



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE

MARIANA LOPES NISHIZIMA

**O RELEVO DO SETOR CENTRO-SUL DO MUNICÍPIO DE
MIRANTE DO PARANAPANEMA – SP.**

PRESIDENTE PRUDENTE - SP

2017

MARIANA LOPES NISHIZIMA

**O RELEVO DO SETOR CENTRO-SUL DO MUNICÍPIO DE
MIRANTE DO PARANAPANEMA – SP.**

Monografia de bacharelado apresentada ao Conselho de Curso do Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes

PRESIDENTE PRUDENTE - SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

DEDICATÓRIA

Dedico esses cinco anos de formação e trabalho a minha família, repleta de amor, paciência, esforço e luta. “Toda conquista não seria possível, nem faria sentido sem vocês, Obrigada”.

Mãe – Maria Elena, Pai – Eduardo e Irmão – Eduardo Junior.

AGRADECIMENTOS

Com muito amor e carinho, em primeiro lugar agradeço a Deus, por estar comigo sempre, por iluminar meus passos, me levar a diante e me permitir reconhecer o caminho de voltar para casa. Provedor de todas as forças, esperanças para continuar acreditando, lutando pelos ideais, sonhos e desejos.

À família. Mãe, Maria Elena, por me inspirar compaixão, dedicação, a força da mulher que sente, chora, mas supera, levanta e acredita novamente. Obrigada mãe por me acolher sempre que senti vontade de desistir. Obrigada por me ensinar a ter fé.

Pai, Eduardo, por ser meu exemplo de homem, da humildade, honestidade, força, amizade, companheirismo e segurança.

Ao Irmão, Junior, por compartilhar as fases da vida, infância, juventude, pelos dias felizes, tempos difíceis, mas principalmente pelas conquistas.

Ao Primo Christian, pela amizade, companheirismo, parceria, pelos melhores momentos e por permanecer comigo nos piores.

Aos presentes que a graduação me trouxe, turma 56, guardarei cada momento no coração, das discussões a brigas sobre trabalhos, dos melhores trabalhos de campos as confraternizações. Em especial: Alice, Aniele, Erivelton, Jucimara, Ritielli, Alexandre, Ruan, Renan (Coelho) e Gustavo Andrade.

Aos queridos conterrâneos (Anastacianos), Caroline Souza (e família), Wellington, Lucas Biasi e Victor, por aceitar e me permitir a sincera amizade.

Aos amigos Matemáticos, Estatísticos, Cientistas da Computação, Engenheiros Ambientais, Fisioterapeutas, Pedagogos, Engenheiros Cartógrafos que a Unesp me presenteou, assim como os colegas de outras instituições, Larissa (fossa), Jady, Mayara, Bruno (Japa), Denise (Japonesa), Cristiane, Caíque, Álvaro, Amanda (Estatística), Marcela, Victor, Wilson, Amanda (Fruc), Talita (Tálite), Isabela (Menina do Desenho), Dandara, as irmãs Karina e Karen, Caio (Carto) Caio, Tom e Heitor.

Ao pessoal do Laboratórios de Solos, Ana, Ribas, Melina, Érika, Jéssica, Marcel, Alessandro, Mayara, Dener, Amanda, Gabriel, Caio, Elelan, Carolina e Victor, pelos ensinamentos, reflexões e parcerias. Em especial, Ana, Ribas, Melina e Mayara por serem os grandes professores, os quais me ensinaram a dar os primeiros passos como docente e na pesquisa. À Carolina (Carolzinha), por compartilhar seus conhecimentos, aprendizagem interdisciplinar, a conexão com a Engenharia Ambiental, por dividir os amigos queridos, os

momentos incríveis durante os trabalhos de campo, os momentos em laboratório, e sobretudo por me deixar fazer parte do seu cotidiano e família, muito obrigada Carol e família.

Aos queridos da pós-graduação e grupos de pesquisa Gaia, Gads e Lab. Geologia: Baiano (Lindberg), Paulo Cesar (Juninho), Daiane (Day) Nayara (Nany), Eduardo (Dú), Aurélio, Daniele (Carobina), Aline, Gustavo, Larissa (Vizinha), Marcos (Eita!), Agnaldo, Robson (RobGou), Guilherme Whitacker (Mestre), Renan (Gaias), Washington, Tiago Milani, pelos debates construtivos, cafés solidários, amizade, orientações e torcida.

Aos professores do ensino básico, técnico, e ensino superior, os quais têm meu respeito e admiração, por serem os exemplos desta profissão que tanto amo. Um obrigada em especial ao amigo e professor Fernando Araújo (Geógrafo), o primeiro a acreditar, incentivar e me apresentar a Geografia.

Ao professor João Osvaldo pela orientação, incentivo e confiança durante todos estes anos.

Ao Júlio Hasegawa pela disposição em esclarecer as dúvidas e ao Grupo de Pesquisa GADIS (Sistema Integrado de Dados para Estudos de Bacias Hidrográficas) pela disposição das imagens ALOS/PRISM.

À Tamae, pela paciência, orientação, ensinamentos e pela amizade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento da pesquisa que deu origem a este trabalho.

À banca examinadora composta pela Profa. Dra. Melina Fushimi, Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli, pelo acompanhamento e pelas contribuições ao trabalho.

E a todos que fizeram parte desses anos de graduação e que contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

A Geografia, ao atuar nas suas inúmeras subáreas, busca compreender o seu objeto de estudo o “Espaço Geográfico”, podendo-se entender através da relação sociedade-natureza e vice-versa. Portanto, a geografia nos permite percorrer sobre diversos caminhos, sempre correlacionando os elementos e os produtores do espaço geográfico. Pode-se afirmar que o mapa geomorfológico é atualmente importante instrumento na pesquisa da paisagem, sendo uma ferramenta que auxilia em prognósticos e diagnósticos, dessa forma, traz benefícios para o planejamento socioambiental, urbano e rural. Neste contexto, o presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo a elaboração do Mapa geomorfológico a partir da interpretação dos compartimentos do relevo do setor centro sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, utilizando-se das técnicas de estereoscopia digital. Em relação aos procedimentos, Tricart (1965), Ross (1992) e Ab’ Saber (1969) foram as principais referências. Para a elaboração do mapeamento aplicou-se a técnica de restituição – 3D, por meio das imagens ALOS/PRISM (ALPSMF072424050_01B2G), referentes a área de estudo, e a realização do trabalho de campo para coletar as coordenadas com GPS geodésico, com a finalidade de efetuar o georreferenciamento das imagens do satélite. As feições geomorfológicas foram compiladas utilizando óculos de lente azul e vermelha na frente do computador, colocando as marcas flutuantes (medição) sobre o ponto no estereomodelo e transmitindo para o arquivo de desenho. Foram digitalizadas as feições geomorfológicas dos fundos de vale, dos divisores d’água, dos limites entre os topos e as vertentes das colinas suavemente onduladas, dos colos topográficos e das planícies aluviais, trabalhados no SIGs, Projeto Quantum GIS® (QGIS) versão 2.16.0 e ArcGis® (Esri) versão 10.1. A finalização da vetorização dos compartimentos do relevo, portanto do mapa geomorfológico e respectivas feições morfológicas tiveram o acabamento gráfico no *software e aplicativo* de edição/ilustração gráfica, *Illustrator CS6* (pacote Adobe). Como principais resultados, identificou-se que a paisagem do município de Mirante do Paranapanema – SP, é constituída predominantemente do substrato geológico de rochas sedimentares do Grupo Bauru, Formações Adamantina no setor norte, e Formação Caiuá no setor sul da área mapeada (IPT, 1981). Geomorfológicamente estão mais presentes os relevos de colina amplas de topos suavemente ondulados e pedologicamente de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos-Amarelos (OLIVEIRA, et al, 1999), os quais, historicamente, foram manejados de forma inadequada. Consequentemente, existem sérios quadros de degradação erosivas na área de estudo.

Palavra-chaves: Relevo, Mapeamento, Geomorfologia e Mirante do Paranapanema – SP.

ABSTRACT

Geography when working on its many subareas, seeks to understand its object of study “Geographic Space”, it can be understood through the relation society-nature, also as, nature-society, therefore, geography allows us to go through different paths, always correlating the elements and the producers of the geographic space. We can affirm that, the geomorphological map is an important tool in landscape research nowadays, being a tool that helps in prognostic and diagnostics, thus, brings benefits to social-environmental urban or rural planning. In this context, the present course conclusion work had as an objective the elaboration of the geomorphological map from the interpretation of the relief compartments of the Mirante do Paranapanema municipality in São Paulo State, using the techniques of digital stereoscopy. Regarding procedures, Tricart (1965), Ross (1992) e Ab’ Saber (1969) were the main references. For the elaboration of the mapping it was applied the 3D restitution technique, through ALOS/PRISM (ALPSMF072424050_01B2G) images, referring to the study area, and the completion of the fieldwork to collect the coordinates with geodetic GPS, with the purpose of performing the geo-referencing of the satellite images. The geomorphological features were compiled using blue and red lens glasses in front of the computer, placing floating marks (measurement) on the point in the stereo-model and transmitting it to the drawing file. The geomorphologic features of the valley bottoms, the limits and water divisors were digitalized, between the tops and slopes of the gently wavy hills, of the topographic laps and alluvial plains, worked on GIS, Quantum Project GIS® (QGIS) version 2.16.0 and ArcGis® (Esri) version 10.1. The completion of the vectorization of the relief compartments, thus the geomorphological map and its morphological features had the graphic finishing with the *software Illustrator CS6* (Adobe pack). As main results, it was identified that the landscape of the Mirante do Paranapanema municipality in São Paulo State, is predominantly constituted by sedimentary rock of the geological substrate of the Bauru group, Adamantina formations in the northern sector, and Caiuá Formations on the southern sector of the mapped area (IPT, 1981). Geomorphologically the reliefs of broad hill of wavy tops are more present and Pedologically Red Latosols and Red-Yellow Argisols (OLIVEIRA, et al, 1999), in which, historically, they have been handled improperly, consequently there are serious erosive degradation frames in the study area.

Keywords: Relief, Mapping, Geomorphology, Mirante do Paranapanema – SP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Localização da área de estudo no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema-SP.....	15
Figura 2:	Ciclo ideal com um relevo real modelado (Rice, 1982).....	17
Figura 3:	Teoria da pediplanação de King.....	18
Figura 4:	GPS Geodésico modelo SR, marca Topcon.....	31
Figura 5:	Posicionamento Relativo.....	32
Figura 6:	Localização dos pontos coletados com o GPS Geodésico.....	34
Figura 7:	Localização do ponto 1.....	35
Figura 8:	Localização do ponto 2.....	36
Figura 9:	Localização do ponto 3.....	36
Figura 10:	Localização do ponto 4.....	36
Figura 11:	Localização do ponto 5.....	37
Figura 12:	Localização do ponto 6.....	37
Figura 13:	Localização do ponto 7.....	37
Figura 14:	Localização do ponto 8.....	38
Figura 15:	Localização do ponto 9.....	38
Figura 16:	Localização do ponto 10.....	38
Figura 17:	Imagem ALOS/PRISM no formato BitMap, posicionada 90°, para formar o par estereoscópico, e o layout do programa Prushboom.....	40
Figura 18:	Estereoscopia de Espelho e Digital.....	40
Figura 19:	Extração das feições geomorfológicas a partir do método anaglifo....	42
Figura 20:	Processo de manuseio dos dados construídos desde o Prushbroom até o SIGs.....	43
Figura 21:	Destruição da cobertura vegetal primitiva no oeste paulista.....	46
Figura 22:	Recorte da área de estudo a partir do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000. Fonte: Ross e Moroz (1997).....	49
Figura 23:	Recorte da área de estudo a partir do Mapa Geológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000. Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), 1981.....	51
Figura 24:	Figura 22: Recorte da área de estudo a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000. Fonte: Oliveira et al (1999).....	53
Figura 25:	Mapa de Localização dos pontos de observação dos compartimentos e feições geomorfológicas do Município de Mirante do Paranapanema – SP.....	58
Figura 26:	Mapa Geomorfológico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.	60
Figura 27:	Mapa Hipsométrico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.	61
Figura 28:	Mapa de Curvatura do Terreno do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.	62
Figura 29:	Mapa Clinográfico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.	63
Figura 30:	Mapa de Fragilidade Ambiental do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.	64

Figura 31:	Pontos de observação do campo, ponto 1; 1.1; e 2.....	66
Figura 32:	Pontos de observação do campo e perfil topográfico, ponto 1; 1.1; e 2.....	67
Figura 33:	Ponto 3 de observação do campo, próximo a usina Odebrecht, sentido sul da área mapeada.	69
Figura 34:	Ponto 3 de observação do campo, perfil topográfico da área, próximo a usina Odebrecht, sentido sul da Imagem.	70
Figura 35:	Ponto 4 e 5 de observação no campo, perfil topográfico da área, Ribeirão Nhanca e Ribeirão do Engano no setor sul, fundo de vale em berço, planície aluvial com morfologia meândrica.	72
Figura 36:	Ponto 4 e 5 de observação no campo, perfil topográfico da área, Ribeirão Nhanca e Ribeirão do Engano no setor sul, fundo de vale em berço, planície aluvial com morfologia meândrica.	73
Figura 37:	No Ponto 6 foram observadas as vertentes íngremes e declivosas, e no Ponto 7 é possível observar a visão da montante das cabeceiras de drenagem de afluente do Ribeirão Pirapozinho.....	75
Figura 38:	Ponto 6 e 7 de observação do campo, perfil topográfico da área, duas grandes cabeceiras de drenagem, barrancos voltados para o setor norte da imagem.....	76
Figura 39:	Ponto 8 de observação no campo, setor Norte, próximo ao município de Mirante do Paranapanema – SP.	78
Figura 40:	Ponto 8 de observação no campo, perfil topográfico da área, setor Norte próximo ao município de Mirante do Paranapanema – SP.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Aplicações do mapeamento geomorfológico.....	26
Quadro 2:	Síntese integrada dos compartimentos de relevo do município de Mirante do Paranapanema – SP.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Características das Sessões de rastreio para posicionamento relativo estático	33
Tabela 2:	Pontos em que foram realizados os levantamentos de coordenadas com o GPS geodésico.....	36
Tabela 3:	Pontos em que foram realizados os levantamentos de coordenadas com o GPS geodésico. Reaproveitamento dos pontos coletados por: FUSHIMI, M. FELIPE, M. C. P. NUNES, J. O. R. 2014 e 2015.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALOS/PRISM= Advanced Land Observing Satellite/ Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping.

BMP= Bitmap.

DXF= Drawing Exchange Format.

DWG= Drawing.

FCT= Faculdade de Ciências e Tecnologia.

GAIA= Grupo de Pesquisa Interações na superfície terrestre, água e atmosfera.

GNSS= Global Navigation Satellite System- Sistema Global de Navegação por Satélite.

GPS= Global Positioning System.

GSD= Ground Sample Distance

IBGE= Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INCRA= Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

IPT= Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

JAXA = Japan Aerospace Exploration Agency, Tanegashima

Km= Quilômetros.

NASA = National Aeronautics and Space Administration

RBMC= Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS.

SGB= Sistema Geodésico Brasileiro.

SIG= Sistema de Informação Geográfica.

SP= São Paulo.

SRTM= Shuttle Radar Topography Mission.

UGRH= Unidade de Gestão de Recursos Hídricos

UNESP= Universidade Estadual Paulista.

U.R.S.S.= União das Repúblicas Socialistas Soviéticas.

UTM= Universal Transversa de Mercator.

3D= Três Dimensões.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
OBJETIVOS.....	16
CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
1.1. AS ESCOLAS CLÁSSICAS DO PENSAMENTO GEOMORFOLÓGICO: UMA ANÁLISE AMBIENTAL.....	17
1.2. O SENSORIAMENTO REMOTO E SUAS APLICAÇÕES NA GEOGRAFIA	19
1.3. EQUIPAMENTOS DE CAMPO: GPS PARA LEVANTAMENTOS DE PRECISÃO.....	22
1.4. A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA.....	24
CAPÍTULO II - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	29
2.1. ABORDAGEM TEÓRICO-CONCEITUAL.....	29
2.2. O PLANEJAMENTO LOGÍSTICO E ESTRATÉGICO: PRÉ-CAMPO.....	29
2.3. TRABALHO DE CAMPO.....	30
2.4. ATIVIDADES PRÁTICAS EM GABINETE	38
CAPÍTULO III – A CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM: OS ASPECTOS HISTÓRICOS E FISIOGRAFICOS.	43
3.1. ASPECTO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO PONTAL DO PARANAPANEMA	43
3.2. ASPECTO FISIOGRAFICOS DO PONTAL DO PARANAPANEMA: RECORTE DA ÁREA DE ESTUDO.	45
3.2.1 Geomorfologia Regional	45
3.2.2. Geologia Regional.....	48
3.2.3. Pedologia Regional	51
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1. DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DOS COMPARTIMENTOS DE RELEVO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE MIRANTE DO PARANAPANEMA – SP.....	55
4.2. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO “IN LOCO”.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	81

INTRODUÇÃO

A Geografia tem como objeto de estudo o **espaço geográfico**. Para compreender este conceito chave, que permite trabalhar as interdisciplinaridades, é necessário ter claro as categorias geográficas: Natureza; Sociedade; Tempo e Espaço, em uma dimensão filosófica (SANTOS, 1997). A Geografia surgiu no âmbito onde a **natureza** se concebia quanto elemento diferente do **homem**. Entretanto, após construir sua autonomia, os grandes cientistas fundadores da Ciência Geográfica, Ritter, Ratzel e La Blache, propuseram uma concepção conjuntiva, que logo estaria centrado na relação homem-meio (natureza). Neste momento, a Geografia resgata uma outra categoria analítica: a **Sociedade/Comunidade**, entendida como uma expressão da vida humana por meio das relações entre homem-natureza ao longo do tempo (SUERTEGARAY, 2001).

Buscando compreender as relações processuais exógenas e endógenas, a Geomorfologia tem contribuído para o entendimento da inter-relação entre os processos naturais e sociais que atuam sobre o relevo, desde o passado até a contemporaneidade.

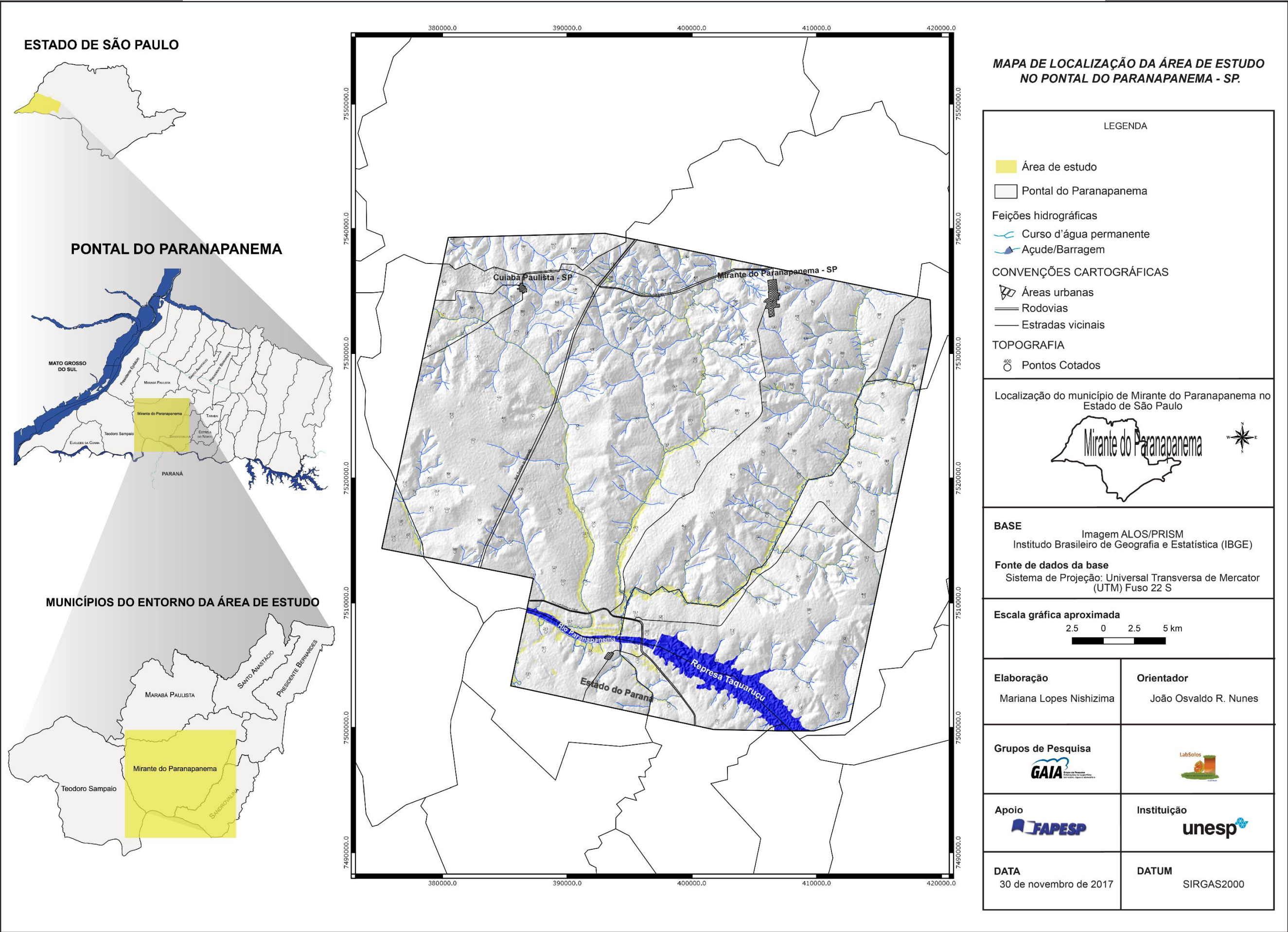
Entre os inúmeros métodos desenvolvidos pela Geomorfologia, a cartografia geomorfológica é uma vertente que muito se destaca, uma vez que ela possibilita a compreensão da dinâmica de formação das morfologias mapeadas. Oferece também a identificação de diferentes compartimentos do relevo (vertentes, topos e fundo de vales), possibilitando a percepção da evolução e ocupação do relevo pela sociedade e viabilizando estudos de diagnósticos e prognósticos em áreas urbanas e rurais.

Neste contexto, é importante destacar que, em muitas circunstâncias, os agentes sociais, públicos e privados, não levam em consideração as características do meio físico. Isso desencadeia uma série de ocupações inadequadas das formas de relevos, tais como: vertentes íngremes, planícies aluviais, áreas de cabeceiras de drenagem com nascentes, o que gera diversos impactos ambientais e sociais.

A técnica de estereoscopia digital com restituição-3D, a partir das imagens ALOS/PRISM, mostrou-se inovadora quando aplicada em pesquisas relacionadas à área de Geociência e Geotecnologia. Esta técnica proporcionou novas metodologias para o mapeamento geomorfológico, oferecendo excelentes resultados e contribuindo para a produção de novos conhecimentos, com destaque para as áreas de Geomorfologia, Geologia, Pedologia, Engenharia Ambiental, Engenharia Cartográfica e Geografia.

Nesta perspectiva, o mapa dos compartimentos de relevo, do recorte espacial centro-sul do município de Mirante do Paranapanema-SP, localizado no extremo Oeste Paulista, no Pontal do Paranapanema, e divisa com os municípios Marabá Paulista, Santo Anastácio, Presidente Bernardes ao norte, Estado do Paraná e Rio Paranapanema ao sul, Sandovalina a leste e Teodoro Sampaio a oeste (Figura 01), poderá ser utilizado para o desenvolvimento de projetos de planejamento socioambientais do município, como os relacionados ao plano diretor de desenvolvimento urbano, ao zoneamento do município e à lei orgânica municipal. Além disso, poderá contribuir para elaboração de projetos acadêmicos relacionados a interpretação das dinâmicas do relevo, analisadas por meio da estereoscopia, fotointerpretação e, principalmente, na compreensão dos processos de erosão, e, conseqüentemente, no planejamento e na redução da perda dos solos (NUNES, FREIRE e PEREZ, 2006).

Figura 1: Localização da área de estudo no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema-SP.



OBJETIVOS

O presente trabalho de conclusão de curso tem como principal objetivo elaborar o **“Mapa geomorfológico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP”**. Para isso, foram aplicadas as técnicas de estereoscopia digital por meio da utilização do sistema anaglifo, com o computador e óculos 3-D, juntamente com as imagens ALOS/PRISM, valendo-se também de métodos aerofotogramétricos digitais, relacionados aos processos morfodinâmicos atuais.

