



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - FCT  
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

---

**MELINA FUSHIMI**

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS  
EROSIVOS LINEARES NAS ÁREAS RURAIS DO  
MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP.**



**Presidente Prudente  
2012**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - FCT  
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

---

**MELINA FUSHIMI**

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS  
EROSIVOS LINEARES NAS ÁREAS RURAIS DO  
MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP.**

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia - Área de Concentração: Produção do Espaço Geográfico, para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes

**PRESIDENTE PRUDENTE  
2012**

F991v Fushimi, Melina.  
Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP / Melina Fushimi. - Presidente Prudente : [s.n], 2012  
141 f.

Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

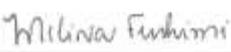
1. Geomorfologia. 2. Vulnerabilidade. 3. Mapeamento. I. Nunes, João Osvaldo Rodrigues. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES  
ORIENTADOR

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. MARIA CRISTINA PERUSI  
(UNESP/OURINHOS)

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. CENIRA MARIA LUPINACCI DA CUNHA  
(UNESP/RIO CLARO)

  
\_\_\_\_\_  
MELINA FUSHIMI

Presidente Prudente (SP), 11 de outubro de 2012.

RESULTADO: APROVADO



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à mãe Celi, pai Jorge, irmã Flávia, avó Emília e avô Mário. Minha família, meu maior orgulho e exemplo de vida.

Às irmãs de coração Sassa (Mariana), Chu (Juliana), Nery (Camila) e Talita.

Ao Robgol (Robson) pelo companheirismo.

À Nathy (Nathália), Kátia, Susana e Marcelo, pessoas muito importantes desde os tempos de graduação.

Aos tatus que pertencem e passaram pelo Laboratório de Solos, em especial à Denise, Marcus, Caio, Lucas, Andressa, Jeff (Jefferson), Leda e Tiago pelos momentos divertidos e de trabalho em grupo.

Às minhas companheiras Bruna e Érika. É muito amor não é meninas!

Aos amigos Baiano (Lindberg), Vinicius, Heck (Fernando), Núbia e Agnaldo pelas conversas sempre engraçadas e ajuda nas situações acadêmicas mais complicadas.

Às queridas Ju (Julia), Thais, Tainá e Renata.

Ao amigo, professor e orientador João Osvaldo.

À professora e amiga Eliete pelas aulas de francês, cafézinhos e, sobretudo, pelos sábios conselhos.

À Fran (Franciele), Joãozinho (João Cândido), Éder, Professora Arlete Meneguette e ao Grupo de Pesquisa GADIS (Sistema Integrado de Dados para Estudos de Bacias Hidrográficas) pelo fornecimento de bases cartográficas e ajuda na elaboração dos mapas.

À Cinthia da Seção Técnica de Pós-Graduação pela disposição em sempre ajudar.

À banca examinadora composta pela Profa. Dra. Maria Cristina Perusi e Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha pelas contribuições ao trabalho.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio à pesquisa.

Muito obrigada!

## **EPÍGRAFE**

**A EDUCAÇÃO NÃO TRANSFORMA O MUNDO. EDUCAÇÃO  
MUDA PESSOAS. PESSOAS TRANSFORMAM O MUNDO.**

**(PAULO FREIRE)**

## RESUMO

---

A interferência da sociedade na natureza, quando ocorrida de modo desordenado sob o aspecto ambiental e sem práticas conservacionistas, pode proporcionar paisagens degradadas e meios morfodinâmicos instáveis, vulneráveis às manifestações erosivas principalmente lineares. Neste contexto, o objetivo principal desse trabalho é compreender a morfodinâmica da paisagem das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP, elaborando o mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares. O referido mapa foi elaborado em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), resultante da correlação entre as variáveis da paisagem (geomorfologia, clinografia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal) e representadas em mapas temáticos. Além disso, os compartimentos de relevo e as feições geomorfológicas foram descritos e elencados com as classes de solos e suas características através de oito pontos de amostragem dos solos, situados próximos aos quatro perfis topográficos elaborados. Assim, com base na inter-relação dos elementos ambientais que compõem a paisagem, a materialização da relação sociedade-natureza foi observável na área de estudo por meio do surgimento de feições erosivas lineares (sulcos, ravinas e voçorocas), decorrentes de ações agrícolas sem planejamento ambiental adequado.

**Palavras-chave:** Geomorfologia. Morfodinâmica. Vulnerabilidade. Erosão. Mapeamento. Presidente Prudente-SP.

## ABSTRACT

---

The society interference in nature, when it occurs in a disordered way about the environmental aspect and without conservation practices, may provide degraded landscapes and unstable morphodynamic means, vulnerable to erosive events, mainly linear. Therefore, this assignment aims to comprehend the morphodynamic of the landscape in rural areas of Presidente Prudente county, elaborating the environmental vulnerability map to linear erosive processes. The map was elaborated by Geographic Information System (GIS), resulting from the correlation among the variables of the landscape (geomorphology, clinographic, soil classes, land use and vegetation), and represented on thematic maps. Besides, the compartments of relief and geomorphological features were described and related to the soil classes and their characteristics through eight sampling points of the soils, located next to the four topographic profiles elaborated. Thereby, based on the interrelations of the environmental elements which constitute the landscape, the materialization of the society-nature relation was observable in the study area through the emergence of linear erosive features (soil erosion begins, ravines and gullies), derived from agricultural actions without adequate environmental planning.

**Keywords:** Geomorphology. Morphodynamic. Vulnerability. Erosion. Mapping. Presidente Prudente-SP.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização da área de estudo no município de Presidente Prudente-SP.	18
<b>Figura 2.</b> Fotoíndice da área mapeada.	20
<b>Figura 3.</b> Digitalização das feições geomorfológicas.	21
<b>Figura 4.</b> Análise textural adaptada do Manual de métodos de análise de solos proposto pela EMBRAPA (1997).	25
<b>Figura 5.</b> Diagrama de classes texturais.	26
<b>Figura 6.</b> Esquema metodológico referente à elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental, resultante da correlação entre as variáveis da paisagem (mapas temáticos).	27
<b>Figura 7.</b> Análise e comparação das variáveis utilizando a ferramenta “Suporte à Decisão AHP” no <i>software</i> SPRING 5.2 <sup>®</sup> .	28
<b>Figura 8.</b> Fatiamento MNT.	29
<b>Figura 9.</b> Esquema correspondente aos critérios que definem a vulnerabilidade ambiental propostos por Tagliani (2002).	32
<b>Figura 10.</b> Esquema representativo abrangendo as variáveis que compõem o mapa de vulnerabilidade natural e o mapa de vulnerabilidade ambiental, segundo Grigio (2003).	34
<b>Figura 11.</b> Esquema referente às relações entre ameaça, vulnerabilidade e risco (ROCHA, 2005).	36
<b>Figura 12.</b> Predomínio do componente perpendicular.	39
<b>Figura 13.</b> Predomínio do componente paralelo.	39
<b>Figura 14.</b> Esquema cuja transição gradual dos meios estáveis para os meios fortemente instáveis ocorre através dos meios intergrades (TRICART, 1977).	42
<b>Figura 15.</b> Esquema síntese sobre as três categorias morfodinâmicas (TRICART, 1977).	44
<b>Figura 16.</b> Erosão acelerada desenvolvida pela retirada da vegetação natural e atividades antrópicas.	47

<b>Figura 17.</b> Interpretação geográfica da natureza subdividida em Física e Geografia Física.	48
<b>Figura 18.</b> Espaço geográfico: articulação entre Natureza e Sociedade.	48
<b>Figura 19.</b> Espaço geográfico interpretado através dos conceitos geográficos.	48
<b>Figura 20.</b> A paisagem composta pela interação entre a dinâmica da natureza e a dinâmica da sociedade.	50
<b>Figura 21.</b> Paisagem degradada com a presença de processos erosivos na área de estudo.	50
<b>Figura 22.</b> Ruptura dos agregados do solo pelo impacto da gota da chuva.	51
<b>Figura 23.</b> Representação de uma voçoroca.	52
<b>Figura 24.</b> Esquema simplificado das etapas do processo erosivo, abordadas neste tópico e caracterizadas por Guerra (1999).	53
<b>Figura 25.</b> Capacidade de infiltração da água no solo sob as mesmas condições de erodibilidade na vertente.	53
<b>Figura 26.</b> Localização das estacas e barreiras nas ravinas.	55
<b>Figura 27.</b> Localização do Estado de São Paulo na Bacia Sedimentar do Paraná e seus limites.	57
<b>Figura 28.</b> Classificação litoestratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná.	58
<b>Figura 29.</b> Esboço Geológico do Oeste Paulista e a região de Presidente Prudente em destaque.	60
<b>Figura 30.</b> Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo elaborado por Ross e Moroz (1997). Em destaque, a região de Presidente Prudente-SP.	67
<b>Figura 31.</b> A importância do relevo na distribuição desigual da precipitação na superfície.	68
<b>Figura 32.</b> Distinções morfológicas no setor Oeste e Leste da Estrada de Ferro Sorocabana.	75
<b>Figura 33.</b> Expansão da malha urbana de Presidente Prudente-SP sobre o relevo.	78

<b>Figura 34.</b> Localização dos perfis topográficos nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.	79
<b>Figura 35.</b> Perfil morfodinâmico AB.	80
<b>Figura 36.</b> Ponto 1 no perfil morfodinâmico AB.	81
<b>Figura 37.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 1.	82
<b>Figura 38.</b> Ponto 2 no perfil morfodinâmico AB.	83
<b>Figura 39.</b> Descrição geral do perfil do Ponto 2.	84
<b>Figura 40.</b> Ponto 3 no perfil morfodinâmico AB.	84
<b>Figura 41.</b> Depósitos tecnogênicos próximos do Ponto 3.	85
<b>Figura 42.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 3.	86
<b>Figura 43.</b> Perfil morfodinâmico CD.	87
<b>Figura 44.</b> Ponto 4 no perfil morfodinâmico CD.	88
<b>Figura 45.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 4.	89
<b>Figura 46.</b> Ponto 5 no perfil morfodinâmico CD.	90
<b>Figura 47.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 5.	91
<b>Figura 48.</b> Ponto 6 no perfil morfodinâmico CD.	92
<b>Figura 49.</b> Localização do perfil pedológico do Ponto 6 na paisagem.	92
<b>Figura 50.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 6.	93
<b>Figura 51.</b> Perfil morfodinâmico EF.	94
<b>Figura 52.</b> Ponto 7 no perfil morfodinâmico EF.	95
<b>Figura 53.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 7.	96
<b>Figura 54.</b> Perfil morfodinâmico GH.	97
<b>Figura 55.</b> Ponto 8 no perfil morfodinâmico GH.	98

<b>Figura 56.</b> Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 8.	99
<b>Figura 57.</b> Localização dos pontos de amostragem dos solos no esboço simplificado das principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP.	100
<b>Figura 58.</b> Mapa geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP.	102
<b>Figura 59.</b> Mapa clinográfico do município de Presidente Prudente-SP.	103
<b>Figura 60.</b> Mapa de hipsometria do município de Presidente Prudente-SP.	104
<b>Figura 61.</b> Mapa de uso da terra e cobertura vegetal do município de Presidente Prudente-SP.	105
<b>Figura 62.</b> Esboço simplificado das principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP.	106
<b>Figura 63.</b> Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	107
<b>Figura 64.</b> Pontos de observação do uso da terra e cobertura vegetal nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.	108
<b>Figura 65.</b> Aspectos ambientais do Setor 1.	109
<b>Figura 66.</b> Solos rasos no compartimento do topo.	110
<b>Figura 67.</b> Cabeceira de drenagem em formato de anfiteatro.	110
<b>Figura 68.</b> Ravina estabilizada mediante o crescimento de cobertura vegetal (gramínea). Média vulnerabilidade ambiental.	111
<b>Figura 69.</b> Localização do Ponto 1 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	111
<b>Figura 70.</b> Fundo de vale com mata ciliar (baixa vulnerabilidade) e vertente com sulcos (muito alta vulnerabilidade).	112
<b>Figura 71.</b> Aspectos ambientais do Setor 2.	113
<b>Figura 72.</b> Predomínio de colinas dissecadas.	114
<b>Figura 73.</b> Uso da terra pela pastagem e vegetação de gramínea.	114

