – TMA, em 22,3°C.

As inconstâncias na precipitação no ano de 2016 resultaram em um Balanço Hídrico com uma certa particularidade, trouxe, portanto, uma breve diferenciação nas médias (caracterização) do BH – Balanço Hídrico de 2000-2017. Na análise da média dos 17 anos, dois meses apresentaram retirada hídrica e/ou déficit, neste caso específico de 2016, as retiradas ocorreram em cinco meses: março, abril, julho, setembro e novembro. Porém, as

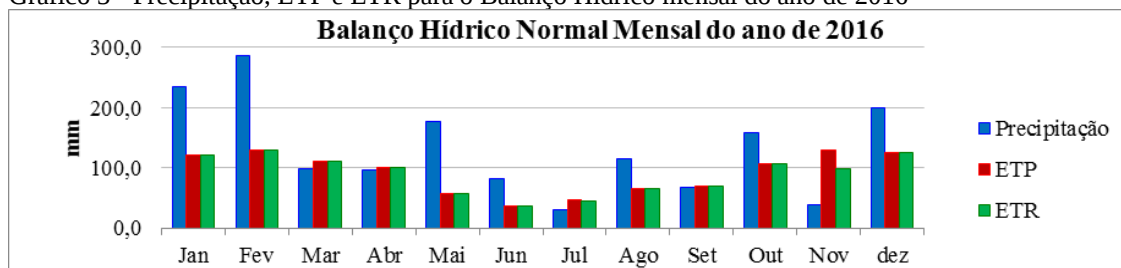
retiradas (déficit) apresentaram pequenos valores, os quais foram repostos, rapidamente, nos meses seguintes. Um diferencial, diz respeito ao mês de novembro, onde a retirada foi suficiente para ocasionar uma deficiência hídrica relevante no sistema deste recorte analisado (Gráfico 3 e 4).

Tabela 2 - Dados do Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema – SP, do ano de 2016

Balanço Hídrico de Mirante do Paranapanema – SP do ano de 2016 – CAD: 100 mm									
Mês	P	ETP	(P-ETP)	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Jan/16	234,11	121,44	112,67	0,0	100,00	0,0	121,4	0,0	112,7
Fev/16	287,31	129,71	157,59	0,0	100,00	0,0	129,7	0,0	157,6
Mar/16	99,53	110,99	-11,47	-11,5	89,16	-10,8	110,4	0,6	0,0
Abr/16	96,73	100,16	-3,43	-14,9	86,16	-3,0	99,7	0,4	0,0
Mai/16	177,72	57,58	120,15	0,0	100,00	13,8	57,6	0,0	106,3
Jun/16	82,87	36,26	46,61	0,0	100,00	0,0	36,3	0,0	46,6
Jul/16	29,89	46,62	-16,74	-16,7	84,59	-15,4	45,3	1,3	0,0
Ago/16	115,01	64,49	50,52	0,0	100,00	15,4	64,5	0,0	35,1
Set/16	66,64	68,85	-2,21	-2,2	97,81	-2,2	68,8	0,0	0,0
Out/16	157,96	106,46	51,50	0,0	100,00	2,2	106,5	0,0	49,3
Nov/16	38,81	129,94	-91,13	-91,1	40,20	-59,8	98,6	31,3	0,0
Dez/15	199,72	125,17	74,56	0,0	100,00	59,8	125,2	0,0	14,8
T=	1586,3	1097,7	488,6		1097,9	0,0	1063,9	33,7	522,4
M=	132,2	91,5	40,7		91,5		88,7	2,8	43,5

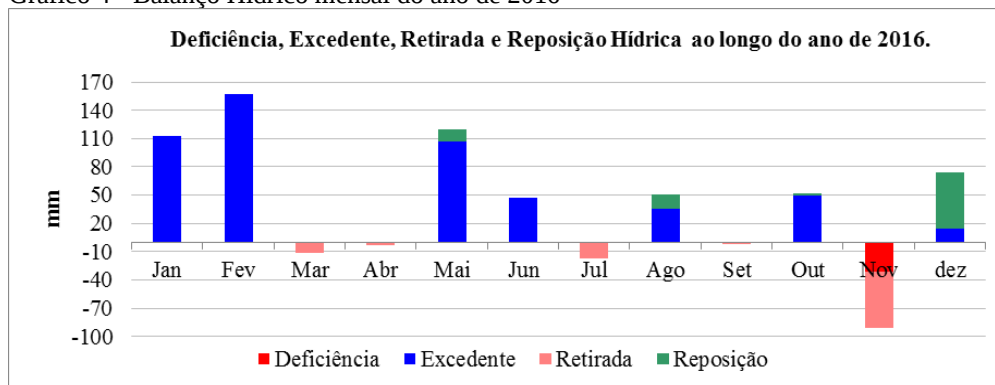
Fonte: Nishizima (2019).

Gráfico 3 - Precipitação, ETP e ETR para o Balanço Hídrico mensal do ano de 2016



Fonte: Nishizima (2019).

Gráfico 4 - Balanço Hídrico mensal do ano de 2016



Fonte: Nishizima (2019).

Neste recorte temporal, o ano de 2016, houvera alguns meses com estiagem pontuais, os meses: março, abril e novembro, apresentam uma Precipitação (P) menor em relação à Evapotranspiração Potencial e Real – ETR (como apresentado nos gráficos 3 e 4), esses meses, no entanto são meses de altas temperaturas, segundo a representação do Figura (mapa) 36, variam entre 20C° à 34C°, logo há uma amplitude térmica de 14C°; quando comparado com o Figura (mapa) 38, do NDVI (março/verão de 2016), e o Figura (mapa) 30 de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal” (março/verão de 2016), é possível confirmar que os polígonos de maior temperatura são aqueles que identificam menor índice de vegetação ou baixa potência na atividade fotossintética ou ainda, a presença clara do solos expostos. São áreas que antecederam ao plantio da cana-de-açúcar, portanto, quando há vegetação ou índice de cobertura vegetal, está associado a presença do cultivo de cana-de-açúcar, por outro lado, quando há a ausência desta cultura (plantio de cana.), está associada a falta de vegetação com potencial na atividade fotossintética ou simplesmente o solo exposto.

Retornando aos mapas de curvatura (Figura 35) e geomorfológico (Figura 44), percebe-se que também, são áreas com predomínio de formas côncavas, seja em cabeceiras de drenagem no qual favorecem o escoamento superficial gerando solos erodidos, portanto, quadros de localização dos processos erosivos lineares: sulcos, ravinas e voçorocas/boçorocas.

Já nos meses de julho e setembro, são meses que representam as menores temperaturas, representado no Figura (mapa) 37, varia-se temperaturas entre 16C° à 28C°, logo com amplitude térmica de 12C°, mas diferente do verão, são temperaturas que trazem uma sensação térmica mais confortável para o ambiente em geral. Dessa forma, as Figuras (mapas) 32, 37, 39 e 44, demonstram que as temperaturas mais baixas estão nas morfologias de fundo de vale, planícies, e de vertentes côncavas, com maior Índice de Vegetação e/ou de vegetações com intensa atividade fotossintética.

As informações das tabelas 1 e 2, sobre os Balanços Hídricos, demonstraram que em Mirante do Paranapanema há dois períodos de sazonalidades bem definidas: o verão, representado no Mapa pelo mês de março/2016, com grande volume de chuva e altas temperaturas, favorecendo o processo de pedogênese. Por outro lado, a presença de maior de precipitação/chuva facilita o escoamento superficial em áreas com poucas vegetações ou sem mesmo sem cobertura vegetal, podendo acarretar na intensificação dos processos erosivos lineares (objeto de estudo) ou laminares. Neste sentido, destacamos a importância

da manutenção da cobertura vegetal no solo nesses meses, torna-se um período de maior importância/necessidade nesses meses.

O outro período é o inverno (Figura/mapa 37), representando pelo mês de junho/2016, caracteriza-se como mês de pouca precipitação e de baixas temperaturas, quando comparado com os meses de verão. No inverno, o Balanço Hídrico (BH) pode chegar a atingir alguns déficits, desfavorecendo alguns cultivos ou necessitando de mecanismo de irrigação, entretanto há neste período a diminuição do escoamento superficial, devido a menor precipitação consequentemente menor intensificação dos quadros erosivos, o que pode favorecer enquanto período de manutenção da terra, seja na aplicação de métodos e metodologias para contenção em topos, vertentes e sobretudo nos fundos de vales, que tendem a serem ambiente de maior vulnerabilidade ambiental, tendo em vista a aproximação do lençol freático da Terra.

Os Mapas NDVI¹⁷ - Normalized Difference Vegetation Index (Figuras 38 e 39) representam os índices de 1 a -1, sendo que, quanto mais próximo do 1 (positivo) maior a quantidade de vegetação e/ou maior a atividade fotossintética da vegetação presente na área, por outro lado, quanto mais próximo do -1 (negativo), menor a quantidade de vegetação e/ou menor a atividade fotossintética da vegetação presente no local.

Os mapas relacionam-se claramente a dinâmica de como ocorrem os “Uso da Terra”, é perceptível, por exemplo, o contraste no setor centro e sul, com relação as áreas de solo exposto e matas. Por outro lado, nota-se que em meio às áreas de vegetação estão presentes/entrelaçados com as áreas de cultivos de cana-de-açúcar, os quais podem ser melhor identificados e distinguidos nos mapas de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal”, seja no período úmido (março/verão) ou mesmo nos meses de seca (junho/inverno).

Já no setor norte, por sua vez, predominam a presença de pastagens, e de vegetação rasteira, com índice de vegetação mais próximo a -1 (menos um).

Os Mapas foram elaborados com base nas imagens do satélite Sentinel, banda 3, 4 e 8, com resolução espacial de 10 metros, os downloads foram realizados no site *EO Browser*.

¹⁷ Índice de Vegetação da Diferença Normalizada. Serve para analisar a condição da vegetação natural ou agrícola nas imagens geradas por sensores remotos.

Figura 36 - Temperatura da Superfície (março de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

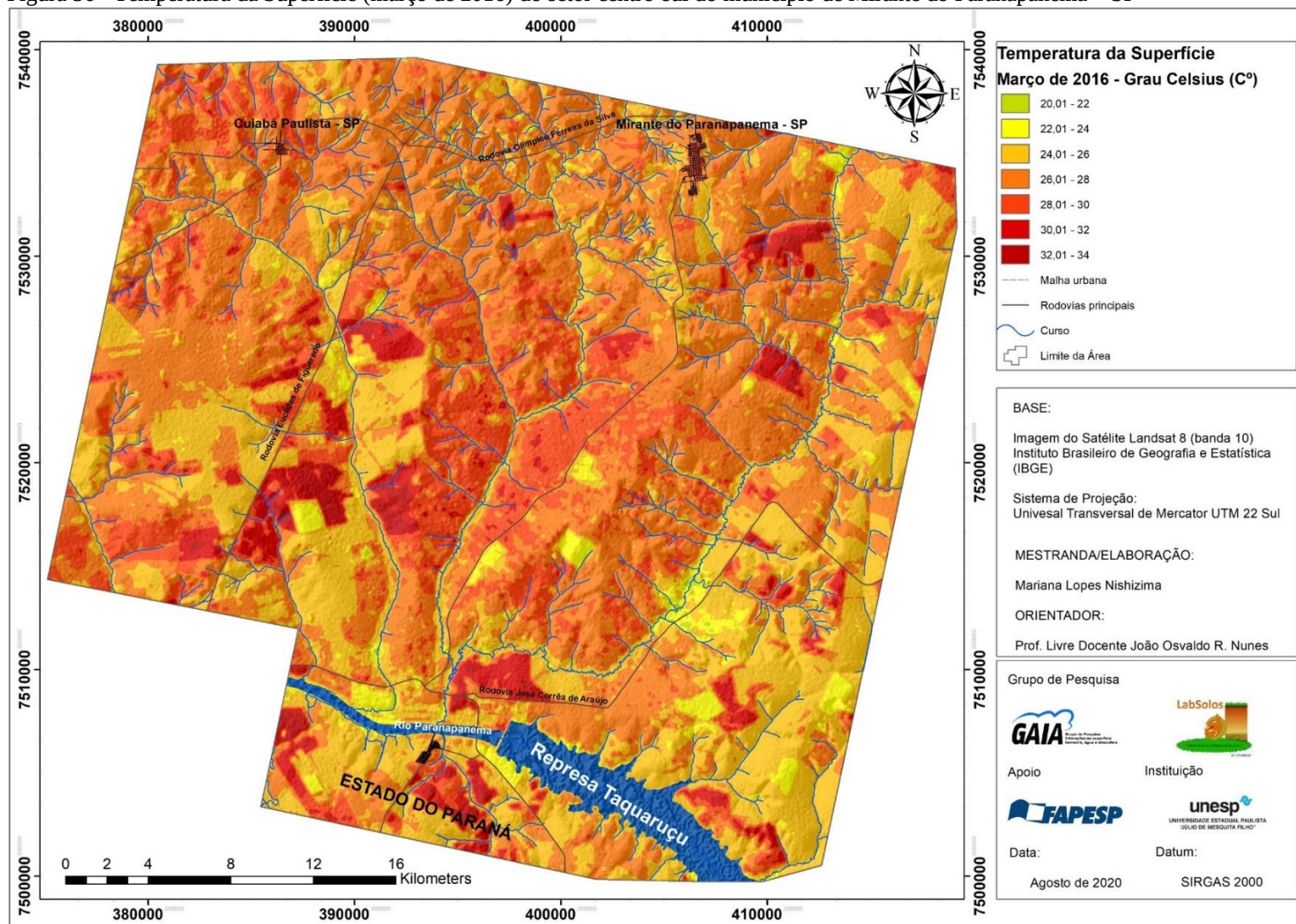


Figura 37 - Temperatura da Superfície (junho 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