Para o cumprimento efetivo do objetivo geral foram estabelecidos os seguintes **objetivos específicos**:

- Caracterizar o quadro geomorfológico, geológico e pedológico regional;
- Mapear e caracterizar os principais compartimentos de relevo (topo e vertentes das colinas e fundos de vales das planícies aluviais) na escala 1:25.000;
- Caracterizar as morfologias do relevo (vertentes côncavas, convexas e retilíneas, vales em berço e em “V”) mapeando as diferentes feições do relevo;
- Compreender os processos morfodinâmicos responsáveis pelas transformações do relevo;
- Por fim, elaborar um quadro síntese analisando as fragilidades e potencialidades dos diferentes compartimentos de relevo e sua relação com as formas de ocupação humana.

CAPÍTULO I – Fundamentação Teórica

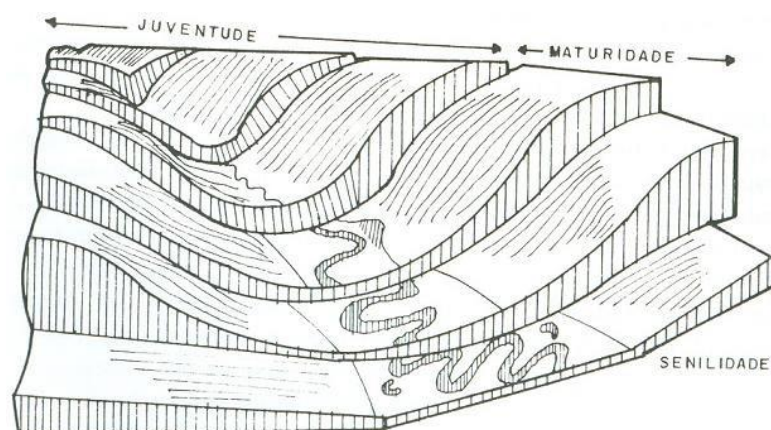
1.1. As escolas clássicas do pensamento geomorfológico: uma análise ambiental

A teoria geomorfológica tem origem em duas fontes principais, Willian Morris Davis, norte-americano, autor de uma importante obra “*The geographical cycle*” (O ciclo do relevo), publicada em 1899, este trabalho teve forte influência de geólogos e engenheiros europeus e norte-americanos. Com base na teoria proposto por Davis, o “Ciclo Geográfico do Relevo”, a corrente Anglo-americana alcançou até por volta da II Guerra Mundial uma forte influência nos países de língua inglesa e francesa.

A outra fonte tem origem na Alemanha, parte de uma concepção mais naturalista e global das ciências da terra, cujo o nome do cientista é Walter Penk.

Com base na concepção dedutivista, Davis compreendeu a dinâmica do processo de formação do relevo terrestre a partir das suas observações em campo, assim como, por meio da sua imaginação, teoria na qual ele firmou que a formação do relevo terrestre se dava a partir de ciclos de erosão, logo apresentam-se etapas que receberam os nomes de juventude, maturidade e senilidade (Figura 2).

Figura 2: Ciclo ideal com um relevo real modelado (Rice, 1982).



Fonte: Casseti, 2001.

Nesta perspectiva, vários fatores foram considerados essenciais para compreender desde o ciclo até a estrutura geológica do relevo, entre elas, os processos operantes e o tempo, valorizando o aspecto histórico na formação do modelo.

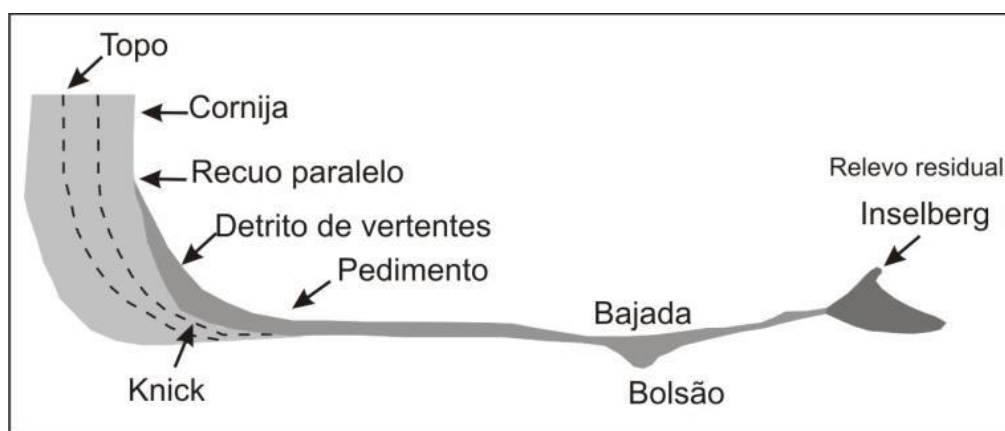
A teoria de Davis recebeu várias críticas, entretanto, os estudos de Walter Penck

reconhecido como um dos maiores críticos a teoria de Davis, por meio do trabalho denominado *“Die Morphologische Analyse”* contrapôs a teoria *“The geographical cycle”* de formação seguida de erosão.

Walter Penck compreende que as formas de relevo presente é fruto do antagonismo entre as forças endógenas, portanto “construção do relevo” (abalo sísmicos; vulcanismo; dobramentos; afundamentos e tectônicas soerguimentos das plataformas; falhamentos e fraturamentos) e exógenas a “destruição do relevo” (ação climática local, regional e zonal, processo de meteorização; erosão e transporte de base rochosa; ação do vento e ação da água).

Após 1950, surgem novos modelos e paradigmas, os trabalhos de Lester C. King (1956, 1967) merecem destaque. King, através da teoria da pediplanação, tentou incorporar o modelo penckiano à proposta de Davis. A teoria criada por King (pediplanação), apoia-se numa paisagem composta por muitos pedimentos coalescentes, diferenciando-se do peneplano de Davis pelo seu caráter multicôncavo e pela presença de relevos residuais em lugar de formas suaves (Figura 3).

Figura 3: Teoria da pediplanação de King



Fonte: Casseti, 2001.

A escola Alemã teve Von Richthofen e Albrecht Penck como pais da Geomorfologia de língua germânica. Von Richthofen, através do trabalho *“Führer für Forschungreisende”* de 1886 e Albrecht Penck, por meio do trabalho de *“Morphologie der Erdoberfläche”* de 1824. Von Richthofen possuía uma forte influência dos filósofos e naturalistas que tinham como principal referência Goethe e Humboldt. Havia então, o intuito de analisar os fenômenos sob a ótica da observação, relacionando a geomorfologia com a petrografia, a química do solo, a hidrologia e a climatologia. Além disso, considerava que a ciência geográfica deveria apresentar

uma articulação harmônica entre três níveis metodológicos: o descritivo, o cronológico e o de abstração.

Em relação a Albrecht Penck, sua principal contribuição foi a sistematização de teorias e a classificação de formas de relevo. Em 1912, apresentou uma proposta de classificação climática baseada na fisiografia, onde procurava estabelecer uma relação entre as formas de relevo e os cinturões climáticos do planeta. Assim, estudava a superfície terrestre pelas diferentes atuações do clima. Estes estudos contribuíram para o surgimento da Geomorfologia Climática.

Portanto, as escolas anglo-americana e a alemã apresentam diferenciações nos referenciais teóricos e metodológicos. Nesse sentido, Nunes (2002, p. 28) afirma que:

[...] a trajetória de construção do pensamento da Escola Alemã sempre esteve associado à compreensão da dinâmica da natureza, tendo como um dos conceitos integradores o conceito de paisagem. Portanto, a origem da preocupação ambiental, dentro da Geomorfologia, está mais associada à linha do pensamento alemão. (NUNES, 2002)

Nesta perspectiva, a cartografia geomorfológica e o sensoriamento remoto podem-se captar e representar de forma variada, seja com maior ênfase na descrição do relevo a partir das suas próprias formas, portanto características morfográficas, quanto valorizando-se mais as morfometrias, ou seja, dimensões métricas do relevo.

1.2.O Sensoriamento Remoto e suas aplicações na Geografia

O Sensoriamento Remoto tem o objetivo de identificar os alvos presente no ambiente terrestre, através dos estudos entre **radiação eletromagnética** (REM) e as substâncias que compõe o planeta Terra em suas diferentes formas de manifestação.

Entre os produtos mais conhecidos do sensoriamento remoto está a fotografia aérea. Esse é um produto obtido a partir do espaço, e pode ser adquirido por meio das câmeras aéreas de diversos modelos: **panorâmica** – utiliza câmeras especiais, tendo cobertura lateral muito ampla; **faixa contínua** – câmera que tem as duas fotos destinadas a utilização em projetos para traçados de eixos rodoviários, linhas de transmissão entre outros; **reconhecimento** – câmera com fotos destinadas para aplicação basicamente militares, normalmente cobre-se terrenos relativamente pequeno; e **cartográfica** – as fotos são utilizadas, em geral, na elaboração de mapas de precisão. Este último, diz respeito a proposta do presente trabalho.

Segundo Novo (1989), o Sensoriamento Remoto pode ser definido como utilização do conjunto de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, transmissão de

dados, aeronaves e espaçonaves, que têm por objetivo o estudo das interações no ambiente terrestre, sem que haja o contato físico direto com as feições, entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas diversas manifestações. Logo, pode-se afirmar que, diferentes áreas do conhecimento científico utilizam os produtos de sensoriamento remoto, destacam-se alguns: Agricultura; análise do meio ambiente; Arqueologia; Engenharia Cartográfica; Engenharia Florestal; Geografia; Geologia; Geomorfologia; Meteorologia entre outros.

Considerando o Sensoriamento Remoto como um sistema de aquisição de informações divididas em dois grandes subsistemas: Coleta de Dados e Análise de Dados, o Geógrafo atua principalmente no segundo subsistema, no qual ocorre a análise dos dados já trabalhados, ou seja, imagens tratadas por outro especialista, como por exemplo, o Cartógrafo. É importante salientar que o mapa para o geógrafo, é antes de mais nada, o meio pelo qual auxiliará na compreensão das dinâmicas naturais e sociais produzidas no espaço geográfico pelos seres sociais. Sendo assim, o geógrafo está capacitado a atuar na interpretação dos mapas, bem como, na elaboração de diferentes tipos de mapas, como: uso e ocupação dos solos; hipsometria; curvatura do relevo; geologia; geomorfologia; expansão da malha urbana; climatologia; fragilidade; vulnerabilidade, e outros.

Com o propósito de produzir um banco de dados digitais para todo o planeta, o SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*, teve a missão de elaborar um Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais. Um sistema de radar que voou a bordo do ônibus espacial *Endeavour*, durante 11 dias, em fevereiro de 2000, adquiriu dados de altimetria estereoscópica, desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Com 30 metros de resolução, o SRTM até hoje é muito utilizado pelos pesquisadores e técnicos para monitoramento, uso e ocupação, planejamento entre outras aplicabilidades, mas é válido ressaltar também a utilidade especificamente para os Geógrafos que visam interpretar as interações das dinâmicas natureza e sociedade.

Entre as variedades de imagens de satélite, com capacidade de oferecer meios para elaboração de modelos digitais de superfície e de levantamentos topográficos com escala de até 1:25.000, o satélite ALOS – *Advanced Land Observing Satellite*, lançado em janeiro de 2006 pela JAXA – *Japan Aerospace Exploration Agency*, Tanegashima – Japão, foi desenvolvido para a pesquisa científica e aplicada na área de sensoriamento remoto, visando subsidiar dados cartográficos para os estudos de temas como, desenvolvimento sustentável e monitoramento de desastres naturais (CNPM-EMBRAPA, 2013). O ALOS disponibiliza uma tecnologia avançada e de alta qualidade, sua imagem possui diferentes sensores, entre eles o PRISM (*Panchromatic*

Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping). Esse sensor é capaz de produzir uma expectativa de exatidão planimétrica superior a outras imagens de outros satélites na atualidade.

Em relação à bibliografia internacional, destaca-se a compilação “Geomorphological Mapping: methods and applications”, organizada por MIKE J. SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (2011, 612p), subdividida em 3 seções: 1) Geomorphological Mapping, 2) Techniques in Applied Geomorphological e 3) Case Studies. A obra inclui uma série de 24 trabalhos específicos sobre mapeamento geomorfológico, segundo os autores, seu objetivo principal é:

[...] is thus an attempt to explain and give examples of how this highly technical methodology can be applied and utilised to solve complex problems in land use and provide some of the more benign answers to development in the developing world.

Não foi identificado, até o presente momento, nenhum trabalho que abordasse sobre o uso dos modelos computacionais com estereocopia digital tridimensional para mapeamento, identificação e interpretação de compartimentos e feições de relevo. Todavia, destaca-se o trabalho “Digital Mapping: Visualisation, Interpretation and Quantification of Land forms”, de Mike J. Smith, posto que o texto apresenta similaridade com o presente trabalho de conclusão, pois ambos fazem uso de imagens de satélite no processo de elaboração de mapas geomorfológicos.

Smith (2011, p.229) destaca o uso das imagens de satélite e a relação entre a diferentes refletâncias e a cobertura do relevo, da seguinte forma:

For satellite imagery, the greater the difference in reflectance properties of the surface cover of the landform when compared to surrounding terrain and the greater the relief effect, the greater the tonal differentiation of the landform on the image (Smith and Clark, 2005). Depending upon the landform of interest and the context in which it is being mapped, spectral differentiation may be applicable (Punkari, 1982).

O método empregado no modelo digital para a identificação das morfologias do relevo utiliza imagens de satélite, Modelos Digitais de Elevação e fotografias aéreas. Sobre isto, Smith (2011, p.232 e 233), baseado em Oguchi et al. (2011), descreve:

Primary input data sets used for digital geomorphological mapping include satellite imagery, DEMs and aerial photographs. These are typically raster data and, just like ordinary digital photos, are comprised of individual pixels (Figure 8.4) which are the minimum resolvable unit of information defined by a real-world area on the ground (termed spatial resolution). All recently collected data sets from these sources will be digital and usually supplied in a projected coordinate system. Only in the case of historical or legacy data will there be a requirement to convert from a paper-based analogue format in to a digital format. This may involve the scanning of, for example, aerial

photography or the digitisation of contours from topographic maps (Oguchi et al., 2011).

Além disto, Smith (2011, p. 245) faz ressalvas referentes aos possíveis erros que podem ocorrer durante o processo de mapeamento geomorfológico, tais como:

Three main errors result from this:

1. Completeness: the correct inclusion of all landforms that actually exist.

There are two types of errors:

- false negatives: failure to portray landforms where they actually exist,
- false positives: portrayal of landforms where they do not actually exist.

2. Classification,

3. Locational accuracy.

The effect of completeness error is mitigated through appropriate selection and visualisation of source data. Care should also be taken to ensure consistency during mapping, whereas manual interpretation can also lead to landform classification errors. Locational accuracy is more complex as this can occur as a result of any, all or some of misdigitisation, the incorrect geolocation of the source data and the visualisation technique employed.

Em vista das reflexões realizadas até aqui, fica evidente a importância atribuída a uma cartografia que leve em conta a análise de toda a dinâmica de uma determinada paisagem. Esta perspectiva garante uma interpretação mais detalhada acerca do recorte espacial, destacando nas representações cartográficas o contexto histórico delineado pelo tempo e espaço.

1.3. Equipamentos de campo: GPS para levantamentos de precisão

Na década de 1970 os Estados Unidos lançaram a proposta NAVSTAR-GPS (*Navigation System with Timing And Ranging – Global Positioning System*), popularmente conhecida como GPS, esta ferramenta tornou-se uma revolução no mercado, sobretudo para o auxílio de atividades que necessitavam determinar, precisamente, posições geográficas. O GPS foi desenvolvido pelo departamento de defesa dos Estados Unidos (DoD – *Department of Defence*) para fins militares. Trata-se de um sistema de rádio navegação de abrangência global, que possibilita o rastreamento de um determinado usuário por, no mínimo, quatro satélites.

O princípio básico do GPS consiste em oferecer a medida das distâncias entre os quatro satélites e o seu respectivo usuário. Em virtude disto, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário a partir do conhecimento das coordenadas do satélite, se ambos tiverem acesso ao mesmo sistema de referência (MONICO, 2008).

Assim sendo, o GPS determina a posição de um ponto qualquer na superfície da terra em um sistema cartesiano tridimensional (X, Y e Z) geocêntrico. A localização de um ponto obtida por meio do sistema de coordenadas geodésicas através do GPS apresenta duas

características fundamentais: planimetria e a altimetria. A planimetria é representada pela latitude e longitude, e a altimetria é representada pela altitude.

O sistema GPS oferece dois tipos de serviços: SPS (*Standard Positioning Service* – Serviço de Posicionamento Padrão) e PPS (*Precise Positioning Service* – Serviço de Posicionamento Preciso). O SPS corresponde ao serviço de posicionamento disponível para qualquer pessoa do globo, sem que haja qualquer tipo de cobrança monetária para a realização desta localização. Apesar disto, até o dia 1º de maio de 2000, este serviço não era capaz de localizar um determinado ponto com extrema precisão, nesse sentido Monico (2008, p.33) afirma que “até essa data, o PPS proporcionava melhores resultados (22,0 m horizontal, 27,7 m vertical e 200 ns), mas era restrito ao uso de militares e usuários autorizados”.

O PPS (*Precise Positioning Service* – Serviço de Posicionamento Preciso), desde a sua criação, apresentou melhores resultados no processo de localização dos pontos, porém não foi disponibilizado, imediatamente, para a comunidade global, já que o DoD considerava que isto significaria um risco a segurança dos Estados Unidos. Os serviços de GPS só foram disponibilizados para as outras nações quando o DoD acrescentou duas novas funções à esta tecnologia: AS (*Anti-Spoofing*) e SA (*Selective Availability*– Disponibilidade Seletiva), ambas eram capazes de manipular algumas das informações fornecidas pelo GPS, a fim de inibir sua elevada precisão. No dia 2 de maio de 2000, o AS (*Anti-Spoofing*) e SA (*Selective Availability*– Disponibilidade Seletiva) foram abolidos do sistema, aumentando aproximadamente 10 vezes a precisão do serviço SPS.

Além dos sistemas de posicionamento por satélite artificial mencionados a cima, destaca-se também o GLONNAS. Seu conceito é muito semelhante ao GPS, porém há muitas diferenças entre ambos, sobretudo no que se refere ao sistema de referência, de tempo e da forma de emissão dos dados. Outro projeto análogo, intitulado Galileo, ocorreu no final da década de 1990, idealizado pela União Européia.

A evolução do conhecimento científico proporcionou o aperfeiçoamento das técnicas de posicionamento. Este fato possibilitou o desenvolvimento do sistema de navegação global por satélites (GNSS – *Global Navigation Satellite System*- Sistema Global de Navegação por Satélite).

A precisão do posicionamento fornecido pelo GPS pode variar em uma escala de algumas dezenas de metros à milímetros, dependendo da técnica empregada e da observável. Como o posicionamento por GPS ocorre por meio da etapa de batimento de onda portadora e/ou pseudodistância, os levantamentos que requerem uma melhor precisão utilizam a observável portadora, pois a sua precisão ocorre na ordem de milímetros. Já a observável

pseudodistância é utilizada para a realização de levantamentos que não requerem muita exatidão, uma vez que sua precisão se dá na ordem de metros.

Os satélites transmitem os sinais de forma constante, entretanto, existem diferenças nos receptores, pois nem todos são desenvolvidos para rastrear os sinais dos diferentes tipos de satélites. Logo, os receptores são classificados, de acordo com a sua utilização, como: de Navegação, cuja precisão ocorre na escala de metros; Topográfico, podendo ser aplicado no posicionamento preciso, desde que esteja em conjunto com outro receptor localizado em uma estação de referência e inserido em área situada dentro de um círculo de raio de 10 km. Finalmente, conclui-se que, os receptores Geodésicos de alta precisão, são capazes de rastrear a fase da onda portadora em duas frequências, o que possibilita sua utilização em linha de bases superior a 10 km (IBGE, 2008).

1.4. A Cartografia Geomorfológica

A cartografia geomorfológica ganhou maior ênfase, e aprimoramento enquanto ciência, sobretudo, no período pós-segunda guerra mundial. Neste ínterim, emergiu como método fundamental para a análise do relevo, e adquiriu características peculiares em todo leste europeu.

Abreu (2003), explicita que, neste período, as maiores contribuições referentes ao mapeamento geomorfológico, originaram-se dos esforços realizados pela Polônia, Tchecoslováquia e U.R.S.S. O autor, também salienta que os regimes socialistas deram grande apoio econômico à pesquisa, o que resultou em um elevado benefício e avanço das técnicas de mapeamento geomorfológico.

Neste momento, a cartografia geomorfológica tornou-se uma ferramenta fundamental para auxiliar na compreensão do relevo. Isso ocorre, pois, esta técnica possibilita explorar a escala cartográfica enquanto meio de enfoque, ao optar por uma análise do relevo com grande detalhe podemos trabalhar com **grandes escalas**, como representa este presente trabalho, viabilizando a observação dos elementos que influenciam um recorte local. Por outro lado, pode-se analisar os fenômenos e dinâmicas que ocorrem sobre um território mais extenso, por meio da **pequena escala**, onde privilegia-se uma visão sobre extensão territorial maior (ex: regional).

Em um recorte territorial menor, portanto grande escala, o método torna possível a realização de um diagnóstico e prognóstico eficiente e viável, capaz de otimizar o planejamento urbano e rural. Conforme destaca Nunes et al (2006, p. 2):

[...] o mapa geomorfológico é uma importante ferramenta na pesquisa do relevo, contribuindo de modo fundamental em estudos de diagnósticos e prognósticos tanto para áreas urbanas como rurais. Em áreas urbanas auxilia na escolha de locais para construção de aterros sanitários na delimitação de zonas residências e industriais; na demarcação precisa de áreas de proteção ambiental (mananciais hídricos de abastecimento público); áreas de risco a enchentes, etc. Em áreas rurais contribui para escolha de áreas para assentamento rurais; identificação e controle de processos erosivos lineares e areolares; em projetos de conservação e manejo de solo, etc.

Os conhecimentos geomorfológicos contribuem para um melhor esclarecimento acerca das dinâmicas dos processos naturais em consonância com os encadeamentos sociais, uma vez que estes agem constantemente sobre o relevo. A geomorfologia contribui com diversas áreas do conhecimento, principalmente aquelas que enfatizam os aspectos ambientais/sociais, seja através de projetos acadêmicos, administrativos, ou mesmo na elaboração de planejamento ambiental e/ou promoção da educação ambiental (NUNES et al, 2006).

O potencial utilitário dos mapeamentos fica evidenciado, principalmente, no que concerne à sua interface com os projetos de planejamento urbano e rural. Neste aspecto, é importante destacar a qualidade que esta técnica de mapeamento pode proporcionar ao planejamento territorial, possibilitando a prevenção de problemas futuros.

O estudo das morfologias terrestres despertou, gradativamente, o interesse dos pesquisadores, principalmente após meados do século 20. Foi nesse período histórico que as pesquisas começaram a revelar as consequências das modificações, resultantes da ação humana, 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 assertiva 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).

O relevo é formado por uma grande diversidade de tipologias e formas. Apesar de parecerem estáticas, são dinâmicas e se manifestam de diferentes maneiras ao longo do tempo e do espaço. Isto ocorre em virtude das influências dos demais componentes do estrato geográfico. As inter-relações sucedidas entre esses componentes são responsáveis pela gênese do formato da superfície terrestre. Portanto, para compreender cada padrão de forma dos diferentes tipos de relevos, é necessário verificar quais são as influências experimentadas por cada componente do estrato geográfico na dinâmica atual e pretérita das formas do relevo (ROSS, 1996). Logo, o autor, destaca que, na natureza, não existe uma forma de relevo exatamente igual a outra, porém os agrupamentos de formas possuem graus de semelhança entre si. Tais semelhanças são oriundas do tempo geológico, dos processos de gênese e das dinâmicas que atuaram no passado e no presente, construindo, sucessivamente, as formas de um determinado relevo.

Nesta perspectiva, Walter Penck defende que o relevo surge em decorrência das forças endógenas e exógenas. Assim sendo, Penck advoga que o relevo provém do antagonismo de forças que agem de dentro para fora, produto da relação entre a litosfera e as pressões magmáticas oriundas da energia interna da terra, responsáveis pelas formas estruturais do relevo, bem como das forças que agem na superfície terrestre, influenciadas pelos agentes climáticos, como o sol, chuva e vento, que ocasionam o desgaste erosivo das formas estruturais gerando a esculturação do relevo e consequentemente as formas esculturais.