<b>Figura 74.</b> Processo erosivo do tipo ravinamento em condições de instabilidade. Alta vulnerabilidade ambiental.	115
<b>Figura 75.</b> Matas ciliares (A) e de encostas (B), influenciando na estabilidade do meio morfodinâmico (baixa vulnerabilidade ambiental).	115
<b>Figura 76.</b> Localização do Ponto 2 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	116
<b>Figura 77.</b> Pastagem em topos amplos.	116
<b>Figura 78.</b> Aspectos ambientais do Setor 3.	117
<b>Figura 79.</b> Colinas amplas suavemente onduladas ao fundo.	118
<b>Figura 80.</b> A vegetação do tipo taboa nas áreas de várzeas e nos alvéolos devido ao afloramento do aquífero freático suspenso.	118
<b>Figura 81.</b> Ao fundo, cultivo de cana de açúcar. Na frente, área tombada para sua plantação.	119
<b>Figura 82.</b> Localização do Ponto 3 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	120
<b>Figura 83.</b> Solo exposto com terraceamento. Plantio de cana de açúcar ao fundo.	121
<b>Figura 84.</b> Localização do Ponto 4 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	121
<b>Figura 85.</b> Processos de voçorocamento na média-baixa vertente.	122
<b>Figura 86.</b> Localização do Ponto 5 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	123
<b>Figura 87.</b> Direção do fluxo das águas pluviais nas cabeceiras de drenagem em anfiteatro.	124
<b>Figura 88.</b> Localização do Ponto 6 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	124
<b>Figura 89.</b> Paisagem degradada com a presença de sulcos e ravinas intensificados pela erosão zoógena.	125

<b>Figura 90.</b> Localização do Ponto 7 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.	126
<b>Figura 91.</b> Topos amplos e atividade canavieira ao fundo.	127
<b>Figura 92.</b> Solos desenvolvidos com textura arenosa.	127

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Adaptação das nomenclaturas das classes de solos propostas por Trentin (2011) para a área de estudo.	23
<b>Quadro 2.</b> Escala de valores AHP para comparação pareada.	28
<b>Quadro 3.</b> Definições de ameaça, vulnerabilidade e risco.	36
<b>Quadro 4.</b> Do risco à vulnerabilidade: algumas definições.	37
<b>Quadro 5.</b> Características dos sistemas de relevo presentes na 22 <sup>a</sup> UGRHI. Em destaque, as principais formas de relevo da região de Presidente Prudente-SP.	64
<b>Quadro 6.</b> Síntese integrada da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.	128

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	16
<b>OBJETIVOS</b>	19
<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	20
<b>CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO</b>	30
<b>1. O conceito de vulnerabilidade e seus principais aspectos</b>	30
<i>1.1 Vulnerabilidade, sensibilidade, fragilidade, susceptibilidade: termos diferenciados</i>	30
<i>1.2 Vulnerabilidade Social</i>	32
<i>1.3 Vulnerabilidade Natural</i>	32
<i>1.4 Vulnerabilidade e Risco</i>	35
<b>2. A categoria vertente e os meios morfodinâmicos</b>	38
<b>3. O processo erosivo</b>	46
<i>3.1 Geografia e paisagem</i>	47
<i>3.2 Fases do processo erosivo: da ação do splash à formação de voçorocas</i>	51
<i>3.3 Erosão e pesquisas aplicadas sobre o tema</i>	54
<b>CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO REGIONAL</b>	56
<b>1. Aspectos naturais</b>	56
<i>1.1 Geologia</i>	56
<i>1.2 Geomorfologia</i>	62
<i>1.3 Pedologia</i>	68
1.3.1 Solos desenvolvidos (associação Latossolos)	69
1.3.2 Solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos)	70
1.3.3 Solos rasos (associação Neossolos)	71
1.3.4 Solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos)	72

<b>2. Aspecto histórico</b>	73
<b>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	79
<b>1. Caracterização dos solos</b>	79
<b>2. A morfodinâmica da paisagem</b>	101
2.1 <i>Setor 1. Próximo aos Distritos de Montalvão e Floresta do Sul</i>	109
2.2 <i>Setor 2. Próximo aos Distritos de Floresta do Sul e Eneida</i>	113
2.3 <i>Setor 3. Próximo aos Distritos de Eneida e Ameliópolis</i>	117
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	129
<b>REFERÊNCIAS</b>	132
<b>ANEXO</b>	141

## INTRODUÇÃO

---

Diante das transformações sociais, econômicas e ambientais, no atual momento histórico de desenvolvimento tecnológico e científico, tem-se enfatizado a análise dos processos morfodinâmicos (tempo histórico) em relação aos morfogenéticos (escala geológica), onde ocorrem intensamente as interações entre a sociedade e o ambiente físico na qual essa está inserida.

Na morfogênese, destaca-se o tempo profundo ou distante, produzido pela Geologia, cujos estudos buscam interpretar a origem das formas do relevo, isto é, o “tempo que escoia”. Já na morfodinâmica, o tempo a se considerar é o histórico ou o “tempo que faz”. É o tempo das irregularidades, dos episódios catastróficos, dos eventos esporádicos, dos ritmos e das variabilidades, em que não somente a natureza, como também a dinâmica antropogênica é um agente esculptor do relevo (SUERTEGARAY; NUNES, 2001).

A interferência da sociedade na natureza, tanto em ambientes urbanos quanto rurais, quando ocorrida de modo desordenado sob o aspecto ambiental, sem práticas conservacionistas nem manejo ambiental adequado, pode proporcionar paisagens degradadas e meios morfodinâmicos instáveis e vulneráveis às manifestações erosivas, principalmente lineares (sulcos, ravinas e voçorocas).

Nesse contexto, a fim de compreender a morfodinâmica da paisagem das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP, os compartimentos de relevo e feições geomorfológicas foram descritos e elencados com as classes de solos e suas características por meio de oito pontos de amostragem dos solos, situados próximos aos quatro perfis topográficos elaborados.

Além disso, os aspectos geomorfológicos, pedológicos, clinográficos, de uso da terra e cobertura vegetal foram inter-relacionados, espacializados em mapas temáticos e correlacionados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), cujo produto final foi o mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares.

De acordo com Câmara et al. (1996, não paginado), “O termo *sistemas de informação geográfica* (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos”. Segundo os autores, devido à sua variedade de aplicações, há no mínimo três grandes maneiras de se utilizar um SIG:

- Como ferramenta para a elaboração de mapas;
- Como suporte para a análise espacial de fenômenos;
- Como um banco de dados geográfico que possui funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Referente à presente pesquisa, os dois primeiros itens mencionados foram contemplados.

Sob esta perspectiva, na região de Presidente Prudente-SP, são poucos os estudos que abordam os processos morfodinâmicos, relacionando-os com o levantamento de pontos de amostragem dos solos e a elaboração de documentos cartográficos em nível de detalhe. Nunes et al. (2006), ao elaborarem o mapa geomorfológico do perímetro urbano e adjacências na escala 1:25.000, discutem alguns aspectos das transformações socioambientais do relevo da cidade de Presidente Prudente-SP. Assim, o recorte deste trabalho limitou-se às áreas rurais do município, dando sequência ao setor estudado anteriormente (Figura 1).

O município de Presidente Prudente está localizado no Extremo Oeste do Estado de São Paulo e é sede da 10ª Região Administrativa. Sua área territorial é de 562,795 km<sup>2</sup> e sua população é de 207.610 habitantes, sendo 4.235 rural e 203.375 urbana (IBGE, 2010). É composto, além da cidade de Presidente Prudente, por quatro Distritos urbanos: Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis.

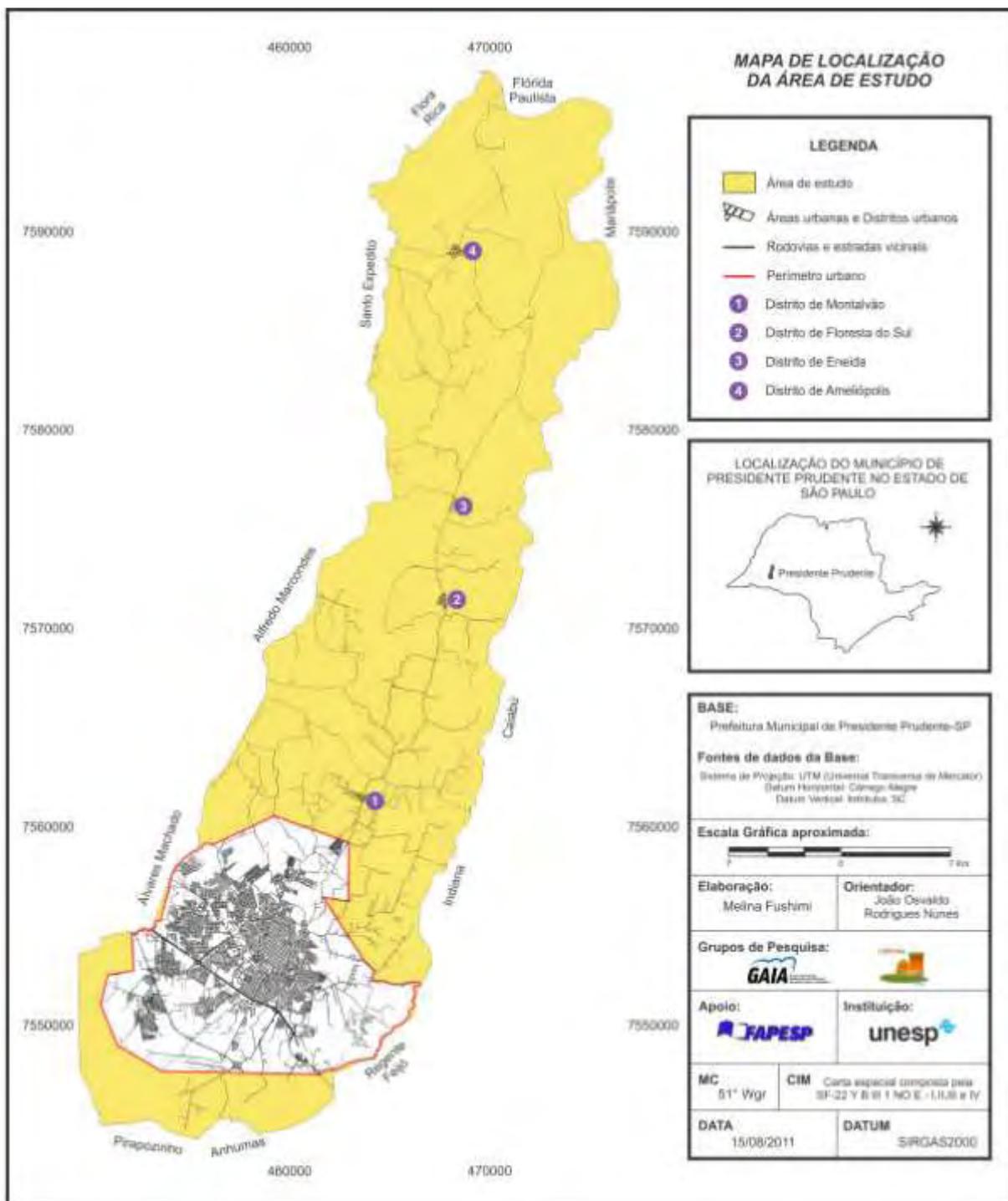


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no município de Presidente Prudente-SP.

## OBJETIVOS

---

O objetivo principal desta pesquisa é compreender a morfodinâmica da paisagem das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP, elaborando o mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares.

Para se atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram realizados:

- Caracterizar os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos regionais;
- Caracterizar historicamente as transformações ocorridas na paisagem da área de estudo;
- Identificar e caracterizar os principais compartimentos de relevo (topos, vertentes e fundos de vales), relacionando-os com a geologia e pedologia local;
- Analisar a estrutura superficial dos compartimentos de relevo;
- Elaborar mapas temáticos de hipsometria, clinográfico, esboço simplificado das principais classes de solos e uso da terra e cobertura vegetal;
- Elaborar perfis topográficos, esquemas ilustrativos e caracterizar os aspectos pedológicos, de uso da terra e cobertura vegetal, com a finalidade de auxiliar na compreensão da dinâmica da paisagem.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

---

O trabalho baseou-se na caracterização geomorfológica e geológica de acordo com os dois primeiros níveis de abordagem propostos por Ab'Saber (1969, p.1-23): Compartimentação Topográfica e Estrutura Superficial da Paisagem.