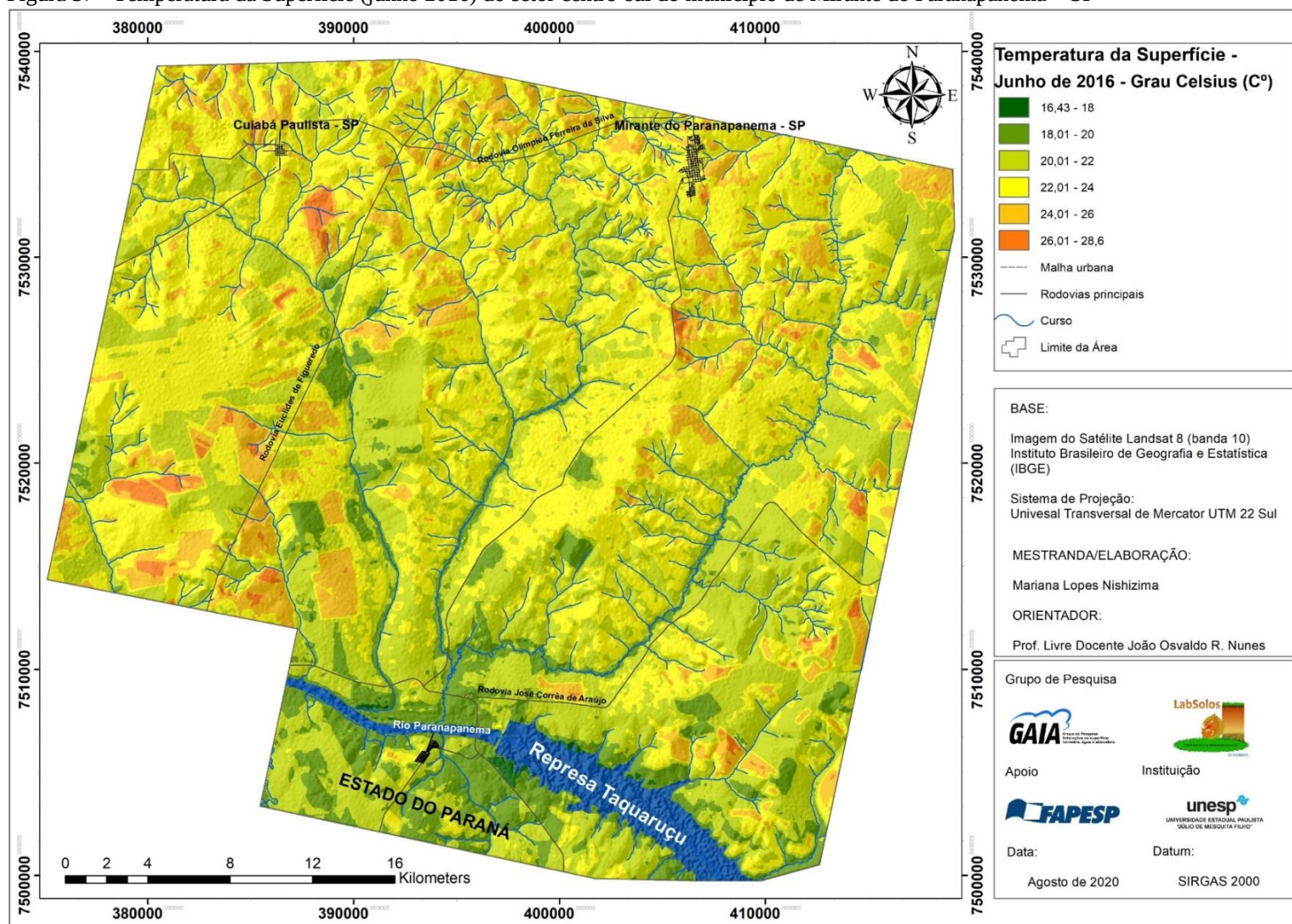


Figura 38 - NDVI (maço de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

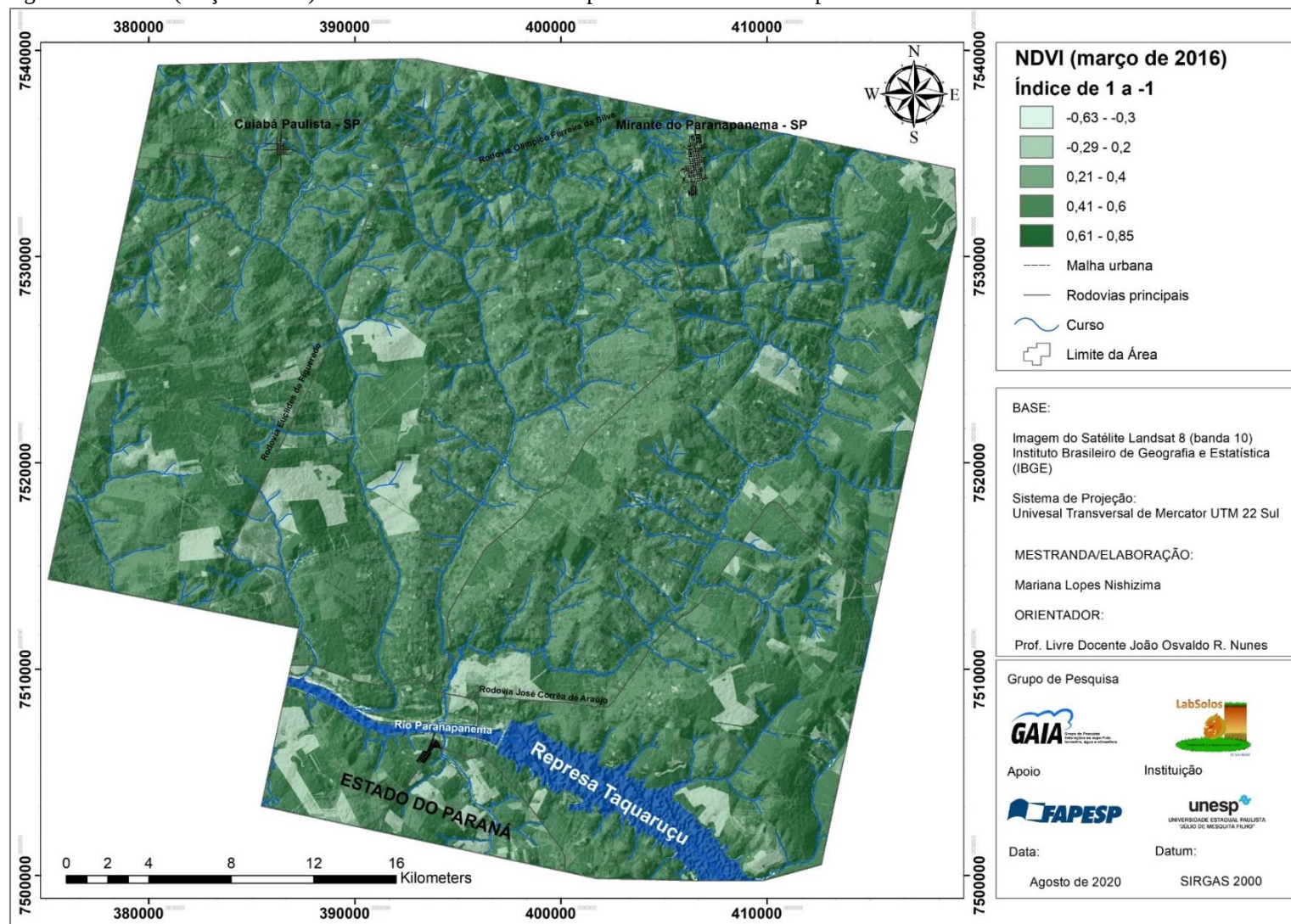
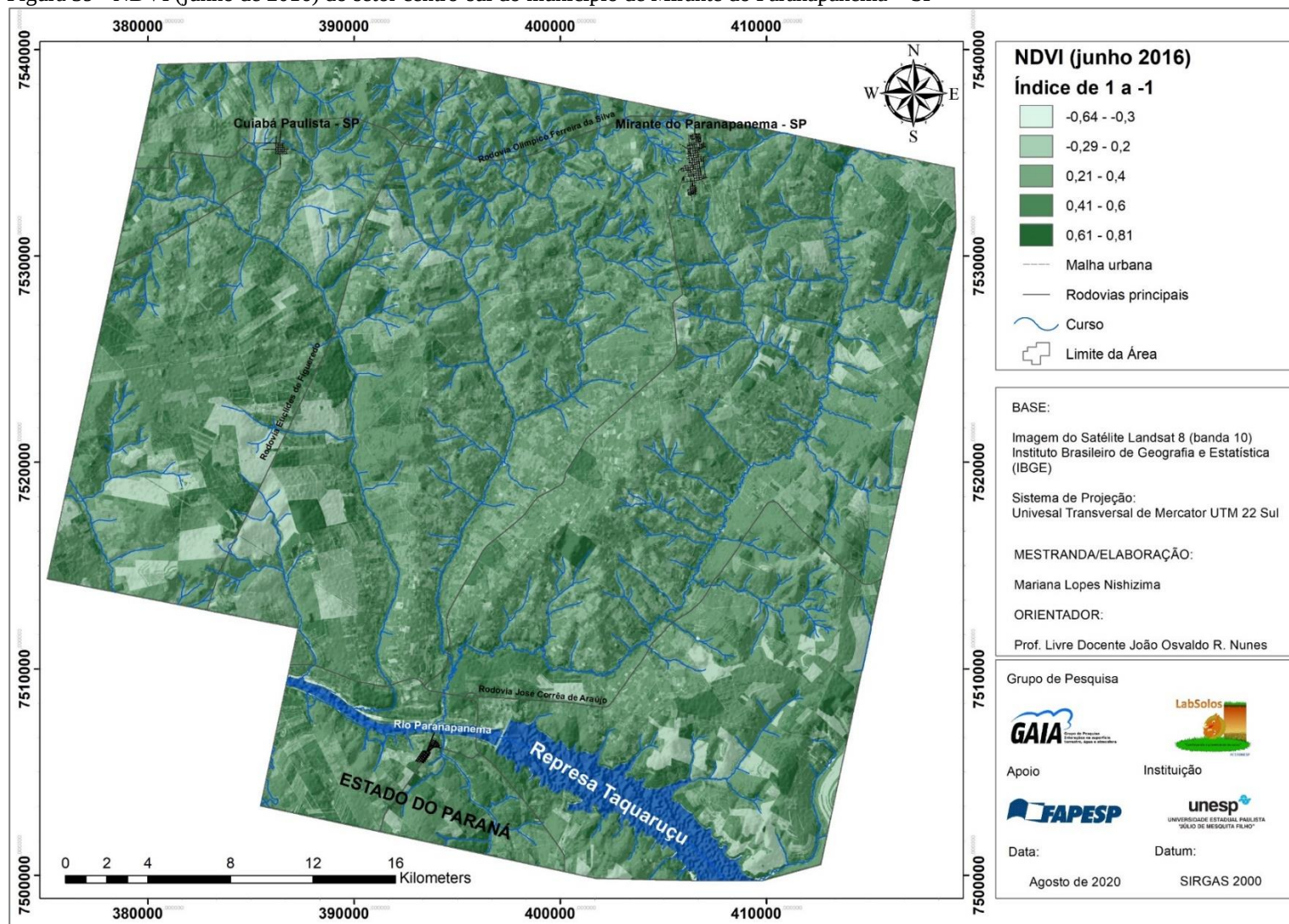


Figura 39 - NDVI (junho de 2016) do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP



4.2.2 Os perfis de solos e os compartimentos do relevo: solos e a geomorfologia

No que se refere aos aspectos do relevo, Nishizima (2017), realizou um mapeamento que identifica três compartimentos do relevo, os quais estão associados morfologicamente com os seguintes tipos de solos:

1. Topos suavemente ondulados das colinas amplas com a presença de solos desenvolvidos (associação, Latossolos Vermelhos);
2. Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas com a ocorrência de solos rasos a desenvolvidos, sendo os solos rasos associados aos Neossolos Regolíticos e os solos desenvolvidos associados aos Argissolos Vermelhos;
3. Planícies aluviais e alvéolares com o predomínio de Planossolos e Gleissolos, sendo frequente também a presença de materiais sedimentares e manufaturados de origem tecnogênica. (NISHIZIMA, 2017, p. 57).

Tais associações e resultados do trabalho de Nishizima (2017), foram complementadas e realizadas as devidas atualizações das informações geomorfológicas e pedológicas, como estão apresentadas nas figuras (mapas) 44 e 45, nesta sequência. Houve aqui, o intuito de realizar uma contribuir para com a compreensão das dinâmicas ambientais, possibilitando assim, as representações dos níveis de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares, para o setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP.

No que se refere aos padrões de morfologias das colinas, na área de estudo, do recorte no município, apresenta-se dois aspectos diferenciadores.

Neste sentido, o setor norte apresentam relevos de colinas baixas, com topos estreitos e aguçados, e com predomínio de declividades acima de 20%, logo são vertentes convexas; já nas vertentes côncavas, é comum identificarmos áreas de cabeceiras de drenagem em anfiteatro, isto se reflete nas características das densidades de drenagem médias, portanto com padrões dendríticos, e de dimensões Inter fluviais menores com morfologias de fundos de vales encaixados em V, logo são áreas com substrato geológico de rocha sedimentar da Formação Adamantina (Grupo Bauru), que é mais resistente quando comparada à rocha sedimentar da Formação Caiuá (também do Grupo Bauru), que está predominantemente presente no setor sul (descrito a seguir). Os solos desse setor estão associados aos solos: Argissolos Vermelhos e Neossolos Litólicos.

Já no setor sul, em geral, está constituído por colinas amplas de topos suavemente ondulados, associadas as vertentes amplas e retilíneas com aspectos de caimento topográfico, a declividade está predominantemente entre 5 a 10%, a densidade da drenagem é esparsa e

amplas, com dimensões Inter fluviais, há a presença de planícies aluviais com morfologia de fundo de vale chato (fisiologia). O substrato geológico da rocha sedimentar da Formação Caiuá (Grupo Bauru) é mais friável, mais propícia para a formação de solos profundos, quando também favorecidos pelas características do relevo, formando assim, solos do tipo Latossolos Vermelhos.

Segundo a EMBRAPA (1999), sete tipos de solos foram identificados na nossa região, no extremo Oeste Paulista, três tipos desses estão presentes em nosso recorte espacial, portanto dentro do limite estudado, são estes: 1- Latossolos Vermelhos (LV); 2- Argissolos Vermelhos (PV); e 3- Gleissolos Háplicos (GX) conforme demonstra o Figura 45, a seguir.

As características dos tipos de solos que se devolvem na área, estão diretamente ligadas ao material de origem da rocha mãe, bem como, às condições postas pelas características do relevo. Nesse sentido, os Argissolos são solos de pouca profundidade, com origem nas rochas areníticas, com cimentação calcária do Grupo Bauru, logo, estão associados ao relevo suavemente ondulado, com formas de colinas, superfícies de rampa e de longa/ampla declividade, com topos levemente arredondados ou achatados, a morfologia dos fundos de vales tem o formato em V.

De modo geral, são áreas com maior vulnerabilidade à erosão por apresentarem um gradiente textural entre o horizonte A, E ou B, sendo necessário maior atenção para medidas conservacionistas de suporte, por exemplo, curvas de níveis, terraceamento, barragens e entre outras medidas, como destacado por Oliveira (et. al., 1999).

Representando mais da metade dos solos do Estado de São Paulo, os Latossolos estão associados a relevos adequados para o uso de máquinas agrícolas, relevos suavemente ondulados de pouca declividade, variando de 2 a 15%, e de pouca porosidade, sendo este entre 50% a 60%, portanto, são solos com uma boa drenagem interna.

Associados a relevos de várzea, estão presentes os solos com pouca capacidade de drenagem e com maior tendência a saturação, são esses os Gleissolos. Nesse sentido, é importante ressaltarmos que esses são solos impróprio para aterro sanitário, sobretudo em virtude de suas inexpressivas zonas de aeração, e encontra partida há um extremo favorecimento da contaminação do lençol freático (OLIVEIRA et al., 1999, p. 43).

As coletas das amostras de solos para a realização das análises texturais (Tabelas 5 a 16), foram realizadas no LabSolos da FCT/UNESP, conforme orienta o “Manual de Métodos de Análise de Solos” da EMBRAPA, 1997.

Os destaques para os pontos de observações e os perfis topográficos permitiram a análise dessa extensa área de pesquisa (Figura 46 a 55). Tais perfis, foram elaborados em ambiente Google Earth Pro., Arc. GIS®, QGIS®, mediante a base digital planialtimétrica e os levantamentos em campo. Posteriormente, foram exportados para o aplicativo Illustrator CS6®, do pacote Adobe para a edição e arte finalização gráfica.

Figura 40 - Geomorfológico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

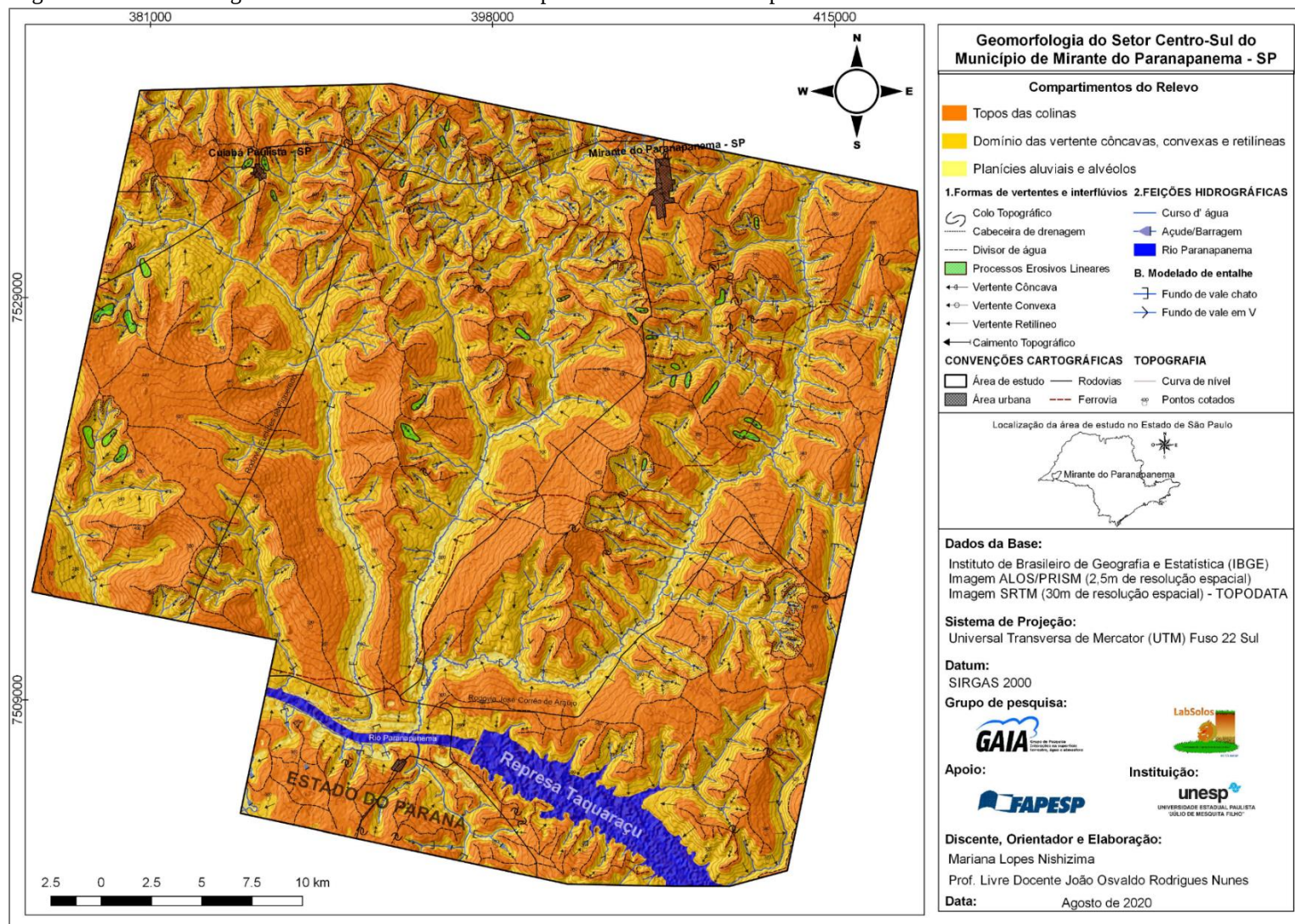
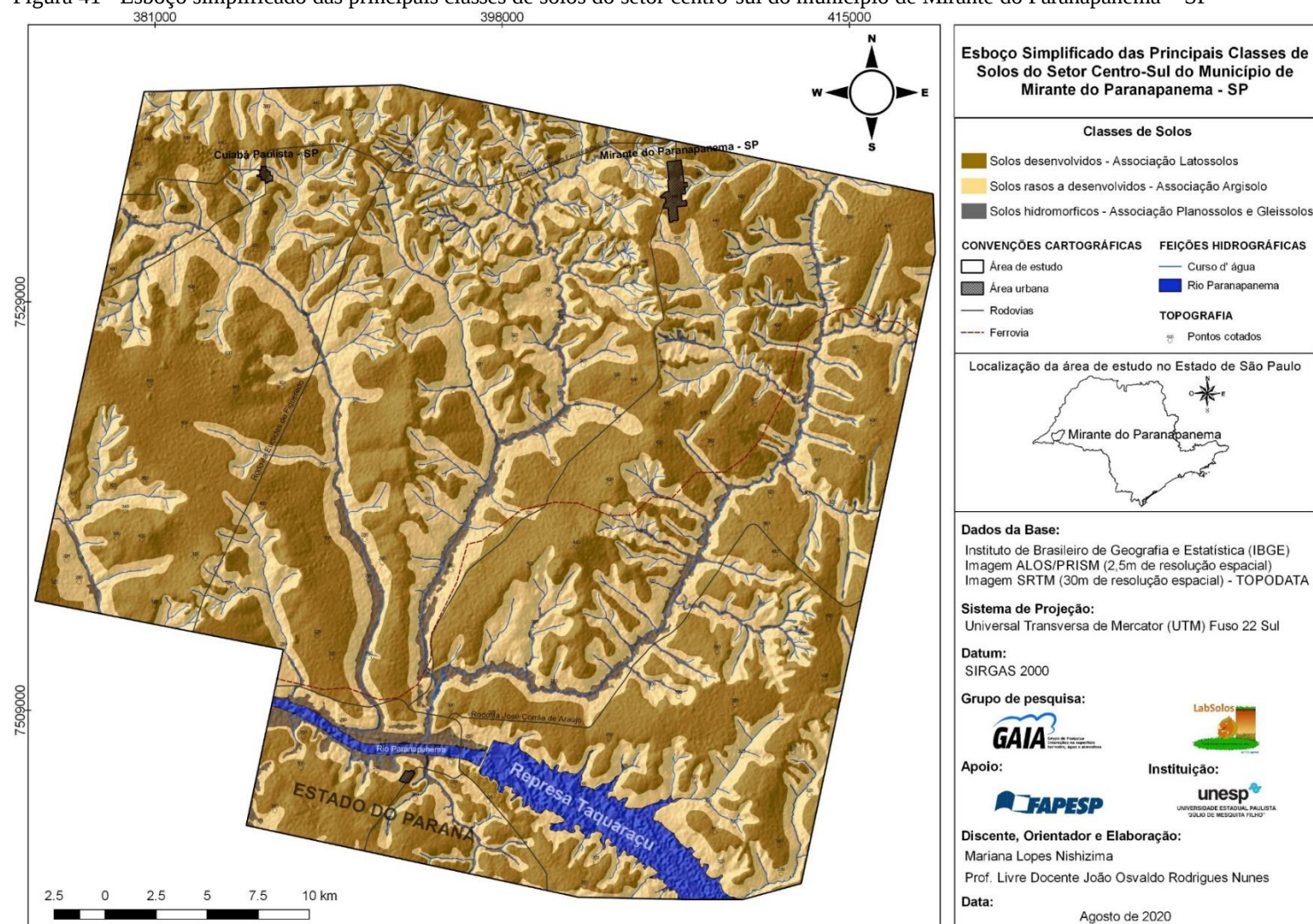