Desta forma, Ross (1996, p.8) afirma que “a superfície terrestre é isto: uma enorme peça da escultura em processo contínuo da esculturação e as esculturas quase invisíveis são os demais componentes da natureza”.

Para compreender o que antecede cada padrão de forma ou de tipo de vertente, é necessário, antes de tudo, apurar quais foram as influências dos componentes do estrato geográfico na gênese e na dinâmica atual e pretérita da morfologia. Assim:

[...] fica evidenciado que uma simples colina, ou uma exuberante serra ou ainda uma planície de rio tem sua história evolutiva e consequentemente sua existência encontra explicação, elas não ocorrem por acaso, mas porque uma série de fatores naturais possibilitaram seu aparecimento e garantem sua funcionalidade e evolução contínua. (ROSS, 1996, p.10)

Apesar disto, o relevo é composto por formas dispostas geometricamente, que se conservam em função do substrato rochoso que as sustentam e em decorrência dos processos externos e internos que as engendram.

Para compreender o relevo é necessário entender a paisagem como um todo. A assimilação da gênese e da dinâmica das formas do relevo requer a compreensão dos processos movedores de sua geração, bem como das interferências dos demais componentes inclusos em uma determinada Unidade da Paisagem.

O conhecimento geomorfológico vem se tornando cada vez mais relevante para a realização dos estudos pertinentes à questão ambiental. Apresenta-se como uma importante ferramenta no processo de elaboração de relatórios, diagnósticos e inventários concernentes ao planejamento das paisagens. Este método é capaz de potencializar as análises das transformações, tanto de origem natural quanto de origem antrópica, em ambientes diversificados que possuem um equilíbrio particular do local ou região.

Assim sendo, as interferências humanas e sociais no meio ambiente deveriam acontecer após a realização de detalhados estudos sobre o ambiente a ser modificado, de forma que as leis que regulam o seu funcionamento não fossem violadas. Para que isso ocorra, é fundamental a elaboração de um diagnóstico prévio, o que em muitos casos não é realizado, e como consequência disto, verifica-se a intensificação de inúmeros problemas ambientais, tais como os processos erosivos.

Em decorrência dos fatores elencados acima, ficam evidentes algumas das causas dos avanços referentes aos problemas ambientais nas últimas décadas. A preocupação com as análises ambientais, sobretudo no que se refere às intervenções humanas na natureza, motivou a compreensão de que o meio ambiente é resultado da interação infinita de vários fatores. Tal constatação conduz seus estudos para uma abordagem transdisciplinar.

O relevo tem grande importância no processo de ocupação do espaço, todavia, sua ocupação intensa e desordenada pode trazer inúmeras consequências, dentre elas, o

desequilíbrio do meio ambiente. Felipe (2015, p.23) 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. ”

Segundo Guerra e Marçal (2006, p.29) a Geomorfologia “procura compreender em que medida essas transformações do meio ambiente, causadas pelo homem, podem ser responsáveis pela aceleração de certos processos geomorfológicos”. Além disto, os autores defendem que a paisagem corresponde à natureza integrada, desta forma, ela deve ser compreendida como a síntese dos aspectos físicos e sociais e seu conhecimento torna-se indispensável, colaborando no desenvolvimento de pesquisas que contribuam para o manejo adequado e sustentável dos recursos naturais.

Atualmente o mapa geomorfológico é considerado como uma importante ferramenta para a realização de pesquisas sobre paisagem. O mapa geomorfológico 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 gênese.

A conclusão de um mapa geomorfológico deve representar, de forma sintética, o quadro presente em um determinado recorte espacial. Ross (1996), em sua obra “Geomorfologia Ambiente e Planejamento” retoma os elementos apresentados por Tricat (1963), que descreve os itens que devem estar presentes em uma carta geomorfológica: 1- dados morfométricos, obtidos a partir da carta topográfica; 2- informações morfográficas; 3- dados morfogenéticos; 4- cronologia.

A literatura acadêmica demonstra que inúmeros autores dedicaram suas atenções à temática do mapeamento morfológico na escala de detalhe. Dentre eles, destacam-se Passarge (1914), citado por Klimaszewski (1982), Tricart e Cailleux (1956), Tricart (1965), Demek (1965), Verstappen e Van Zuidam (1975), Klimaszewski (1982), Salomé e Van Dorsser (1982), Verstappen (1983) citado por Florenzano (2008), Hayden (1986), Meijerink (1988) citado por Florenzano (2008), Gustavsson (2006).

Gustavsson (2006), defende que, nas últimas décadas, o mapeamento e a pesquisa geomorfológica seguiram duas abordagens distintas: a analítica e a sintética. A categoria analítica é composta pelos mapeamentos completos ou parciais, que integram informações descritivas das características morfológicas, morfodinâmicas, morfogenéticas e morfocronológicas. Enquanto isso, a abordagem sintética ou integrada, trabalha os dados geomorfológicos de forma integrada às informações referentes ao solo, vegetação e hidrologia.

CAPÍTULO II - Procedimento Metodológico

2.1. Abordagem teórico-conceitual

A caracterização geomorfológica foi realizada de acordo com os dois níveis de abordagem proposto por Ab'Saber (1969, p. 1-23)

➤ **Compartimentação Topográfica**

Este compreende a interpretação da compartimentação da topografia regional, tendo em vista maior nível de exatidão possível, das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados

➤ **Estrutura Superficial da Paisagem**

Para se obter informações da estrutura superficial das paisagens referentes a todos os compartimentos e morfologia do relevo, é preciso entender a ideia da cronogeomorfologia, as sequencias dos processos paleo-climáticos e morfoclimáticos das áreas em questão.

Para os procedimentos relacionados a elaboração do mapeamento dos compartimentos de relevo, as principais referências foram: Cailleux e Tricart (1956) e Ross (1992).

Tricart (1956), compreende a 6ª unidade taxonômica com unidade de superfície de 10², já Ross (1992), interpreta como 4º, 5º e 6º táxon. Em ambos, foram realizadas adaptações para a área de estudo.

2.2. O Planejamento logístico e estratégico: pré-campo

A etapa de planejamento da ida a campo é fundamental para garantir o sucesso e consequentemente a qualidade da execução dos trabalhos em campo.

Os planejamentos foram organizados nos dias que antecedem a saída a campo, portanto, o objetivo é fazer o exercício de qual a logística mais adequada dos caminhos a serem percorridos, refletindo desde o tempo de deslocamento de um ponto para o outro, até o tempo de montagem dos equipamentos e a espera pela captação dos dados levantados pelo GPS de precisão. Importante destacar também, que nessa etapa ainda se pensou na distribuição espacial dos pontos, favorecendo melhor cobertura de toda extensão do recorte trabalhado.

2.3. Trabalho de campo

Para elaborar o “Mapa Geomorfológico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP”, utilizou-se da técnica de restituição-3D, a partir das imagens **ALOS/PRISM ALPSMN072424050**, logo, foi preciso o georreferenciamento desta imagem. Sendo assim, os trabalhos de campo foram necessários para a realização da coleta das coordenadas de 10 pontos. Os levantamentos realizados demandaram de precisão dos pontos de controles. Em virtude disto, foi utilizado o receptor GPS Geodésico (Figura 4).

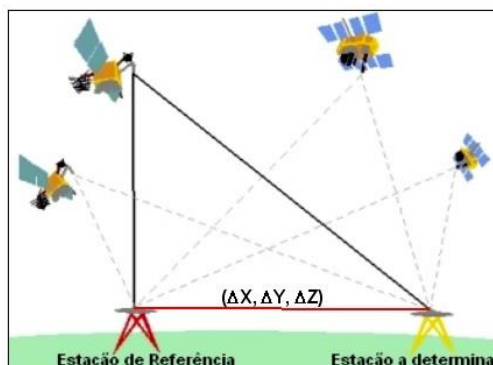
Figura 4: GPS Geodésico modelo SR, marca Topcon



Fonte: Nishizima, trabalho de campo, 2016.

É importante destacar a utilização da metodologia relativa ou "por ponto", durante o processo de levantamento dos pontos, na execução do trabalho de campo.

O posicionamento relativo (Figura 5), utilizado durante o levantamento dos 10 pontos, determina as coordenadas em relação à um referencial materializado, atuando através de uma ou mais estações com coordenadas conhecidas. Por isso torna-se indispensável que, pelo menos, dois receptores colem dados, e a presença de no mínimo dois satélites simultâneos. Assim sendo, um dos receptores localiza-se na estação com coordenadas conhecidas, denominada como estação de referência ou estação base, e o outro ponto se encontra na estação a determinar (IBGE, 2008).

Figura 5: Posicionamento Relativo.

Fonte: IBGE (2008).

Esta técnica tem como principal objetivo minimizar as fontes de erro, a partir da diferença entre as observações recebidas respectivamente pelas duas estações (estação de referência e estação a determinar). Nesse sentido, o IBGE (2008, p.9) descreve que “caso os erros sejam adequadamente modelados, as coordenadas são determinadas com precisão de poucos milímetros, sendo esta a principal técnica de posicionamento utilizada em aplicações geodésicas”.

Para realização de trabalhos geodésicos, as estações de referência devem fazer parte do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), destacando a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC). No levantamento de campo realizado, utilizou-se a estação de referência RBMC de Presidente Prudente (PPTE), localizada no campus da UNESP-FCT e a estação de Dracena (SPDR), situada no campus da UNESP em Dracena.

A RBMC é muito utilizada em trabalhos de identificação de uma coordenada empregada na realização de um levantamento, ou seja, a técnica de posicionamento relativo é aplicada, pois funciona como estação de referência, o que garante aos usuários um elevado nível de precisão.

Os estudos sobre a avaliação do desempenho das estações RBMC, realizados em 2003, por Pereira, Fazan e Fortes, indicam que a RBMC de Presidente Prudente, utilizada como referência para o levantamento de dados da presente pesquisa, já apresentava bom desempenho, em virtude da infraestrutura fornecida pela UNESP- FCT, uma vez que se encontra instalada nas dependências da mesma.

O posicionamento relativo pode ser subdividido em quatro grupos: estático, estático-rápido, semi-cinemático e cinemático. Durante o trabalho de campo, foi empregado o posicionamento relativo estático. Neste caso, tanto o receptor da estação de referência como o da estação com coordenadas a determinar, permanecem estacionários durante todo o

levantamento (IBGE, 2008). Para Monico (2008, p.338) “o posicionamento relativo estático permite obter precisão da ordem de 1,0 a 0,1 ppm ou mesmo melhor que isso”.

O tempo do levantamento pode variar de alguns minutos até algumas horas, os fatores que produzem estas variáveis são: a distância entre a estação de coordenadas a determinar e a estação de referência (linha base); o tipo de receptor utilizado e a precisão desejada. Para a realização do levantamento, adotou-se a tabela 1 do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA):

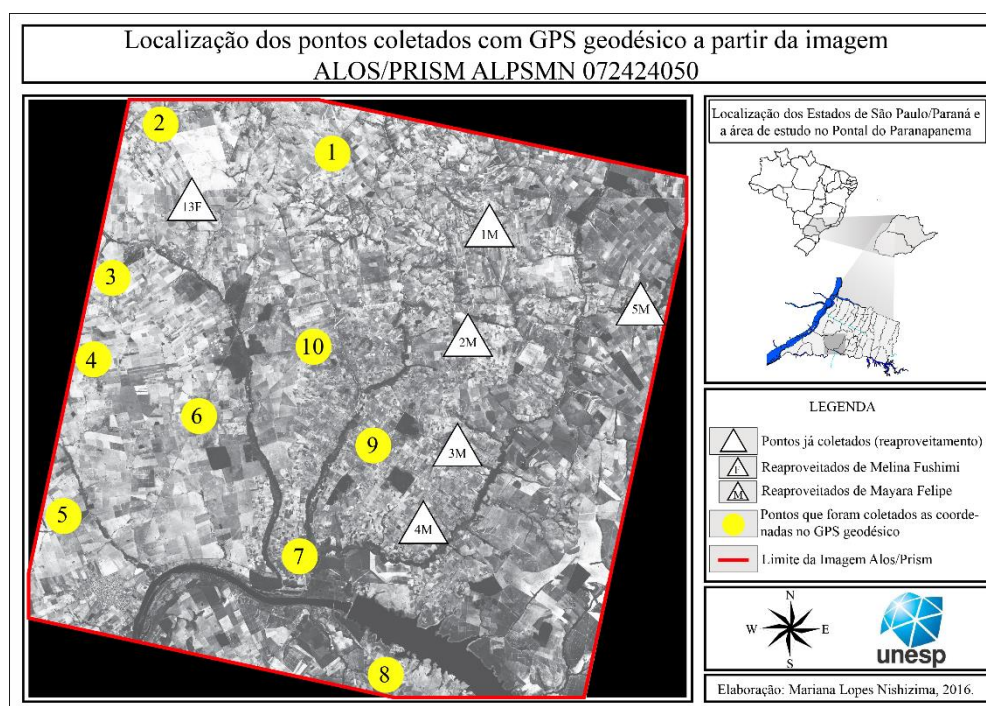
Tabela 1: Características das sessões de rastreio para posicionamento relativo estático

Comprimento da linha de base	Ocupação mínima	Observáveis	Tipo de solução	Nº de sessões	Efemérides
0 – 10 km	20 min	ϕ L1 ou ϕ L1/L2	Fixa	1	Transmitidas ou Precisas
10 – 20 km	30 min	ϕ L1/L2	Fixa	1	Transmitidas ou Precisas
10 – 20 km	60 min	ϕ L1	Fixa	1	Transmitidas ou Precisas
20 – 100 km	120 min	ϕ L1/L2	Fixa/Flutuante	2	Transmitidas ou Precisas
100 – 500 km	240 min	ϕ L1/L2	Fixa/Flutuante	2	Precisas
500 – 1000 km	480 min	ϕ L1/L2	Fixa/Flutuante	3	Precisas

Fonte: INCRA (2010)

É importante destacar que o planejamento é igualmente relevante no decorrer do levantamento, pois é através dele que podem ser prevenidos imprecisões e/ou erros. Assim, “quanto maior e mais precisa a rede de pontos ou feições a determinar, maior a necessidade de planejamento. Projetos complexos necessitam considerar no planejamento fatores de geometria, logística e execução da missão” (IBGE, 2008, p.13).

Portanto, o primeiro passo na elaboração do “Mapa Geomorfológico de parte do Município de Mirante do Paranapanema – SP”, inicia-se na ida a campo para o levantamento dos pontos de controles com o receptor GPS de precisão, para efetuar o georreferenciamento das imagens de satélite ALOS/PRISM - **ALPSMF072423995-O1B2G_UF** e **ALPSMB072424105-O1B2G_UB**. O primeiro campo ocorreu em dois dias, 21 e 26 de março de 2016, devido a extensão territorial não foi possível concluir os levantamentos de 10 pontos de controles nas coordenadas UTM, (Tabela 2), em apenas um dia (Figura 6).

Figura 6: Localização dos pontos coletados com o GPS Geodésico**Tabela 2:** Pontos em que foram realizados os levantamentos de coordenadas com o GPS geodésico.

PONTOS LEVANTADOS NO TRABALHO DE CAMPO 21/03 E 26/03		
CAMPO 1º DIA: SEGUNDA-FEIRA (21/03/2016) horário: 05:00h – 21:00h		
Pontos	Latitude N (m)	Longitude E (m)
Ponto 1	7537398.547	394229.294
Ponto 2	7540010.594	384356.467
Ponto 3	7530366.018	380078.442
Ponto 4	7524468.142	378794.331
Ponto 5	7514993.869	375465.728
Ponto 6	7520674.741	386326.934
Ponto 7	7511487.569	393461.714
Ponto 8	75015335.350	399769.636
CAMPO 2º DIA: SÁBADO DIA 26/03/2016, horário: 08:00h – 14:00h		
Ponto 9	7518266.657	398838.873
Ponto 10	7525356.681	394525.976

Fonte: Nishizima, 2016.

Além dos pontos levantados em campo, foram aproveitados outros 6 pontos de controles existentes na área de estudo, estes outros pontos são frutos de coletas anteriores, realizadas por projetos de mapeamento do relevo em áreas adjacentes (Tabela 3).

Tabela 3: Pontos em que foram realizados os levantamentos de coordenadas com o GPS geodésico. Reaproveitamento dos pontos coletados por: FUSHIMI, M. FELIPE, M. C. P. NUNES, J. O. R. 2014 e 2015.

Pontos	Latitude: N (m)	Longitude: E (m)
Ponto 1M	7533673.043	406839.126
Ponto 2M	7527242.397	405612.422
Ponto 3M	7518047.050	404784.950
Ponto 4M	7512809.344	402020.490
Ponto 5M	7527732.514	419489.125
Ponto 1F	7539313.154	384774.485

Organizado: por Nishizima, 2016. **Fonte:** Fushimi; Felipe e Nunes, 2014 e 2015.

As coordenadas dos 10 pontos já mencionados foram obtidas, conforme mostram as figuras 7 a 16:

Figura 7: Localização do ponto 1



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 8: Localização do ponto 2



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 9: Localização do ponto 3



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 10: Localização do ponto 4



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 11: Localização do ponto 5



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 12: Localização do ponto 6



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 13: Localização do ponto 7



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 14: Localização do ponto 8



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 15: Localização do ponto 9



Fotos: Nishizima, 2016.

Figura 16: Localização do ponto 10



Fotos: Nishizima, 2016.

2.4. Atividades práticas em gabinete

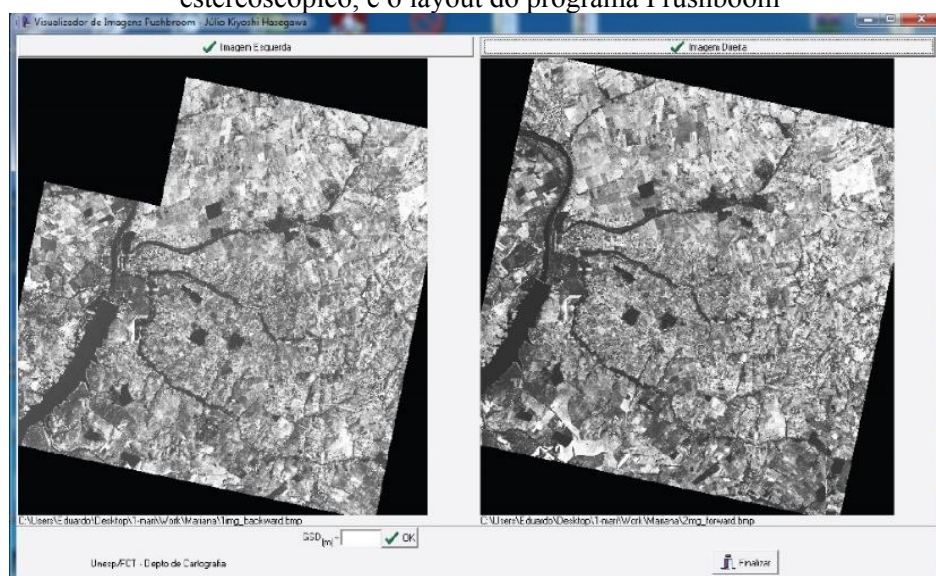
A imagem ALOS/PRISM tem apresentado grande potencial quando utilizadas na elaboração de mapeamentos topográficos; consequência de sua resolução espacial (2,5 metros), e de sua capacidade estereoscópica, que viabiliza o modelo digital de elevação.

A partir de fotografias aéreas e dados de controle geodésico, é possível alcançar as condições necessárias para a extração das feições morfológicas do relevo; tais ações podem ser executadas através do procedimento de restituição digital de tridimensionalidade (3D). Segundo Hasegawa (2011) “um restituidor é um instrumento capaz de transformar a imagem obtida pela projeção perspectiva em projeção ortogonal, que é o sistema de projeção de uma carta ou mapa”.

O programa Prushbroom, desenvolvido pelo professor Júlio Kiyoshi Hasegawa do Departamento de Cartografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente – SP, é um *software* que vem demonstrando uma tecnologia inovadora, capaz de agregar muita qualidade e precisão ao desenvolvimento dos materiais e métodos utilizados neste trabalho.

O Sistema possibilita a restituição (digitalização) das feições morfológicas no modo 3D, através da orientação de um par de imagens ALOS/PRISM (imagens digitais), realizando a “Transformação Linear Direta” e restituindo as feições. No Programa Prushbroom inserimos as duas imagens de satélites já convertidas para formato BitMap (bmp), posicionadas ambas à direita a 90° sentido anti-horário (Figura 17), imagem inclinada para trás (backward) e inclinada para frente (frontward) formando assim o par estereoscópico.

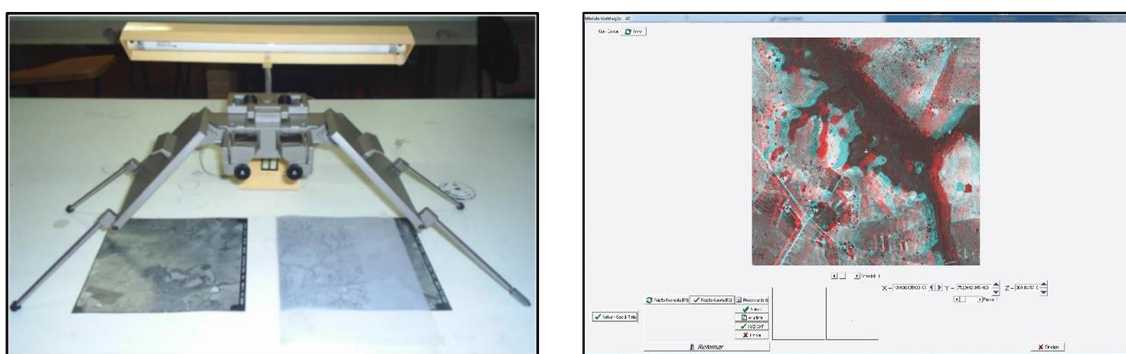
Figura 17: Imagem ALOS/PRISM no formato BitMap, posicionada 90°, para formar o par estereoscópico, e o layout do programa Prushbroom



Fonte: Nishizima, 2016.

A estereoscopia é um processo que oferece uma percepção visual em três dimensões. A transição do uso da estereoscopia analógica (de espelhos) para estereoscopia digital (Figura 18) tornou-se uma tendência. Nesta pesquisa, essa transição viabilizou o alcance de ótimos resultados; porém, é importante destacar que um método não anula a relevância do outro, uma vez que os resultados obtidos através de diferentes metodologias são complementares, e oferecem a possibilidade de esclarecer dúvidas e/ou imprecisões na interpretação das imagens.

Figura 18: Estereoscopia de Espelho e Digital.



Fonte: Fushimi (2009)

A interpretação de imagens, subsidiada pela análise geográfica, deve levar em conta fatores como o fenômeno e a dinâmica do local investigado. Para que isto ocorra, o trabalho de campo torna-se imprescindível, pois é através dele que o pesquisador compreende de modo mais profundo, as relações locais. Nesta perspectiva, o autor FITZ (2008) ressalta que:

Um estudo das características geográficas da região onde o levantamento foi realizado certamente vai agregar informações que poderiam passar despercebidas pelo intérprete. O conhecimento prévio de vegetação predominante, do tipo climático, do relevo, dos principais tipos de cultivos, entre outros aspectos, pode salvar muitos trabalhos fadados ao fracasso. (FITZ, 2008, p.123)

A delimitação das feições morfológicas do relevo consiste na identificação das características dos compartimentos do relevo, tais como: cursos d'água e planícies aluviais; topos da colinha e amplitude; vertentes e suas características (côncavas, convexas e/ou retilíneas); divisores de água; cabeceiras de drenagens em forma de anfiteatro; colos topográficos e as áreas com algum tipo de processo erosivo.

Ao iniciar a extração com os cliques sobre as feições, o programa gera paralelamente um arquivo texto, que pode ser salvo/gravado no formato “v3d” e exportado em “dxf”.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), cuja sigla, na língua, inglesa é grafada como GIS – *Geographical Information Systems*, são sistema computacionais dotados de programas especiais para a realização dos processos de coleta, armazenamento, processamento e análise digital de dados georreferenciados. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem como principal objetivo a produção de informações espaciais. Com o arquivo “dxf” inserimos em um programa SIG para iniciar o processo de confecção do nosso objetivo: “O Mapa Geomorfológico”.

O Grupo de Pesquisa “Interação na superfície terrestre, água e atmosfera” (GAIA), da Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente, foi sede da etapa de elaboração do Mapa.