Em relação aos procedimentos utilizados na elaboração do mapeamento geomorfológico, as principais referências foram: Tricart (1965), compreendendo a 6ª unidade taxonômica  $10^{-2}$  e Ross (1992), correspondente ao 5º táxon. Em ambos, foram feitas adaptações para a área de estudo.

Na primeira etapa de elaboração do mapa geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP foi realizada a fotointerpretação de feições geomorfológicas a partir de pares estereoscópicos de fotografias aéreas na escala 1:25.000, abrangendo as faixas 4, 5, 6 e 7, em um total de 57 fotos produzidas pela BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A.<sup>1</sup>, cujo voo é de setembro de 1995<sup>2</sup> (Figura 2).



Figura 2. Fotoíndice da área mapeada.  
Elaboração: Melina Fushimi.

<sup>1</sup> As fotografias aéreas foram adquiridas com recursos do Edital Universal - MCT/CNPq 15/2007, sob a coordenação do Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes.

<sup>2</sup> No mapa geomorfológico não foi elaborado o setor Sul devido à indisponibilidade de fotografias aéreas da área.

A extração das feições geomorfológicas em *overlay* seguiu uma sequência: a drenagem, os divisores de água, os topos das colinas, as planícies aluviais e alvéolos, as cabeceiras de drenagem em anfiteatro e as morfologias das vertentes (côncava, convexa ou retilínea) e dos fundos de vales (em berço ou em “V”).

As feições geomorfológicas extraídas foram transferidas para a base digital planoaltimétrica do município de Presidente Prudente-SP, por intermédio de uma simples justaposição dessas feições sobre uma carta topográfica na escala 1:25.000, obedecendo a rede de drenagem.

Para a edição gráfica do mapa geomorfológico, utilizou-se o programa CorelDRAW X4<sup>3</sup>, acompanhando a mesma sequência do procedimento de extração das feições geomorfológicas (Figura 3). A legenda foi baseada no mapa geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente-SP (NUNES et al., 2006).

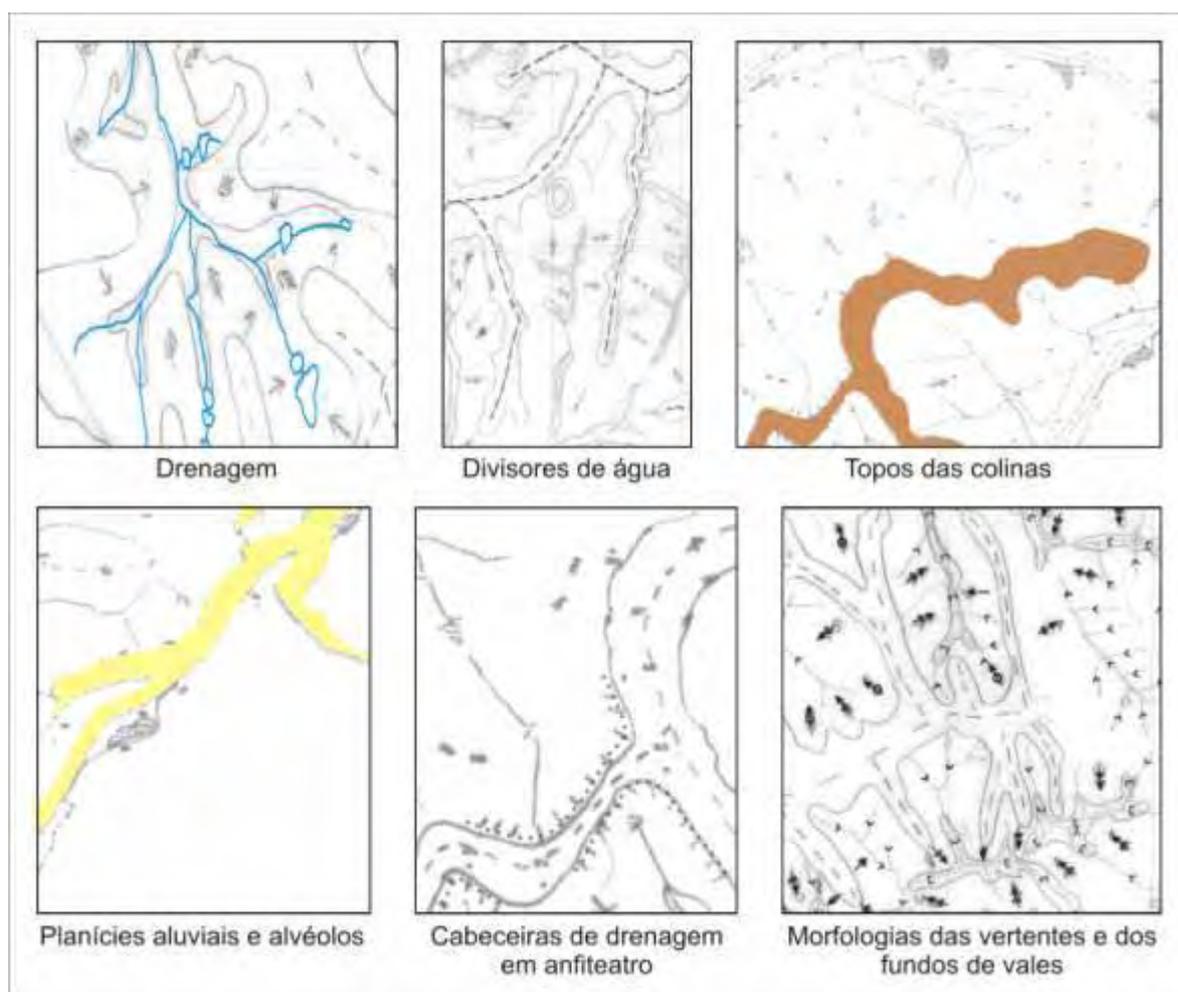


Figura 3. Digitalização das feições geomorfológicas.  
Elaboração: Melina Fushimi.

<sup>3</sup> CorelDRAW é marca registrada pela Corel Corporation.

Trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de verificar e atualizar as informações mapeadas, compreender a dinâmica da paisagem e identificar os processos erosivos lineares, previamente constatados em imagens do satélite ALOS e do Google Earth<sup>®4</sup>, datadas do ano de 2009 e 2010, respectivamente. Também foram feitos levantamentos de pontos de observação dos compartimentos de relevo e suas respectivas morfologias, localizando as coordenadas geográficas e a elevação com o auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) do tipo *Garmin*.

Os mapas temáticos de clinografia e de hipsometria foram elaborados no *software* SPRING 5.1.5<sup>®5</sup> (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas), por meio da base digital planoaltimétrica fornecida pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente-SP na escala 1:10.000.

As classes de declividade foram definidas com base em Cunha (2001), realizando adequações para as características da área estudada. A amplitude altimétrica no município de Presidente Prudente-SP é de 200 metros, sendo que o ponto com maior altitude se encontra a 480 metros e o menor a 280 metros. Dessa forma, a altimetria foi dividida em dez classes hipsométricas.

O mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi feito no SPRING 5.1.5<sup>®</sup>, por intermédio das imagens de 2009 do satélite ALOS<sup>6</sup> (*Advanced Land Observing Satellite*), sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2*), cuja resolução espacial é de 10 metros. A legenda foi adaptada do sistema de classificação da cobertura e do uso da terra proposto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

O mapa geológico não foi elaborado, pois a Formação Adamantina abrange todo o município de Presidente Prudente-SP.

Baseado nos mapas geomorfológico e clinográfico do município de Presidente Prudente-SP, nos perfis topográficos e nos trabalhos de campo, com o levantamento de oito pontos de amostragem dos solos, foi elaborado no CoreIDRAW X4<sup>®</sup> e georeferenciado no Global Mapper 11<sup>®7</sup> o esboço simplificado das principais classes de solos.

---

<sup>4</sup> Google Earth é marca registrada pela Google, Inc.

<sup>5</sup> SPRING é marca registrada pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

<sup>6</sup> As imagens foram adquiridas pelo Grupo de Pesquisa GADIS (Sistema Integrado de Dados para Estudos de Bacias Hidrográficas), sob a coordenação do Prof. Dr. Antonio Cezar Leal e pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, sob a coordenação da Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.

<sup>7</sup> Global Mapper é marca registrada pelo Global Mapper LLC.

É importante ressaltar que na região de Presidente Prudente-SP não existem mapeamentos pedológicos em escala detalhada (1:25.000), somente 1:500.000, com o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (antiga Comissão de Solos, 1960) e o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999). Assim, justifica-se a elaboração do esboço com poucos pontos de amostragem, visto também que a escala base utilizada em ambiente de SIG é 1:25.000, tendo como referência o mapa geomorfológico.

Diante das alterações dos atributos pedológicos pela ação antrópica da área de estudo, optou-se pela adaptação das nomenclaturas dos solos predominantes propostas por Trentin (2011) (Quadro 1).

<b>Classes de solos propostas por Trentin (2011)</b>	<b>Classes de solos adaptadas para a área de estudo</b>
Solos rasos a bem desenvolvidos em colinas de rochas vulcânicas	Solos desenvolvidos
Solos rasos a bem desenvolvidos em rochas areníticas	Solos rasos a desenvolvidos
Solos rasos de altitudes elevadas	Solos rasos
Solos hidromórficos	Solos hidromórficos

Quadro 1. Adaptação das nomenclaturas das classes de solos propostas por Trentin (2011) para a área de estudo.

Elaboração: Melina Fushimi.

As associações dos solos basearam-se nas características das classes do 1º nível categórico (ordens) e do 2º nível categórico (subordens) propostas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999):

- Solos desenvolvidos – associação Latossolos Vermelhos;
- Solos rasos a desenvolvidos – associação Argissolos Vermelhos;
- Solos rasos – associação Neossolos Regolíticos;
- Solos hidromórficos – associação Planossolos e Gleissolos.

Nos oito perfis pedológicos realizaram-se descrições gerais e morfológicas com base em Lemos e Santos (1996). De acordo com esses autores, “As descrições do solo no campo são constituídas do registro metodizado das suas características, através do estudo e do exame do solo em seu meio e condições naturais” (LEMOS; SANTOS, 1996, p. 1). Além do mais, “[...] devem incluir a identificação dos horizontes e as descrições das características morfológicas de cada um, individualmente, caracterizando a espessura, cor, textura, estrutura, consistência, transição entre horizontes e demais características” (LEMOS; SANTOS, 1996, p. 1).

As cores dos horizontes foram classificadas segundo a Carta de Munsell (2000) nas amostras secas. A transição entre os horizontes foi identificada quanto ao grau de distinção em:

- Transição abrupta: a faixa de separação é menor que 2,5 cm;
- Transição gradual: a faixa de separação varia entre 7,5 e 12,5 cm;
- Transição difusa: a faixa de separação é maior que 12,5 cm.

Em relação à estrutura, distinguiram-se dois tipos nos perfis analisados:

- Em blocos ou poliédrica: as três dimensões da unidade estrutural são aproximadamente iguais. A estrutura é dividida em blocos angulares e subangulares;
- Granular ou esferoidal: semelhante à estrutura em blocos, as partículas estão arranjadas em torno de um ponto. Entretanto, as unidades estruturais são arredondadas, não apresentando faces de contato. Possui dois subtipos: granular e em grumos.

Quanto à consistência em solo seco, designada pela dureza ou tenacidade, observaram-se os seguintes aspectos:

- Solta: não coerente entre o polegar e o indicador;
- Macia: a massa do solo é fracamente coerente e frágil; quebra-se em material pulverizado ou grãos individuais sob pressão muito leve;
- Ligeiramente dura: fraca resistência à pressão e facilmente quebrável entre o polegar e o indicador;
- Dura: moderadamente resistente à pressão, podendo ser quebrado nas mãos sem dificuldade, mas dificilmente quebrável entre o indicador e o polegar.

A consistência em solo úmido (friabilidade), determinada pelo estado de umidade intermediário entre seco ao ar e a capacidade de campo, apresentou as características a seguir:

- Solta: não coerente;
- Muito friável: o material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior;
- Firme: o material do solo se desfaz sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, porém, apresenta resistência distintamente perceptível;
- Muito firme: o material do solo esboroa-se sob forte pressão e é dificilmente comprimido entre o indicador e o polegar.