Figura 41 - Esboço simplificado das principais classes de solos do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP



A figura 46 e 47, a seguir, representa os pontos 1, 1.1 – denominado, devido a sua proximidade com o ponto 1 e suas características muito similares ao mesmo, há ainda neste, logo a frente, no sentido oeste, o ponto 2.

Localizados no setor norte da área de estudo, há forte presença das vertentes côncavas, com altas declividades entre 10% a acima de 20%, com solos rasos e desenvolvidos associados aos Latossolos, mas sobretudo aos Argissolos. Notem que há ainda, a presença dos processos erosivos lineares indicados pelos polígonos vermelhos e estão presente em áreas próximas aos fundos de vale, estes que por sua vez tem majoritariamente formato de vale chato.

As tabelas 5 e 6, traz ainda a descrição do perfil de solo da área, com classificação de “Neossolo Quartzarênico” é oriundo da rocha sedimentar da formação Adamantina (Grupo Bauru), portanto é produto oriundo da sua decomposição, pedogênese.

É um perfil relacionado ao ponto 1, está sobre área de uso e ocupação de pastagem, de solos não rochosos e não pedregosos, de relevo suavemente ondulado de colinas suavemente ondulas. Áreas de boa drenagem, porém, com índice de processos erosivos moderada a alta, logo são áreas de alta vulnerabilidade à moderadamente vulneráveis.

Figura 42 - Localização dos pontos de observação 1; 1.1; e 2 no mapa dos compartimentos de relevo

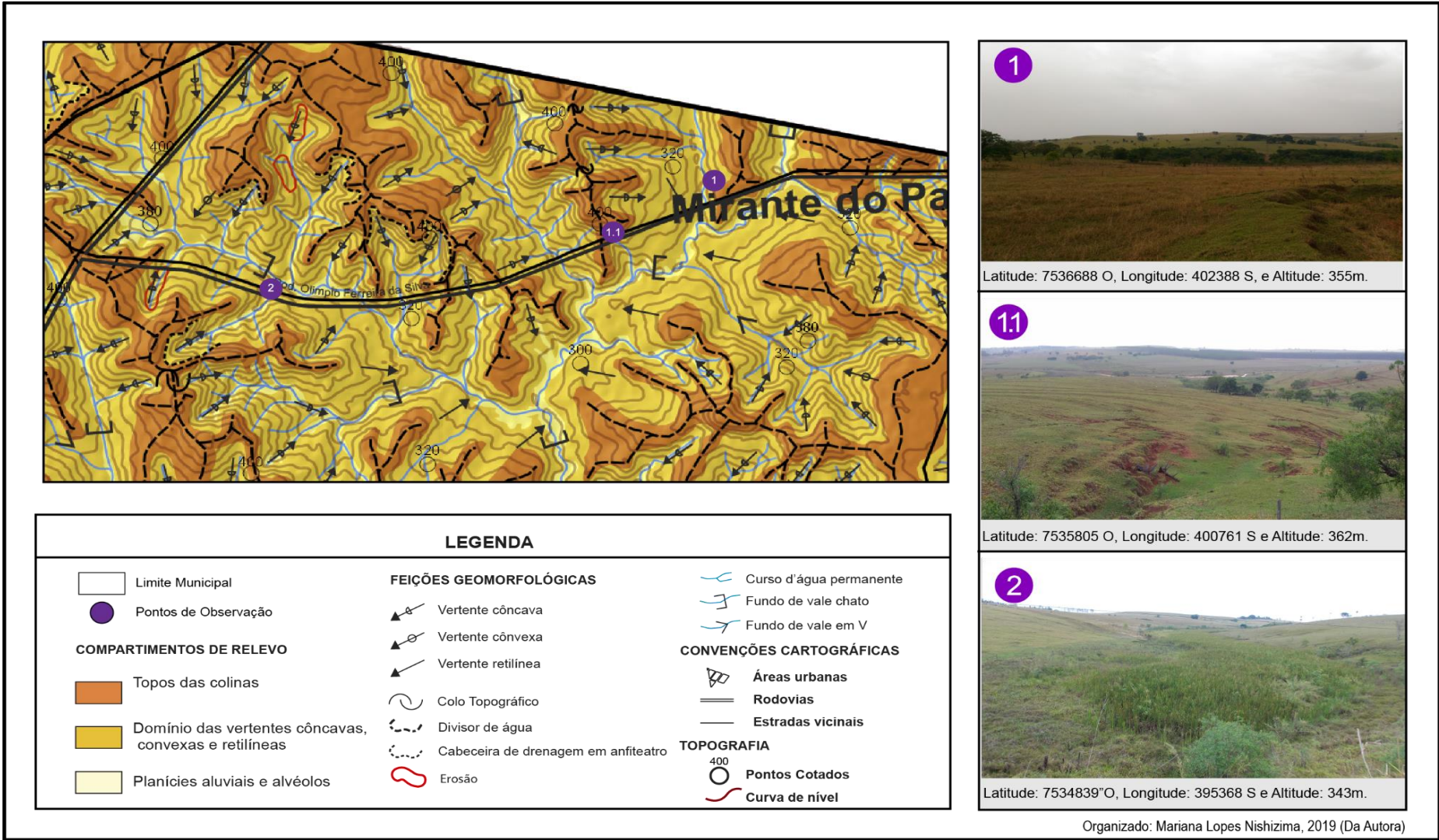


Figura 43 - Pontos 1, 1.1 e 2 de observação em campo com perfil topográfico da área

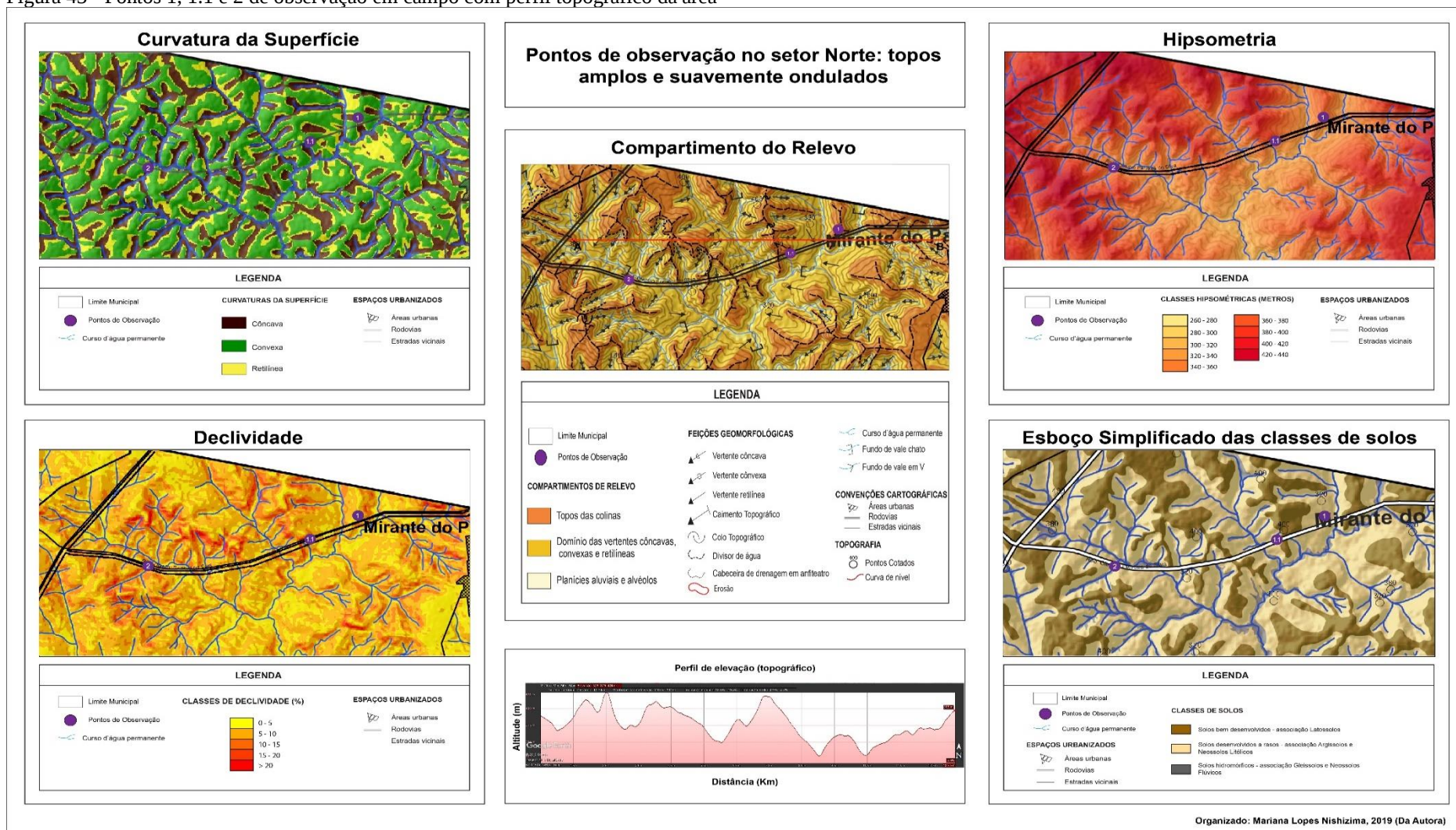
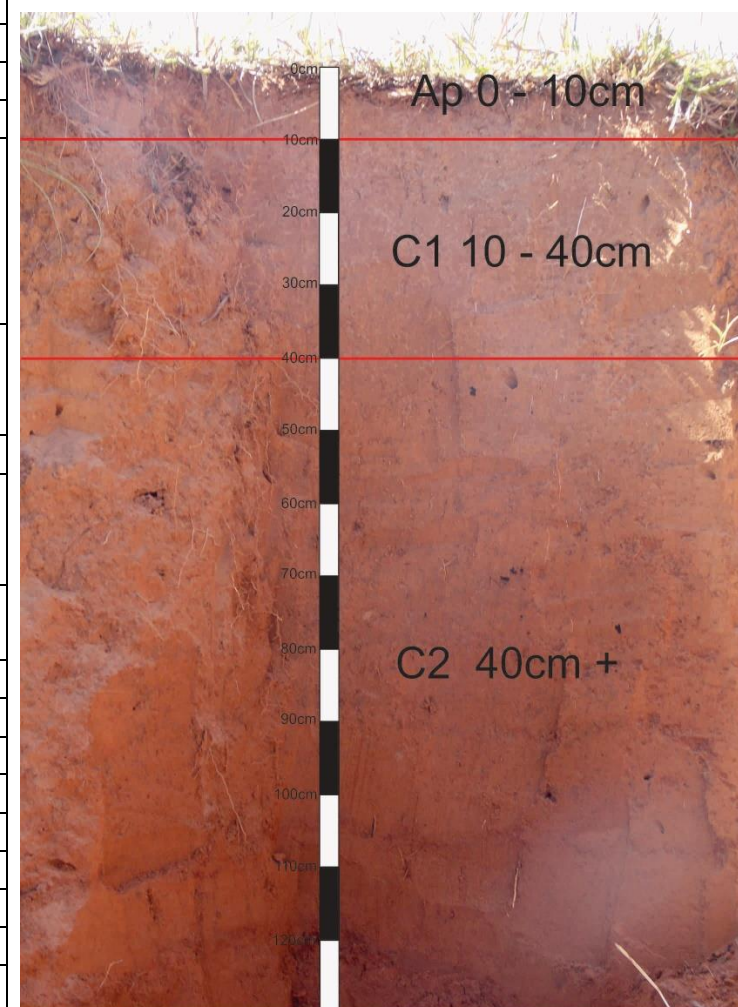


Tabela 3 - Descrição geral do Perfil 1 associado aos Pontos 1 e 1.1

Data:	29.07.2017
Perfil N°:	1
Classificação do SiBCS:	Neossolo Quartzarênico
Unidade de Mapeamento:	RQ
Localização, Município, Estado e Coordenadas:	As margens da Rodovia SP 272. Rod. Olímpio Ferreira da Silva. Município de Mirante do Paranapanema – SP. Latitude: 402388 S Longitude: 7536688 O WGr
Situação, Declividade e Cobertura vegetal sobre o perfil:	Terço superior da vertente de colina, com declividade média de 10% e rala cobertura de gramíneas.
Altitude:	355m
Litologia, Unidade Litoestratigráfica e cronológica:	Rocha Sedimentar da Formação Adamantina (Grupo Bauru). Cretáceo Superior
Material Originário:	Produto originário da decomposição dos arenitos da Formação Adamantina
Pedregosidade:	Não pedregosa
Rochosidade:	Não rochosa
Relevo Local:	Suavemente ondulado
Relevo Regional:	Colinas suavemente onduladas
Erosão:	Moderada
Drenagem:	Bem drenagem
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Semidecidual
Uso Atual:	Pastagem
Descrição e Coletado Por:	João Osvaldo; Tiago; Gabriel; Elelan e Mariana



Fonte: Nishizima (2019).

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

•Ap 0 – 10 cm, vermelho-amarelo (5YR 4/6, seco) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solo seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

•C1 10 – 40 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, seco) e bruno-avermelhado (2,5 YR 4/3, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

•C2 40 cm +, vermelho (2,5 YR 4/8, seco) e bruno-avermelhado (2,5 YR 4/3, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

•Raízes: comuns e médias no Ap; poucas e raras no Bw1 e raras no Bw2.

Tabela 4 - Resultados das análises texturais do Perfil 1

Media	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	
P1-Ap	879,68	83,00	37,32	Areia Franca
P1-C1	816,68	130,00	53,32	Areia Franca
P1-C2	813,24	128,00	58,76	Areia Franca

Fonte: Nishizima (2019).

O ponto 3, apresentados nas figuras 48 e 49, demostram áreas de topos de colinas mais amplos, são áreas de vertentes retilíneas e de caimento topográficos, com baixa declividade e de áreas mais próximas a 350m de altitude, note a presença de cursos d'água com fundo de vale em V, áreas de maior ocupação de cultivo de cana-de-açúcar e de solos expostos, a vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares deste setor varia entre médio a vulnerável, diferenciando apenas nas áreas mais próximas aos pequenos produtores rurais e assentados.

Localizados no setor mais central, faz-se presente solos rasos e desenvolvidos associados aos Latossolos, e Argissolos, porém nota-se a existência de solos hidromorficos, muito comum em áreas mais próximas aos cursos d'águas, como os Planossolos e Gleissolos. Neste recorte é menos frequente a presença dos processos erosivos lineares, uma vez que são áreas mais planas, de menor declividade.

As tabelas 7 e 8, descreve um perfil de solo com classificação de “Latossolos Vermelhos” é oriundo da rocha sedimentar da formação Adamantina (Grupo Bauru), são solos mais desenvolvidos e profundos.

O perfil 2 diz respeito ao ponto 3, o uso e ocupação é de pastagem e cultivo de cana-de-açúcar, são solos não rochosos e não pedregosos, colinas suavemente onduladas. Ambiente de boa drenagem, com índices medianos da presença dos processos erosivos lineares, são áreas de alta vulnerabilidade, associadas aos solos expostos, e plantio da cana-de-açúcar e médio a moderadamente estável, associadas as áreas dos pequenos produtores e assentamentos, sobretudo no verão (março de 2016). Por outro lado, no inverno (junho de 2016) faz-se mais presente as áreas de médio a moderadamente e vulnerável, principalmente em áreas de maior presença dos cultivos de cana-de-açúcar e solos expostos.