O visualizador utilizado no método anaglifo, foi o programa Prushbroom, *software* desenvolvido pelo professor Dr. Júlio Kiyoshi Hasegawa. Este programa funciona como uma ferramenta para a visualização estereoscópica, o método consiste em direcionar os campos de visão para cada par de fotografias. Para isto, utiliza filtros vermelho e ciano (verde e azul), a imagem da esquerda é projetada sobre uma tela branca, com um filtro, enquanto a imagem da direita possui filtro azul (Figura 19). Neste sentido, Amorim (2000) afirma que:

“Se o observador utiliza óculos cuja lente da direita for vermelha e a da esquerda for ciano, o olho esquerdo vê apenas a imagem da esquerda e o olho da direita, apenas a imagem da direita, formando assim a imagem tridimensional em tons de cinza.” (AMORIM, 2000, p.12)

A partir da visão em 3D, torna-se possível a delimitação das feições geomorfológicas. Primeiramente foram extraídos os cursos d’água, em seguida, delimitaram-se os divisores de água, os topos das colinas, as planícies aluviais, as cabeceiras de drenagem em anfiteatros e, por fim, a caracterização da vertente (côncava, convexa ou retilínea).

Figura 19: Extração das feições geomorfológicas a partir do método anaglifo.



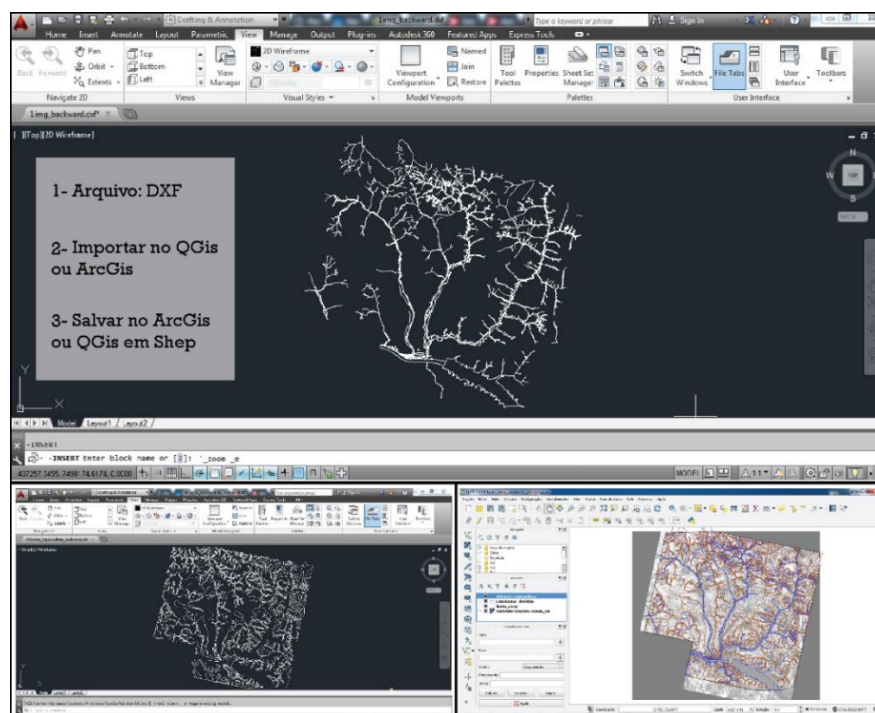
Fotos: Nishizima, 2016.

A restituição (ou a compilação das feições), nada mais é do que a interpretação e o destaque dos objetos das imagens de um estéreo modelo orientado. O resultado é um arquivo de dados composto pelas coordenadas digitais dos vários objetos interpretados (I.S.M, 2007). O arquivo elaborado será um arquivo posicional, onde as localizações (X, Y, Z) das feições geomorfológicas mapeadas serão armazenadas, e juntamente com a simbologia cartográfica, comporão o mapa.

Os objetos ou as feições, no modo vetorial, são simbolizados por pontos, linhas ou polígonos fechados, geralmente com um código alfanumérico (código da feição), unido a cada objeto do vetor, para a identificação (I.S.M., 1997).

Os arquivos podem ser salvos com o nome da imagem (padrão) da esquerda e com extensões “v3d” e “dxf”, arquivos textos com as coordenadas 3D das feições e arquivos no formato público do AutoCad®¹ (3D), também podem ser importados diretamente para o Projeto Quantum GIS®² (QGIS) ou ArcGis®³ (Esri). As versões utilizadas neste trabalho foram: versão 2.16.0; e versão 10.1 respectivamente. Por fim, é possível obter os arquivos em formato “Shapefile” ao solicitar, com o botão direito do *mouse*, a opção “Salvar Como”, na plataforma do Projeto Quantum Gis® (QGIS), a Figura 20 ilustra os passos descritos e executado nos *softwares*.

Figura 20: Processo de manuseio dos dados construídos desde o Prushbroom até o SIGs



Fonte: Nishizima, 2016.

¹AutoCad® (3D) marca registrada pela Auto Desk.

²Quantum GIS® Software livre desenvolvido por comunidade voluntária

³ArcGis® é marca registrada pela ESRI Inc.

No SIG foram inseridos os dados coletados ao longo da pesquisa e, padronizando, portanto, todos os arquivos shapefile e raster orientados no mesmo sistema de coordenadas geográfica: Sirgas 2000, UTM 22S.

A legenda foi elaborada com base no “Mapa geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente –SP”, desenvolvido por Nunes et al (2006), “Mapa dos compartimentos do relevo do município de Estrela do Norte – SP e adjacências, Felipe e Nunes (2015), e nos mapas elaborados por Fushimi e Nunes (2010, 2014 e 2016).

No que se refere à elaboração dos mapas: “Mapa de Hipsometria do Município de Mirante do Paranapanema – SP”; e “Mapa de Declividade do Município de Mirante do Paranapanema – SP”, foram elaborados no SIG ArcGis®/Esri 10.3 e Projeto QGIS® 2.16 com base em imagem SRTM, com resolução espacial de 30 metros. As classes de declividade foram estabelecidas com base em Cunha et al (2003).

O “Mapa de Curvatura da Superfície de Mirante do Paranapanema – SP” foi criado a partir do recorte do mapa de curvatura vertical (3 classes – côncava, convexa e retilínea) disponível no TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (INPE).

Por fim, o mapa de fragilidade ambiental, geológico, geomorfológico e pedológico foram elaborado com recorte no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP, a partir dos mapas regionais trabalhados por Ross e Moroz (1997), IPT (1981), Ross e Moroz (1996) e Oliveira (1999) respectivamente na escala de 1:500.000 e 1:1.000.000.

A arte finalização dos mapas tiveram o acabamento gráfico no programa Illustrator CS6 ®4 um software e aplicativo do pacote Adobe.

CAPÍTULO III – A caracterização da paisagem: os aspectos históricos e fisiográficos.

3.1. Aspecto Histórico de ocupação do Pontal do Paranapanema

A região do oeste paulista foi ocupada primeiramente 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. 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. Neste período a “marcha para o oeste paulista” teve início e foi gradativamente se intensificando. A partir daí a conquista do solo se deu de maneira rápida.

O avanço para o Oeste Paulista era liderado por grandes fazendeiros, possuidores de vasta quantidade de terras, esses tinham o controle de postos de administração pública, sociedade bancária e ferrovias.

Os grandes ruralistas partiram da região periférica do Estado de São Paulo, em direção ao seu interior. Para isto, fizeram uso das próprias características naturais da região, utilizaram, por exemplo, os corpos hídricos. A abertura de novas áreas para o cultivo, contribuiu para o deslocamento de uma grande quantidade de paulistas para a região. A consequência disto foi expansão das plantações de café, o que motivou a construção de um meio de transporte maior, originando então, as linhas férreas.

Após os trilhos permanecerem estacionados por longos anos, mais precisamente desde 1889, na vila de Botucatu, os mesmos começaram a avançar em direção ao interior do Estado de São Paulo, 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).

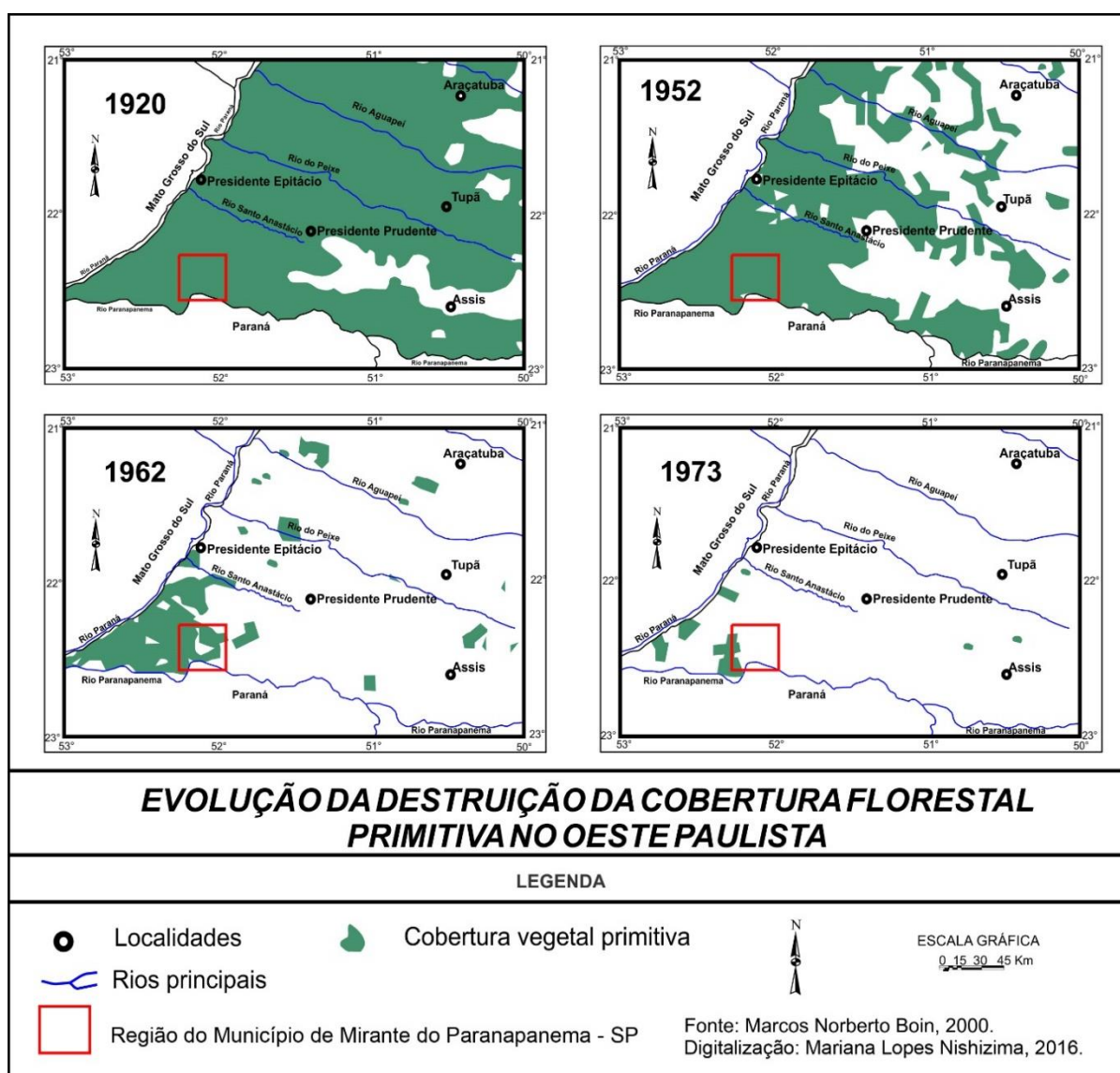
A expansão da cafeicultura provocou o surgimento de inúmeras cidades no interior do Estado, portanto, ocorreu também a instalação de um sistema ferroviário muito importante para as cidades recém fundadas no interior. Sobre este fato, Leite (1998, p.38) afirma que “no caso do sudoeste do Estado, a ocupação do território somente se efetivou com a abertura da Estrada de Ferro Sorocabana”.

Todavia, a ocupação dessas novas áreas foi marcada pela devastação sem precedentes do meio ambiente. Com relação a estes fatores, Boin (2000, p.1) ressalta que “a ocupação das terras no Estado de São Paulo demonstra que nunca houve amor pela terra, mas que a filosofia

dos pioneiros sempre foi “usar” e não “cuidar””, ou seja, o interesse exclusivo foi a produção de riquezas.

Na região do Oeste Paulista, o café se estabeleceu simultaneamente à implantação das estradas de ferro, impondo uma forte pressão sobre as áreas de matas primitivas. Dessa forma, processou-se a destruição da cobertura vegetal nativa de uma maneira indiscriminada e em larga escala. A figura 21, ilustra o processo de desmatamento das áreas verdes primitivas 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. Esta realidade segue inalterada até os dias atuais.

Figura 21: Destruição da cobertura vegetal primitiva no oeste paulista



Fonte: Boin, 2000.

À medida em que as áreas de florestas primitivas eram desmatadas, o solo era ocupado, principalmente, pelo café, e gradativamente 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, aliadas à situação de intenso desmatamento das florestas primitivas, e a implantação dos grandes latifúndios provocou um dos quadros mais graves de degradações erosivas do Estado de São Paulo, constituídas por processos de ravinamentos e voçorocamentos. Estes eventos advêm do fato de que estas paisagens são constituídas, em sua maioria, por substrato geológico de rochas sedimentares muito friáveis (Formação Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá), tais características serão melhor descritas a seguir.

Geomorfologicamente predominam os relevos de colinas amplas de topos suavemente ondulados e pedologicamente, os Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho Amarelos, que sofreram com a intensificação dos processos erosivos, em virtude da retirada da cobertura vegetal, realizada de forma inadequada, para satisfazer as necessidades de ocupações agrícolas e humanas.

O município de Mirante do Paranapanema – SP apresenta várias destas características. Sua ocupação desconsiderou os fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais, e esta ausência de planejamento trouxe sérios impactos ambientais para o município.

3.2. Aspecto fisiográficos do Pontal do Paranapanema: recorte da área de estudo.

3.2.1 Geomorfologia Regional

O primeiro trabalho de subdivisão do relevo do Estado de São Paulo foi elaborado por Moraes Rego em 1932. Nele o autor delimitou as grandes unidades fisiográficas do estado, ou seja, o Planalto Ocidental, a Depressão Periférica, os relevos cuestasiformes e as áreas cristalinas. Em seguida outros autores também elaboraram a subdivisão do relevo do estado de São Paulo: Deffontaines (1935); Monbeig (1944 e 1954), Ab'Saber (1956), Ab'Saber e Bernardes (1958) e Almeida (1964) (IPT, 1981b).

O mapa geomorfológico de São Paulo, elaborado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) em 1981, na escala de 1:1.000.000, teve como seu principal referencial a proposta de Almeida (1964), devido "...a grande ênfase dada por Almeida (op. cit.) às divisões naturais do relevo, bem como o detalhamento descritivo dos limites propostos" (IPT, 1981b, p.7).

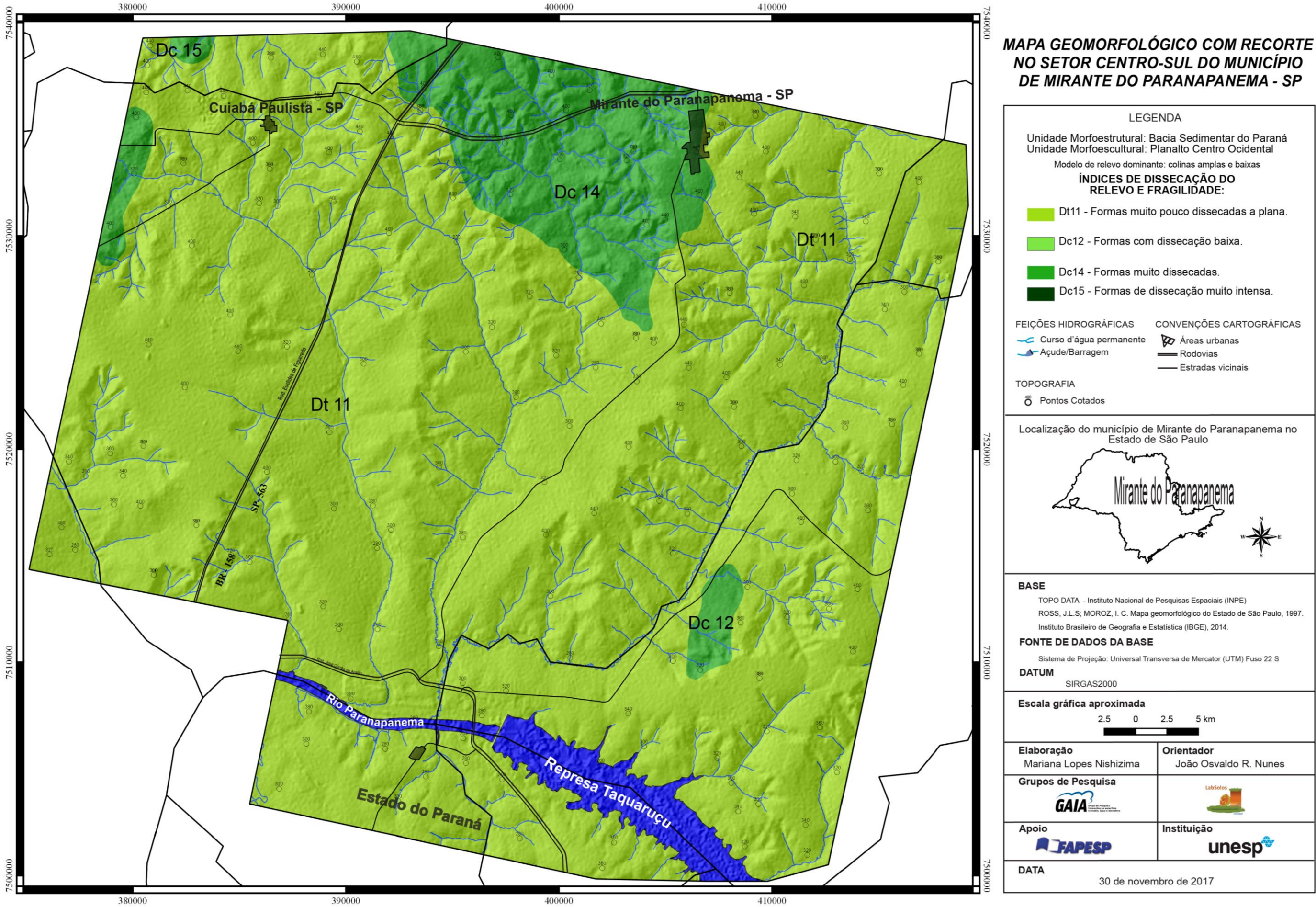
O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado pelo IPT (1981), foi um marco fundamental para os estudos geomorfológicos do estado. Este mapa foi o primeiro trabalho de cartografiação sistemática realizada em toda a região do estado de São Paulo. Para a elaboração do mapa geomorfológico, a metodologia empregada foi a do reconhecimento e agrupamento dos conjuntos de formas segundo o conceito de Sistemas de Relevo (ROSS e MOROZ, 1996). Portanto, os trabalhos se iniciaram a partir da “análise sistemática das imagens LANDSAT, canais 4, 5, 6 e 7, nas escalas 1:250.000 e 1:500.000, bem como de mosaicos semi-controlados de radar 1:250.000, elaborados para o projeto RADAMBRASIL. IPT, 1981b, p.13)

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b), as cinco províncias geomorfológicas do estado são: I – Planalto Atlântico; II – Província Costeira; III – Depressão Periférica; IV – Cuestas Basálticas e V – Planalto Ocidental Paulista. Geomorfológicamente, o Oeste Paulista encontra-se localizado no Planalto Ocidental Paulista, que abrange uma área de aproximadamente 50% do Estado de São Paulo, sua área tem início na província das Cuestas Arenítico - Basálticas, e se estende até o limite norte (rio Grande), oeste (rio Paraná) e sul (rio Paranapanema).

As formas de relevo dominantes na área de estudo desta pesquisa são as Colinas Amplas e Baixas, com declividade baixa de até 20%, amplitudes locais inferiores a 100 metros; interflúvios com áreas que variam entre 1 a 4 km², formas levemente dissecadas e/ou planas, vales pouco entalhados e baixa densidade de drenagem, além de apresentarem padrão sub retangular. As suas formas são compostas também por vales abertos e/ou fechados, com planícies aluviais interiores restritos, e presença escassa de lagoas perenes ou intermitentes.

Outro importante trabalho que subsidiou esta pesquisa foi o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, na escala 1: 500.000, elaborado por Ross e Moroz (1996, p.48). Os autores apresentam três unidades morfoestruturais, elaboradas com base nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura do relevo, associados aos aspectos morfoclimáticos atuais, são elas: Cinturão Orogênico do Atlântico; Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozóicas. Para cada uma das unidades morfoestruturais se apresentaram várias unidades morfoesculturais (planaltos, depressões e planícies litorâneas e fluviais), que, conseqüentemente, estão associadas a diversas formas de relevo (colinas, morros, escarpas, etc.) (Figura 22).

Figura 22: Recorte da área de estudo a partir do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000. Fonte: Ross e Moroz (1997).



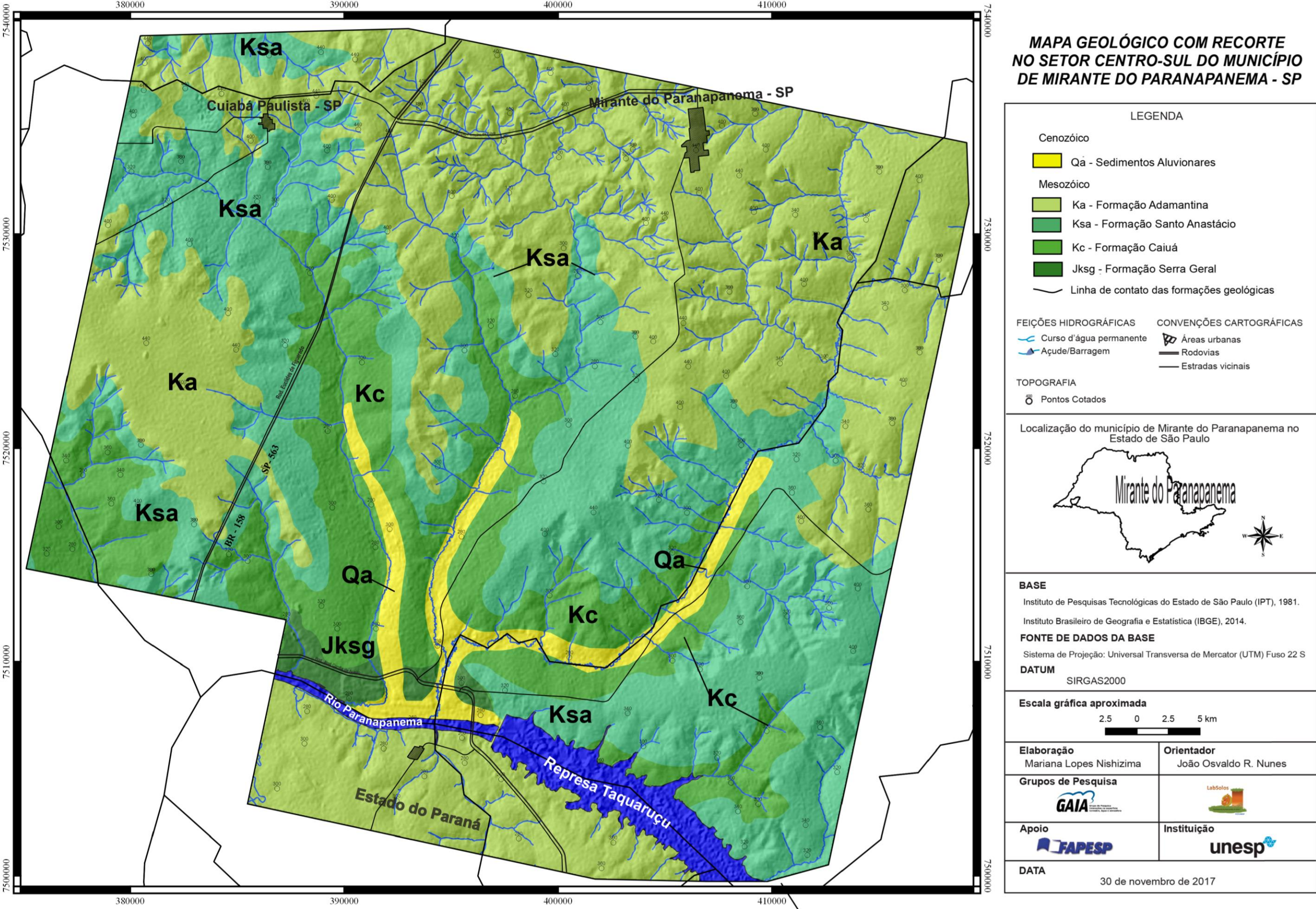
Com base nesta classificação, é possível concluir que a área estudada se localiza na Bacia Sedimentar do Paraná (morfoestrutura) e no Planalto Ocidental Paulista (morfoescultura), mais precisamente no Planalto Centro Ocidental. Nesta unidade, há predominância das formas de relevo denudacionais, cujas formas preponderantes são as colinas amplas e baixas de topos convexos (Dc12, Dc14, Dc15) e topos tabulares planos (Dt11, e Dc12), com altimetria em torno de 300 a 600 metros, declividade variável entre 10 a 20%, predomínio de Latossolos e de Argissolos (ROSS e MOROZ, 1996, p.50).