Os quatro perfis topográficos (perfis AB, CD, EF e GH) foram elaborados no SPRING 5.1.5<sup>®</sup>, mediante a base digital planoaltimétrica e os levantamentos em

campo. Posteriormente, exportou-se para o CorelDRAW X4<sup>®</sup> para a edição e finalização gráfica. Já o mapa de localização desses perfis topográficos na área de estudo foi produzido no Global Mapper 11<sup>®</sup>, utilizando uma imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), resolução espacial de 90 metros.

Além disso, os perfis topográficos foram percorridos em trabalhos de campo, onde 21 amostras de solos foram coletadas e enviadas ao Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos da FCT/UNESP para análises texturais, adaptadas do Manual de métodos de análise de solos (EMBRAPA, 1997) (Figura 4).



Figura 4. Análise textural adaptada do Manual de métodos de análise de solos proposto pela EMBRAPA (1997).

Elaboração: Melina Fushimi.

Obtidas a partir da análise textural, as porcentagens de areia, silte e argila foram transpostas para o diagrama de classes texturais do *United States Department of Agriculture* (U.S.D.A., 1951) (Figura 5), a fim de analisar se há ou não incremento da fração argila entre os horizontes para diferenciá-los.

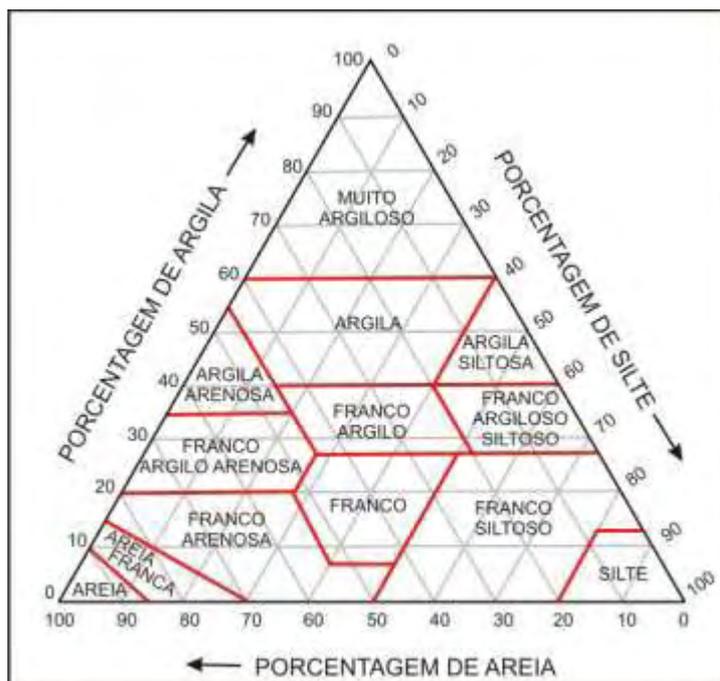


Figura 5. Diagrama de classes texturais.  
Fonte: U.S.D.A. (1951).

O mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares foi elaborado no SPRING 5.2<sup>®</sup>, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A respeito desse *software*, Florenzano (2008, p. 41) afirma que:

Uma das vantagens desse tipo de *software*, acoplado com um SIG, é, além da geração direta de um plano de informação e de uma carta temática, a possibilidade de acessar, superpor e integrar à imagem analisada uma grande variedade de dados armazenados no sistema, como curvas de nível, drenagem, mapas temáticos, etc.

O mapa resultou da correlação entre as variáveis da paisagem (geomorfologia, clinografia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal), espacializadas em mapas temáticos<sup>8</sup> e incluídos nos Planos de Informações (Figura 6).

<sup>8</sup> O limite e a escala (1:25.000) de todos os mapas foram padronizados com base no mapa geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP para viabilizar as correlações no SPRING 5.2<sup>®</sup>. Todavia, devido aos custos, os mapas foram impressos em tamanho de papel A2, mostrando somente a escala gráfica e não a numérica.

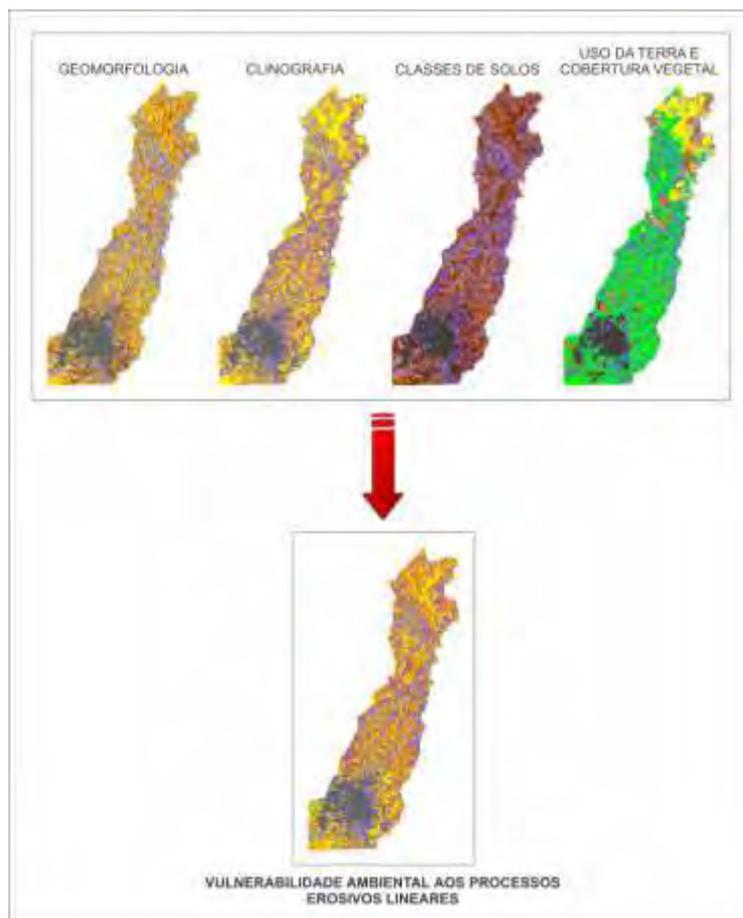


Figura 6. Esquema metodológico referente à elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental, resultante da correlação entre as variáveis da paisagem (mapas temáticos).  
Elaboração: Melina Fushimi.

Utilizou-se a ferramenta de apoio “Suporte à Decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico)”, cuja finalidade é “[...] organizar e estabelecer um modelo racional de combinação de dados” (CÂMARA et al., 1996, não paginado). Os atributos geomorfologia, clinografia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal foram analisados e comparados dois a dois, de acordo com a escala pré-definida pelo programa (Figura 7). O valor 1 é atribuído quando os dois fatores possuem o mesmo nível de importância. No valor 9, um fator é extremamente mais importante que o outro (Quadro 2). Optou-se pelo valor intermediário 2 para que a razão de consistência esteja próxima de 0,1, índice aconselhável pelos especialistas em AHP, conforme afirma Câmara et al. (1996).



Figura 7. Análise e comparação das variáveis utilizando a ferramenta “Suporte à Decisão AHP” no software SPRING 5.2<sup>®</sup>.  
Elaboração: Melina Fushimi.

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

Quadro 2. Escala de valores AHP para comparação pareada.  
Fonte: Saaty (1990).

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

O procedimento final consistiu no fatiamento MNT (Modelo Numérico de Terreno), onde foram estabelecidas as classes temáticas (baixa, média, alta e muito alta vulnerabilidade) (Figura 8).

O **fatiamento** consiste em gerar uma imagem temática a partir de uma **grade retangular**. Os temas da imagem temática resultante correspondem a intervalos de valores de cotas, chamados no SPRING de fatias. Desta forma, um Plano de Informação da categoria numérica originará um Plano de Informação de categoria temática representando um aspecto particular do modelo numérico de terreno, conseqüentemente **cada fatia deve ser associada a uma classe temática** previamente definida no **Esquema conceitual** do Banco de Dados ativo. (CÂMARA et al., 1996, não paginado, grifo dos autores).

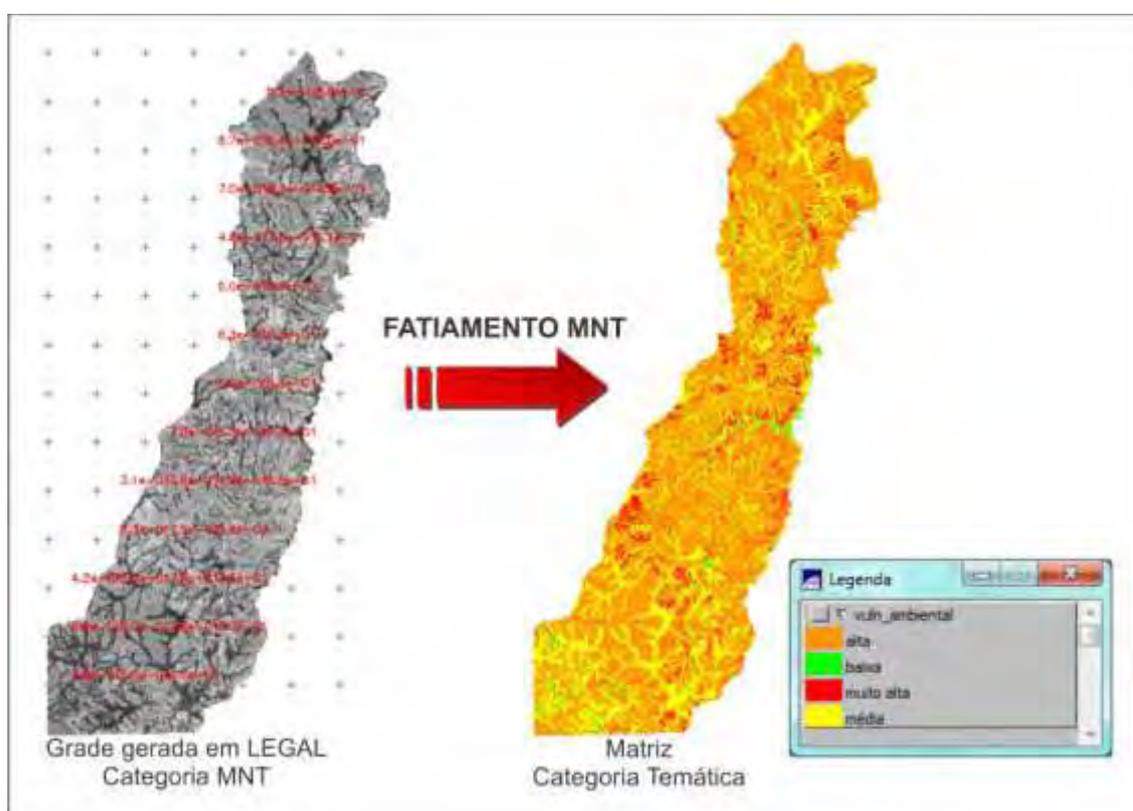


Figura 8. Fatiamento MNT.  
Elaboração: Melina Fushimi.

As classes temáticas foram atribuídas com base nos trabalhos de Tricart (1977) e Ross (2006), realizando-se adaptações para as características ambientais da área de estudo.

Por fim, foram levantados sete pontos de amostragem buscando inter-relacionar os elementos da paisagem e sua vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares.

## CAPÍTULO 1

### REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

---

#### 1. O conceito de vulnerabilidade e seus principais aspectos

Vulnerabilidade é uma expressão abrangente por possuir variadas interpretações. Diante do senso comum, o Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa (1988) explica que algo vulnerável refere-se à fragilidade de um assunto ou questão ou uma situação na qual um indivíduo pode ser atacado ou ferido. Porém, o seu entendimento vai além. Vários autores abordam e discutem esse tema, assimilando-o a outros conceitos, por exemplo: fragilidade, susceptibilidade e sensibilidade e adjetivando-o com outros termos de acordo com o objetivo de sua pesquisa, como Vulnerabilidade Social, Vulnerabilidade Natural e, mais especificamente neste trabalho, Vulnerabilidade Ambiental.