Figura 44 - Localização do Ponto 3 no mapa dos compartimentos de relevo

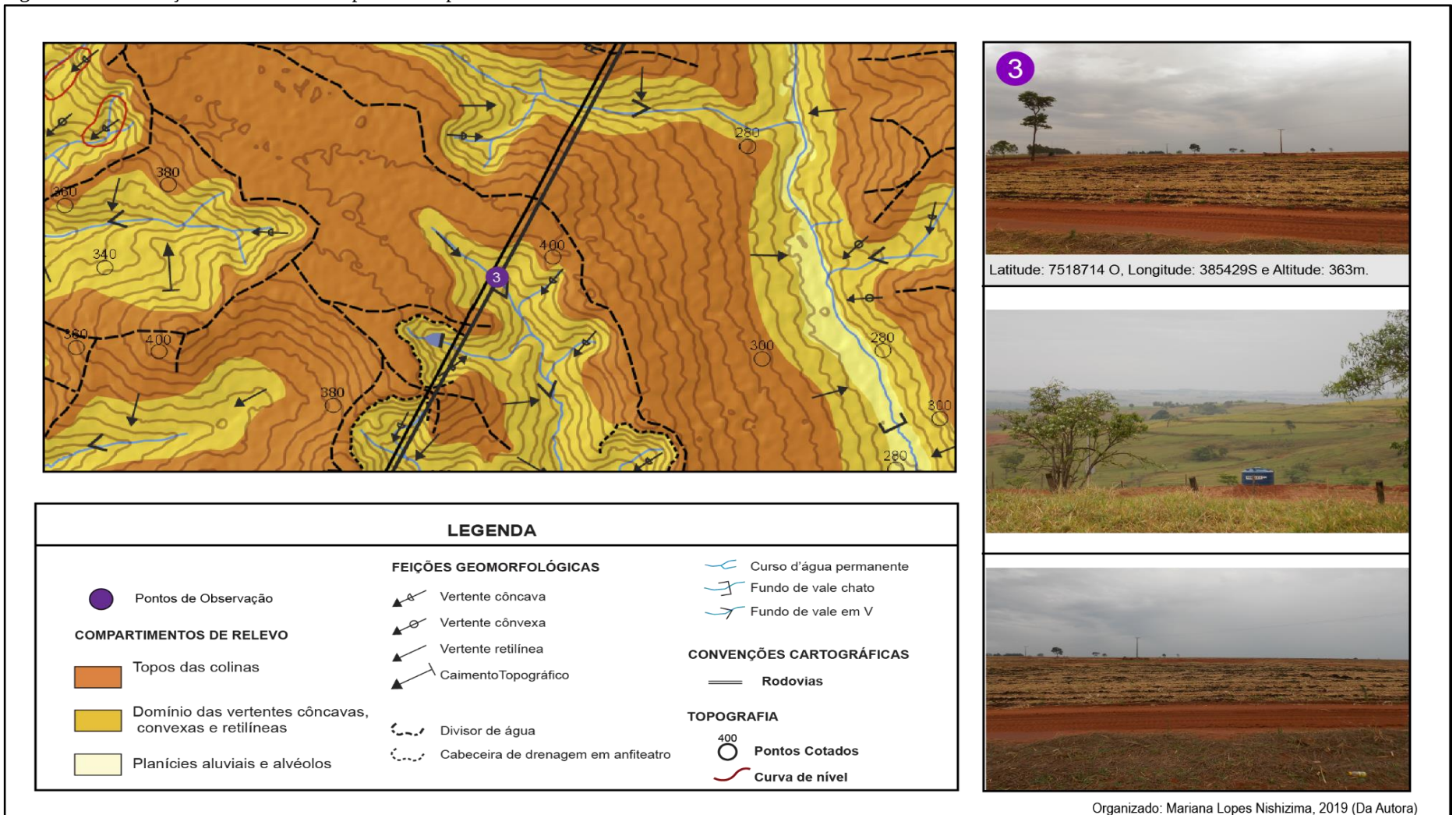


Figura 45 - Ponto 3 de observação e perfil topográfico da área

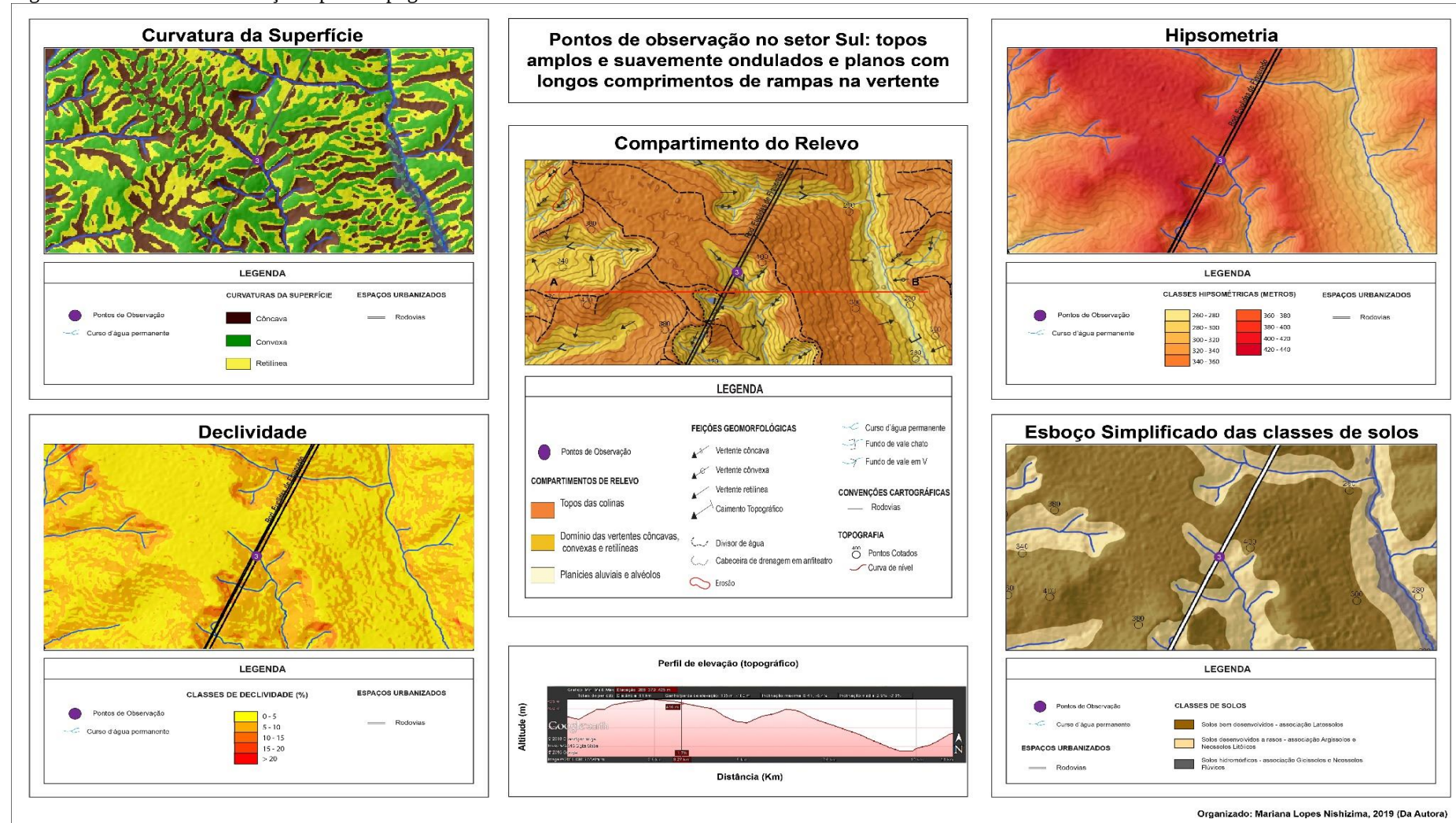
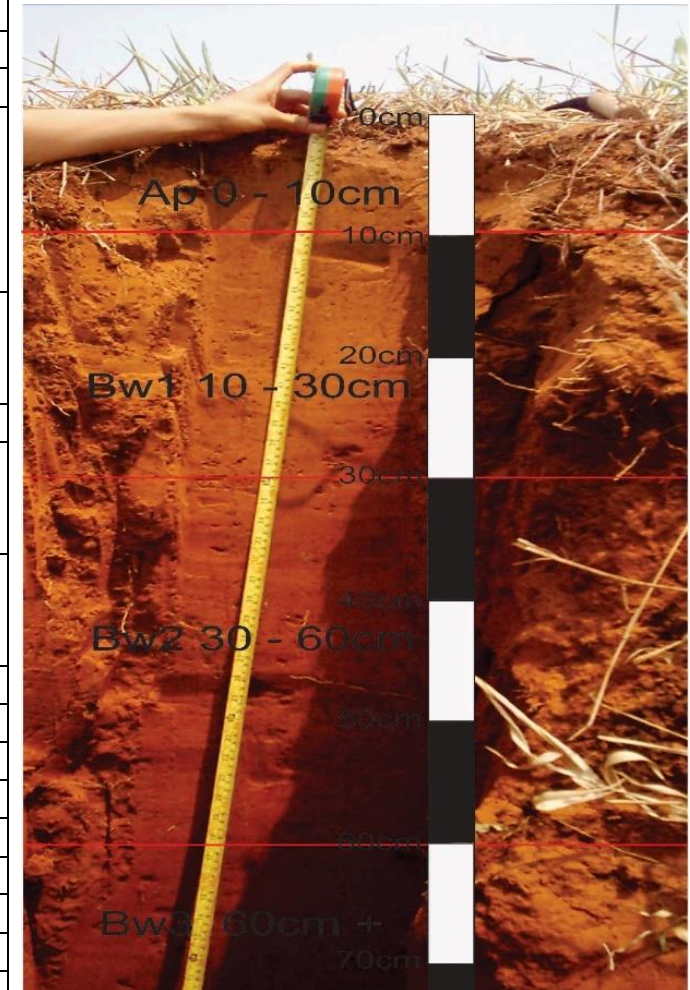


Tabela 5 - Descrição geral do Perfil 2 associado ao Ponto3

Data:	29.07.2017
Perfil Nº:	2
Classificação do SiBCS:	Latossolo Vermelho
Unidade de Mapeamento:	LV
Localização, Município, Estado e Coordenadas:	As margens da Rodovia SP 158, Rod. Euclides de Figueiredo, Município de Mirante do Paranapanema – SP. Latitude: 385429 S Longitude: 7518714 O WGr O
Situação, Declividade e Cobertura vegetal sobre o perfil:	Topo de colina, com declividade média de 5% e cobertura de gramíneas.
Altitude:	363m
Litologia, Unidade Litoestratigráfica e cronológica:	Rocha Sedimentar da Formação Adamantina (Grupo Bauru). Cretáceo Superior
Material Originário:	Produto originário da decomposição dos arenitos da Formação Adamantina
Pedregosidade:	Não pedregosa
Rochosidade:	Não rochosa
Relevo Local:	Suavemente ondulado
Relevo Regional:	Colinas suavemente onduladas
Erosão:	Moderada
Drenagem:	Bem drenagem
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Semidecidual
Uso Atual:	Pastagem
Descrição e Coletado Por:	João Osvaldo; Tiago; Gabriel; Elelan e Mariana



Fonte: Nishizima (2019).

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0 – 10 cm, bruno (7,5YR 5/4, seco) e bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido); areia; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: muito macia; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw1 10 – 30 cm, bruno (7,5 YR 5/6, seco) e bruno-avermelhado (7,5YR 3/2, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- Bw2 30 - 60 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco) e bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido); franco arenosa; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- Bw3 60 cm +, vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco) e bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- Raízes: comuns e médias no Ap; poucas e raras no Bw1 e raras no Bw2 e Bw3.

Tabela 6 - Resultados das análises texturais do Perfil 2

Horizontes	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	
P2-Ap	918,15	44,67	37,19	Areia
P2-Bw1	876,74	74,00	49,26	Areia Franca
P2-Bw2	791,28	152,00	56,72	Franco Arenosa
P2-Bw3	803,60	148,67	47,73	Franco Arenosa

Fonte: Nishizima (2019).

Os pontos 4 e 5 (figura 50 e 51), estão localizados no setor sul do limite estudado, nessa área o predomínio é dos “domínios das vertentes” sobretudo as concavas associadas aos fundos de vales e aos cursos d’água, logo está muito presente as Planícies aluviais e alvéolos, com topos de colinas com feições de caimento topográficos prolongados. Baixa declividade e hipsometria, solos rasos, desenvolvidos e hidromorficos – Argissolos, Planossolos e Gleissolos. Áreas de maior ocupação por áreas agricultadas e gramíneas/pastagens, a vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares deste setor varia entre moderadamente estável, médio, e moderadamente vulnerável.

As tabelas 9 e 10, descreve um perfil de solo com classificação de “Neossolo Flúvico” é oriundo do depósito sedimentares do Quaternário, é uma área de terraço fluvial com declividade média de 2% e cobertura de mata residual.

O perfil 3 representa o ponto 4, o uso e a ocupação são de Área de Preservação Permanente – APP com Floresta Estacional Semidecidual, solos não rochosos e não pedregosos, porém, mal drenados. São áreas de médio, moderadamente vulnerável e vulnerável no verão (março) e no inverno (junho), porém em junho caracteriza-se como um recorte com maior tendencia em médio estável/vulnerável.