3.2.2. Geologia Regional

A área de estudo é localizada na região do Extremo Oeste Paulista que, morfoestruturalmente, pertence à Bacia Sedimentar do Paraná. Esta unidade geotectônica abrange uma área de aproximadamente 1.600.000 km², e formou-se a partir do Devoniano Inferior, constituída principalmente por rochas sedimentares e ígneas da idade Mesozóica e por depósitos recentes da idade Cenozóica (IPT, 1981a).

Conforme a coluna litoestratigráfica da bacia do Paraná (IPT, 1981a, p.48), as formações geológicas dominantes encontradas na região do Extremo Oeste Paulista, pertencem ao Grupo São Bento – Formação Serra Geral-JKsg (4,3%); ao Grupo Bauru – Formações Caiuá-Kc (28,7%), Santo Anástácio-Ksa (2,7%), Adamantina-Ka (62,2%), e os DepósitosCenozóicos-Qa (2,1%) (Figura 23).

Figura 23: Recorte da área de estudo a partir do Mapa Geológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000. Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), 1981



O Planalto Ocidental é formado, basicamente, pelas rochas do Grupo Bauru. Estas rochas guardam um grande registro geológico do Cretáceo Superior, e são constituídas, predominantemente, por formações areníticas em algumas regiões cimentadas por carbonato de cálcio. Ao longo dos vales dos principais rios, o basalto se expõe em ocorrências descontínuas, exceto ao longo do Rio Paranapanema e do Rio Pardo onde afloram extensivamente (IPT, 1981a).

Na área de estudo, estão presentes as Formações Santo Anastácio, Adamantina e Caiuá do Grupo Bauru e a Formação Serra Geral do Grupo São Bento. O IPT (1981a, p. 48), descreve que a Formação Santo Anastácio é constituída por “arenitos muitos finos a médios, mal selecionados, subordinadamente de caráter arcossiano, geralmente maciços, apresentando localmente cimento e nódulos carbonáticos”.

A Formação Adamantina é considerada a mais importante e amplamente documentada, isto ocorre porque na maioria das pesquisas geológicas desenvolvidas na região do Extremo Oeste Paulista, a Formação Adamantina é descrita como a Formação de maior representatividade. Assim, conforme especificado pelo IPT (1981a, p. 48) esta unidade é constituída por “... arenitos finos e muitos finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos, com lentes de siltitos arenosos e argilitos, ocorrendo em bancos maciços, estratificação plano paralela e cruzada de pequeno a médio porte”.

Já a Formação Caiuá, é constituída por “... arenitos finos a médios, com grãos bem arredondados, com coloração arroxeada típica, apresentando abundantes estratificações cruzadas de grande a médio porte. Localmente ocorrem cimento e nódulos carbonáticos” (IPT, 1981 a: 48).

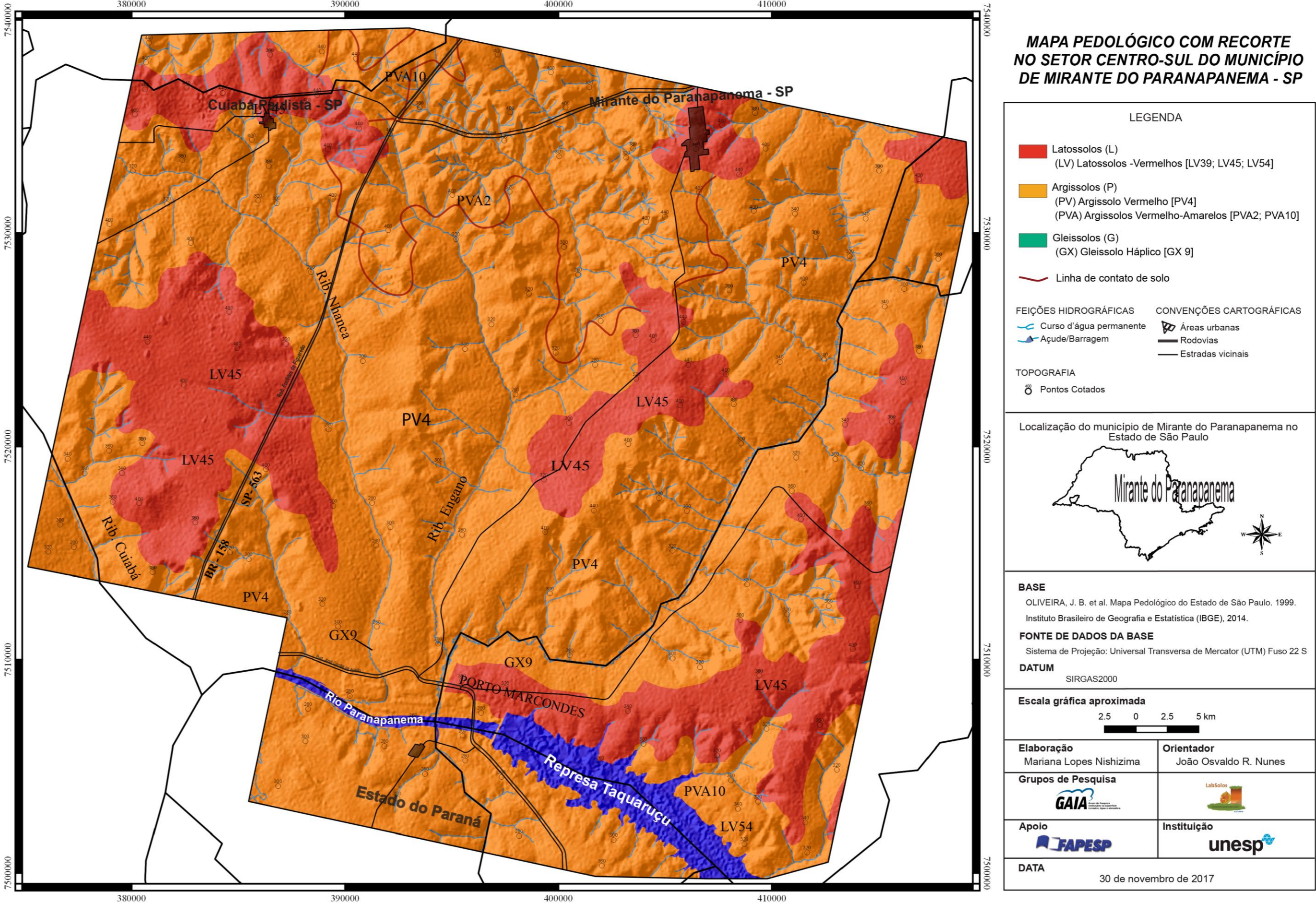
De acordo com as especificidades apontadas na coluna litoestratigráfica (IPT, 1981 a: 48), a Formação Serra Geral é constituída por “...rochas vulcânicas toleíticas dispostas em derrames basálticos, com coloração cinza a negra, textura afanítica com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios apresentando estratificação cruzada tangencial. Ocorrem espessos níveis vitrofíricos não individualizados”.

Por fim, os Sedimentos Aluvionares (Qa) afloram próximos aos principais cursos d’água, são constituídos por aluviões em geral, e contém areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais, em depósitos da calha e/ou terraço (IPT, 1981a).

3.2.3. Pedologia Regional

De acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (EMBRAPA, 1999), no Extremo Oeste Paulista foram identificados e mapeados sete tipos de solos: os Argissolos Vermelho – Amarelos (PVA); os Argissolos Vermelho (PV); os Latossolos Vermelhos (LV); os Gleissolos Háplicos (GX) (Figura 24).

Figura 24: Recorte da área de estudo a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000. Fonte: Oliveira et al (1999).



Os solos mais representativos para a área de estudo são os Argissolos Vermelhos – Amarelos (PVA), os Latossolos Vermelhos (LV) e os Gleissolos (GX). Estes solos são os resultados de processos pedogenéticos ocorridos sob rochas areníticas do Grupo Bauru (Formação Santo Anastácio e Adamantina) e depósitos Quaternários.

Os ARGISSOLOS são, em sua maioria, solos muito profundos (> 200 cm de profundidade). Na área investigada, eles se originam através de rochas areníticas, com cimentação calcária do Grupo Bauru. Estes solos estão associados aos relevos suavemente ondulados.

Os relevos suavemente ondulados apresentam-se em forma de colinas com rampas de declives longos e topos levemente arredondados ou achatados, com a morfologia dos vales em V muito aberto.

Os relevos ondulados, surgem em forma de colinas menos declivosas de topos também levemente arredondados, com vales mais fechados em V. Não apresentam qualquer impedimento físico à penetração do sistema radicular, pelo menos até 200 cm de profundidade, exceto em casos de ocorrência do fenômeno denominado compactação.

De modo geral, os ARGISSOLOS são susceptíveis à erosão, por apresentarem gradiente textural entre o horizonte A ou E e o B. Esses solos possuem baixa ou muito baixa resistência à erosão (LOMBARDI NETO et al., 1991, citados por OLIVEIRA et al., 1999). Essa característica exige práticas conservacionistas de suporte (curvas de nível, terraceamento, etc.).

Os LATOSSOLOS são solos constituídos por material mineral, apresentam horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresentar mais de 150 cm de espessura (EMBRAPA, 1999).

A classe dos LATOSSOLOS ocupa cerca de 52 % da área do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960 citado por OLIVEIRA 1999). Para a região do Extremo Oeste Paulista, foram identificadas 4 unidades de mapeamento dos Latossolos Vermelhos, sendo as de maior expressão: LV39 – Distrófico A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado; LV45 – Distrófico A moderado textura média relevo plano e suave ondulado; LV54 – Distrófica textura argilosa relevo plano + ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos textura média/argilosa e média relevo suave ondulado ambos A moderado.

São, em geral, solos com boas propriedades físicas. Situados, na maioria dos casos, em relevo favorável ao uso de máquinas agrícolas. Na área mapeada, localizam-se,

predominantemente, em relevos suavemente ondulados a ondulados. Nos relevos suavemente ondulados, os topos são achatados com vertentes convexas pouco declivosas, variando entre 2 a 5 %. Já nos relevos ondulados, os topos são arredondados com vertentes convexas, cujas declividades variam entre 5 e 15%. São solos de excepcional porosidade total, seus valores variam entre 50-60 % e, conseqüentemente, possuem boa drenagem interna, mesmo em casos de ocorrência de textura argilosa. Sua elevada friabilidade viabiliza o preparo para o cultivo; além disto, são amplamente utilizados para outros fins, que vão desde a construção civil, servindo até mesmo para a cobertura de células de lixo.

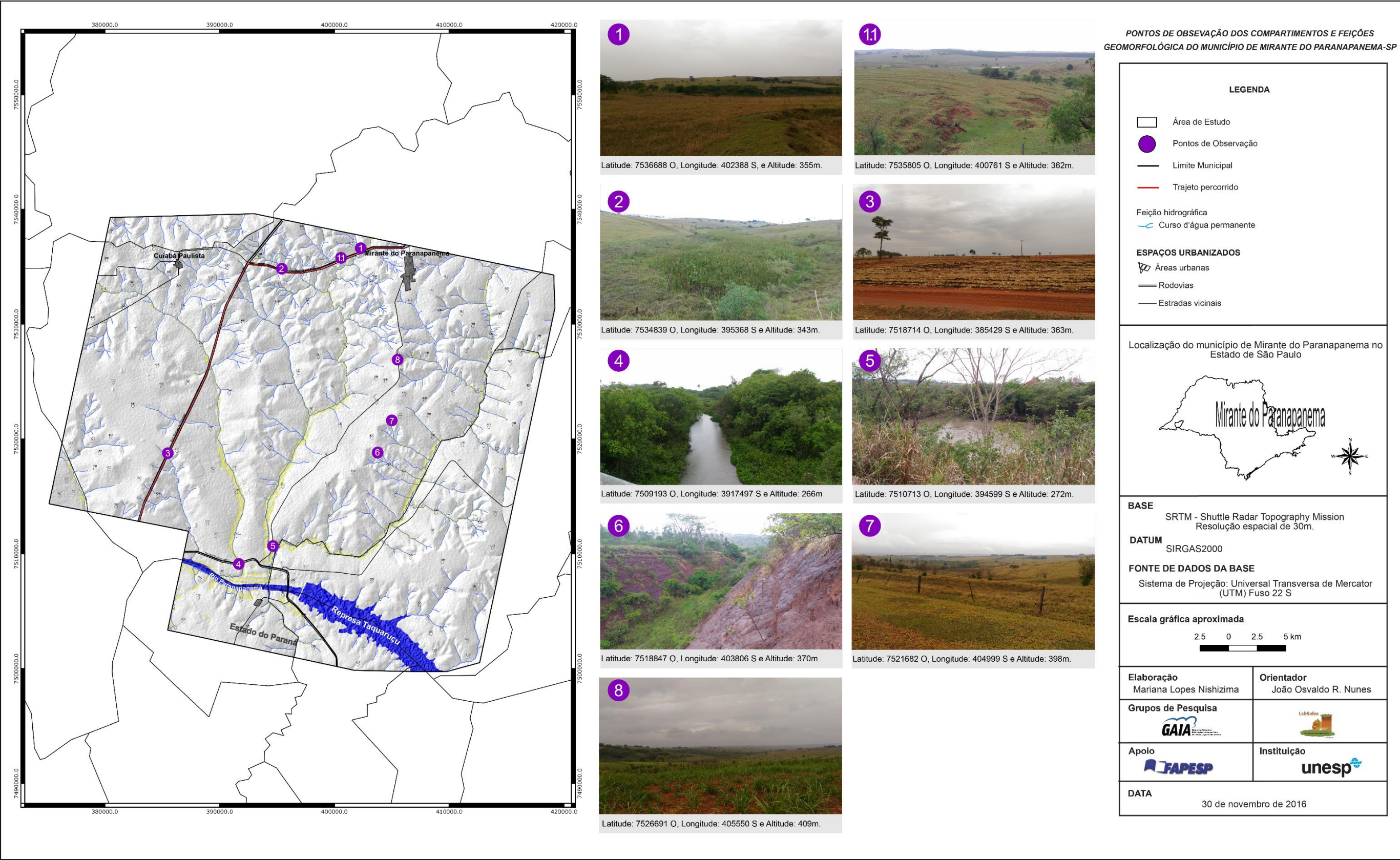
Os GLEISSOLOS são solos associados a relevos de várzea, neles ocorrem, constante, o encharcamento de água no solo. São mal drenados, ocasionando acúmulo de matéria orgânica e/ou processo de gleização, que consiste na redução do óxido de ferro durante o seu desenvolvimento. Este tipo de solo é totalmente impróprio para aterro sanitário em virtude de sua inexpressiva zona de aeração e extremo favorecimento de contaminação do aquífero freático (Oliveira, 1999: 43). Quanto ao grau de erodibilidade, apresenta valores médios, onde $K = 0,35-0,25$.

CAPÍTULO IV – Resultados e Discussões

4.1. Descrição das características Geomorfológicas dos compartimentos de relevo de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP.

A descrição detalhada dos compartimentos de relevo foi realizada a partir dos trabalhos de campo identificando pontos de observação (figura 25) em dois momentos distintos: a primeira para o levantamento das coordenadas UTM e concomitantemente o reconhecimento das áreas; e o segundo, com o intuito de conferir empiricamente as feições extraídas a partir da estereoscopia digital em gabinete, dessa forma, foi possível realizar os ajustes e correções das morfologias conforme observadas em campo.

Figura 25: Mapa de localização dos pontos de observação dos compartimentos e feições geomorfológicas do município de Mirante do Paranapanema – SP.



A elaboração do mapa geomorfológico do setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema - SP (Figura 26) foi estruturada com o objetivo de identificar a morfodinâmica da área estudada. Além disso, também foram produzidos os mapas de hipsometria (Figura 27), curvatura da superfície (Figura 28), declividade (Figura 29), e fragilidade ambiental (Figura 30).

No mapa geomorfológico foram identificados três compartimentos:

1. Topos suavemente ondulados das colinas convexizadas 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 alveolares com o predomínio dos solos hidromórficos, principalmente os Planossolos e os Gleissolos, sendo frequente também a presença de materiais sedimentares e manufaturados de origem tecnogênica.

Em campo foram observados dois padrões distintos de compartimentos de relevos em relação aos tipos de colinas e vertentes.

O primeiro padrão, encontrado no setor sul da área mapeada, nas proximidades do rio Paranapanema e divisa com o estado do Paraná, possui colinas de topos amplos e suavemente ondulados, associados a vertentes amplas e retilíneas com aspectos de caimento topográfico, predominando declividade entre 5 a 10%, densidades de drenagem esparsa amplas dimensões interlúvias, com presenças de planícies aluviais com morfologias de fundo de vale chato. O substrato geológico são as rochas sedimentares da Formação Caiuá (Grupo Bauru), sendo muito friáveis, formando solos profundos do tipo Latossolos. Estas características físicas demonstram baixa a média fragilidade ambiental a processo morfodinâmicos.

O segundo padrão apresenta relevos de colinas baixas, topos estreitos e aguçados, com predomínio de declividades acima de 20% e vertentes convexas e côncavas nos setores de cabeceiras de drenagem em anfiteatros. Isto se reflete nas densidades de drenagem médias, com padrões dendríticos, dimensões interflúvias menores e morfologias de fundos vales encaixados em V. O substrato geológico são as rochas sedimentares das Formações Santo Anastácio e Adamantina (Grupo Bauru), sendo menos friáveis, formando os Argissolos e Neossolos Litólicos. Estas características físicas indicam média a alta fragilidade ambiental a processos morfodinâmicos.

Figura 26: Mapa Geomorfológico de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.

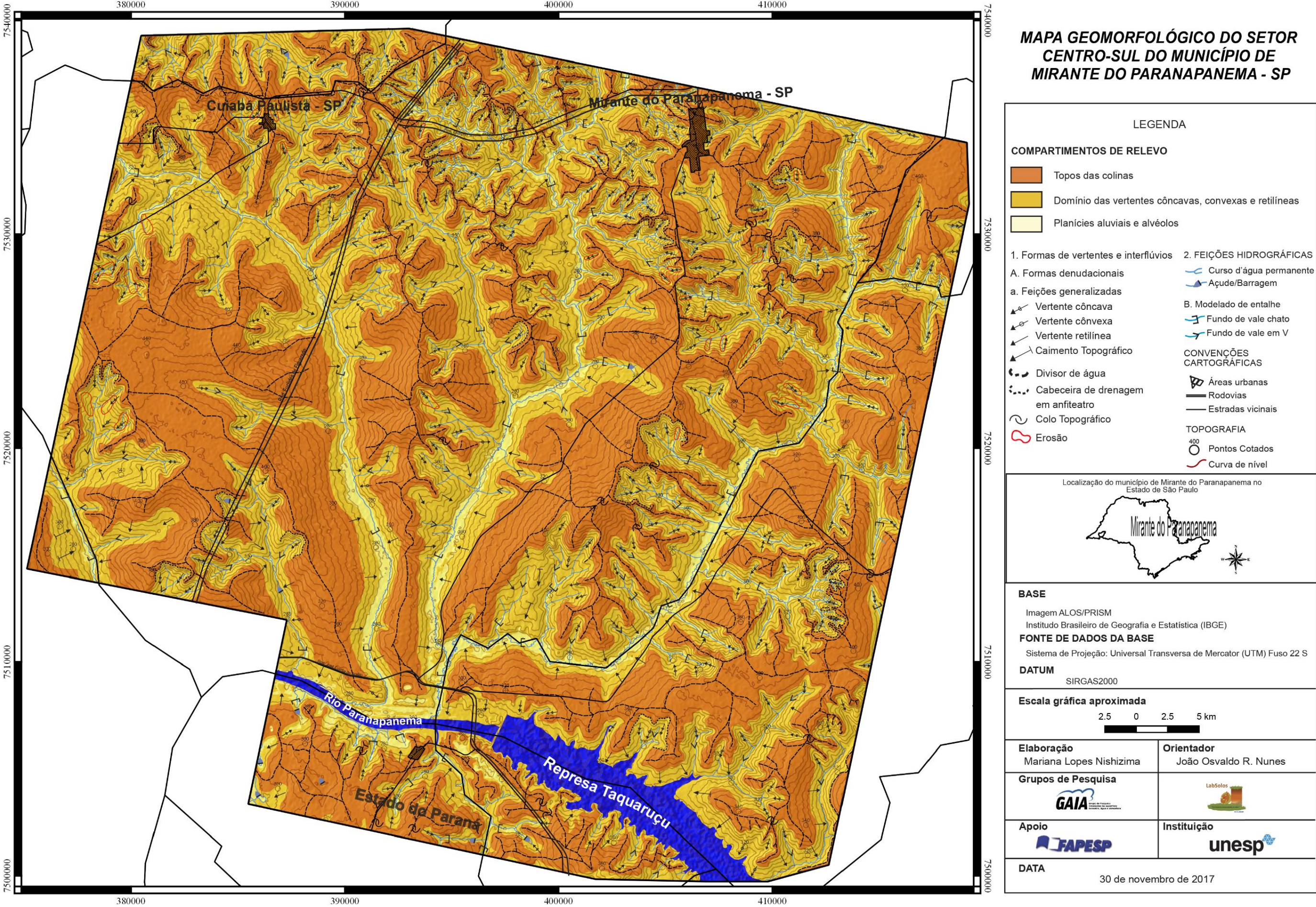


Figura 27: Mapa Hipsométrico de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP. 2017.

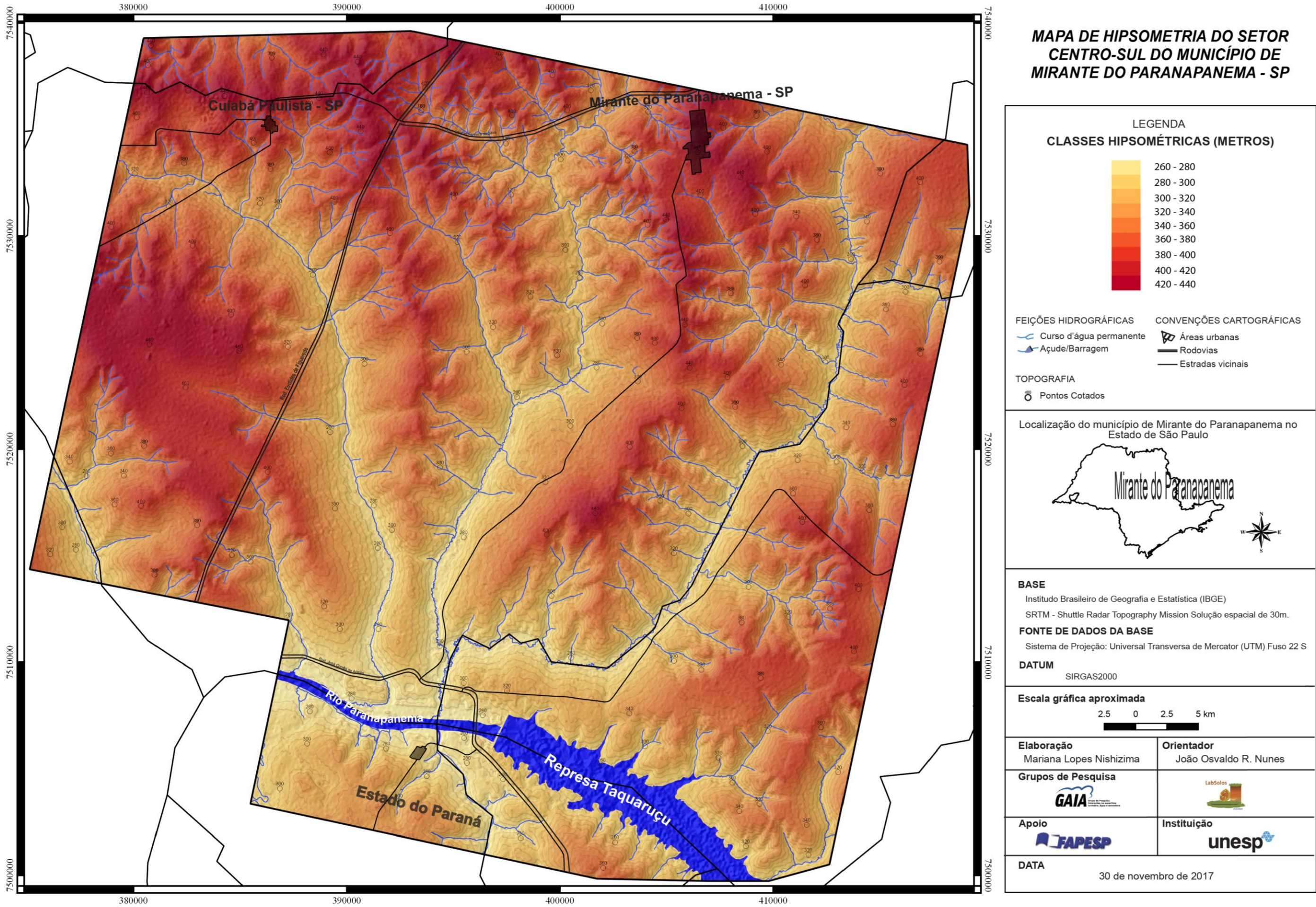


Figura 28: Mapa de Curvatura do Terreno de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.