##### *1.1 Vulnerabilidade, sensibilidade, fragilidade, susceptibilidade: termos diferenciados*

Termos como: sensibilidade, fragilidade, susceptibilidade e vulnerabilidade estão sujeitos a serem confundidos quanto aos seus significados. Habitualmente se complementam, mas, geralmente, possuem sentidos diferentes. Contudo, em alguns trabalhos, sensibilidade e vulnerabilidade são utilizados como sinônimos (GRIGIO, 2003).

Silva e Araujo (1994) diferenciam os conceitos de “sensibilidade ambiental”, “susceptibilidade ambiental” e “vulnerabilidade ambiental”. O primeiro (sensibilidade ambiental) é entendido como a resposta negativa do ambiente a um impacto. Nesse sentido, os mapas de sensibilidade ambiental devem ser atualizados quando o ambiente sofrer alterações significativas. O segundo (susceptibilidade ambiental) é a tendência ou probabilidade de uma localidade ser atingida por algo sob condições ou cenários pré-estabelecidos por meio de simulações. Quando há a necessidade de reavaliação desses cenários ou da região, é importante reelaborar os mapas de susceptibilidade ambiental. O último (vulnerabilidade ambiental) indica a capacidade de um ambiente sofrer lesões ou danos em determinadas condições. Os mapas de

vulnerabilidade ambiental devem ser alterados em função da modificação dos mapas anteriores.

Com base nas considerações realizadas por Silva e Araujo (1994), Romero (2009) afirma que a sensibilidade somada à probabilidade de uma área ser atingida por um impacto estão relacionadas com o seu grau de vulnerabilidade. Portanto, quanto maior a tendência de ocorrer algo negativo no ambiente diante de um impacto, maior a vulnerabilidade. Conseqüentemente, quando se tem baixa sensibilidade e probabilidade, o grau de vulnerabilidade é menor. Ambientes onde o compartimento da vertente apresenta declives acentuados, sem cobertura vegetal e solos com textura arenosa, são mais vulneráveis aos processos erosivos em relação às encostas que possuem declividades semelhantes e vegetação, facilitando, dessa maneira, a infiltração da água.

Tagliani (2002), ao elaborar o mapa de vulnerabilidade ambiental de uma região da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, leva em consideração tanto as variáveis ambientais como a ação antrópica. O autor conceitua vulnerabilidade ambiental como “[...] maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer [...]” (TAGLIANI, 2002, p. 3). Grigio (2003) complementa a definição referindo-se ao termo susceptibilidade como tendência (ser passível) de receber modificações, impressões ou adquirir qualidades diferentes das que possuía.

No trabalho de Tagliani (2002), para compreender a vulnerabilidade ambiental de uma área é importante a compreensão da sua susceptibilidade, fragilidade, sensibilidade e maturidade, avaliada com base em três critérios (Figura 9):

- “Fragilidade estrutural intrínseca”, condicionada por características inerentes ao substrato físico, descrevendo seus materiais, formas e processos e sintetizando suas relações. O autor aponta a declividade como um dos fatores de fragilidade estrutural, pois contribui de maneira significativa nos processos erosivos. Logo, elevados valores de declividade estão associados à maior vulnerabilidade ambiental;
- “Sensibilidade”, regulada pela proximidade de ecossistemas sensíveis, os quais sustentam e mantêm inúmeras funções ambientais (GROOT, 1994);
- “Grau de maturidade dos ecossistemas”, referente ao tempo de evolução e é uma das razões que determina a fragilidade relativa dos ecossistemas frente às perturbações sociais. O critério adotado para padronizar esse fator foi a relação de

quanto maior a idade da área de estudo, menor a vulnerabilidade às ações antrópicas.

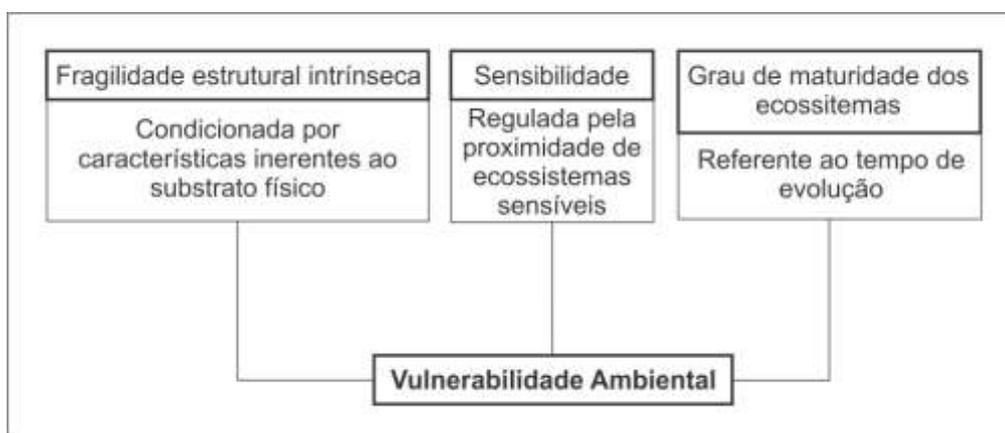


Figura 9. Esquema correspondente aos critérios que definem a vulnerabilidade ambiental propostos por Tagliani (2002).  
Elaboração: Melina Fushimi.

Entretanto, ao contrário do que explica Tagliani (2002) sobre o “grau de maturidade dos ecossistemas”, o tempo de evolução dos ecossistemas do município de Presidente Prudente-SP não está relacionado à vulnerabilidade, mas às características das variáveis que compõem a paisagem (relevo, declividade, geologia, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal).

Incorporando as concepções de Tagliani (2002), Grigio (2003) defende que para operacionalizar o mapa de uso e ocupação do solo<sup>9</sup> é importante ter conhecimento sobre o modo como o ambiente reage às pressões antrópicas, bem como seu grau de suporte. Trabalhos apontam esses parâmetros principalmente pelas representações espaciais, como mapas de sensibilidade e vulnerabilidade.

### 1.2 Vulnerabilidade Social

Apesar do uso histórico da vulnerabilidade social, essa vem sendo estudada de modo analítico somente nos últimos dez anos, sob circunstâncias em que predominam as pesquisas sobre a pobreza e seus escassos resultados provenientes de políticas na América Latina. Os primeiros trabalhos relacionados à temática foram desenvolvidos com a preocupação em abordar, completa e integralmente, a pobreza e as diversas modalidades de desvantagem social, objetivando observar os riscos de mobilidade social descendente e as condições vulneráveis à população em geral,

<sup>9</sup> Termo empregado pelo autor.

não se restringindo aos situados abaixo da linha de pobreza (ABRAMOVAY et al., 2002). Os autores complementam ainda que “[...] uma geração de estudiosos na América Latina vem colaborando com a construção teórica e operacionalização metodológica do enfoque da vulnerabilidade social, o qual, por ser recente, ainda se encontra em formação” (ABRAMOVAY et al., 2002, p. 29).

A vulnerabilidade social estabelece relações com os recursos materiais e imateriais ou simbólicos, cujos atores atrelados são o Estado, órgãos públicos e/ou a população civil. Abramovay et al. (2002), ao estudar a conexão entre a violência sofrida pelos jovens e a vulnerabilidade social nos países latino-americanos, utilizam as ideias sobre vulnerabilidade social trazidas por Vignoli (2001) e Filgueira (2001). Nessa perspectiva é tratada como o resultado negativo da relação entre a disponibilidade de recursos materiais ou simbólicos dos indivíduos ou grupos e o acesso à estrutura de oportunidades sociais, econômicas e culturais provenientes do mercado, do Estado e da sociedade.

Silva (2007) prossegue apontando dois planos em que a vulnerabilidade social pode se manifestar:

- Plano estrutural: caracterizado por uma mobilidade descendente;
- Plano subjetivo: desenvolvimento de sentimentos, como incerteza, insegurança, fragilidade e de não pertencimento a determinado grupo.

Assim, o autor conclui que as situações de vulnerabilidade podem ser eliminadas a partir de ações tanto de gestores públicos, como dos cidadãos, da população como um todo.

Por fim, a condição de vulnerabilidade é construída pela sociedade e definida com base na perspectiva dos grupos sociais. Conforme menor suas expectativas, maior a tendência a aceitarem as condições presentes que, diante de outras circunstâncias, são inaceitáveis (ACSELRAD, 2006), como por exemplo, determinados grupos possuem a oportunidade de decidirem habitar ou não áreas consideradas de risco; outros, por não terem opção, submetem-se a morar nesses lugares. Sob esse aspecto, tem-se a Vulnerabilidade Social.

### *1.3 Vulnerabilidade Natural*

Diante de uma perturbação no meio ambiente, esse pode responder de forma diferenciada em virtude de suas características naturais e sociais. Cada porção da

paisagem possui condições intrínsecas que, interagindo com o tipo e a magnitude de um evento induzido, proporciona efeitos adversos. A essa condição, denomina-se vulnerabilidade (SANTOS; CALDEYRO, 2007).

Grigio (2003) elabora o mapa de vulnerabilidade natural e o mapa de vulnerabilidade ambiental, ambos referentes ao município de Guamaré-RN. O autor diferencia-os, onde o primeiro significa a susceptibilidade do ambiente, considerando os fatores de geomorfologia, geologia, solos e vegetação, enquanto o segundo, relacionando o mapa de vulnerabilidade natural com o de uso e ocupação do solo, é a susceptibilidade do ambiente a pressões antrópicas (Figura 10).

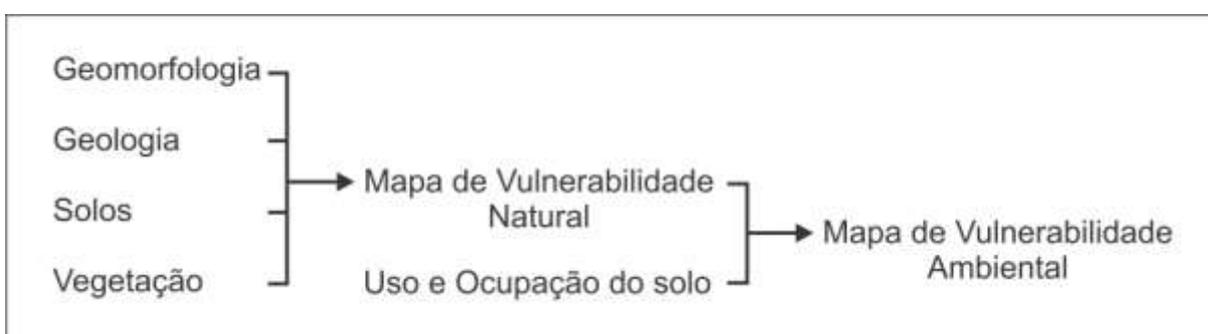


Figura 10. Esquema representativo abrangendo as variáveis que compõem o mapa de vulnerabilidade natural e o mapa de vulnerabilidade ambiental, segundo Grigio (2003).  
Elaboração: Melina Fushimi.

Dessa forma, a vulnerabilidade natural abrange os aspectos naturais da paisagem. Já a vulnerabilidade ambiental aborda essas variáveis e inclui a ação da sociedade, elemento considerado pelo autor como de grande importância em qualquer tipo de análise ambiental.

Voll (2001) segue procedimento semelhante ao elaborar o mapa de vulnerabilidade natural à erosão, baseado nos mapas temáticos de vegetação, solos, geologia e geomorfologia. O uso da terra e o clima devem ser considerados no momento que interferirem significativamente na definição de unidades homogêneas.

Sob uma outra perspectiva, Scolforo et al. (2008)<sup>10</sup> compreendem que a vulnerabilidade natural é a incapacidade de resistência e/ou recuperação de uma unidade espacial diante de impactos proporcionados por atividades antrópicas e é classificada em:

<sup>10</sup> Disponível em: <[http://www.redeapasul.com.br/publicacoes/componente\\_vulnerabilidade.pdf](http://www.redeapasul.com.br/publicacoes/componente_vulnerabilidade.pdf)>.

- Biótica: os fatores condicionantes são naturais (integridade da flora e da fauna), desconsiderando a ação antrópica;
- Abiótica: têm-se fatores condicionantes naturais (disponibilidade natural de água e condições climáticas) e antrópicos (susceptibilidade de solos à contaminação, susceptibilidade de solos à erosão e susceptibilidade de rochas à contaminação de águas subterrâneas).