Figura 46 - Localização dos Ponto 4 e 5 no mapa dos compartimentos do relevo

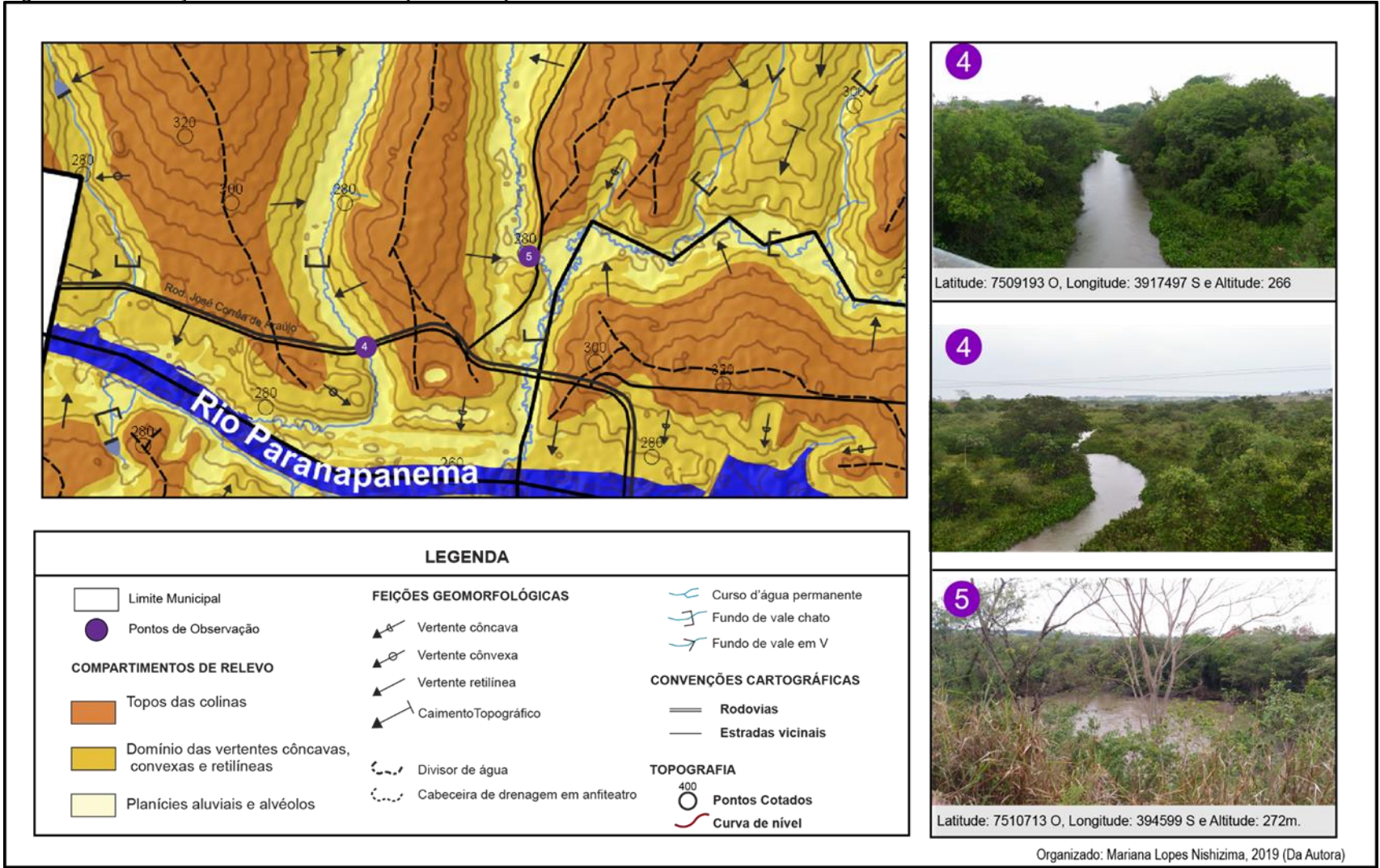


Figura 47 - Ponto 4 e 5 de observação e perfil topográfico da área

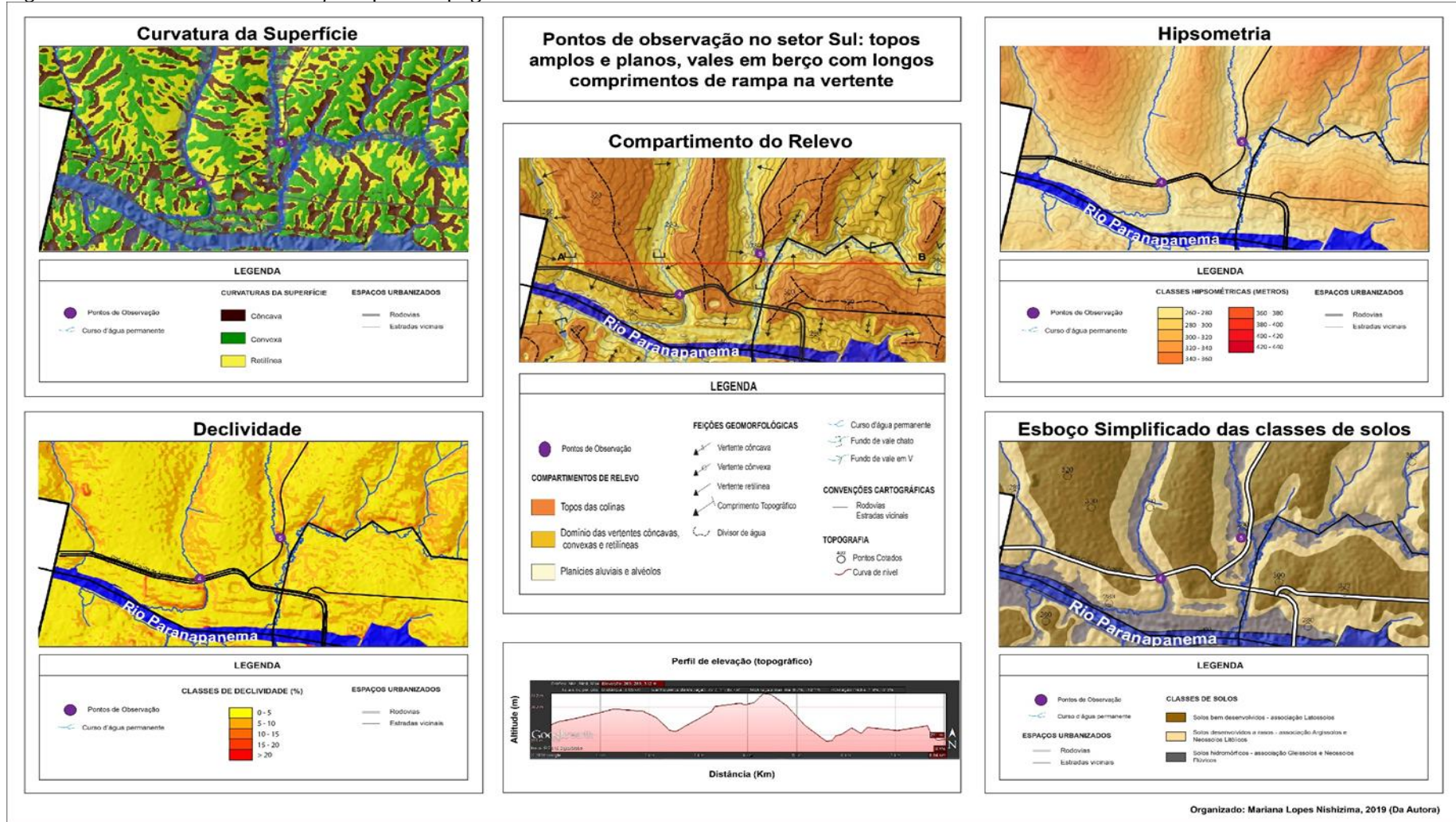
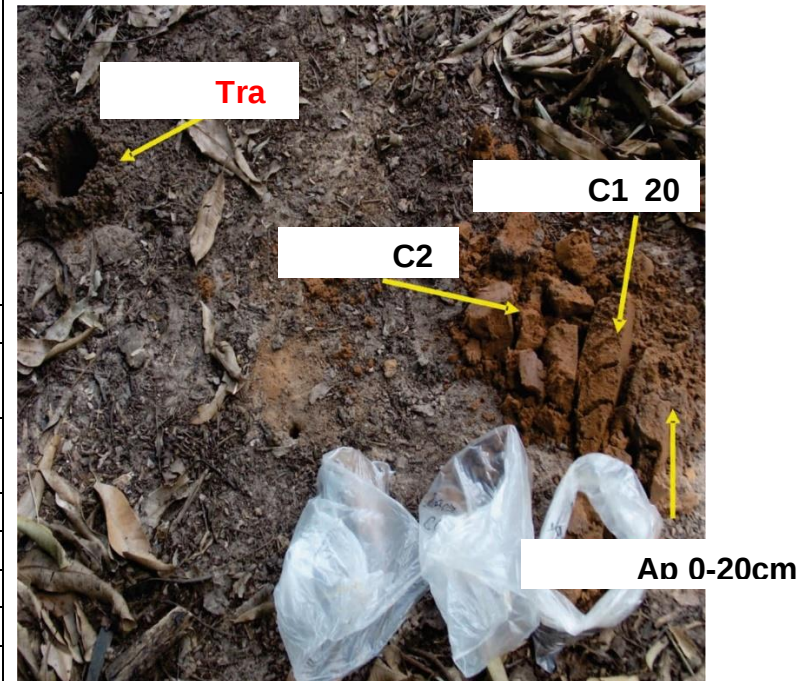


Tabela 7 - Descrição geral do Perfil 3 associado ao ponto 4

Data:	18.11.2017
Perfil N°:	3
Classificação do SiBCS:	Neossolo Flúvico
Unidade de Mapeamento:	RY
Localização, Município, Estado e Coordenadas:	Próximo da Rodovia SP-613 as margens de Ribeirão Nhancã. Município de Mirante do Paranapanema – SP. Latitude: 3917497 S Longitude: 7509193 O WGr
Situação, Declividade e Cobertura vegetal sobre o perfil:	Terraço fluvial, com declividade média de 2% e cobertura de mata residual.
Altitude:	269 m
Litologia, Unidade Litoestratigráfica e cronológica:	Depósitos sedimentares. Quaternário
Material Originário:	Produto originário da deposição fluvial
Pedregosidade:	Não pedregosa
Rochosidade:	Não rochosa
Relevo Local:	Plano
Relevo Regional:	Colinas suavemente onduladas
Erosão:	Moderada
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Semidecidual
Uso Atual:	Área de Preservação Permanente
Descrição e Coletado Por:	João Osvaldo e Mariana

Fonte: Nishizima, 2019



DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0 – 20 cm, cinzento (5Y 5/1, seco) e cinzento-escuro (5Y 4/2, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: solta; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- C1 20 – 48 cm, cinzento (5Y 5/1, seco) e cinzento-escuro (5Y 4/2, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: solta; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- C2 48 cm +, cinzento (5Y 5/1, seco) e cinzento-escuro (5Y 4/2, úmido); franco arenosa; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: solta; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- Raízes: comuns e finas no Ap; poucas no C1 e C2.

Tabela 8 - Resultados das análises texturais do Perfil 3

Horizontes	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	
P3-Ap	849,08	107,00	43,92	Areia Franca
P3-C1	806,11	132,00	61,90	Franco Arenosa
P3-C2	747,70	191,00	61,31	Franco Arenosa

Fonte: Nishizima (2019).

O ponto 6 e 7 (figuras 52 e 53), tal recorte refere-se ao setor centro-leste a nordeste da área de estudo, são áreas de colinas, porém muito próximas as áreas de vertentes e fundo de vale, nesse sentido é perceptível a morfologia das vertentes côncava, recorte do relevo pela linha férrea, terreno plano a declivosos, altimetria que varia de 300 metros a 450 metros. Uso e ocupação voltada a cultivos de agriculturas de pequeno porte, associados aos pequenos produtores rurais. Logo a vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares deste setor

está majoritariamente na classe de “Moderadamente Estável” no verão, março, enquanto que no inverno, varia entre médio à moderadamente vulnerável, chegando à vulnerável em áreas de maior declividade e presença dos cursos d’água.

Há a presença dos solos rasos e desenvolvidos associados aos Latossolos, e Argissolos, muito frequente em áreas de topos das colinas e das vertentes. Neste recorte faz-se presente os processos erosivos lineares, facilitado pelas áreas de maior declividade e de solos rasos. As características dessa área favorecem o uso de técnicas de intervenção como por exemplo: curvas de níveis e construções de barreiras para contenção dos materiais, solo, que sofrem o escoamento superficial.

As tabelas 11, 12, 13 e 14, descreve um perfil de solo com classificação de “Latossolos Vermelhos” é oriundo da rocha sedimentar da Formação Caiuá (Grupo Bauru), Cretáceo Superior, são solos desenvolvidos e profundos.

O perfil 4 diz respeito ao ponto 6, o uso e ocupação é de pastagem, cultivo de cana-de-açúcar e outros pequenos cultivos, são solos não rochosos e não pedregosos, colinas suavemente onduladas. Ambiente de boa drenagem, com médios índices processos erosivos lineares. São áreas de “moderadamente estável e vulnerável” no verão (março) e médio; moderadamente vulnerável; e vulnerável em junho, no inverno, são áreas de forte presença dos pequenos produtores e assentamentos.

Figura 48 - Localização dos Ponto 6 e 7 no mapa dos compartimentos de relevo

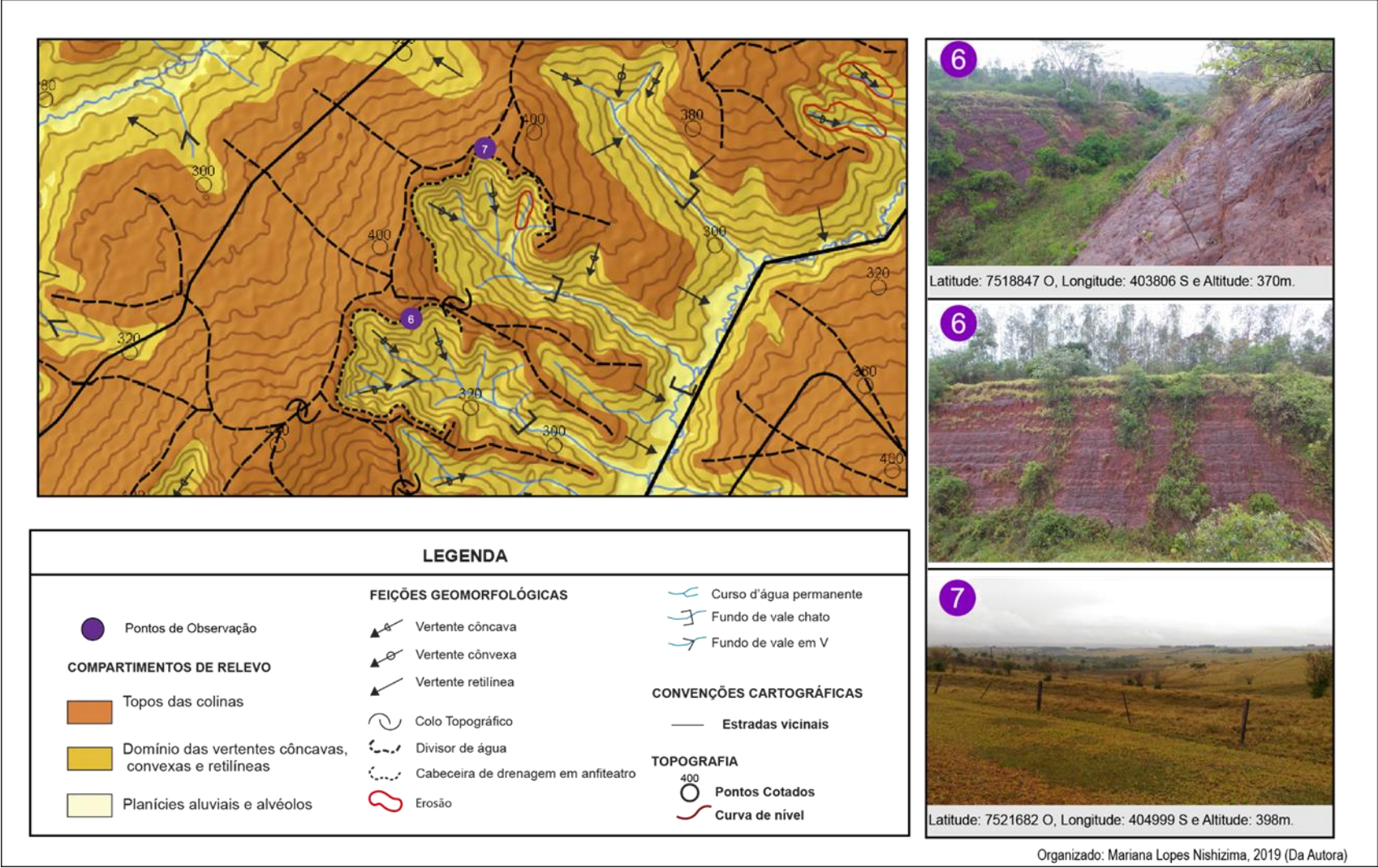


Figura 49 - Ponto 6 e 7 de observação do campo e perfil topográfico da área

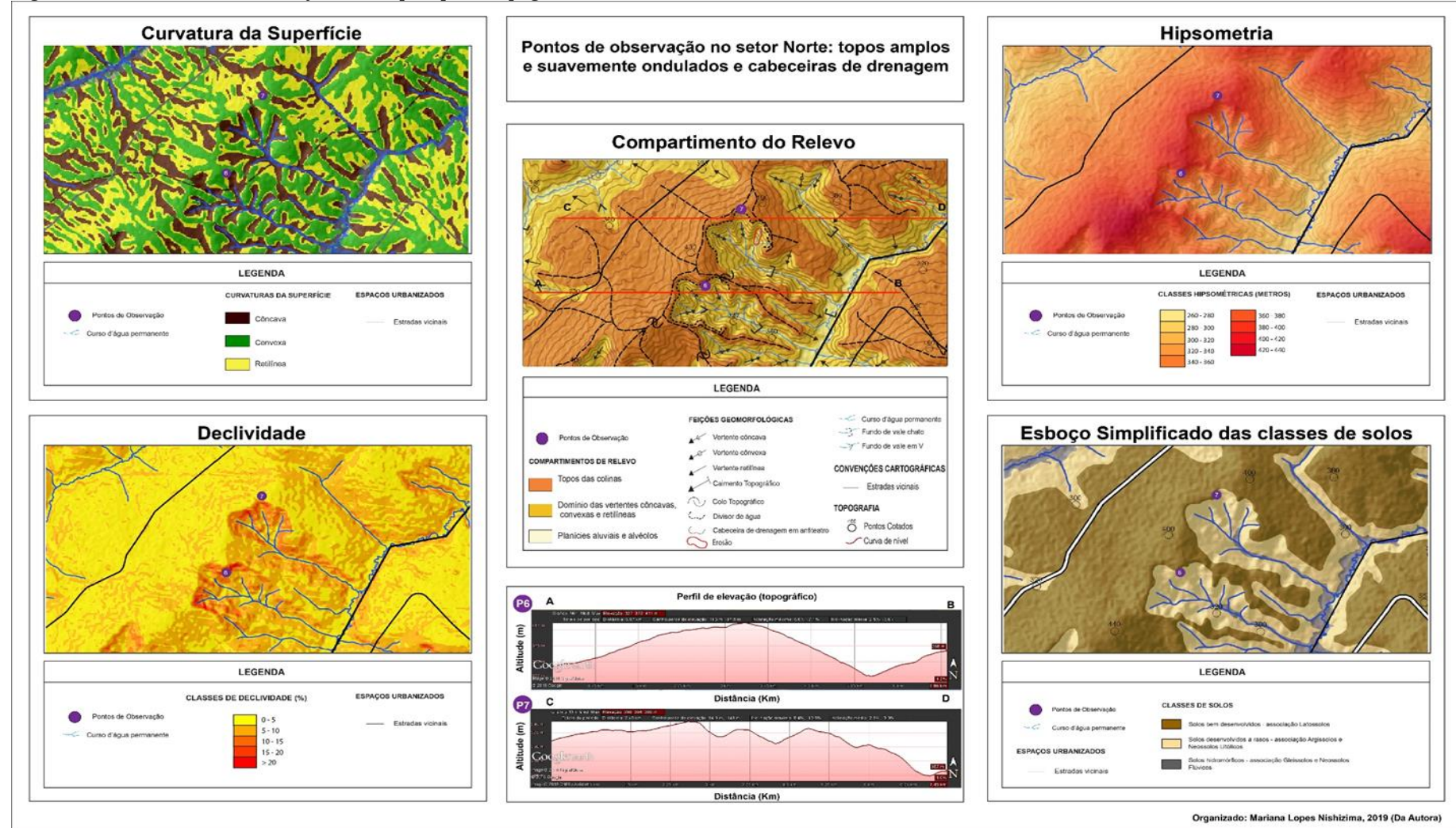


Tabela 9 - Descrição geral do Perfil 4 associado ao Ponto 6

Data:	29.07.2017
Perfil Nº:	4
Classificação do SiBCS:	Latossolo Vermelho
Unidade de Mapeamento:	LV
Localização, Município, Estado e Coordenadas:	As margens da Estrada Vicinal próximo ao Assentamento Rural Antônio Conselheiro. Município de Mirante do Paranapanema – SP. Latitude: 394599 S Longitude: 7510713 O WGr
Situação, Declividade e Cobertura vegetal sobre o perfil:	Terço médio de colina, com declividade média de 15% e cobertura de gramíneas.
Altitude:	272 m
Litologia, Unidade Litoestratigráfica e cronológica:	Rocha Sedimentar da Formação Caiuá (Grupo Bauru). Cretáceo Superior
Material Originário:	Produto originário da decomposição dos arenitos da Formação Caiuá
Pedregosidade:	Não pedregosa
Rochosidade:	Não rochosa
Relevo Local:	Suavemente ondulado
Relevo Regional:	Colinas suavemente onduladas
Erosão:	Moderada
Drenagem:	Bem drenagem
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Semidecidual
Uso Atual:	Pastagem
Descrição e Coletado Por:	João Osvaldo; Tiago; Gabriel; Elelan e Mariana



DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0 – 10 cm, vermelho (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: muito macia; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw1 10 – 75 cm, vermelho (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco arenosa; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- Bw2 75 - 120 cm, vermelho (2,5YR 4/8, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco argilo arenosa; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: dura; em solo úmido pouco friável; plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Raízes: comuns e médias no Ap; poucas e raras no Bw1 e raras no Bw2.