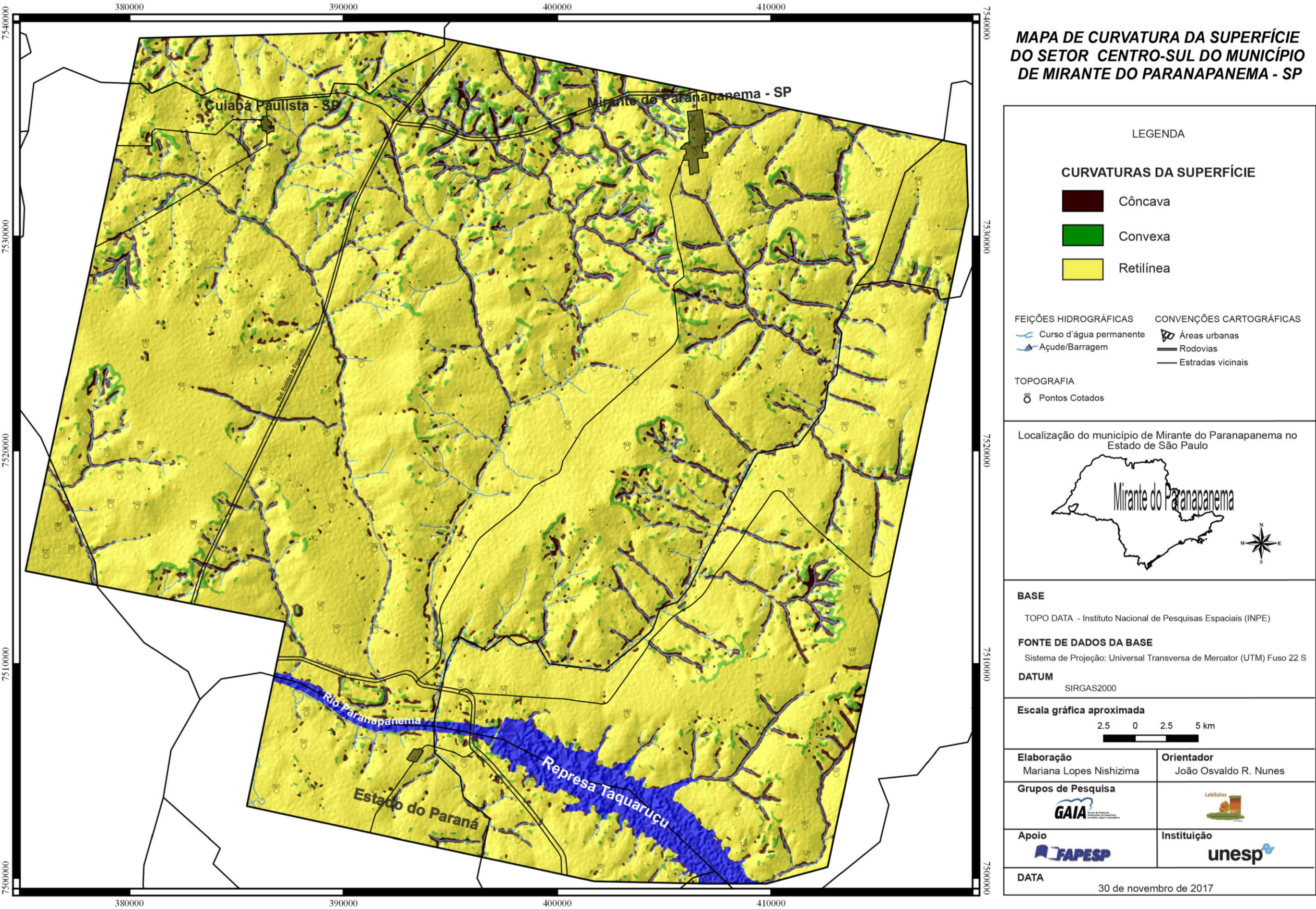
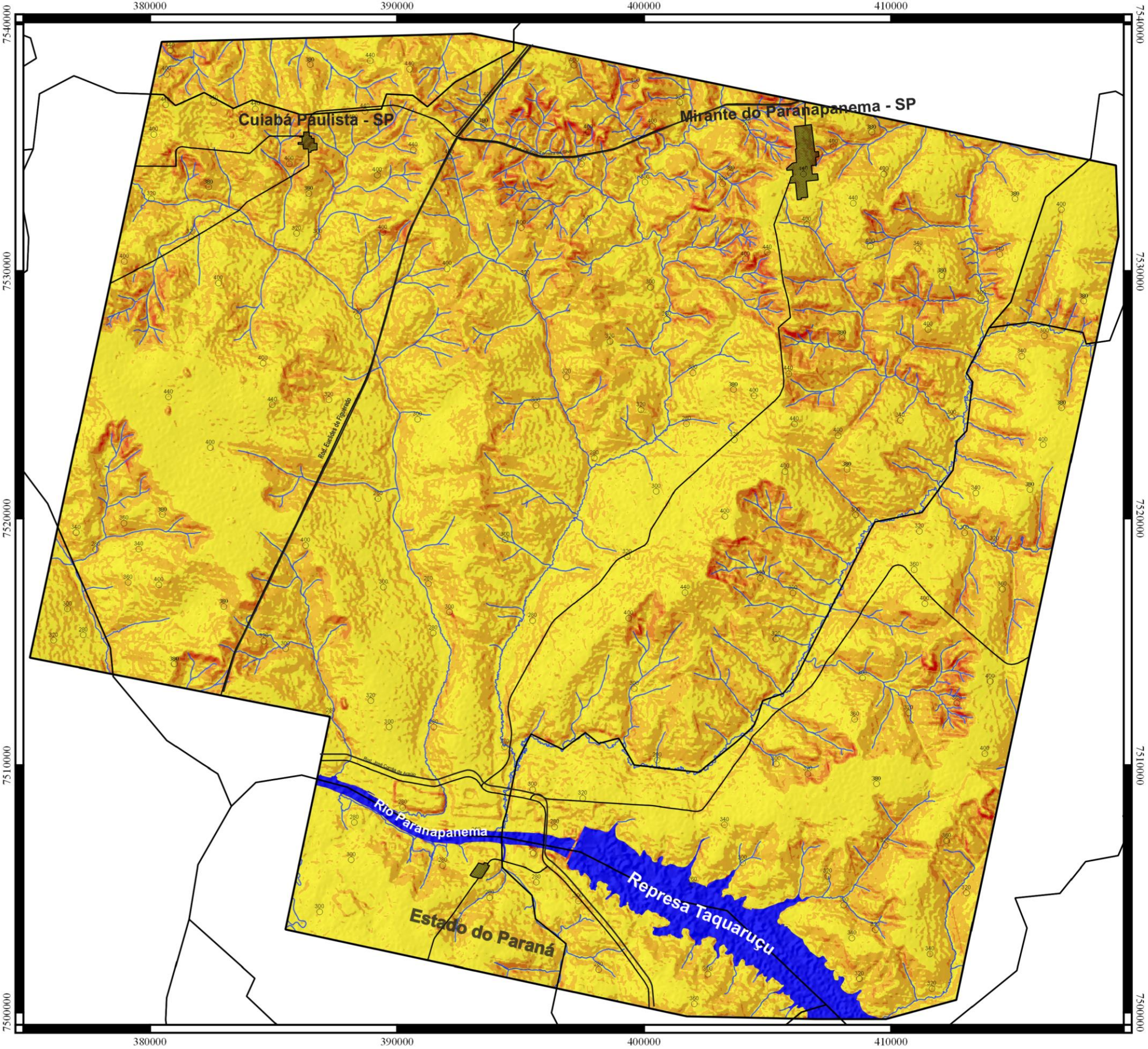


Figura 29: Mapa Clinográfico de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.



MAPA DE DECLIVIDADE DO SETOR
CENTRO-SUL DO MUNICÍPIO DE
MIRANTE DO PARANAPANEMA - SP

LEGENDA

CLASSES DE DECLIVIDADE (%)

	0 - 5
	5 - 10
	10 - 15
	15 - 20
	> 20

FEIÇÕES HIDROGRÁFICAS

- Curso d'água permanente
- Açude/Barragem

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Áreas urbanas
- Rodovias
- Estradas vicinais

TOPOGRAFIA

- Pontos Cotados

Localização do município de Mirante do Paranapanema no Estado de São Paulo

BASE

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission Resolução espacial de 30m.

FONTE DE DADOS DA BASE

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM) Fuso 22 S

DATUM

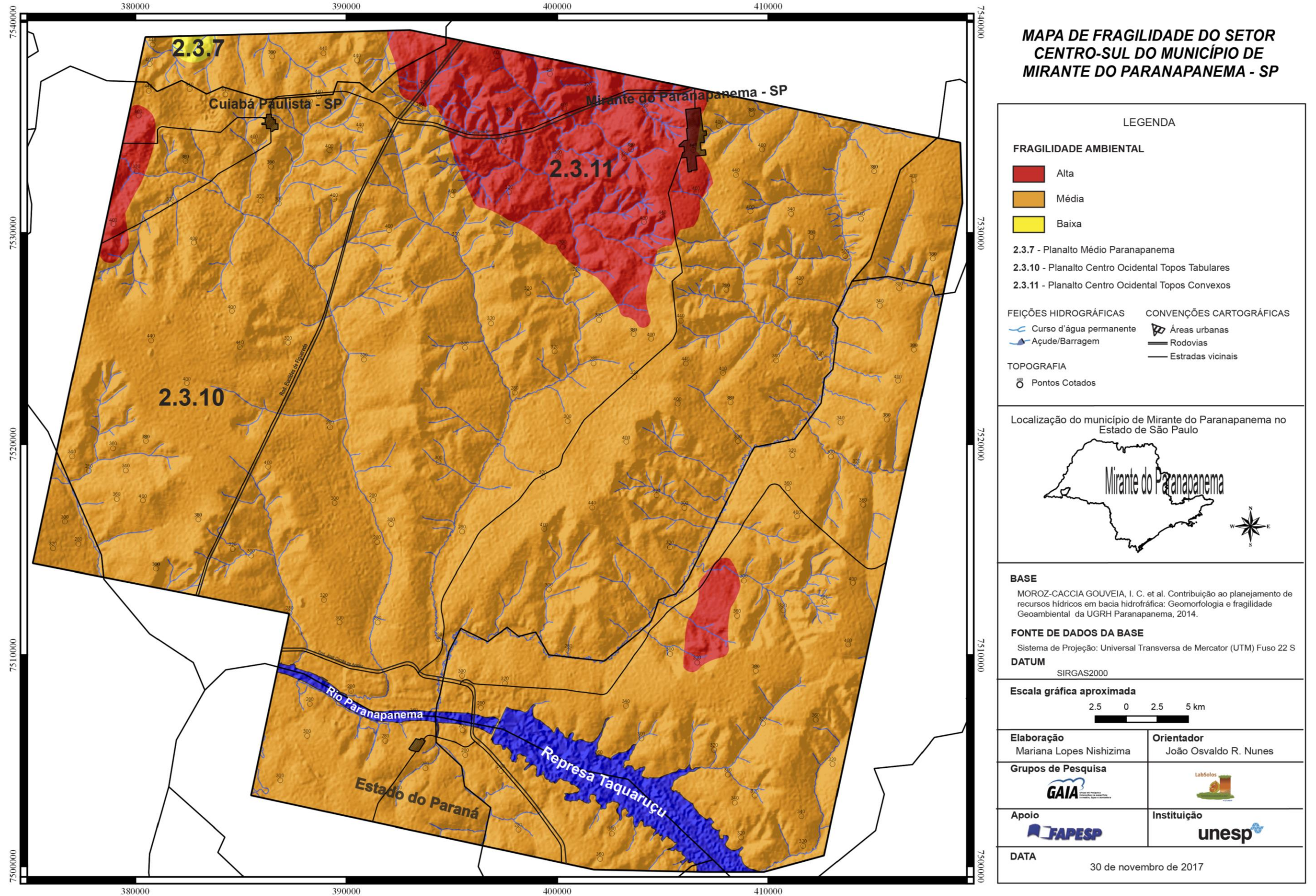
SIRGAS2000

Escala gráfica aproximada

2.5 0 2.5 5 km

Elaboração Mariana Lopes Nishizima	Orientador João Osvaldo R. Nunes
Grupos de Pesquisa 	
Apoio 	Instituição
DATA 30 de novembro de 2017	

Figura 30: Mapa de Fragilidade Ambiental de parte do município de Mirante do Paranapanema – SP, 2017.



4.2. Descrição dos pontos de observação “in loco”

Ponto 1 (Latitude: 753668.8 O, Longitude: 402388 S e Altitude: 355m) localizado no setor Norte da área de estudo e próximo a malha urbana de Mirante do Paranapanema – SP (Figuras 31 e 32) e Ponto 1.1 (Latitude: 753580.5 O, Longitude: 400761 S e Altitude: 362m), as características físicas e de ocupação do relevo são semelhantes.

Em relação às curvaturas das superfícies, predominam as formas convexizadas nos topos das colinas dissecadas, sendo estreitas com fundos de vale dissecados com morfologias em V. Apresenta poucas vertentes retilíneas e côncavas comparado ao setor Sul, com declividades entre 10 a 20%.

Ocorre a presença de Argissolos e Neossolos Litólicos com afloramento das rochas sedimentares das Formações Santo Anastácio e Adamantina, que dão suporte geológico ao padrão de colinas baixas e convexizadas presentes no setor norte, decorrente da maior concentração do carbonato de cálcio como agente cimentante.

Observou-se, em alguns setores, pequenas rupturas de declive acentuadas, geralmente associadas a processos erosivos lineares do tipo sulco e ravinas. O padrão de drenagem é dentrítico, com média densidade de drenagem. Presença de pequenas cabeceiras de drenagem em anfiteatros com morfologia côncava, concentradora de fluxos de escoamento superficial em direção ao fundo de vale em V. O uso e a ocupação da terra é realizado, predominantemente, pela pecuária (pastagem).

O setor apresenta ALTA FRAGILIDADE AMBIENTAL.

Ponto 2, (Latitude: 753483.9 O, Longitude: 395368 S e Altitude: 343m) foi identificada área de planície aluvial com morfologia concavizada e em berço, associada a presença da cobertura vegetal do tipo Taboa. Nesta área é possível identificar terraços fluviais bem demarcados nas margens.

As vertentes, de modo geral, são convexas e retilíneas, com predomínio de declividade entre 15 a 20%, sendo que em alguns setores são superiores a 20%. Nestes setores, afloram os arenitos da Formação Adamantina, bem como pequenas nascentes do aquífero freático suspenso. Pedologicamente, predominam os Argissolos e Neossolos Litólicos, e em alguns pontos surgem marchas de Latossolos.

O padrão de drenagem é dendrítico, com média densidade. Em relação ao uso e ocupação da terra, predomina a pecuária de corte com pastagem de gramíneas.

O setor apresenta MÉDIA FRAGILIDADE AMBIENTAL.

Figura 31: Pontos de observação do campo, ponto 1; 1.1; e 2.

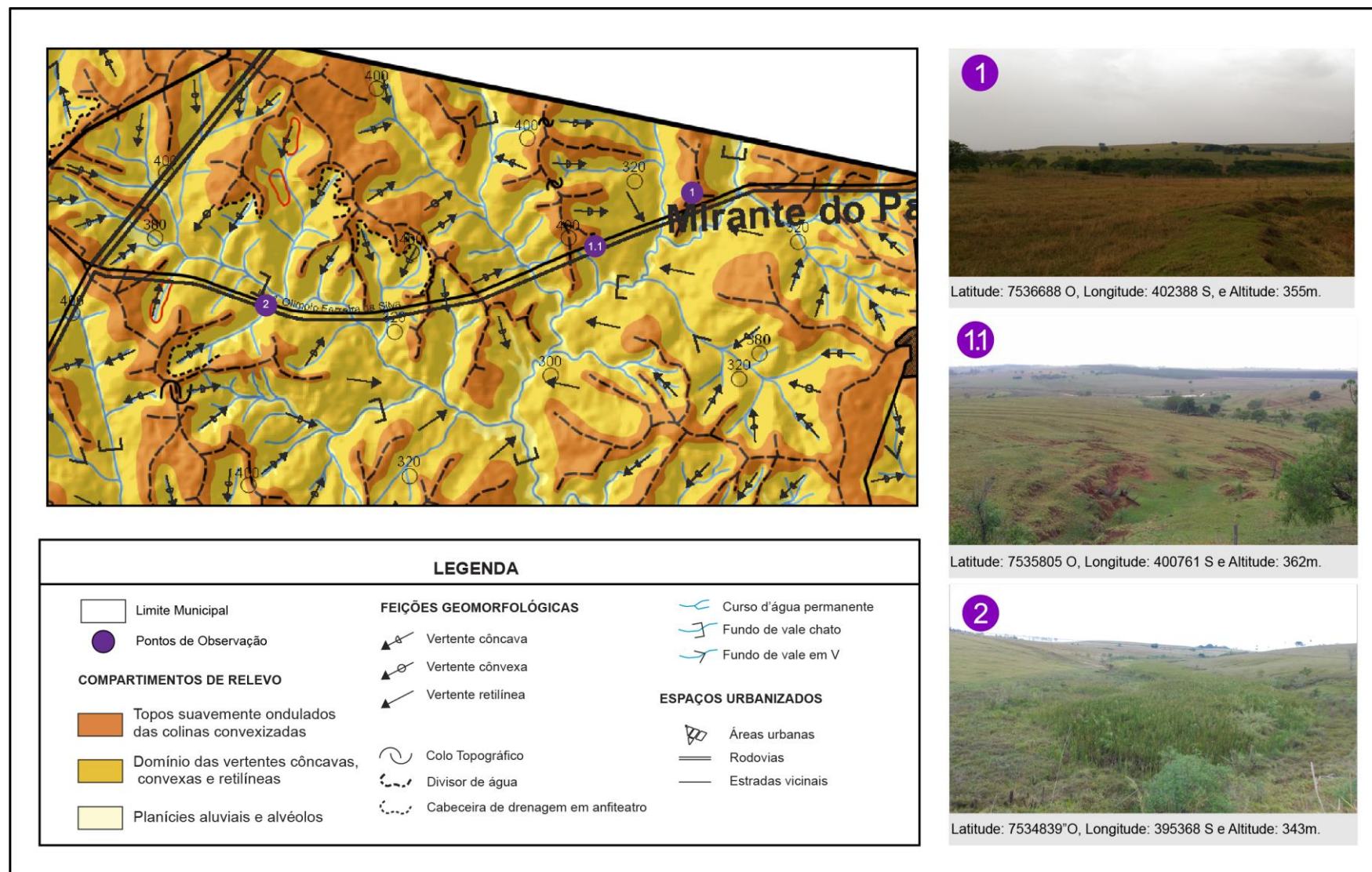
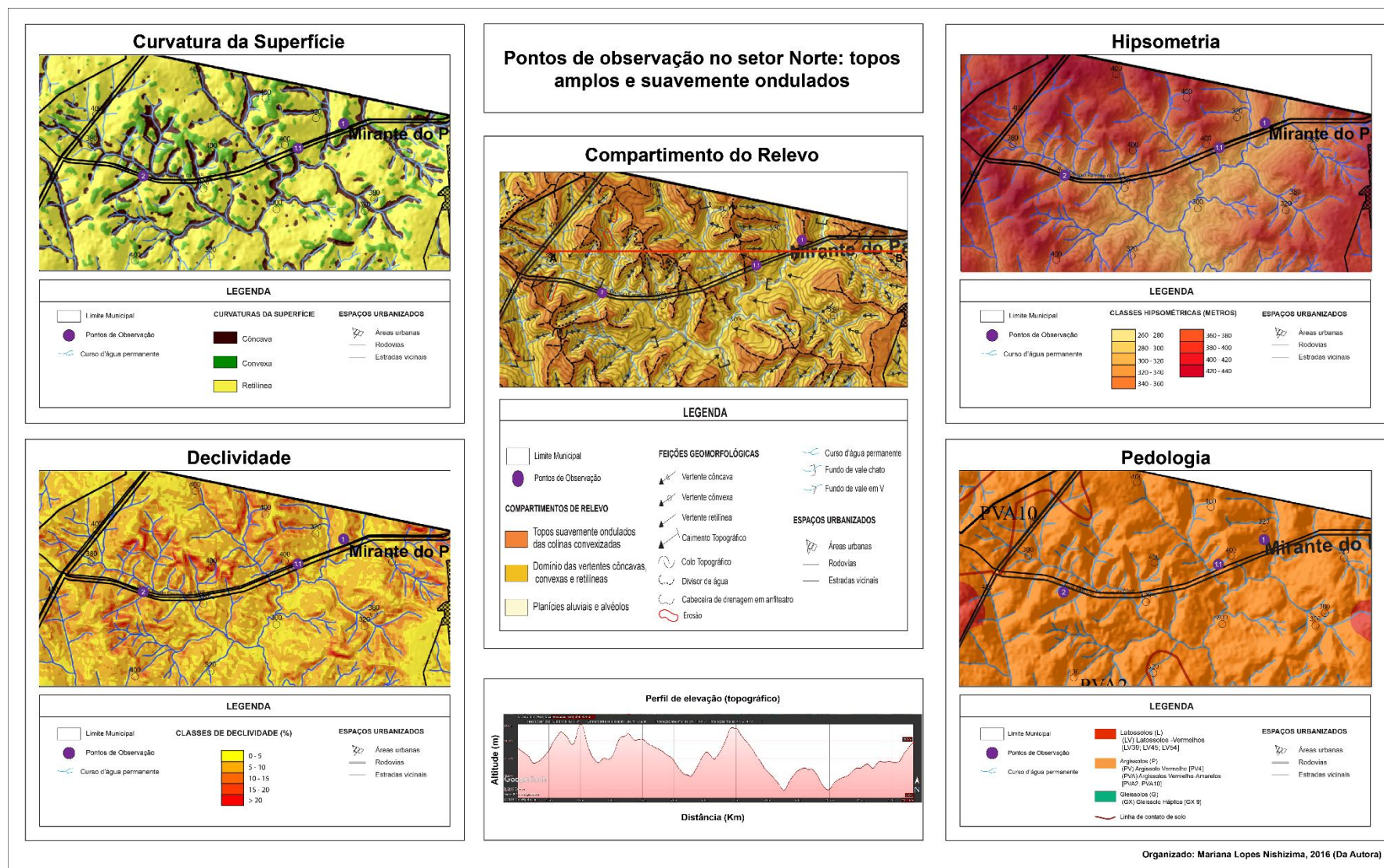


Figura 32: Pontos de observação do campo e perfil topográfico, ponto 1; 1.1; e 2.



Ponto 3, (Latitude: 751871.4 O, Longitude: 385429 S e Altitude: 363m), Rodovia BR 158, em direção ao setor sul da área mapeada, ocorre o predomínio de colinas de topos planos e suavemente ondulados e convexizados, cujas vertentes retilíneas tem amplos caimentos topográficos (Figura 33 e 34) com baixas declividades, variando de 5 a 15%. Os interflúvios são amplos e vales pouco dissecados. Este setor marca a transição entre os arenitos da Formação Adamantina, ricos em carbonato de cálcio e menos friáveis, do setor norte, com os arenitos mais susceptíveis a erosão da Formação Caiuá, vinculados as colinas amplas e aplainadas com predominância de Argissolos e Latossolos profundos, e FRAGILIDADE AMBIENTAL DE NÍVEL MÉDIO.