As atividades realizadas pela sociedade influenciam e podem intensificar a dinâmica da paisagem. Daí a relevância em considerá-las nas discussões, análises, diagnósticos e prognósticos relacionados ao meio ambiente e na elaboração de documentos cartográficos.

#### *1.4 Vulnerabilidade e Risco*

A ideia de vulnerabilidade complementa a noção de risco. Pesquisadores tratam desse assunto por diferentes abordagens, distinguindo esses conceitos e incorporando em suas proposições outros termos, como ameaça e perigo, os quais, direta ou indiretamente, relacionam-se com o tema em questão.

Rocha (2005, p. 18) define vulnerabilidade como o “[...] grau de fragilidade dos elementos (receptores) de uma comunidade”. É uma condição prévia que se manifesta durante o desastre, podendo ser evitado ou minimizado ao se tomar as devidas precauções.

O risco é a “Combinação de freqüência e conseqüência de eventos de indesejáveis, envolvendo perda. Os riscos podem ser: individuais, sociais, ambientais ou financeiros” (ROCHA, 2005, p. 18). Depende e se origina a partir da relação entre ameaça e vulnerabilidade e está inserido na sociedade, que direciona o seu nível, o grau de percepção e as maneiras de enfrentá-lo (Quadro 3).

<b>Ameaça</b>	<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Risco</b>
Fenômenos naturais	Grau de exposição e fragilidade valor econômico	
Probabilidade de que ocorra um evento, com espaço e tempo determinados, com intensidade suficiente para produzir danos.	Probabilidade em que a perda, a intensidade do evento e a fragilidade dos elementos expostos ocorram danos a: economia, a vida humana e ao ambiente.	Probabilidade combinada entre os parâmetros anteriores.

Quadro 3. Definições de ameaça, vulnerabilidade e risco.  
Fonte: Rocha (2005).

A Figura 11 esquematiza tais relações propostas por Rocha (2005):

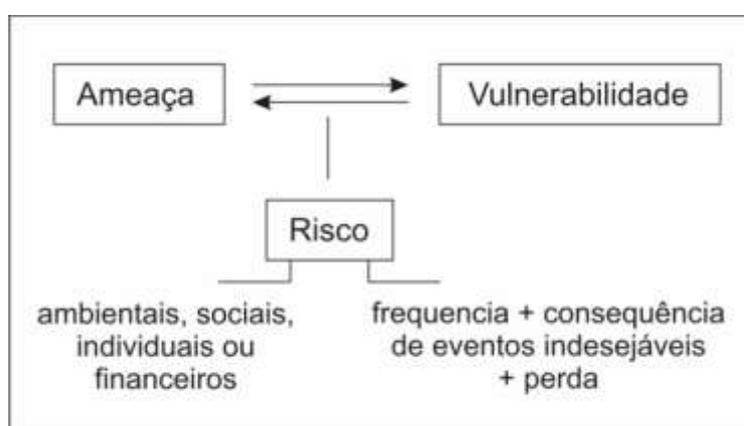


Figura 11. Esquema referente às relações entre ameaça, vulnerabilidade e risco (ROCHA, 2005).

Elaboração: Melina Fushimi.

Por outro lado, para Acsehrad (2006), a noção de vulnerabilidade é relativa, pois geralmente está associada à exposição aos riscos e à maior ou menor susceptibilidade de pessoas, infraestruturas, lugares ou ecossistemas a sofrerem algum dano específico.

Santos e Caldeyro (2007) diferenciam os dois termos da seguinte maneira:

- Vulnerabilidade: constatada pela dimensão ou intensidade dos prejuízos ou danos já causados, em que as atividades realizadas pela sociedade influenciam nas mais diversas proporções;
- Risco: expresso pelos danos ou prejuízos potenciais de um desastre, medidos em probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza.

Em ambientes rurais, com a redução da cobertura vegetal a montante e das áreas de preservação permanente (APP), os sedimentos são transportados para áreas a jusante, principalmente pelo vento e pela água da chuva, proporcionando o

assoreamento dos cursos d'água. Esse processo se intensifica quando as declividades são mais acentuadas, aumentando desse modo, a vulnerabilidade.

Nas cidades, onde a impermeabilização do solo é intensa, grande parte das águas pluviais não infiltra e, pela ação da gravidade, é direcionada aos fundos de vales, causando possíveis desastres, principalmente com a ocupação urbana, tornando a vulnerabilidade ainda maior.

Semelhante ao raciocínio de Santos e Caldeyro (2007) sobre o risco, Veyret e Richemond (2007) o define como complexo e se exprime em termos de perigo, de danos potenciais. Também está relacionado à percepção de uma situação apreendida como perigosa, na qual o indivíduo ou grupo está presente ou cujos efeitos podem ser sentidos posteriormente.

A estimativa das perdas possíveis constitui a vulnerabilidade. Abrangem aspectos físicos, ambientais, técnicos, dados econômicos, psicológicos, sociais, políticos e não se restringem a índices científicos ou técnicos. Reduzir a vulnerabilidade compreende atenuar os efeitos mediante o conhecimento dos processos, com a instalação de dispositivos adequados (VEYRET; RICHEMOND, 2007).

Para melhor interpretação, as autoras esquematizaram os conceitos abordados através do Quadro 4:

<b>Risco</b>	Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. Um jogador percebe sua decisão de jogar como risco quando conhece os acontecimentos que podem se produzir, assim como a probabilidade de ocorrerem.
<b>Perigo</b>	Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as conseqüências objetivas de uma álea <sup>11</sup> sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo.
<b>Vulnerabilidade</b>	Magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos. A vulnerabilidade mede “os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados” (Dictionnaire de l'environnement, 1991). A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental.

Quadro 4. Do risco à vulnerabilidade: algumas definições.

Fonte: Veyret e Richemond (2007).

Adaptado por Melina Fushimi.

<sup>11</sup> Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O equivalente em inglês é *hazard* (para definir a álea natural). Alguns autores utilizam o termo “perigo”, especialmente quando se trata de riscos tecnológicos [...] (VEYRET; RICHEMOND, 2007, p. 24).

Enquanto a vulnerabilidade se refere a prejuízos já causados para Santos e Caldeyro (2007), Veyret e Richemond (2007) a estimam como danos potenciais. Logo, a ideia de vulnerabilidade associada ao risco e a determinados conceitos, de acordo com a abordagem de cada pesquisa, é relativa.

Para esta pesquisa, com base no levantamento bibliográfico, optou-se pela utilização do termo vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares que modificam a paisagem, degradando-a. A área de estudo apresenta baixa, média, alta ou muito alta vulnerabilidade ambiental diante da inter-relação entre os elementos naturais (geomorfologia, clinografia, classes de solos e cobertura vegetal) e sociais (uso da terra). Além disso, a espacialização das variáveis em documentos cartográficos é uma ferramenta fundamental neste tipo de análise.

O próximo tópico trata de autores que analisam os fatores que atuam na vertente e na dinâmica do relevo e a classificação do meio ambiente em categorias morfodinâmicas, as quais estão elencadas com as classes de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares.

## **2. A categoria vertente e os meios morfodinâmicos**

O relevo é constituído pelo resultado do antagonismo das forças endógenas (forças tectogenéticas) e exógenas (mecanismos morfodinâmicos), cujo elemento dominante é a vertente. Nesse compartimento são materializadas as relações das forças produtivas e as transformações que compõem a paisagem (CASSETI, 1991). Tricart (1957) também enfatiza a sua importância ao afirmar que o entendimento da sua evolução subsidia os estudos das formas atuais do relevo terrestre.

Cassetti (1991) discorre sobre as teorias de autores que consideram a categoria vertente como importante elemento na análise da dinâmica do relevo. Dentre eles, Jahn (1968), através da teoria do “balanço de denudação”, destacou-se na pesquisa sobre a evolução das vertentes. As forças morfogenéticas exercidas sobre a encosta são classificadas em dois componentes:

- Componente perpendicular: presença da cobertura vegetal e predomínio da infiltração com conseqüente intemperização e pedogênese, proporcionando a formação de material para eventual transporte (Figura 12);

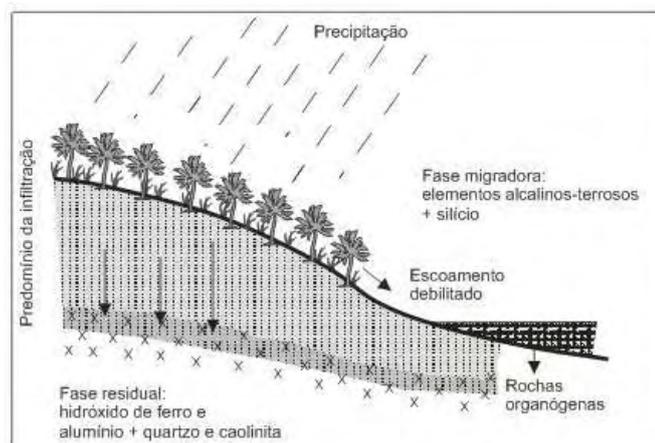


Figura 12. Predomínio do componente perpendicular.  
Fonte: Casseti (1991).

▪ Componente paralelo (paralelo à vertente ou à superfície): caracterizado pelos efeitos erosionais (morfogênese) e responsável pelo deslocamento de material pré-elaborado no componente perpendicular. A retirada da vegetação favorece a atuação direta dos elementos do clima (Figura 13).

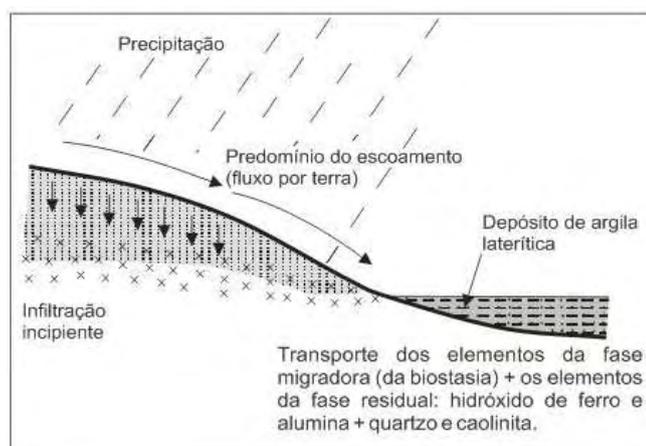


Figura 13. Predomínio do componente paralelo.  
Fonte: Casseti (1991).

A intervenção antrópica, com a impermeabilização do solo em ambientes urbanos e a retirada de matas ciliares e de encostas em áreas rurais, como se observa na área de estudo, intensifica o desenvolvimento do componente paralelo. Esse, em superfícies horizontalizadas com declividade nula, praticamente não atua. Por outro lado, em cenários com declives acentuados e alterados pela ação antrópica, fenômenos como erosão, rastejamento ou *creeping*, de solifluxão, deslizamentos de massa ou escorregamentos tendem a ocorrer.

Diante dessas condições, Casseti (1991, p. 66) assevera que:

[...] A partir do momento em que o homem se apropria da vertente e inicia um processo de transformação, tendo-a como suporte ou recurso, o que normalmente se dá através do desmatamento, com conseqüentes cortes ou aterros, as relações processuais são alteradas: a chuva deixa de ser interceptada, proporcionando a desagregação mecânica do solo pelo efeito de “splash”, ao mesmo tempo em que responde pelo aumento do fluxo por terra com conseqüente dessoloagem, ravinamento, boçorocamento ou mesmo deslizamento de massa. Portanto, o componente paralelo passa a predominar sobre o perpendicular, implicando o desequilíbrio da vertente e agravando o estado de saída.

Tricart (1957), ao utilizar o termo “balanço morfogenético”, descreve que quando o componente perpendicular é superior ao paralelo (pedogênese superior à denudação) ocorre um balanço morfogenético negativo. Caso contrário, quando o componente paralelo supera o perpendicular (denudação supera a pedogênese), predomina um balanço morfogenético positivo.

Ademais, Tricart (1977) aponta como principais fatores que comandam o balanço morfogenético nas vertentes a declividade, a natureza da rocha e o clima.

De modo geral, quanto maior o grau de declividade da vertente, mais intenso é o componente paralelo e conseqüentemente, o perpendicular é enfraquecido. Outros aspectos também estão vinculados, como o comprimento de rampa e a forma geométrica da vertente: enquanto o primeiro demonstra que quanto maior o comprimento, mais intenso é o fluxo por terra, o segundo influencia no balanço morfogenético (por exemplo, nas vertentes com comprimento e largura retos prepondera-se o fluxo laminar).