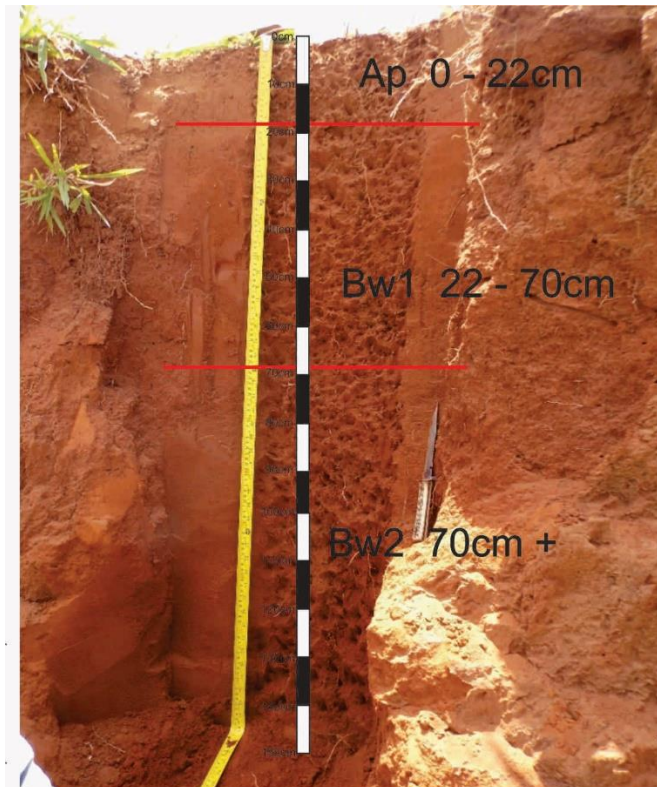
Tabela 10 - Resultados das análises texturais do Perfil 4

P3-Ap	802,40	155,00	42,60	Areia Franca
P3-Bw1	760,83	205,00	34,17	Franco Arenosa
P3-Bw2	687,11	259,00	53,90	Franco Argilo Arenosa

Fonte: Nishizima (2019).

Tabela 11 - Descrição geral Perfil 5 associados ao Pontos 7

Data:	18.11.2017
Perfil N°:	5
Classificação do SiBCS:	Latossolo Vermelho
Unidade de Mapeamento:	LV
Localização, Município, Estado e Coordenadas:	As margens da Estrada Vicinal próximo ao antigo ramal Ferroviário Sorocabana. Município de Mirante do Paranapanema – SP. Latitude: 403806 Longitude: 7518847 O WGr
Situação, Declividade e Cobertura vegetal sobre o perfil:	Topo de colina, com declividade média de 3% e cobertura de gramíneas.
Altitude:	370 m
Litologia, Unidade Litoestratigráfica e cronológica:	Rocha Sedimentar da Formação Adamantina e Caiuá (Grupo Bauru). Cretáceo Superior
Material Originário:	Produto originário da decomposição dos arenitos da Formação Adamantina
Pedregosidade:	Não pedregosa
Rochosidade:	Não rochosa
Relevo Local:	Suavemente ondulado
Relevo Regional:	Colinas suavemente onduladas
Erosão:	Moderada
Drenagem:	Bem drenagem
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Semidecidual
Uso Atual:	Pastagem
Descrição e Coletado Por:	João Osvaldo e Mariana



Fonte: Nishizima (2019).

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

•Ap 0 – 22 cm, vermelho (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); areia franca; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

•Bw1 22 – 70 cm, vermelho (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco arenosa; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

•Bw2 70cm +, vermelho (2,5YR 4/8, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco arenosa; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: dura; em solo úmido pouco friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

•Raízes: comuns e médias no Ap; poucas e raras no Bw1 e raras no Bw2.

Tabela 12 - Resultados das análises texturais do Perfil 5

Horizontes	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	
P6-Ap	840,88	91,00	68,12	Areia Franca
P6-Bw1	758,44	188,00	53,56	Franco Arenosa
P6-Bw2	781,00	188,00	31,00	Franco Arenosa

Fonte: Nishizima (2019).

O ponto 8 (figuras 54 e 55), mais próximo a malha urbana, está localizado no setor norte da área pesquisada. É uma área com topos de colinas íngremes com vertentes côncavas, área de transição entre assentados, portanto cultivo de pequenas agriculturas e pastagem, e latifundiários da área rural, muito presente gramínea e pastagem. A vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares deste setor varia entre moderadamente vulnerável e moderadamente estável no verão (março), e médio, moderadamente vulnerável e vulnerável, a presença dos diferentes grupos sociais pode intensificar nos efeitos sentidos desses impactos dos solos vulneráveis à processos erosivos de forma particular.

Estão presentes solos rasos e desenvolvidos associados aos Latossolos, e Argissolos. Neste recorte estão presentes os processos erosivos lineares como demonstra a figura 52.

As tabelas 15 e 16, descreve um perfil de solo com classificação de “Latossolos Vermelhos” é oriundo da rocha sedimentar da formação Adamantina (Grupo Bauru), são solos mais desenvolvidos e profundos.

O perfil 6 diz respeito ao ponto 8, com uso e ocupação de pastagem e cultivo de cana-de-açúcar, são solos não rochosos e não pedregosos, colinas suavemente onduladas. Ambiente de boa drenagem, com presença dos processos erosivos lineares, são áreas de moderadamente estável e vulnerável (março/verão), associados ao plantio da cana-de-açúcar, gramínea, pastagem e pequenas agriculturas. Enquanto que no inverno/junho, são áreas de alta vulnerabilidade, moderadamente vulnerável e médio.

Figura 50 - Localização do Ponto 8 no mapa dos compartimentos de relevo

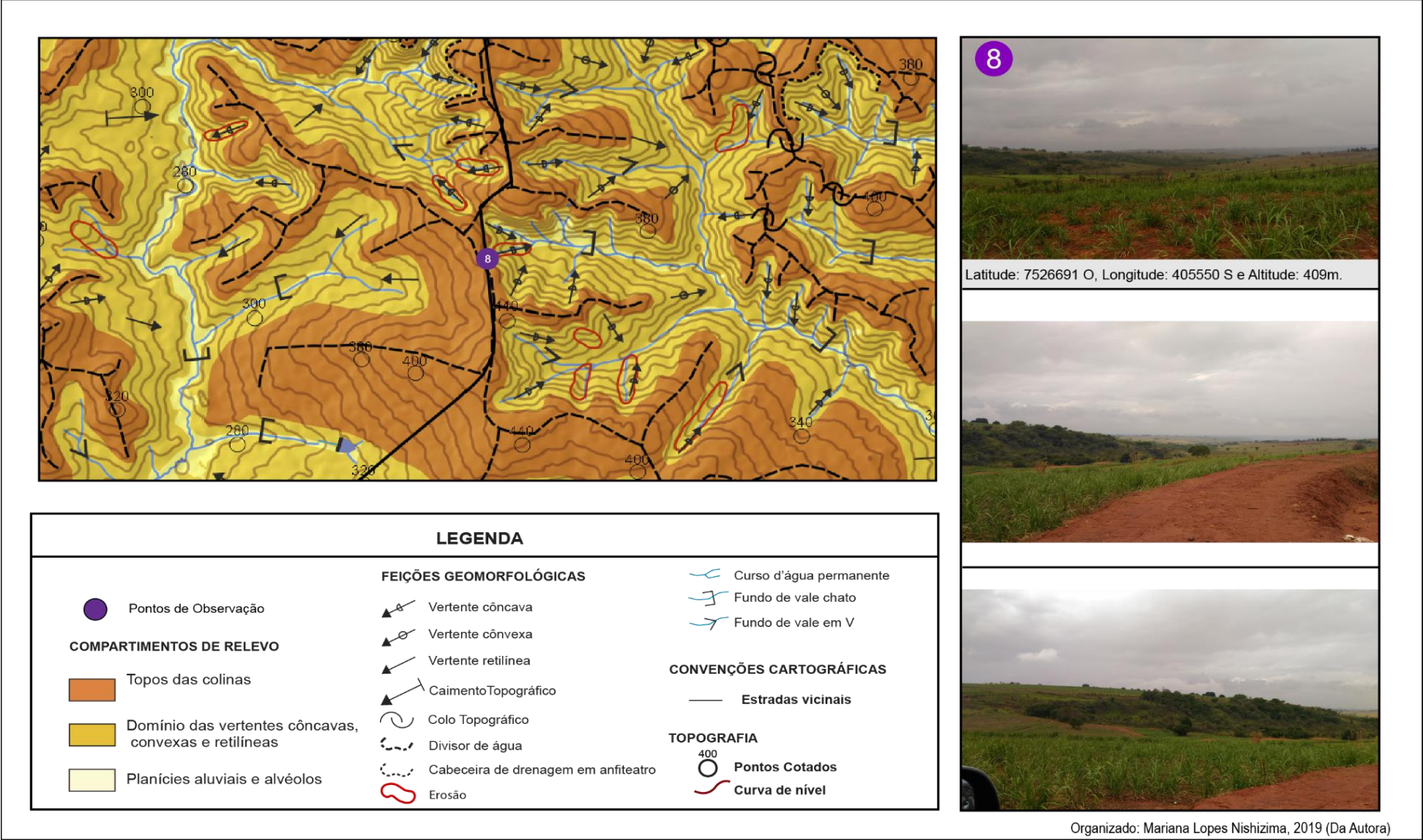


Figura 51 - Ponto 8 de observação no campo e perfil topográfico da área

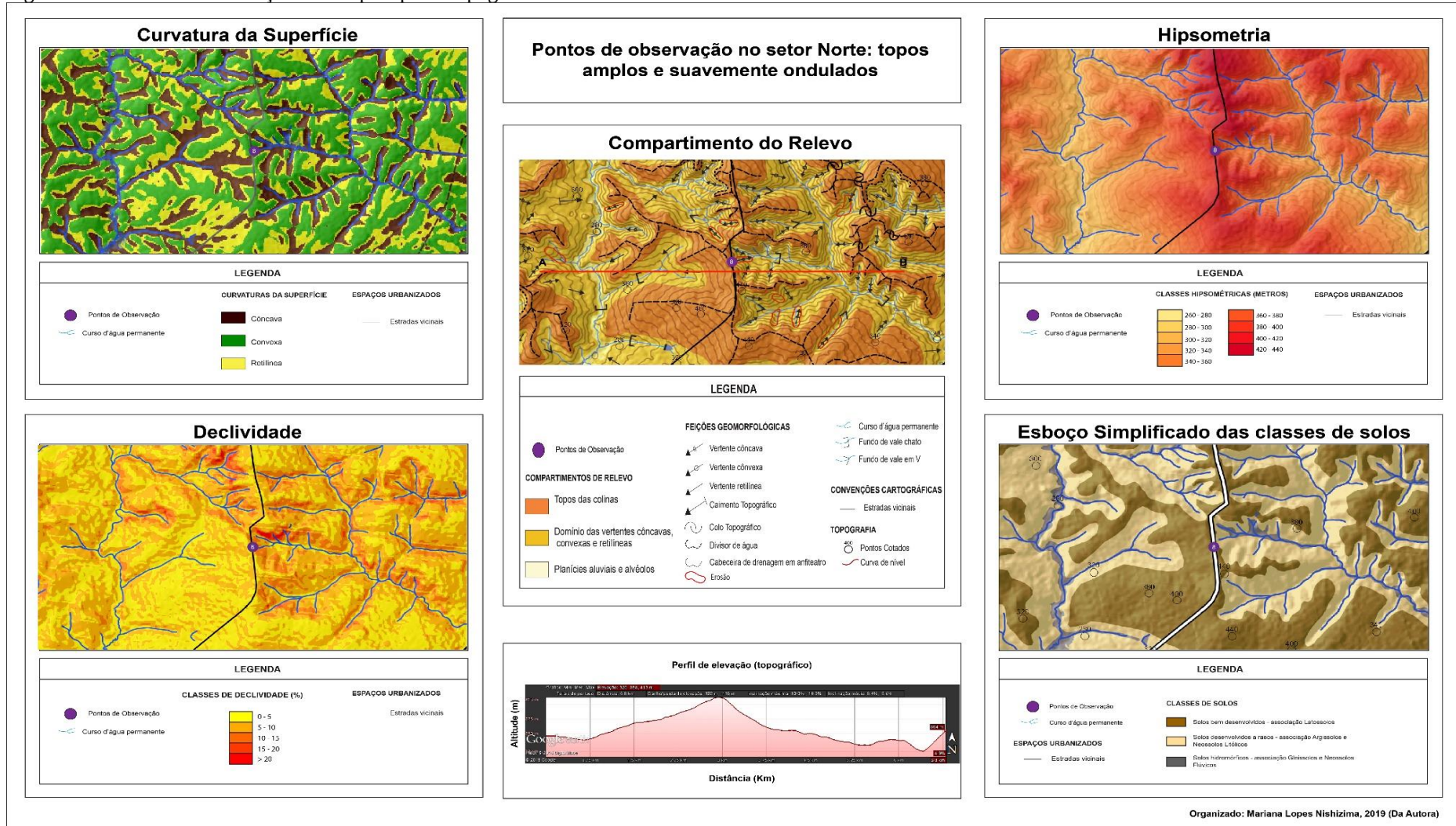


Tabela 13 - Descrição geral do Perfil 6 associado ao Ponto 8

Data:	18.11.2017
Perfil Nº:	6
Classificação do SiBCS:	Latossolo Vermelho
Unidade de Mapeamento:	LV
Localização, Município, Estado e Coordenadas:	As margens da Estrada Vicinal próximo a cidade de Mirante do Paranapanema. Município de Mirante do Paranapanema – SP. Latitude: 405550 S Longitude: 752669 O WGr
Situação, Declividade e Cobertura vegetal sobre o perfil:	Topo de colina, com declividade média de 5% e cobertura de gramíneas.
Altitude:	409 m
Litologia, Unidade Litoestratigráfica e cronológica:	Rocha Sedimentar da Formação Adamantina (Grupo Bauru). Cretáceo Superior
Material Originário:	Produto originário da decomposição dos arenitos da Formação Adamantina
Pedregosidade:	Não pedregosa
Rochosidade:	Não rochosa
Relevo Local:	Suavemente ondulado
Relevo Regional:	Colinas suavemente onduladas
Erosão:	Moderada
Drenagem:	Bem drenagem
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Semidecidual
Uso Atual:	Pastagem
Descrição e Coletado Por:	João Osvaldo e Mariana

Fonte: Nishizima (2019).



DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

•Ap 0 – 25 cm, vermelho (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco argilo arenosa; fraca muito pequena e pequena granular; consistência em solos seco: macia; em solo úmido muito friável; não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

•Bw1 10 – 75 cm, vermelho (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco argilo arenosa; fraca muito pequena e pequena subangular; consistência em solos seco: dura; em solo úmido pouco friável; plástica e pegajosa; transição plana e clara.

•Raízes: comuns e médias no Ap; poucas e raras no Bw1.

Tabela 14 - Resultados das análises texturais do Perfil 6

Horizontes	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	g/Kg⁻¹	
P4-Ap	594,19	238,00	167,81	Franco Argilo Arenosa
P4-Bw1	545,05	354,00	100,95	Franco Argilo Arenosa

Fonte: Nishizima (2019).

4.2.3 Análise da vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares: setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

Após a elaboração dos produtos cartográficos necessários para execução dos cruzamentos das informações sobre a dinâmica da paisagem, juntamente com os usos e ocupações/cobertura vegetal, apresentados anteriormente, avançou-se para a elaboração dos mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares”.

É importante ressaltar ainda, que no decorrer da pesquisa, encontramos meios para a elaboração dos mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) no setor Centro-Sul de Mirante do Paranapanema – SP”, portanto, para o recorte/limite da área estudada, em dois períodos distintos: o verão, representado pelo mês de março; e o inverno representado pelo mês de junho. A região tem essas duas fases do ano muito bem delimitada, o que tornou fortemente perceptível no decorrer da análise do recorte específico, demonstra claramente as características específicas das dinâmicas da paisagem nesses dois momentos, verão (março) e inverno (junho), assim

como, sobre os tipos de ocupação e uso da área de estudo, pelos indivíduos e/ou grupos sociais.

Nota-se que, é possível visualizar que nos Mapas de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares” do período de março de 2016 (úmido/verão), e junho de 2016 (seco/inverno), portanto, Figura 56 e 57, desenvolveram características/resultados muito semelhantes aos Mapas de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal”, também para os mesmos dois períodos, os quais permitem realizarmos clara interpretação, logo, entendimento do recorte de estudo.

Nesse sentido, quando analisamos o meses mais chuvosos, representado aqui pelo mês de março, período de verão, percebe-se que as áreas de Mata demonstradas pelo Mapa de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal (março/2016)”, são as áreas de maior índice de “NDVI”, logo maior a quantidade de vegetação ou ainda, de presença de vegetação com maior atividade fotossintética, são também representadas por áreas “Estável” no mapa de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares”, igual a 5% da área em questão.

Já as áreas de cultivo de “Cana-de-açúcar”, “Gramíneas/Pastagens”, e “Área Agricultada” se interlaçam, se relacionam entre si, percebam que são áreas representadas no mapa de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares” do verão/março de 2016, por classes de “Moderadamente Estável”; “Médio Estável/Vulnerável”; e “Moderadamente Vulnerável”, variando, portanto, de 41%; 8%; à 31%, respectivamente, tal variação está desta forma relacionado aos tipos de ocupação e uso desses solos, o que determina diretamente ou indiretamente se as áreas estarão mais ou menos vulneráveis ao processo de perda do solo.