Neste setor, encontra-se a Usina Odebrecht Agroindustrial, responsável pelo cultivo de cana-de-açúcar, cuja maior parte dos topos das colinas e das vertentes com baixa declividade, são utilizados para o cultivo de canaviais. A esquerda da rodovia BR 158, no sentido sul, observam-se as áreas de cabeceira de drenagem em formato de anfiteatro do Ribeirão Nhanca, afluente do Rio Paranapanema.

Figura 33: Ponto 3 de observação do campo, próximo a usina Odebrecht, sentido sul da área mapeada.

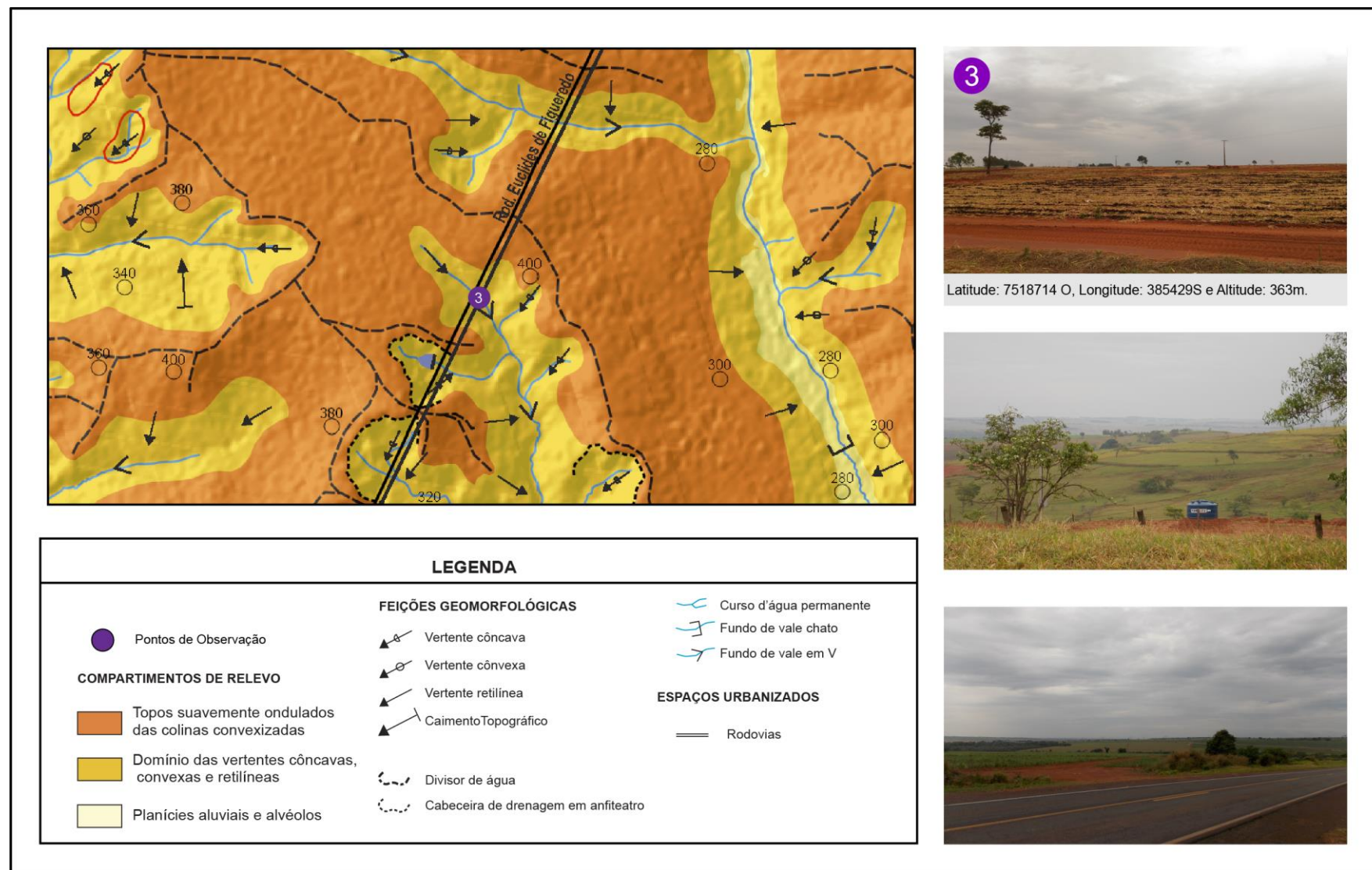
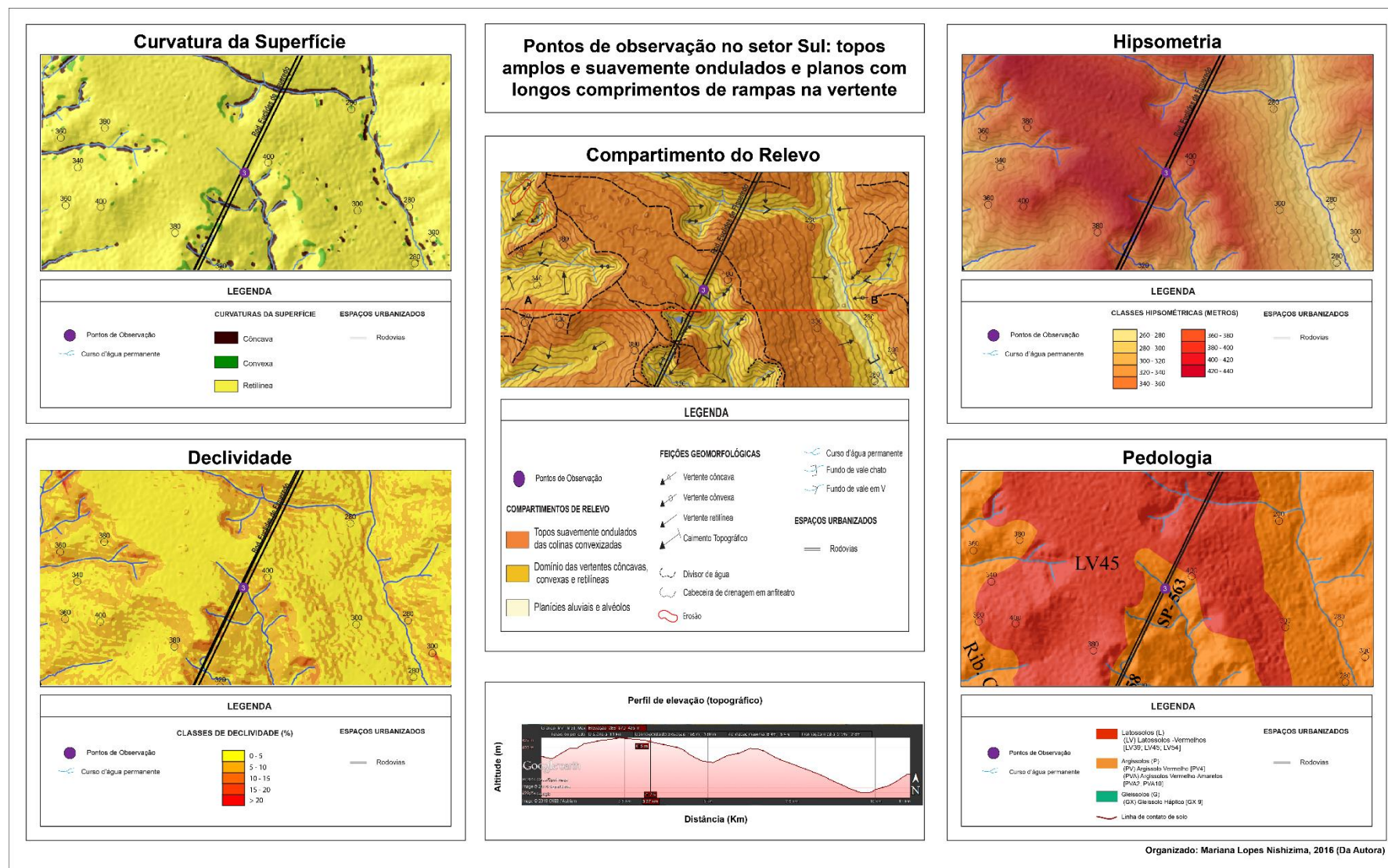


Figura 34: Ponto 3 de observação do campo, perfil topográfico da área, próximo a usina Odebrecht, sentido sul da imagem.



Ponto 4, (Latitude: 750919.3 O, Longitude: 391749.7 S e Altitude: 269m) e **Ponto 5**, (Latitude: 751071.3 O, Longitude: 394599 S e Altitude: 272m), a curvatura da superfície é predominantemente retilínea, com declividades baixas entre 0 a 5%.

Os topos das colinas são amplos suavemente ondulados, aplainados e com baixas declividades (0 a 5%). De modo geral, as vertentes são retilíneas e côncavas, com amplos caimentos topográficos. Os desníveis topográficos variam de 260m a 320m. Nestes compartimentos predominam os arenitos da Formação Caiuá, vinculados aos Argissolos e Latossolos.

Quanto às planícies aluviais dos Ribeirões Nhanca e Engano (Figura 35 e 36), com morfologia em berço, apresentam padrão de drenagem meândrico. Em alguns setores, os canais são difusos e entrelaçados, principalmente na foz com o rio Paranapanema, onde se observa a presença de inúmeras lagoas e braços de meandro abandonados, relacionados aos terraços fluviais. Predominam os Sedimentos Aluvionares Quaternários, relacionados aos Gleissolos Hidromórficos.

Em relação ao uso da terra, predominam os pequenos produtores vinculados aos diversos assentamentos rurais, que produzem alimentos para subsistência ou praticam a criação de gado leiteiro.

A FRAGILIDADE AMBIENTAL É CLASSIFICADA COMO MÉDIA.

Figura 35: Ponto 4 e 5 de observação no campo, Ribeirão Nhanca e Ribeirão do Engano no setor sul, fundo de vale em berço, planície aluvial com morfologia meândrica.

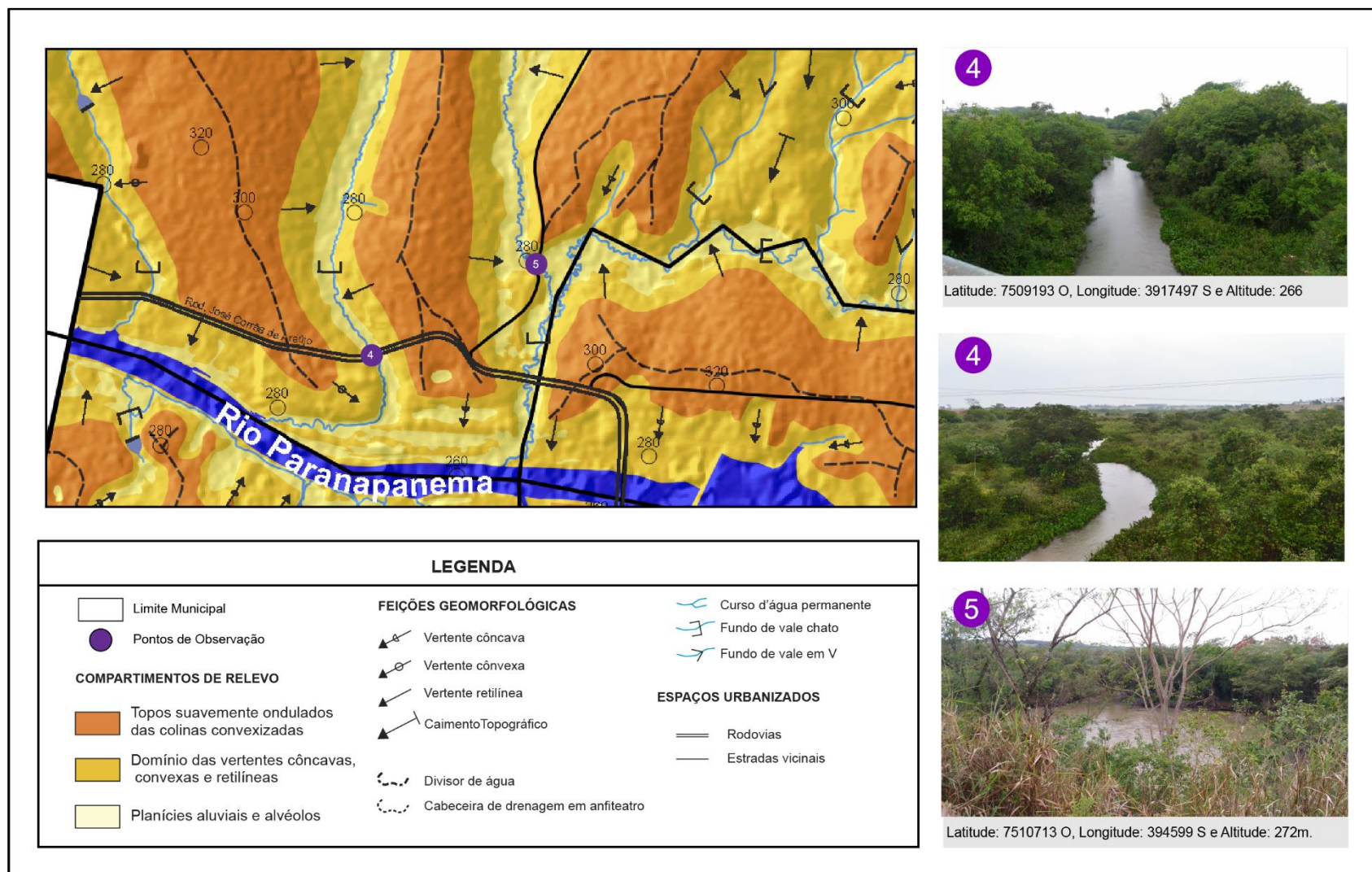
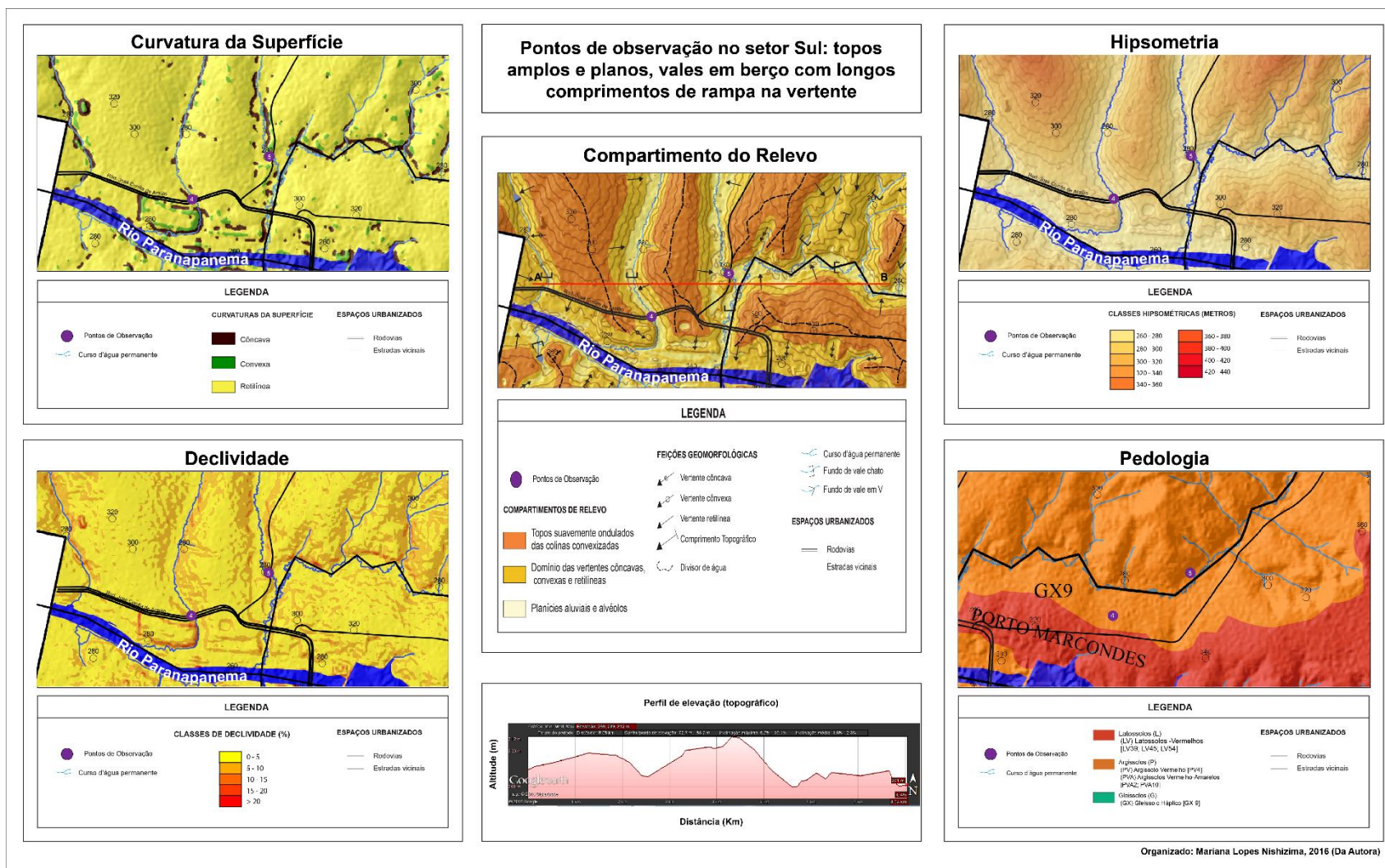


Figura 36: Ponto 4 e 5 de observação no campo, perfil topográfico da área, Ribeirão Nhanca e Ribeirão do Engano no setor sul, fundo de vale em berço, planície aluvial com morfologia meândrica.



Ponto 6, (Latitude: 751884.7 O, Longitude: 403806 S e Altitude: 370m) e **Ponto 7**, (Latitude: 752168.2 O, Longitude: 404999 S e Altitude: 398m), estão localizados à montante de cabeceiras de drenagem em forma de amplos anfiteatros. Predominam as vertentes côncavas e declivosas (20%), concentradores de fluxos de escoamento superficial, cujos vales entalhados são parte em V e alguns de fundo chato, com nítida presença de planície aluvial. As altitudes variam entre 300 a 400 metros.

Nos topos convexizados predominam os Latossolos bem drenados, vinculados ao maciço rochoso da Formação Adamantina. Nestes setores, foram identificados colos topográficos interligando os topos das colinas convexizadas.

Nos vales dissecados e nas rupturas de declives, afloram os arenitos friáveis da Formação Caiuá, marcando nitidamente os contatos litológicos entre as duas formações geológicas.

Quanto ao uso da terra, predominam as pastagens vinculadas a pecuária extensiva. Nestes setores (Figura 37 e 38), devido às características físicas relacionadas ao uso e ocupação da terra, é frequente o surgimento de processos erosivos lineares, principalmente os sulcos e as ravinas. A FRAGILIDADE AMBIENTAL É CLASSIFICADA COMO MÉDIA A ALTA.

Figura 37: No Ponto 6 foram observadas as vertentes íngremes e declivosas, e no Ponto 7 é possível observar a visão a montante das cabeceiras de drenagem de afluente do Ribeirão Pirapozinho.

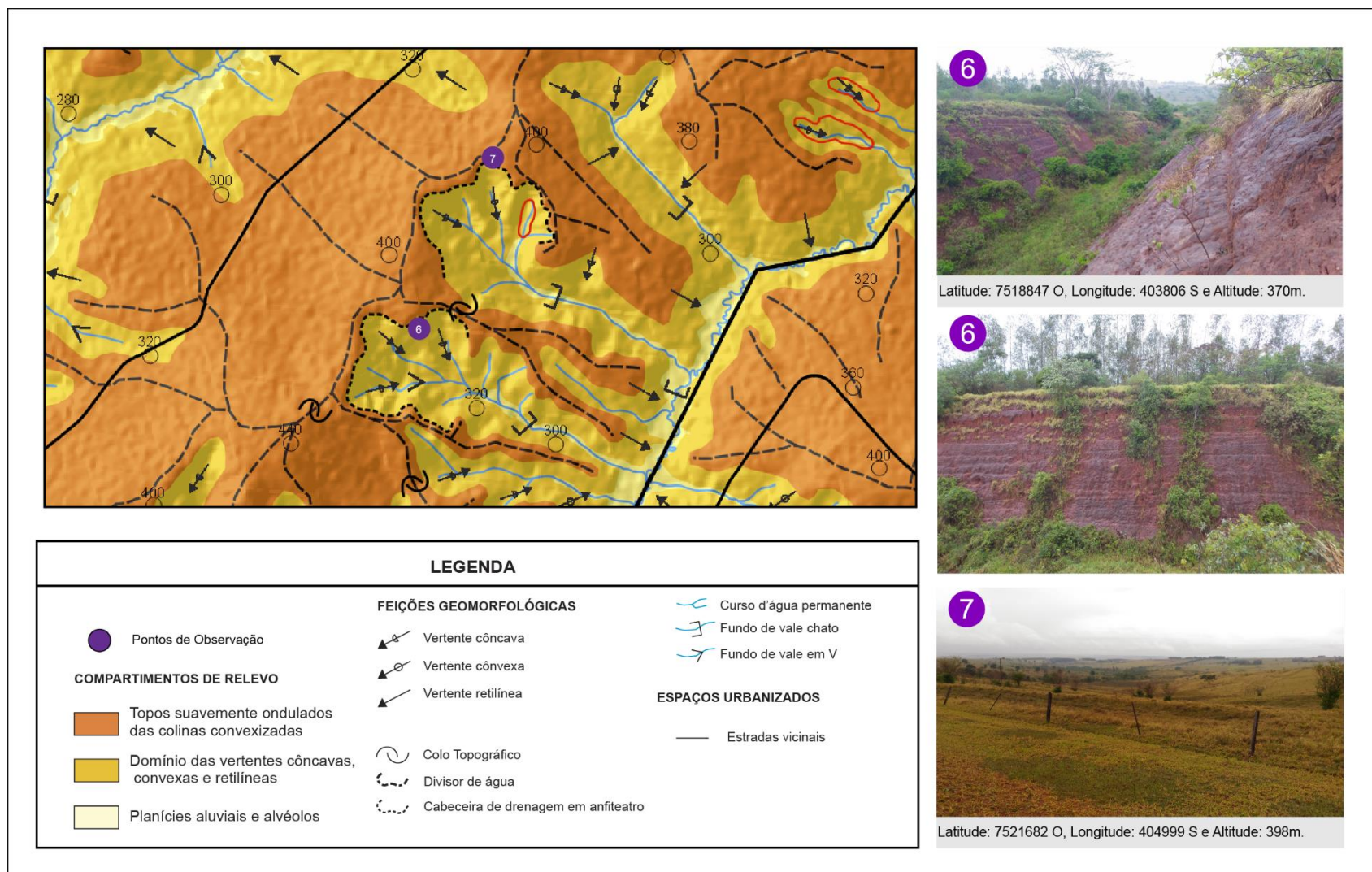
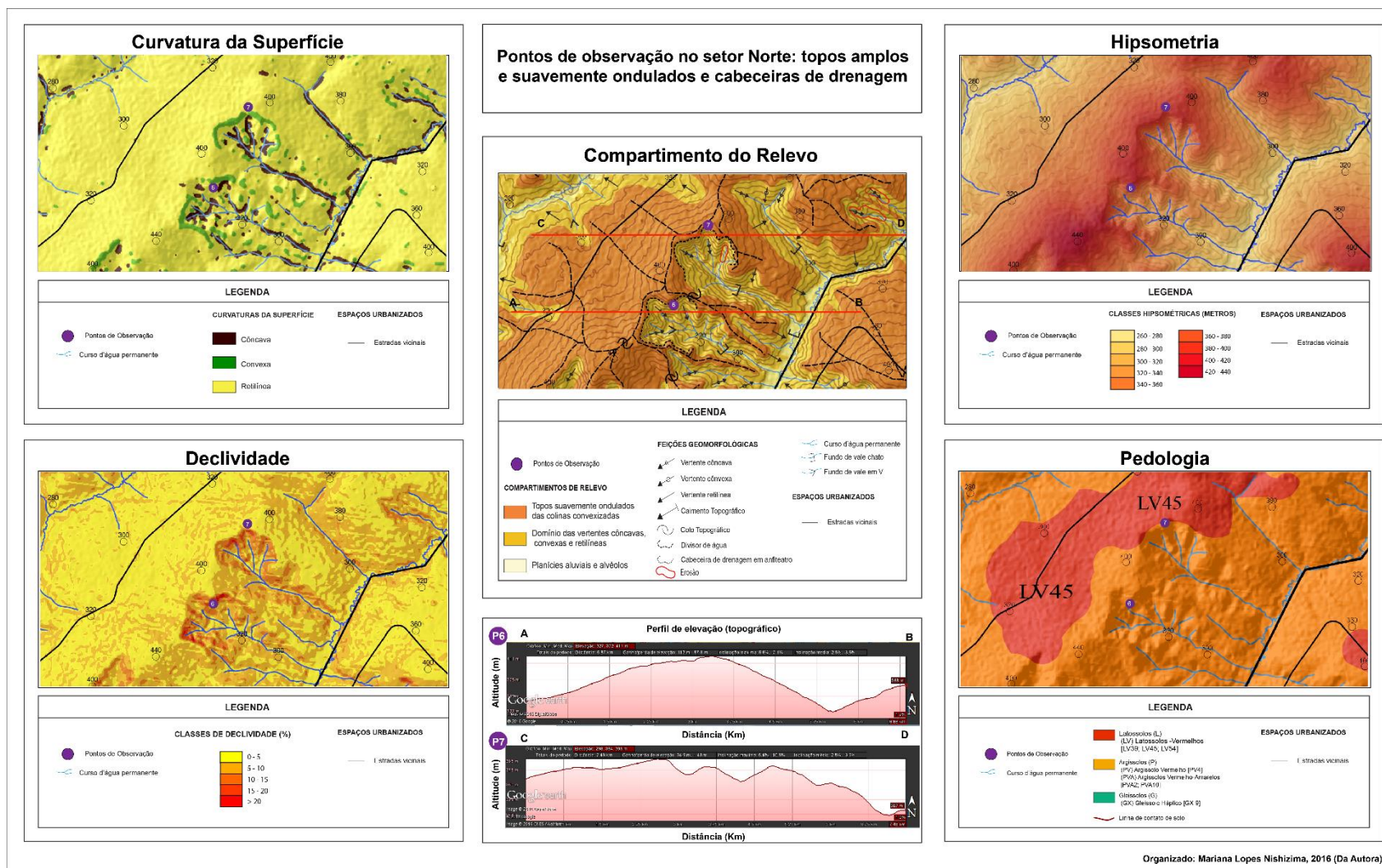


Figura 38: Ponto 6 e 7 de observação do campo, perfil topográfico da área, duas grandes cabeceiras de drenagem, barrancos voltados para o setor norte da imagem.