A natureza da rocha interfere no perfil da vertente, em seu declive médio, na velocidade de seu recuo ou evolução e no comportamento da formação superficial (solo). Determinados processos morfogenéticos intervêm na característica textural e nos minerais presentes, acelerando a tendência ao desenvolvimento de processos, como a fração argila no solo que favorece à solifluxão, ao *creeping* e ao deslizamento de massa; ou servindo como grau de resistência mecânica dos agregados ao efeito do *splash* e à intensidade erosiva direcionada pelo fluxo por terra (escoamento laminar ou concentrado).

Por fim, o clima é considerado o elemento morfogenético mais influente ao atuar de maneira direta e indireta no meio. É o responsável pela dinâmica processual desde a pedogênese, principalmente através do intemperismo químico,

até a morfogênese, pelos agentes de meteorização. O clima atua, portanto, tanto no desenvolvimento do componente perpendicular, quanto paralelo.

Cassetti (1991) exemplifica descrevendo que, nos climas tropicais úmidos, sob floresta densa, o componente perpendicular prevalece, promovendo a pedogenização. Nas zonas áridas, onde a ausência de umidade impede o desenvolvimento de solos e as torrencialidades pluviométricas ocasionam o transporte de detritos resultantes do intemperismo mecânico, tem-se o afloramento da rocha, permitindo a ação direta dos elementos do clima.

Além do mais, o modelado atual da vertente pode ser indicativo do resultado de processos morfoclimáticos pretéritos (paleoclima), cujas evidências são observadas nas formas, nos depósitos correlativos ou na estrutura superficial.

Tais fatores (declividade, natureza da rocha e clima) oferecem subsídios para o entendimento da vertente, a qual compõe o meio ambiente que possui interações dinâmicas entre os elementos naturais e as atividades e intervenções exercidas pela sociedade. A ótica dinâmica consiste na intervenção em uma natureza em movimento, mutante, que evolui segundo leis próprias e não é estática, onde a descrição fisiográfica é insuficiente para compreender a complexidade do meio.

A morfogênese é um componente importante na dinâmica da superfície terrestre, visto que seus processos produzem instabilidade na superfície, sendo limitante ao desenvolvimento dos seres vivos. A morfodinâmica, sob a perspectiva ecológica, é uma limitação aos ecossistemas e é a antinomia à presença da cobertura vegetal. Depende da interação entre o clima, a topografia, o material rochoso, dentre outros (TRICART, 1977).

A partir da intensidade dos processos atuais, Tricart (1977) estabelece uma taxonomia flexível dos tipos de meio ambiente, baseada no grau de estabilidade-instabilidade morfodinâmica e a condição de transição. Para isso, o autor classifica o meio em três grandes categorias morfodinâmicas:

#### A. MEIOS ESTÁVEIS

Caracterizados pelo predomínio da pedogênese e pelas seguintes situações, as quais se relacionam complexamente por meio de mecanismos de compensação e autorregulação:

- Cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese;

- Dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios e vertentes de lenta evolução;
- Ausência de manifestações vulcânicas vulneráveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos.

Os estudos do pedólogo Erhart (1956) ressaltaram a importância da cobertura vegetal e do termo “biostasia”, posteriormente substituído por Tricart (1977) por “fitoestasia”, pois somente as plantas atuam como estabilizadoras dos fluxos de radiação e das gotas da chuva e como moderadoras do vento. Os animais não possuem efeito estabilizador: os vermes, a título de exemplo, transportam à superfície materiais provenientes de horizontes profundos, expondo-os à ação das gotas da chuva e ao escoamento.

O princípio da conservação da vegetação densa com efeitos equivalentes (no sentido de impedir qualquer tipo de ataque) ao natural é dificultado face ao crescimento demográfico, de ocupação e de diversos interesses nesse meio. Os meios estáveis podem ser interrompidos por enclaves, onde a dinâmica atua/atuou recentemente, passando a se constituir meios intergrades ou meios fortemente instáveis.

## B. MEIOS INTERGRADES

O termo “intergrade”, proveniente da Geologia, designa transição, ou seja, passagem gradual dos meios estáveis para os meios fortemente instáveis (Figura 14).

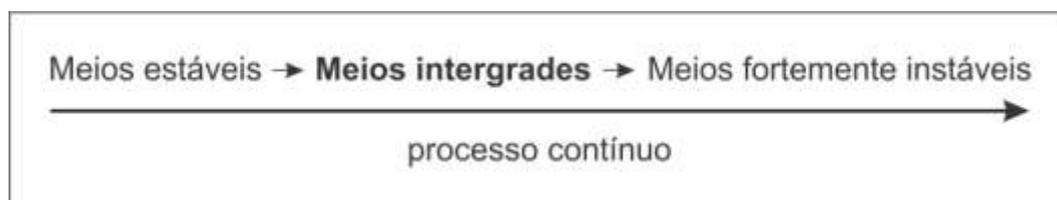


Figura 14. Esquema cuja transição gradual dos meios estáveis para os meios fortemente instáveis ocorre através dos meios intergrades (TRICART, 1977).

Elaboração: Melina Fushimi.

São caracterizados pela coexistência e interferência permanente da morfogênese e da pedogênese em um mesmo espaço, onde todos os termos de transição são possíveis e flexíveis, levando-se em consideração a complexidade dos fenômenos naturais. As interferências pedogenéticas são mais perturbadas em função da intensidade das atividades morfogenéticas.

Os meios intergrades são particularmente cambiantes e sensíveis às intervenções em escala local. No balanço entre a pedogênese e a morfogênese, a cobertura vegetal se destaca como um dos controles biológicos mais eficazes. Contudo, nos meios em que se manifesta o escoamento superficial difuso e tenta-se freá-lo com o auxílio da vegetação, a quantidade de argila infiltrada é maior, favorecendo a ocorrência de movimentos de massa. Por conseguinte, o meio morfodinâmico passa a ser descrito como fortemente instável.

### C. MEIOS FORTEMENTE INSTÁVEIS

Tem-se o predomínio da morfogênese, onde outros elementos do sistema natural estão subordinados. São consideradas as seguintes condições e características:

- Eventos extremos, como deformações tectônicas, em que vertentes suficientemente íngremes apresentam-se instáveis mesmo com a presença de cobertura vegetal densa;

- Forte instabilidade climática: algumas espécies vegetais possuem dificuldade de adaptação, reduzindo ao mínimo sua função de fitoestasia. Por outro lado, oscilações climáticas naturais, geralmente, são menos brutais e seus efeitos menos radicais: em casos de pioras climáticas, ocorre a redução lenta da vegetação, predominando a morfogênese sobre a pedogênese, sendo essa situação incluída nos meios intergrades;

- Degradação antrópica: contribui para a preponderância da morfogênese, cujos solos pré-existent e até mesmo o material de origem (rocha) podem ser destruídos. A erosão antrópica é um dos principais exemplos de resistasia;

- Fenômenos catastróficos (como corridas de lama e desmoronamentos): de ocorrência esporádica, destroem os perfis pedológicos anteriormente presentes. A pedogênese é então interrompida e seus efeitos são anulados pela morfogênese;

- Ravinamentos generalizados: possui manifestação crônica, ou seja, recorre com certa frequência em uma mesma área ou adjacências. O escoamento superficial difuso juntamente com outros processos elimina os detritos passíveis de remoção a partir do momento em que são formados, aflorando a rocha.

Se o processo erosivo é intensificado, sua instabilidade, conseqüentemente, aumenta e altera terrenos a jusante. Todavia, se as ravinas tendem a se estabilizar com o crescimento da cobertura vegetal, são retornados aos meios intergrades.

A Figura 15 representa um esquema síntese dos meios morfodinâmicos desenvolvidos por Tricart (1977), suas principais inter-relações e características:

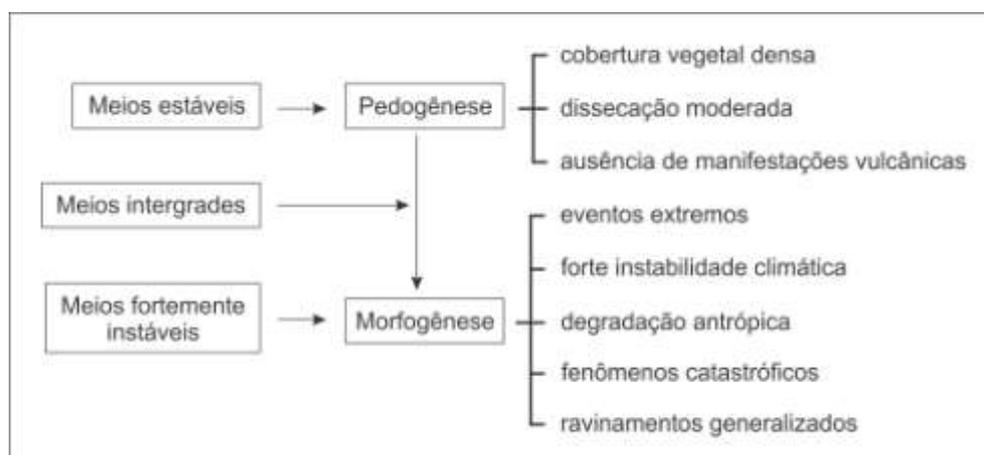


Figura 15. Esquema síntese sobre as três categorias morfodinâmicas (TRICART, 1977).  
Elaboração: Melina Fushimi.

Ross (1990), ao tratar das concepções teórico-metodológicas em geomorfologia, ressalta a importância das propostas de Tricart (1977):

[...] as contribuições de Tricart (1977) se completam quando propõe que a paisagem seja analisada pelo seu comportamento dinâmico, partindo da identificação das unidades de paisagem que denomina de unidades ecodinâmicas. A unidade ecodinâmica se caracteriza por uma certa dinâmica do ambiente e tem repercussões imperativas sobre as biocenoses. (ROSS, 1990, p. 46).

Assim, com base nessa metodologia, propõe adaptações com mudanças significativas, em virtude, por exemplo, dos problemas relacionados à escala de representação, geralmente média ou pequena e o desenvolvimento de pesquisas com ênfase em geomorfologia aplicada.

Inicialmente, classificou o meio ambiente em categorias estáveis e instáveis e a elaboração de documentos cartográficos em escala detalhada (1:25.000).

Um dos primeiros trabalhos citados por Ross (1990) é referente à bacia do rio Cabuçu de Cima. A partir de dados pluviométricos e cartas temáticas, como de declividade média das vertentes, de uso da terra e cobertura vegetal, dos elementos das formas de relevo e processos erosivos, etc., realizou-se o cruzamento dessas variáveis com generalizações e simplificações, cujo resultado denominou-se carta de classes de vulnerabilidade morfodinâmica. Na área de pesquisa foram identificadas cinco categorias de comportamento morfodinâmico:

1. Áreas de estabilidade morfodinâmica natural: cobertura vegetal densa e relevo de topos com morfologia convexa e declividades médias acima de 30%. Apesar da estabilidade, a área possui alto potencial de instabilidade diante dos atributos do meio físico;

2. Áreas de estabilidade morfodinâmica de origem antrópica: alta densidade de urbanização e impermeabilização do terreno por edifícios e asfalto. As declividades médias variam entre 6 a 20%;

3. Áreas de instabilidade morfodinâmica moderada: uso da terra pela horticultura e relevo de colinas baixas com morfologia convexa e declividades entre 6 a 20%;

4. Áreas com alto grau de instabilidade morfodinâmica: áreas em processo de urbanização com loteamentos sem infraestrutura urbana, terrenos com obras de terraplenagem com desmontes, aterros dos vales e das cabeceiras e presença de processos de assoreamentos generalizados e erosivos (ravinamentos e voçorocamentos);

5. Áreas com alto grau de instabilidade morfodinâmica: planícies aluviais e fundos de vales, declividades inferiores a 5%, secções com estrangulamento do leito por pontes e tubulões subdimensionados, aterros, acúmulo de lixo e entulho e terrenos sujeitos a inundações frequentes.