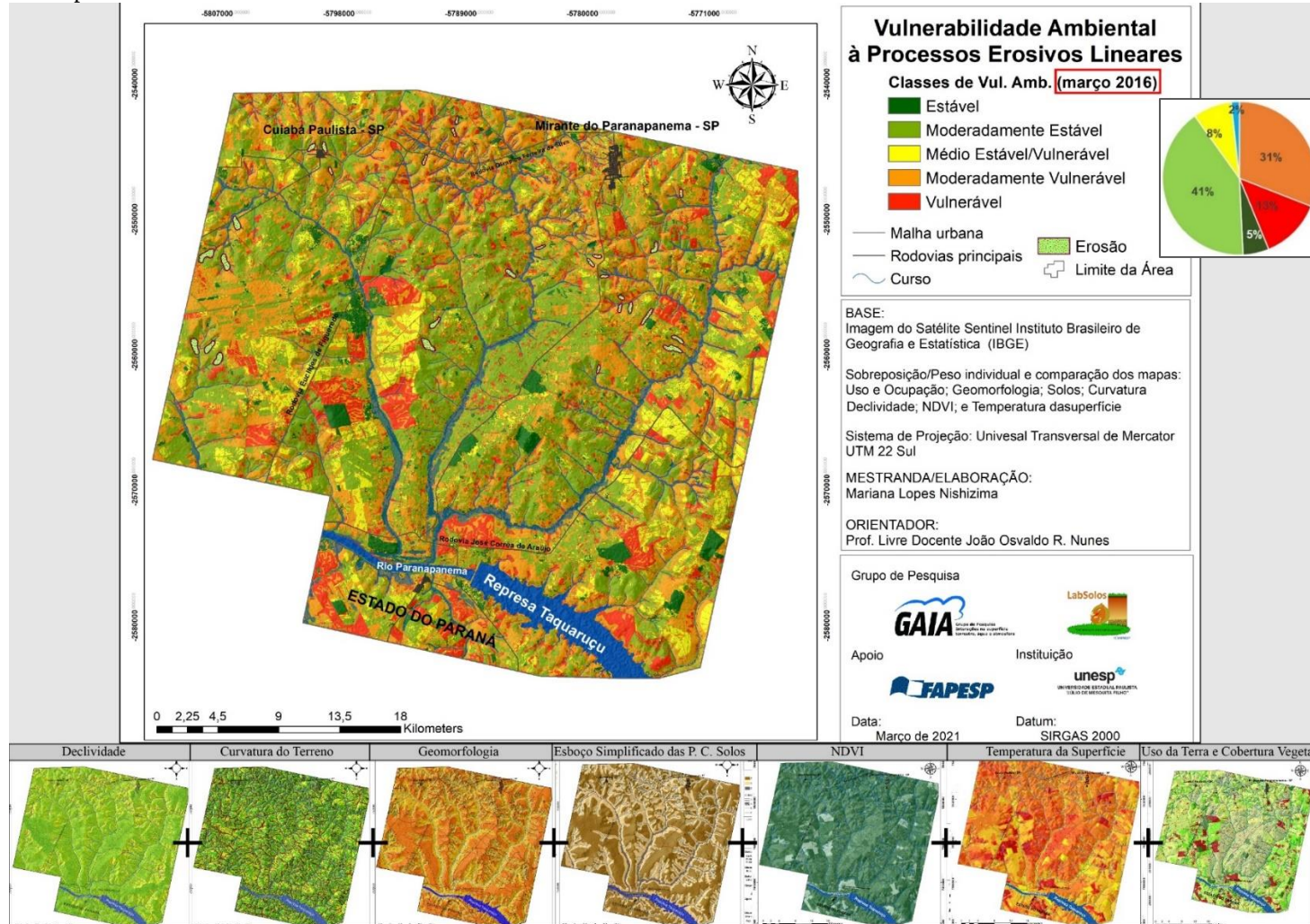
As áreas de maior índice de vulnerabilidade no verão (março), estão sobretudo, relacionadas as áreas de “solo exposto” e a colheita do cultivo de cana-de-açúcar, assim como, as áreas de alta declividade, acima de 20%.

Nos meses de seca, representado aqui pelo mês de junho (inverno), destaca-se os polígonos de mata, sendo estes, as áreas “Estáveis”, 6%. Predominantemente, é nítido o aumento das áreas de “Médio Estável/Vulnerável” com 28%; “Moderadamente Vulnerável” com 24%; e a classe “Vulnerável” com 18% da área. São áreas relacionadas as vertentes declivosas e próximas aos cursos d’água, são ainda, áreas de “solos expostos”, cultivo de cana-de-açúcar, e áreas de outras pequenas agriculturas. É um período de pouca pluviometria, portanto, chuva, e que conseqüentemente com baixa presença do importante elemento, água, no sistema. Com tal descrição das características da área de estudo no

inverno, chama-se a atenção também para aplicação de técnicas que auxiliam na contenção desses solos, afim de conservar essa matéria tão importante para a sobrevivência dos indivíduos e grupos sociais, aqui na Terra.

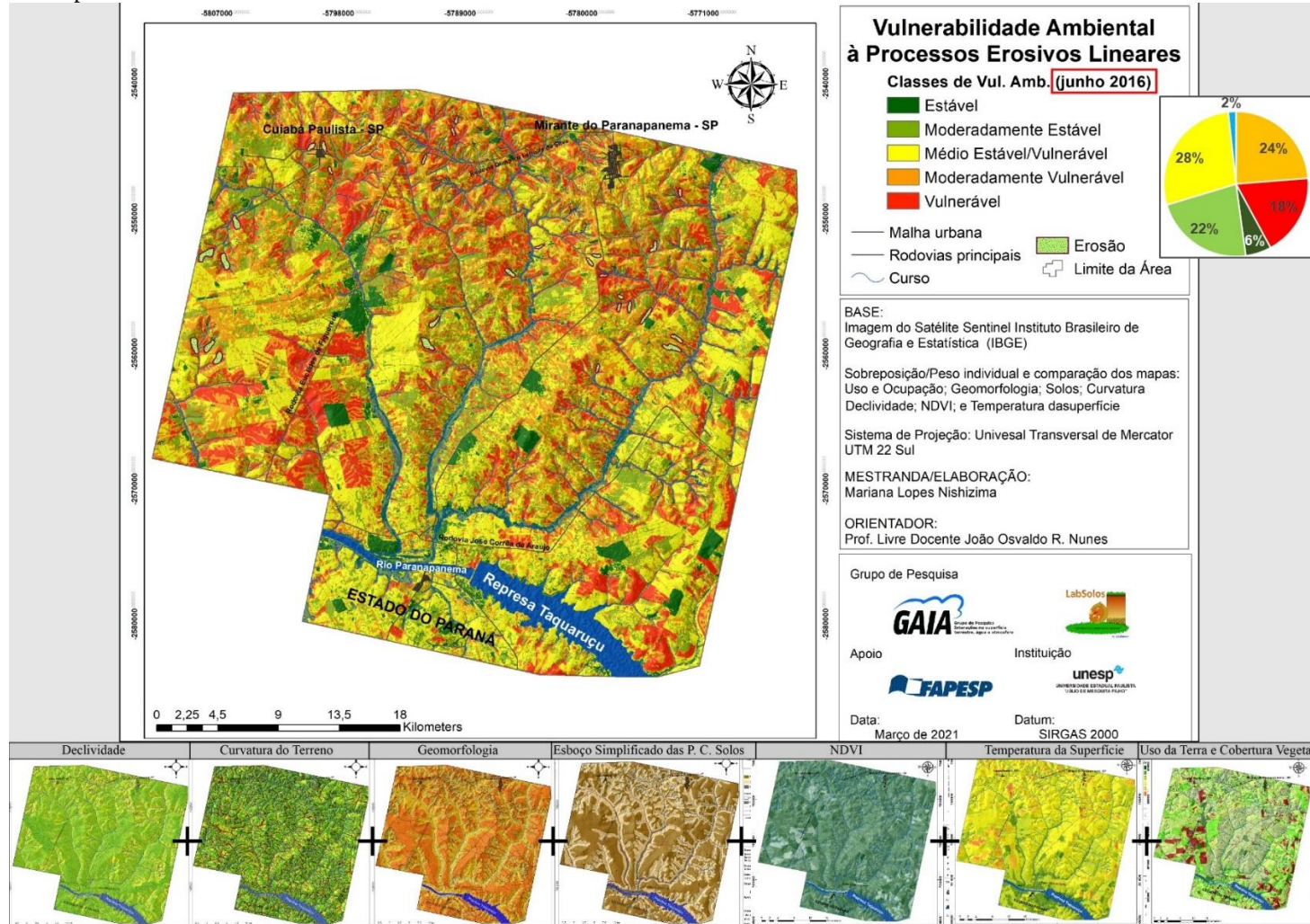
Por fim, chama-se a atenção para os polígonos que representam as feições dos “processos erosivos lineares” identificados na área de estudo, seja através da técnica de estereoscopia digital da imagem ALOS/PRISM, ou ainda, reconhecidos e confirmados nos trabalhos de campos, durante a ida/visitação de forma física, presencial, na área de estudo.

Figura 52 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) do mês de março, do setor centro-sul de Mirante do Paranapanema – SP



Fonte: Autoria própria.

Figura 53 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) do mês de junho, do setor centro-sul de Mirante do Paranapanema – SP



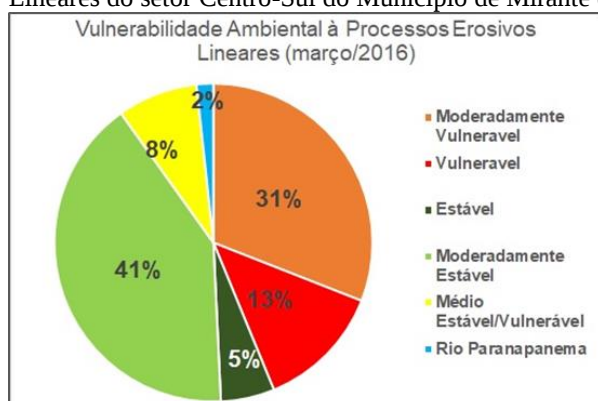
Fonte: Autoria própria.

No verão, em março de 2016, o Mapa 14 juntamente com o Gráfico 5, reafirma a forte presença da alta pluviometria na temporada de verão, que favorece o desenvolvimento dos processos morfogenéticos. Em parte da área, observa-se a presença da agricultura familiar, através dos assentamentos rurais, situados em relevo pouco declivosos, portanto, mais plano, que estão majoritariamente mais próximos dos cursos d'água, onde quase sempre tem a presença das áreas de APP – Áreas de Preservação Permanente.

Neste cenário, identificou-se que as áreas “Estáveis” são representadas por 5%, sendo às áreas de mata e/ou de cobertura vegetal com maior atividade fotossintética; 41% é representada pela classe “Moderadamente Estável”, são áreas, em sua maioria, ocupadas e usufruídas por Agricultores Familiares, destacadas pela classe: “Área Agricultada” e “Gramíneas/Pastagens”, nos mapas de “Uso e Cobertura”. Já a classe “Médio Estável/Vulnerável (8%)” e a classe “Moderadamente Vulnerável (31%)” estão quase sempre muito próximas e/ou se sobrepõe entre si, são elas: Áreas de Cultivo de Cana, por pequenos produtores, mas sobretudo, são produções de Cana-de-açúcar para a produção do etanol ou açúcar pela Empresa Odebrecht. Tais áreas, conseqüentemente, serão mais vulneráveis ou não, conforme as técnicas e conhecimentos de manejo do solo adequado para a exploração de cultivos e produções feitas para esses objetivos.

As áreas Vulneráveis nesse período indicam recortes espaciais de Solos Expostos conforme demonstrada no mapa de “Uso e Cobertura”. São solos, sem a cobertura vegetal e pouca presença de curvas de níveis, logo são áreas de extrema exposição aos efeitos climáticos (processos de intemperismo e morfodinâmicos) e ao tipo de uso e manejo realizado pelo indivíduo e/ou grupo sociais. Para finalizar essa análise, destacamos aqui os 2% sendo referente ao Rio Paranapanema.

Gráfico 5 - Espacialização por meio da Porcentagem (%): Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares do setor Centro-Sul do Município de Mirante do Paranapanema - SP, março de 2016

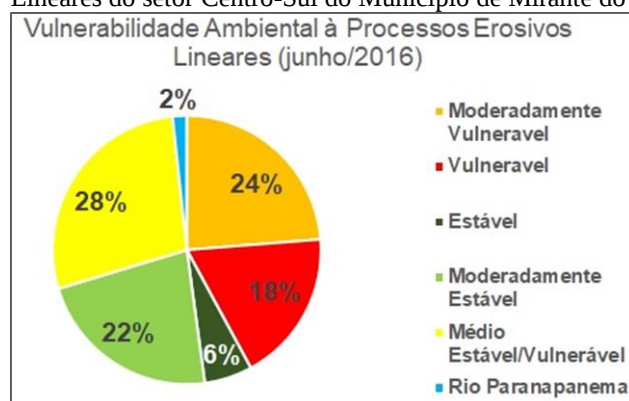


Fonte: Autoria própria.

Já no inverno, junho de 2016, o Mapa 15 e o Gráfico 6, demonstram estiagem, ou seja, baixa entrada de água no sistema, bem característico da temporada de inverno na região. O Gráfico 6, mostra a área “Estável” como 6%, sendo 1% a mais se comparado com o quadro anterior, verão. São áreas igualmente ocupadas por “Mata e/ de cobertura vegetal com maior atividade fotossintética, compreendemos que o ganho de 1% é devido a redução do manejo dos solos na temporada de inverno, decorrente do período seco e de baixa umidade nos solos. Na sequência, as áreas da classe “Moderadamente Estável (22%)”, vão ao encontro da ocupação e uso das agriculturas familiares e áreas de “Gramínea/Pastagem”, observado nos mapas de “Uso e Cobertura”. Nota-se que tais áreas “mais estáveis” estão de acordo com as áreas de assentamento, como por exemplo: as áreas centrais do limite estudado, bem como, no sentido noroeste, enquanto que a classe “Médio Estável/Vulnerável (28%)” e a classe “Moderadamente Vulnerável (24%)” estão muito próximas e/ou sobrepostas as Áreas de Cultivo de Cana-de-Açúcar, por pequenos produtores ou pela empresa Odebrecht. São recortes espaciais mais planas no setor sul e em vertentes no setor norte, onde são mais influenciadas a partir do modo como serão usufruídas pelos indivíduos/grupos sociais, igualmente dependentes das técnicas/conhecimentos/e finalidade do manejo do solo.

No entanto, as áreas “Moderadamente Vulnerável” e a “Vulnerável” estão igualmente sobrepostas ou muito próximas, são áreas de terrenos mais declivosos e de “Solo Exposto”, portanto, para além da falta de vegetação (raízes que auxiliam na fixação do solo), a alta declividade e ocupação sem manejos adequados dos solos, são áreas de intensa exposição aos efeitos climáticos (intemperismo) para além dos elementos expostos anteriormente e dos indivíduos e/ou grupo sociais que fazem uso deste ambiente, o quadro 5 demonstra os níveis de vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares.

Gráfico 6 - Espacialização por meio da Porcentagem (%): Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares do setor Centro-Sul do Município de Mirante do Paranapanema - SP, junho de 2016



Fonte: Autoria própria

Quadro 5 - Síntese integrada da vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP

MORFOESTRUTURA – Bacia Sedimentar do Paraná						
MOEFOESCULTURA – Planalto Ocidental Paulista						
CLASSES DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL (À PROCESSOS EROSIVOS LINEARES)	COMPARTIMENTOS DO RELEVO	LITOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	SOLOS	ATIVIDADE ANTRÓPICA - USO E OCUPAÇÃO	COBERTURA VEGETAL	MORFODINÂMICA PREDOMINANTE
 Estável	Topos amplos e suavemente ondulados. Vertentes convexas e planícies aluviais com matas ciliares	Presença das Formações Adamantina e Caiuá sem afloramento do aquífero freático	Latossolos e Argissolos	- Rodovias e estradas vicinais; - Áreas de Proteção Permanente – APP.	Campos de gramíneas e pequenos capões de matas residuais de encosta.	Presença de pequenos processos erosivos lineares (sulcos) nas áreas com o predomínio de gramíneas.
 Moderadamente Estável	Topos amplos e suavemente ondulados. Vertentes convexas e retilíneas. Planícies aluviais com matas ciliares	Afloramento das Formações Adamantina e Caiuá com áreas de surgência do aquífero freático suspenso	Argissolos e Neossolos Litólicos	- Ocupação urbana; - Rodovias e estradas vicinais; - Áreas com cultivos de cana-de-açúcar e de pequenos produtores rurais; - Áreas com pastagens.	Campos de gramíneas e pequenos capões de matas residuais de encosta.	Presença de processos erosivos lineares pequenos e médios (sulcos e ravinas) nas áreas com o predomínio de gramíneas.
 Médio Estável/Vulnerável	Topos ondulados. Vertentes concavas e retilíneas e planícies aluviais	Afloramento das Formações Adamantina, Santo Anastácio, Caiuá e Sedimentos Aluvionares Quaternárias, com afloramento do aquífero freático suspenso	Argissolos e Neossolos Litólicos e Hidromórficos Aluviais - Planossolos e Gleissolos	- Presença de pastagem; - Cana-de-Açúcar; - Barragens.	Campos de gramíneas, solo exposto e pequenas matas galerias remanescentes.	Presença de processos erosivos lineares médios e grandes (ravinas e voçorocas), como assoreamento dos córregos.
 Moderadamente Vulnerável	Topos estreitos e ondulados. Vertentes concavas e planícies aluviais	Afloramento das Formações Adamantina, Santo Anastácio, Caiuá e Sedimentos Aluvionares Quaternárias, com afloramento do aquífero freático suspenso	Argissolos e Neossolos Litólicos e Hidromórficos Aluviais - Planossolos e Gleissolos	- Presença de pastagem; - Cana-de-Açúcar; - Solo Exposto.	Campos de gramíneas e solo exposto	Presença de processos erosivos lineares médios e grandes (ravinas e voçorocas), como assoreamento dos córregos.
 Vulnerável	Topos estreitos e ondulados. Vertentes concavas e planícies aluviais	Afloramento das Formações Adamantina, Santo Anastácio, Caiuá e Sedimentos Aluvionares Quaternárias, com afloramento do aquífero freático suspenso	Argissolos e Neossolos Litólicos e Hidromórficos Aluviais - Planossolos e Gleissolos	- Solos Expostos; - Cana-de-Açúcar; - Presença de pastagem	Campos de gramíneas e solo exposto	Presença de processos erosivos lineares grandes (voçorocas), como assoreamento dos córregos.

Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÃO

Para a identificação e análise dos níveis de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, portanto o recorte não abrange todo o limite do município, mas sim a parte mais central e sul da área em questão, onde aparece também parte do município vizinho, Cuiabá Paulista – SP, a sua importância está sobretudo, para a gestão e planejamento do ordenamento territorial da escala local, do município. Nele, destaca-se a necessidade da elaboração dos mapas primários de Hipsometria, de Declividade, de Curvatura do Terreno, bem como, os mapas de maior complexidade, tais como: Termal da Superfície, NDVI, Uso e Ocupação da Terra, Esboço Simplificado do Solos e Geomorfológico. Esses mapas foram elaborados na escala de detalhe, logo, 1:25.000, importante ressaltar que é também, um trabalho de continuidade dos autores, que vêm trazendo à luz do conhecimento: a geomorfologia; os aspectos da relação da sociedade e natureza; de forma a compreender com melhor clareza o aspecto do Espaço Geográfico.

Os mapas primários juntamente com os trabalhos de campo, deram suporte para a elaboração dos mapas de maior complexidade, nos permitindo expor aqui tamanha análise e demonstração sobre a área de estudo, que neste foram identificados três principais compartimentos do relevo com suas respectivas feições associadas aos tipos de solos, são esses, portanto: Topos suavemente ondulados das colinas amplas com solos desenvolvidos, Latossolos Vermelhos; Domínio das vertentes com solos rasos a desenvolvidos, associados aos Neossolos Regolíticos e Argissolos Vermelhos; Planícies Alvéolares em fundo de vale com presença de Planossolos, Gleissolos e materiais sedimentares e manufaturados de origem tecnogênica.

Identificou-se, que as áreas de maior temperatura estão associadas aos cultivos de cana-de-açúcar e solo exposto, quando há a retirada do mesmo. Já o índice de NDVI mais próximo ao valor -1 e, portanto, menor atividade fotossintética, apresenta-se mais intensamente nos topos de colina e em vertentes com solos mais friáveis, que nos períodos de maior pluviosidade podem favorecer ao maior escoamento superficial, ocasionando aumento dos processos erosivos lineares (perda de solos).

Por outro lado, as áreas com menor temperatura são as áreas de maior índice de vegetação (NDVI, próximo ao valor 1) e ou maior atividade fotossintética da mesma vegetação, são áreas que foram identificadas nos topos e nas vertentes com feição de caimento topográfico, com predominância de cultivos de menor escala e culturas perenes.

Dessa forma, tais análises dos resultados auxiliaram na compreensão da vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP.

O entendimento da caracterização histórica da transformação socioambiental que ocorreu na paisagem, foi fundamental para compreender que a ocupação se deu antes mesmo dos usos da terra, através dos conflitos culturais e de disputa territoriais.

Neste recorte territorial, com ocupação de uma sociedade dividida em classes sociais tão antagônicas, convivem no meio rural tanto os latifundiários, com extensas porções de terras; quanto famílias assentadas, sendo elas grandes fornecedoras e abastecedoras de alimentos para a região; e também, estão presentes os moradores da área urbana do município de Mirante do Paranapanema – SP, sendo essa uma cidade ainda recente, apresenta características físicas e de dinâmica interna do município, que este, pode vir a expandir os seus limites urbanos nos próximos anos.

Dessa forma, a pesquisa traz subsídio para uma ocupação cada vez mais consciente, ao pensar em planejamento e gestão mais adequados para as ocupações e usos das área, favorecendo não somente os aspectos ambientais e econômico, mas principalmente, levando em consideração outros aspectos que garantirão qualidade de vida a todos os grupos sociais do município, como por exemplo: estudos de áreas favoráveis para a instalação de aterro sanitário; posto de atendimento à saúde; escolas; parques (áreas de entretenimento e cultura) novos bairros; e comércio para atender as necessidades da população local.

Na busca pela compreensão sobre o entendimento de quem ocupa e faz uso de um determinado compartimento geomorfológico, somado às características físicas do ambiente, possibilitaram a identificação dos setores, e conseqüentemente tomamos conhecimento de quais grupos sociais encontram-se mais vulneráveis aos processos erosivos lineares. Dessa forma, o planejamento e gestão do município pode se beneficiar com informações capazes de dar suporte a elaboração de projetos de intervenção interdisciplinar/multidisciplinar, uma vez que considera-se de extrema importância a construção desses projetos com a participação não somente das(os) Geógrafas(os), mas sim, em conjunto com profissionais de áreas afins, garantindo diferentes perspectivas para um objetivo em comum: mitigar impactos negativos; promover qualidade e oportunidade menos desiguais; e evitar possíveis perdas, sejam elas elementos da natureza: como os solos, ou para além, a própria vida dos seres vivos no Planeta Terra.

A vulnerabilidade ambiental enquanto a abordagem dos desastres e dos riscos nos permitiram pensar/trazer mais elemento sociais para a compressão do entendimento de “como se deu a apropriação da terra (propriedade da terra) e dos conflitos sociais e socio territoriais na região”, e sobretudo com ênfase na cidade de Mirante do Paranapanema e Teodoro Sampaio (município vizinho) que são áreas que concentram maior número de assentados/assentamentos, e que, portanto, há registros de grandes conflitos territoriais. (Contribuições futuras).

Trazendo a luz do conhecimento, a compreensão de questões como “quais os impactos dessa vulnerabilidade ambiental para cada grupo social”, tanto para o conhecimento quanto visando as ações, logo podemos pensar em formas comunitárias; na gestão pública ou mesmo dentro do ambiente científico, como é este caso, onde nos dedicamos refletir e buscar provas ou trabalhos de campo para possibilitar a teorização, e a prática, de realizarmos intervenções para os momentos que possibilitem o exercício governamental, neste sentido, serão intervenções na escala local (prefeitura), que é este caso, mas que poderá também englobar a escala regional (governo do Estado) e/ou mesmo de nível nacional (País).

Através desta reflexão do planejamento, juntos, com os moradores/comunidade será possível atingir formas de garantir a segurança, conforto e economia para a sobrevivência dos mesmos.

Por fim, faz-se importante salientarmos aqui, que as metodologias aplicadas neste trabalho poderão ser adaptadas para outras áreas de estudos, visando fornecer contribuições para as pesquisas relacionadas a temática. Espera-se, ainda, que as discussões possibilitem novas inquietações e desafios para os leitores, pesquisadores e colaboradores.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969b.
- AB'SABER, A. N.; BERNARDES, N. O Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA, 18., Rio de Janeiro, 1958. **Guia de Excursões**. Rio de Janeiro, CNG. 303 p. 1958.
- ABREU, A. A. A Teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, n. 2, p. 51-67, ano 4, 2013.
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP, 1964.
- ALMEIDA, R. A. Diferentes modos de organização de explorações familiares no Pontal do Paranapanema: Reassentamento Rosana e Assentamento Santa Clara. 1996. 241 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 1996.
- BERTONI, J.; LOMBARDI, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- BOIN, M. N. **Chuvvas e erosões no oeste paulista**: uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista - UNESP. Rio Claro, 2000.
- CÂMARA, G. et al. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, New York, v. 20, n. 3, p. 395-403, may/jun. 1996.
- CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. I, n. 20, p. 193-204, jan./jul., 2003.
- CORRÊA, C. S. **Violência urbana e vulnerabilidades**: o discurso dos jovens e as notícias de jornais. 2010. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- CUNHA, L. DIMUCCIO, L. Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição: exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra. **Territorium**, v. 9. p. 1-22, 2002.
- CUNHA, L. J. S.; DIMUCCIO, L. **Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição**: exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra. In: Colóquio de Geografia de Coimbra, 3., 15 e 16 de março de 2001, p. 22, 2001.
- CUNHA, L.; LEAL, C. Natureza e sociedade no estudo dos riscos naturais: exemplos de aplicação ao ordenamento do território no município de Torres Novas (Portugal). In: As novas geografias dos países de língua portuguesa. Paisagens territórios e políticas no Brasil e em Portugal, **Geografia em Movimento**, São Paulo, 2012, p. 47-66. Disponível em: <10.13140/RG.2.1.2900.8729>. Acesso em: 13 abr. 2021.

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais** [Online], v. 93, 2011.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, 1996.

CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T. Moral hazard, social catastrophe: the changing face of vulnerability along the hurricane coasts. **Annals of the American Academy of Political and Social Science**, 2006. Disponível em: <102-112. 10.1177/0002716205285515>. Acesso em: 10 mar. 2021.

DEFFONTAINES, P. Regiões e paisagens do Estado de São Paulo: primeiro esboço de divisão regional. **Associação dos Geógrafos Brasileiros**, São Paulo, ano 1, n. 2, p. 117-169, 1935.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013.

FELIPE, M. C. P. **Mapeamento dos compartimentos de relevo do município de Estrela do Norte-SP e adjacências**. 2015. 106 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2015.

FENNDRICH, R. et al. **Drenagem e controle da erosão urbana**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 1997.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. et. al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 399-409, out./dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1413-4152&nrm=iso&rep=&lng=pt>. Acesso em: 20 set. 2018.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares de parte dos municípios de Marabá Paulista - SP e presidente Epitácio - SP**. 2016. 199 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de classificação da cobertura e do uso da terra. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**: 1:1.000.000. São Paulo: IPT, v. II, p. 6-7, 21; 70-2; 1981. (Publicação IPT 1183).

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

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. University of South Carolina. 2011.

KERTZMAN, F. F. Mapa de erosão do Estado de São Paulo. **Revista IG**, São Paulo, v. especial, 1995.

LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, 1998.

LEMOES, R. C. SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MENDES, M. J. A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, p. 95-128, 2011.

MONBEIG, P. A divisão regional do Estado de São Paulo. **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, São Paulo, v. I, p. 1945-46, 1949.

MONBEIG, P. **Pionniers et planteurs librairie armand colin**. Paris, 1952.

MONTEIRO, A. Riscos climáticos: hazards, âleas, episódios extremos. In: AMORIM, M. C. C, T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Org.) **Climatologia urbana e regional**: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Ed. Outras Expressões, 2013.

MORAES R. **Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e suas gênesis**. São Paulo: Inst. Astron. e Geofísico de S. Paulo, 1932.

MOREIRA, J. L. **O clima urbano em Penápolis/SP**: análise da temperatura e umidade interurbana. 2016. 207 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell soil color charts**. Baltimore, 2000.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. **Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical: estudo comparado entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália)**. 2018. 176 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2018.

NISHIZIMA, M. L. **O relevo do setor centro-sul do município de mirante do paranapanema - SP**. 2017. 84 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente**. 2002. 211 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002.

NUNES, J. O. R.; FREIRE, R.; PERES, I. U. Mapa geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente - SP. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, 6., Goiânia, 2006. **Anais...** União da Geomorfologia Brasileira; International Association of Geomorphologists, Goiânia, 2006.

OJIMA, R. A vulnerabilidade socioambiental como conceito interdisciplinar: avanços e potencialidades para pensar mudanças ambientais. Dossiê - colóquio internacional de ciências sociais – o mundo contemporâneo: crises, rupturas e emergências (CRONOS), 6. **Revista Pós-Grad. Ci. Soc. UFRN**, Natal, v. 13, n. 1, p 110-120, jan./jun. 2012.

OLIVEIRA, J. B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000)**. Campinas-SP: Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro - RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/EMBRAPA, 1999. 108 p.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP**. 2014. 265 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

PEDRO, L. C.; DIAS, M. B. G. Análise da degradação ambiental decorrente da forma de ocupação do relevo: um estudo do bairro Jardim Humberto Salvador - Presidente Prudente - SP. **Revista Fórum Ambiental da Alta Paulista: Saúde, Saneamento e Meio Ambiente**, Presidente Prudente, v. 8, n. 12, 2012.

PENCK, W. **Die morphologische analyse**. Ein kapitel der physikalischen geologie. J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart, 1924.

PONZONI, F. J. et al. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, p. 41-56, 1996.

SAMIZAVA, T. M. SIG aplicado à escolha de áreas potenciais para instalação de aterros sanitários no município de Presidente Prudente - SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, p. 43-55, 2008a.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: UNESP, 2009.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2006.

SETZER, J. **Pequeno curso de pedologia (notas de aula revistas pelo autor)**. Rio de Janeiro: IBGE Conselho Nacional de Geografia, 1986.

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. 251 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, 2012.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da geografia física na geografia. **Revista Electrónica Terra Livre**, n. 17, p. 11-24, 2. sem. 2001.

TEOBALDO NETO, A. **A geografia do risco e da vulnerabilidade ao calor em espaços urbanos da zona tropical: o caso Cuiabá - MT**. 2019. 327 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. VIII, n. 1).

TRENTIN, R. **Mapeamento geomorfológico e caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Itu - Oeste do Rio Grande do Sul - Brasil**. 2011. 220 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

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

WICANDER, R.; MONROE, J. **Fundamentos de geologia**. Título original: Essentials of geology. São Paulo, Cengage Learning, 2014.

APÊNDICE A - Um breve relato sobre o intercâmbio/BEPE na UC – PORTUGAL

Manifestou-se, ainda, o interesse na realização da Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE) apoiado e financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo: 2019/14442-1), no segundo semestre de 2019, o período concedido fora de 6 meses, portanto de novembro de 2019 a maio de 2020, porém com a pandemia Covid-19 houve a necessidade do retorno antecipado, finalizou-se dessa forma o intercâmbio no período de novembro de 2019 a março de 2020 (4 meses e meio). Logo o intercambio aceito e devidamente apoiado pela Universidade de Coimbra localizado na cidade de Coimbra em Portugal, assim como, muito bem amparado pelo Co-orientador do país: Professor Doutor Lúcio José Sobral da Cunha.

O projeto BEPE intitulado “Análise do referencial teórico e metodológico internacional acerca do conceito de vulnerabilidade: a busca por novas técnicas de geoprocessamento” foi aprovado e teve como objetivo trazer contribuições internacional para a dissertação de mestrado, auxiliando melhor compreensão das morfodinâmicas relacionadas à ocupação e uso do relevo, podendo levar a intensificação dos processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas). É importante salientar aqui, que considerou sempre a realidade dos aspectos físicos e sociais da área de estudo durante a análise no país e no intercâmbio. Alguns registros do período de intercâmbio na Universidade de Coimbra: Figura 38 e 39.

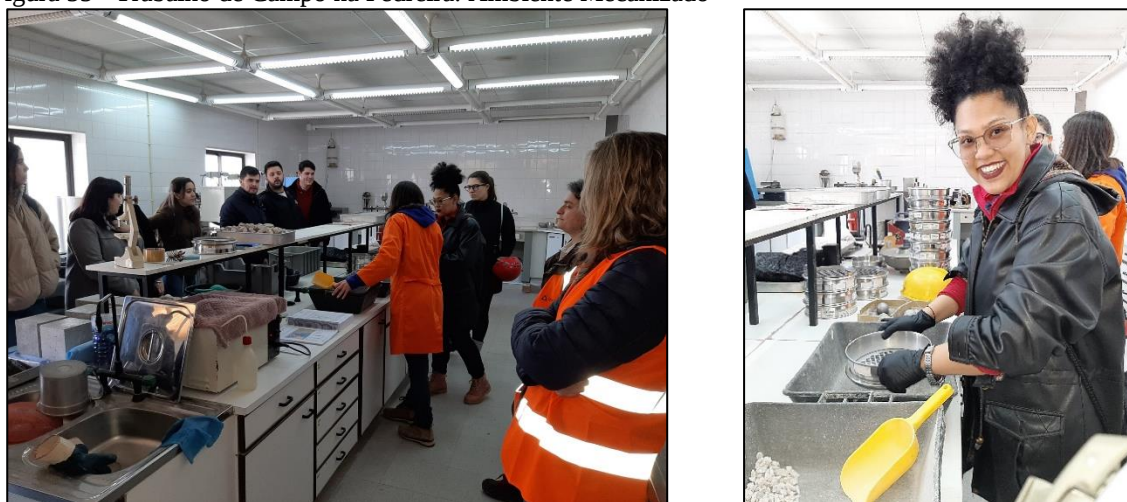
O estágio fora realizado no CEGOT (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território), na linha Natureza e Dinâmicas Ambientais do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra – Portugal, sob a supervisão do experiente Professor Dr. Lucio José da Sobral Cunha. Portanto, buscou-se o conhecimento de novos procedimentos metodológicos que possibilitaram o aprimoramento das técnicas e formas de análises aplicadas ao recorte espacial.

Figura 54 - Museu: Centro Ciencia Viva do Alviela – Carsocópio e Trabalho de Campo: Pedreira



Fotos: A autora/Arquivo da Universidade de Coimbra, 2020.

Figura 55 - Trabalho de Campo na Pedreira: Ambiente Mecanizado



Fotos: A autora/Arquivo da Universidade de Coimbra, 2020.

APÊNDICE B - Mapas de Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos Lineares do Setor Centro-Sul do Município de Mirante do Paranapanema – SP, março (verão) e junho (inverno) de 2016.