Organizado: Mariana Lopes Nishizima, 2016 (Da Autora)

Ponto 8, (Latitude: 75°26'69.1" O, Longitude: 40° 55' 50"S e Altitude: 409m), as características geomorfológicas são semelhantes as descritas nos pontos 1, 2 e 3. As altitudes variam entre 280m e 440m.

A direita da Figura 39, predominam colinas baixas e dissecadas, topos estreitos e convexizadas, relacionadas a presença de colos topográficos. As vertentes são côncavas, com declividade entre 10 a 20% e fundos de vale em V. Alguns setores apresentam vertentes retilíneas e convexas. Neste local, as vertentes são convexas e declivosas (>20%), com pequenas rupturas de declive acentuadas, geralmente associadas a processos erosivos lineares do tipo sulco e ravinas, com padrão de drenagem dentrítico. Nestas áreas predominam os arenitos das Formações Santo Anastácio (fundo de vales) e Adamantina (vertentes e topos), com maior presença do carbonato de cálcio, associados ao Argissolos e Neossolos Litólicos.

No setor a esquerda da Figura 40, destacam-se as colinas de topos ondulados e convexizados, com vertentes longas e retilíneas e de baixas declividades (5 a 10%). Os interflúvios são amplos com predominância de Latossolos profundos e maciço rochoso da Formação Adamantina.

O uso e ocupação da terra ocorre, predominantemente, pela pecuária (pastagem).

O grau de FRAGILIDADE AMBIENTAL É MÉDIO.

A partir da análise e descrição dos pontos de observação do relevo mapeados da área estudada, foi possível elaborar um quadro síntese dos compartimentos do relevo (Quadro 2):

Figura 39: Ponto 8 de observação no campo, setor Norte, próximo ao município de Mirante do Paranapanema – SP.

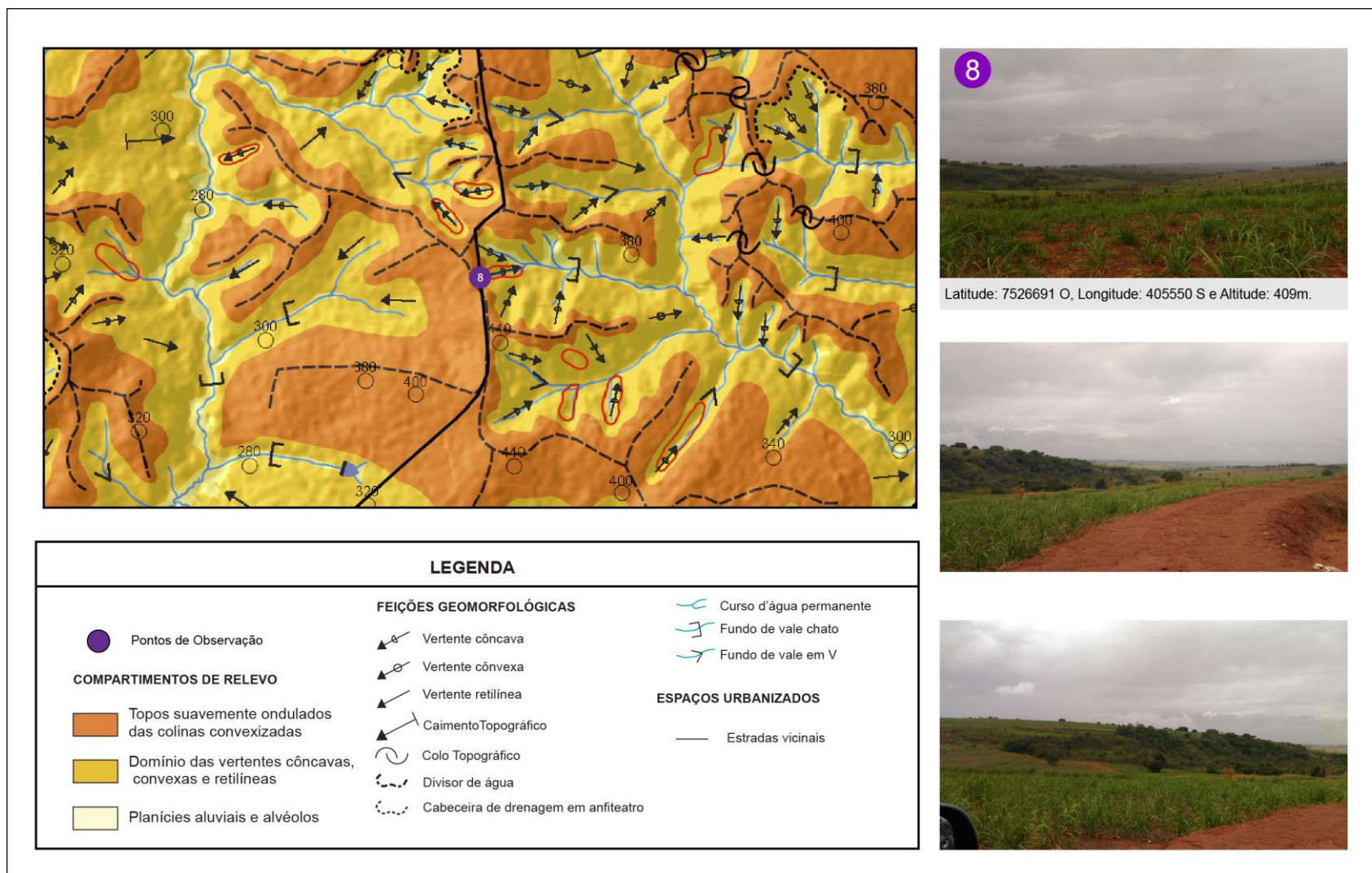
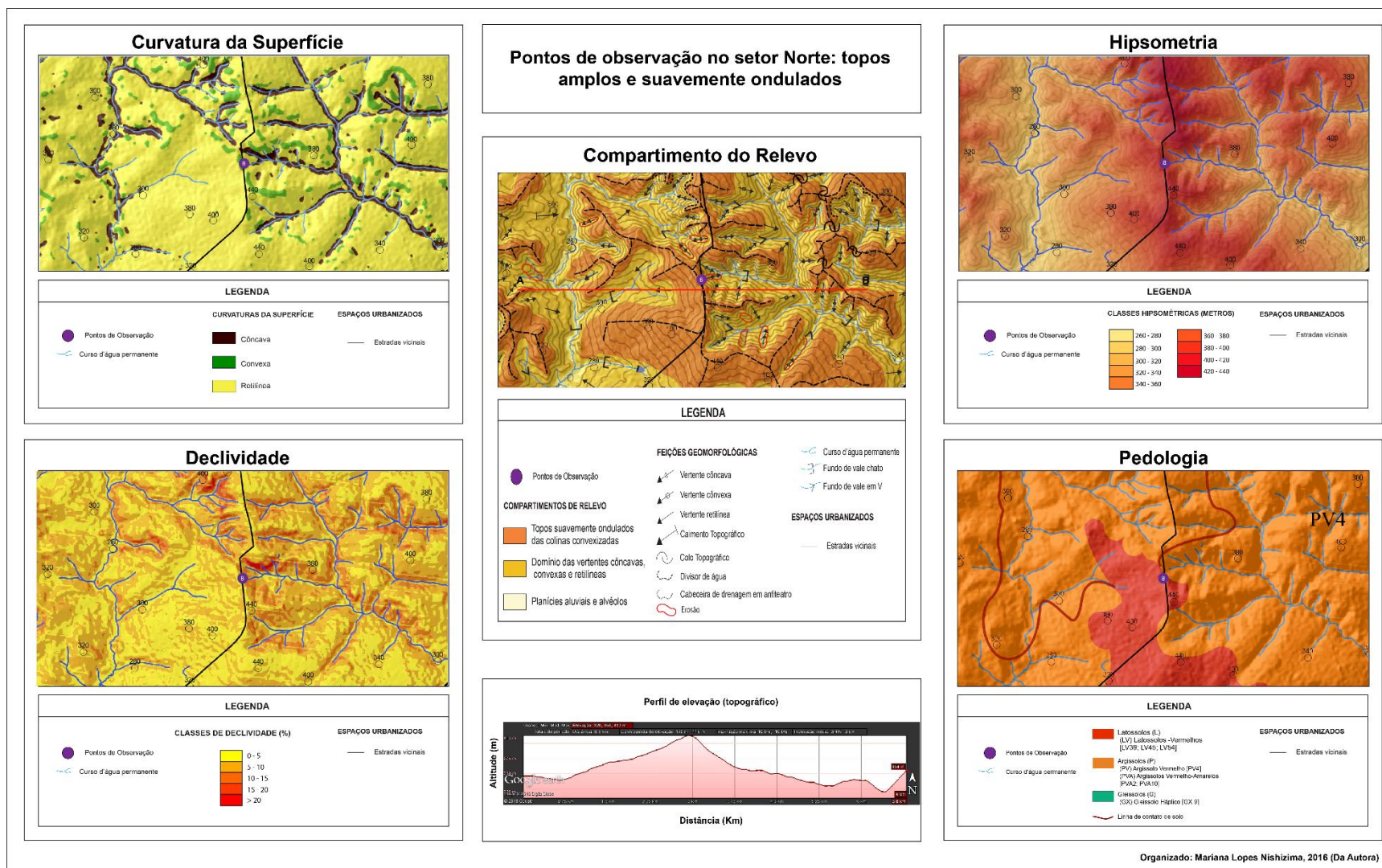
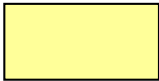


Figura 40: Ponto 8 de observação no campo, perfil topográfico da área, setor Norte próximo ao município de Mirante do Paranapanema – SP.



Organizado: Mariana Lopes Nishizima, 2016 (Da Autora)

Quadro 2: Síntese integrada dos compartimentos de relevo do município de Mirante do Paranapanema – SP

MORFOESTRUTURA – Bacia Sedimentar do Paraná					
MOEFOESCULTURA – Planalto Ocidental Paulista					
COMPARTIMENTO DE RELEVO	LITOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	SOLOS	ATIVIDADE ANTRÓPICA - USO E OCUPAÇÃO	COBERTURA VEGETAL	MORFODINÂMICA PREDOMINANTE
 Topo suavemente ondulado e plano das colinas Declividades de 0-10%	Presença das Formações Caiuá e Adamantina sem afloramento do aquífero freático	Latossolos e Argissolos	- Ocupação urbana; - Rodovias e estradas vicinais; - Áreas com o cultivo de cana-de-açúcar; - Áreas com pastagens.	Campos de gramíneas	Presença de processos erosivos nas áreas com o predomínio de gramíneas. Fragilidade baixa a média
 Domínio das vertentes côncava, convexa e retilíneas. Declividades de 10-<20%	Afloramento da Formação Adamantina 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 nas áreas com o predomínio de gramíneas. Fragilidade média a alta
 Planície Aluvial e Alvéolos Declividades de 0-5%	Afloramento da Formação Santo Anastácio e Sedimentos Aluvionares Quaternárias, com afloramento do aquífero freático suspenso	Hidromórficos Aluviais - Planossolos e Gleissolos	- Presença de pastagem; - Barragens.	Campos de gramíneas e pequenas matas Galerias remanescente.	Presença de processos erosivos, como assoreamento. Fragilidade alta

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição desta pesquisa consistiu na elaboração do “MAPA GEOMORFOLÓGICO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE MIRANTE DO PARANAPANEMA – SP.” Para isto, foi realizada uma análise dos compartimentos topográficos e da estrutura superficial da paisagem, buscando identificar a dinâmica de formação das morfologias mapeadas e a dinâmica do uso e ocupação da terra, nos diferentes compartimentos de relevo.

O processo de extração das feições geomorfológicas a partir das imagens **ALOS/PRISM** (ALPSMF072423995-O1B2G_UF e ALPSMB072424105-O1B2G); a revisão bibliográfica sobre as escolas clássicas do pensamento geomorfológico; Sensoriamento Remoto; Equipamentos de campo: GPS de precisão; a cartografia geomorfológica; o levantamento das características geológicas, geomorfológicas e pedológicas regional, possibilitaram uma caracterização abrangente e mais detalhada do relevo presente no município de Mirante do Paranapanema - SP. Ressaltando que esta etapa foi de grande importância para o andamento da pesquisa.

O Extremo Oeste Paulista, região onde se encontra a área de estudo “Mirante do Paranapanema – SP”, pertence à morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, constituída, sobretudo de rochas sedimentares e ígneas da idade Mesozóica, e por depósitos da idade Cenozóica (recentemente), tendo a formação geológica predominante das Formações Caiuá-Kc, Santo Anástácio-Ksa e Adamantina-Ka.

Geomorfologicamente predominam os relevos de colinas de topos amplos e suavemente ondulados, com presença de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho Amarelos, que, sem o manejo ambiental, são capazes de gerar intensos processos erosivos laminares e lineares.

Na área mapeada, foram identificados 3 compartimentos geomorfológicos, constituídos por dois padrões de morfologias de topos das colinas.

O primeiro padrão compreende o setor sul, onde as colinas apresentam topos amplos e suavemente ondulados, com predomínio de declividades entre 5 a 10%, morfologia de vertentes retilíneas, densidade de drenagem esparsa, padrões de drenagem plano paralelo, com amplos interflúvios, vinculada a estrutura geológica (Formação Caiuá), e presença de

planícies aluviais com morfologias em fundo chato. Predominam os Latossolos profundos, sendo frequente nessa paisagem o cultivo da cana-de-açúcar.

O segundo padrão de colinas está localizado no setor norte, compreendendo relevos de colinas baixas, topos estreitos e alongados, com predomínio de declividades acima de 20% e vertentes mais convexas. Isto se reflete nas densidades de drenagem médias, com padrões dendríticos, dimensões interfluviais menores e morfologias de fundos vales encaixados em V. Predominam os Argissolos e Neossolos Litólicos.

Associados aos compartimentos de relevo, foram delimitadas as feições geomorfológicas dos canais fluviais, dos divisores d'água, das cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatros, dos colos topográficos, das morfologias das planícies aluviais em berço e em V.

Foram realizados trabalhos de campo para identificação das manchas de Latossolos, Argissolos, Neossolos Litólicos e Gleissolos. Também, identificaram-se as Formações geológicas (Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá), bem como as feições erosivas decorrentes do uso e ocupação inadequada do solo, a fim de inter-relacionar com os compartimentos de relevos.

Com o objetivo de compreender a morfodinâmica da área estudada, foram elaborados mapas geomorfológicos a partir dos compartimentos de relevo, de hipsometria, de curvatura da superfície, de declividade, e de fragilidade ambiental.

Com os resultados desta pesquisa, espera-se que a mesma sirva como modelo de técnica cartográfica para a representação das formas de relevo, e que a metodologia utilizada possa ser aplicada em outras áreas e municípios, destacando o uso do programa Pushbroom como uma nova ferramenta tecnológica eficaz para a delimitação dos compartimentos de relevo e feições morfológicas.

Assim, o MAPA GEOMORFOLÓGICO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE MIRANTE DO PARANAPANEMA-SP, poderá auxiliar outros estudos acadêmicos que vem sendo realizados na região do Pontal do Paranapanema, principalmente aqueles com ênfase na recuperação de áreas degradadas, ocasionadas por processos erosivos lineares e laminares, decorrentes da história de ocupação do uso da terra em áreas com susceptibilidade natural, entre outros projetos.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os baixos chapadões do Oeste Paulista**. Geomorfologia, São Paulo, nº 17, p. 1-8, 1969a.
- AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Geomorfologia, São Paulo, no 18, p. 1-23, 1969.
- 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. 303p. 1958.
- ABREU, A. A. **A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica**. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, nº 2, p. 51-67, ano 4, 2003.
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP, 1964.
- ALMEIDA, M. A. et al. **Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná**, In: Coletânea de Trabalhos e Debates: Publicação SBG-SP: Publicação Especial, nº 7, p.31-47. Apresentado a Mesa Redonda A FORMAÇÃO BAURUNO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1981.
- AMORIM, A. **Utilização de modelos estereoscópicos híbridos na atualização cartográfica**. São Carlos, Tese: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000. 124p.
- BARROS, R. S. et al. **Avaliação Planialtimétrica de Imagens ALOS/PRISM nível 1B2G**. In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife – PE, 2008. Anais...CDROM.
- BOIN, M. N. **CHUVAS E EROSÕES NO OESTE PAULISTA: UMA ANÁLISE CLIMATOLÓGICA APLICADA**. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista - UNESP. Rio Claro (SP), 2000.
- CAILLEUX, A. & TRICART, J. **Le problème de la classification des faits géomorphologiques**. Ann. de Géogr., 65:162 -186, 1956.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 2001, 137p.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CNPM-EMBRAPA. **Alos – Advanced Land Observing Satellite**. EMBRAPA, 2013. Disponível em < https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_alos.html> acessado em setembro de 2017.
- CUNHA, C. M. L. et al. **A Cartografia do Relevo: Uma análise comparativa de técnicas para a Gestão Ambiental**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Uberlândia, v. 4, n.1, p. 1-9, 2003.
- DEFFONTAINES, P. – **Regiões e paisagens do Estado de São Paulo**. Primeiro esboço de divisão regional. São Paulo, Associação dos Geógrafos Brasileiros, Geografia ano 1, nº 2, p.117-169, 1935.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FELIPE, M. C. de P. **Mapeamento dos Compartimentos de Relevo do Município de Estrela do Norte-SP e adjacências**. 96 p. Monografia de bacharelado – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2015.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p143.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p. 105-128.

FUSHIMI, M. **Mapeamento Geomorfológico do Município de Presidente Prudente-SP**. 2009. 77p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

GOOGLE EARTH. Acesso em: Março, 2016.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006, 192p.

GUSTAVSSON, M. **Development of a detailed geomorphological mapping system and GIS geodatabase in Sweden**. Dissertation: Uppsala Universitet, Sweden, 2006. Disponível em: <<http://publications.uu.se/theses/abstract.xsql?dbid=7222>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

HASEGAWA, J.K. **Sistema de orientação e restituição de imagens de satélite. Manual do uso dos sistemas de restituição de imagens de satélite**. Presidente Prudente, UNESP/FCT – Departamento de Cartografia, julho de 2010.

HAYDEN, R. **Geomorphological mapping**, In Short, N. M. and Blair, R. W., Jr., (eds.) *Geomorphology from space*, NASA, Washington DC, p. 637–656, 1986.

IBGE. **RECOMENDAÇÕES PARA LEVANTAMENTOS RELATIVOS ESTÁTICOS- GPS**. IBGE, 2008. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/recom_gps_internet.pdf>. Acesso em: maio de 2016

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Norma técnica para o georreferenciamento de imóveis rurais. Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA**, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. 2ª edição, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: 1:1.000.000**. São Paulo: IPT, vol. II, 1981, p. 6; 7; 21; 70-2; (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, vol. I, 1981, p. 46-8; 69 (Publicação IPT 1184).

- I.S.M. International Systemap Corp. **The Fundamentals of Digital Photogrammetry**. Vancouver, Canada, 1997.
- KING, L.C. **A Geomorfologia do Brasil Oriental**. Rev. Bras. Geogr. 18:147-265. 1956.
- KING, L.C. **The Morphology of The Earth**. Olier & Boyd, Edinburg, 726 p. 1967.
- KLIMASZEWSK, M. **Detailed geomorphological maps**. ITC Journal, n. 3, 1982, p. 265-272.
- LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, 1998.
- MEIJERINK, A. M. J. **Data acquisition and data capture through terrain mapping units**. ITC Journal, v.1988, n. 1, p.23-44, 1988.
- MONBEIG, P. – **Paisagens rurais do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro. IBGE, Boletim Geográfico nº 16, p. 428-430, 1944.
- _____. **- Os problemas da divisão regional de São Paulo**. São Paulo. Rio de Janeiro. IBGE, Aspectos geográficos da terra bandeirante, p181-207, 1954.
- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrições, fundamentos e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blucher Ltda, 1989.
- NUNES, J.O.R., FREIRE, R. PERES, I. U. **Mapa geomorfológico do perímetro urbano da cidade de Presidente Prudente**. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Goiânia, 2006. Anais...CDROM.
- 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**. Presidente Prudente, 2002. 211p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO,M.N.; ROSSI,M.; CALDERANO FILHO,B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000)**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro - RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/EMBRAPA, 1999. 108 p.
- PEREIRA, K. D.; FAZAN, J. A.; FORTES, L. P. S. RBMC: **Sete anos fornecendo referência a posicionamentos GPS no Brasil e Exterior**. XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, Belo Horizonte, MG, 2003. Disponível em: <<http://artigos.ibge.gov.br/es/artigos-home/geodesia/2004-2000/3090-rbmc-sete-anos-fornecendo-referencia-a-posicionamentos-gps-no-brasil-e-exterior>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.
- ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**, Rev. do Depto. Geografia, - FFLCH-USP, São Paulo, n.6, p.17-29, 1992.
- ROSS, J. L.S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 3ª ed. São Paulo: Contexto, 1996. 85p.
- 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.

_____; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH-USP/IPT/FAPESP, 1997.

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. 251p. Tese apresentada ao programa de Pós Graduação em Geografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente.

SANTOS, M. A **Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 2º Edição. São Paulo: Hucitec, 1997.

SMITH, M.J; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. Geomorphological mapping: methods and applications. **Elsevier, Developments in Earth Surface Processes**, Volume 15, Pages 1-612 (2011)

SMITH, M.J. Digital Mapping: Visualisation, Interpretation and Quantification of Landforms. In: SMITH, M.J; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological mapping: methods and applications**. Elsevier, **Developments in Earth Surface Processes**, Volume 15, Pages 1-612 (2011).

SUERTEGARAY, D. M. A. **Espaço Geográfico Uno e Múltiplo**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Nº93, 15 de julio de 2001.

TRICART, J. **Principes et méthodes de La géomorphologie**. Paris: Masson e Cie, 1965.

VERSTAPPEN, H.Th., VAN ZUIDAM, R.A. **ITC system of geomorphologic survey: ITC textbook of photo – interpretation. Use of Aerial Photographs in Geomorphology** by: Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede. v.7, ed.3, 52p. 1975.