Ross (1990) também menciona um estudo na bacia do rio Carapicuíba que, baseado nos mesmos critérios de análise e escala, as categorias foram reorganizadas em zonas em equilíbrio e zonas em desequilíbrio, diferenciadas pelos seguintes aspectos:

- Zonas em equilíbrio ou em estabilidade morfodinâmica: estabilidade natural com cobertura florestal natural, estabilidade por urbanização e impermeabilização do solo e estabilidade com urbanização de alto padrão;

- Zonas em desequilíbrio ou em instabilidade morfodinâmica: instabilidade morfodinâmica fraca (relevo menos declivoso e ocupação pouco densa) e forte (relevo com declividades entre 10 e 30% e ocupação caótica). As zonas em desequilíbrio com instabilidade morfodinâmica muito forte foram subdivididas de acordo com dois critérios: o primeiro apresenta relevo com declividades entre 10 a 30% e extensas áreas de solos expostos por terraplenagem e o segundo é constituído por relevo de planícies e fundos de vales estrangulados por aterros, pontes, tubulões e depósitos de lixo e entulho.

Posteriormente, em outros trabalhos, as áreas não foram designadas por classes estáveis e instáveis. Passou-se a utilizar os termos: “unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial” e “unidades ecodinâmicas de instabilidade emergente” e as duas variam entre fraca, média, forte e muito forte.

Em pesquisa no vale do rio Uruguai na escala 1:10.000 (ROSS, 1990), mediante o uso de ortofotos, cartas topográficas e fotografias aéreas, foram elaboradas cartas temáticas (de relevo, de declividade, de hipsometria, de tipos de solos, etc.). Com o cruzamento da variável relevo com as demais (litologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e pluviosidade/temperatura), as áreas foram denominadas em:

- Unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial: vinculadas ao predomínio da cobertura vegetal florestal e à interferência antrópica restrita;
- Unidades ecodinâmicas de instabilidade emergente: referentes às atividades antrópicas que alteram o ambiente natural com a prática agrícola, pecuarista, industrial, urbana ou com o sistema viário.

Em todos os estudos, destaca-se a presença da cobertura vegetal, atuando na estabilidade do meio morfodinâmico. As ações da sociedade, quando não planejadas do ponto de vista ambiental, podem proporcionar eventos indesejados, como a erosão, desestabilizando o meio e tornando-o vulnerável. Nesse sentido, os trabalhos de Tricart (1977) e Ross (1990) consistem nas principais referências teóricas para compreender a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.

### **3. O processo erosivo**

O termo “erosão” se refere a um:

Conjunto de processos que atuam na superfície terrestre, levando à remoção de materiais minerais e rochas decompostas. Quando a água constitui o agente essencial o processo de dissolução torna-se muito importante. Os principais agentes de remoção física e transporte durante os processos de erosão são os seguintes: eólico, fluvial, marinho e glacial. (SUGUIO, 1998, p. 276).

Na perspectiva do geógrafo e do geólogo, é a “[...] realização de um conjunto de ações que modelam uma paisagem” (GUERRA; GUERRA, 2009, p. 229).

O processo erosivo é um fenômeno que existe há milhões de anos (erosão geológica ou natural). Isso é, antecede ao aparecimento do homem na Terra e tem participação essencial na formação do modelado da superfície terrestre, dos solos aluviais e das rochas sedimentares (WEILL; NETO, 2007). Todavia, muitas atividades praticadas pela sociedade desencadeiam e intensificam as etapas erosivas naturais (erosão acelerada, antrópica ou antropogenética), acarretando desequilíbrios e degradações na paisagem, como evidencia a Figura 16, localizada próxima ao Distrito de Ameliópolis-SP.



Figura 16. Erosão acelerada desenvolvida pela retirada da vegetação natural e atividades antrópicas.

Foto: Da autora, trabalho de campo, 2010.

Desse modo, os processos erosivos podem estar ou não vinculados à ação antrópica. Neste contexto, é importante relacionar os aspectos sociais com os naturais na Geografia (relação sociedade-natureza) e destacar a relevância dos seus estudos e dos conceitos geográficos.

### *3.1 Geografia e paisagem*

No século XIX, a Geografia constituía-se em uma ciência natural, na qual a interpretação da natureza era subdividida em Física e Geografia Física (SUERTEGARAY, 2001) (Figura 17).

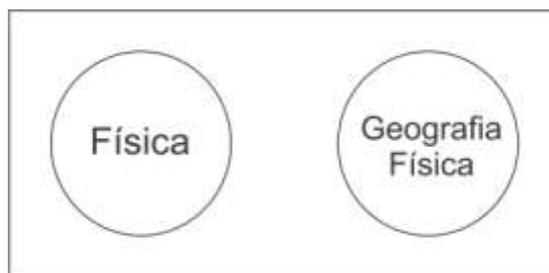


Figura 17. Interpretação geográfica da natureza subdividida em Física e Geografia Física.  
Fonte: Suertegaray (2001).

Em seguida, foi concebida pelos geógrafos como a conjunção do natural e do social, transformando o espaço geográfico em um conceito que expressa a articulação entre Natureza e Sociedade, objeto de interface entre as Ciências Naturais e as Ciências Sociais (SUERTEGARAY, 2001) (Figura 18).

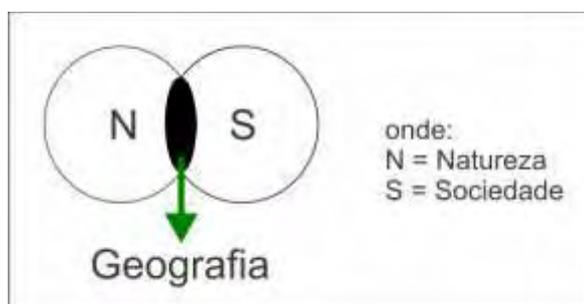


Figura 18. Espaço geográfico: articulação entre Natureza e Sociedade.  
Fonte: Suertegaray (2001).  
Adaptado por Melina Fushimi.

Suertegaray (2001) define o espaço geográfico como um todo uno e múltiplo, aberto a múltiplas conexões. É representado pelo círculo da Figura 19. Cada segmento (paisagem, território, lugar e ambiente) expressa a visão analítica privilegiada por cada geógrafo.

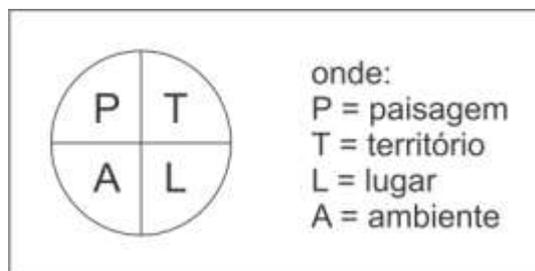


Figura 19. Espaço geográfico interpretado através dos conceitos geográficos.  
Fonte: Suertegaray (2001).

O espaço geográfico é dinâmico, indicado pelo movimento do girar do círculo. Pode ser interpretado por meio dos conceitos geográficos paisagem e/ou território

e/ou lugar e/ou ambiente. Cada um deles está contido nos demais e são permitidas todas as conexões possíveis, constituindo instrumentos operacionais que admitem o retorno à conjunção da Geografia (SUERTEGARAY, 2001).

Se de um lado ainda trabalhamos com o recorte do espaço geográfico, de outro acreditamos que esses recortes poderão mais unir o discurso geográfico, do que separar. Isto porque cada um deles enfatiza uma dimensão da complexidade organizacional do espaço geográfico: o econômico/cultural (na paisagem), o político (no território), a existência objetiva e subjetiva (no lugar) e a transfiguração da natureza (no ambiente). Não obstante, nenhum deles prescinde das determinações expressas em uns e em outros. (SUERTEGARAY, 2001, p. 13).

Contemplando Ross (2006, p. 50): “[...] as questões relacionadas com a Geografia, trabalhadas nos diferentes pontos da superfície da Terra, não podem ser tratadas somente pela ótica da natureza ou das sociedades humanas que habitam tais lugares”. O autor ainda discorre que a aplicação da Geografia é “[...] conhecer e analisar as relações da humanidade entre si, e desta com o meio natural [...]” (ROSS, 2006, p. 199). Assim, nesta pesquisa, o conceito “paisagem” contempla tais relações sociedade-natureza.

Sobre os primórdios do conceito de paisagem:

De modo sucinto, é importante destacar que, historicamente, o conceito de paisagem foi desenvolvido cientificamente pelos geógrafos alemães desde meados do final do século XIX, como sendo um objeto concreto, perfeitamente observável, que mantém uma visão de unicidade e conjunto dos elementos e fatores que envolvem o meio natural. (NUNES et al., 2006, p. 125).

Para Suertegaray (2001), a paisagem é um conceito operacional, isto é, uma possibilidade de leitura do espaço geográfico, um caminho metodológico sob a dimensão da conjunção de elementos naturais e tecnificados, socioeconômicos e culturais. Pode-se concebê-la enquanto forma (formação) e funcionalidade (organização), e não, necessariamente, como uma relação de causa e efeito, mas como um processo de constituição e reconstituição de formas vinculadas à dinâmica social (SUERTEGARAY, 2001).

Diante dos elementos naturais (relevo, clima, água, solos e cobertura vegetal), tem-se a sua apropriação e transformação pela sociedade, cuja dinâmica entre ambos compõe a paisagem (Figura 20).



Figura 20. A paisagem composta pela interação entre a dinâmica da natureza e a dinâmica da sociedade.  
Fonte: Nunes et al. (2006).

As atividades realizadas pela sociedade na natureza, quando ocorridas de forma desordenada, podem acarretar ou intensificar eventos, como deslizamentos, desmoronamentos e, na área de estudo, os processos erosivos, transformando paisagens naturais em degradadas, exemplificada pela Figura 21, localizada próxima ao Distrito de Ameliópolis-SP.



Figura 21. Paisagem degradada com a presença de processos erosivos na área de estudo.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

Sob a conjuntura das influências antrópicas no ambiente, materializadas no surgimento e desenvolvimento de manifestações erosivas, algumas de suas etapas mais recorrentes nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP são expostas a seguir:

### 3.2 Fases do processo erosivo: da ação do splash à formação de voçorocas

Com base no trabalho de Guerra (1999), são descritas as principais fases que envolvem o processo erosivo na área de pesquisa, iniciando-se com o *splash* até o aparecimento de voçorocas.

No estágio inicial, conhecido também por “erosão por salpico” (GUERRA; GUERRA, 2009), com o impacto das gotas da chuva, tem-se a ruptura dos agregados do solo em tamanhos menores (Figura 22) e o seu transporte pelo salpicamento.



Figura 22. Ruptura dos agregados do solo pelo impacto da gota da chuva.

Fonte: Weill e Neto (2007).

Adaptado por Melina Fushimi.

Algumas propriedades dos solos, como: teor de matéria orgânica, textura, densidade, porosidade e estrutura, bem como características das encostas, da cobertura vegetal, da erosividade da chuva e do uso da terra, interferem direta ou indiretamente na quebra dos agregados. A tendência é que essas partículas preencham os poros do solo, causando a selagem e a redução da porosidade, eventos que reduzem as taxas de infiltração.

Apesar da superfície selada oferecer maior resistência ao *splash*, o escoamento superficial é favorecido, podendo atingir altas velocidades, suficientes para destacar e transportar sedimentos. Há situações nas quais o terreno se torna tão seco que se formam rachaduras e a infiltração da água é maior que o escoamento.

Quando o solo está saturado, a água tende a se deslocar para áreas a jusante. A princípio, o fluxo é difuso, escoamento em lençol ou laminar, promovendo, assim, a erosão em lençol ou erosão laminar. Nessa etapa, Guerra (1999, p. 30) afirma que “[...] a erosão ainda é incipiente, muito localizada e envolve apenas o transporte individual dos grãos que compõem o solo [...]” e há grandes possibilidades de recuperação da área diante dessas condições.

Em áreas onde há vulnerabilidades geológicas e pedológicas ou condicionadas pelo uso da terra, o fluxo pode vir a ser linear, concentrado, atenuando sua velocidade e aumentando a profundidade. A concentração de sedimentos entra em atrito com o fundo dos pequenos canais formados, tornando-os cada vez mais definidos pela erosão, formando as ravinas. A partir das ravinas, podem evoluir para voçorocas ou boçorocas (Figura 23):

As voçorocas podem ser originadas pelo aprofundamento e alargamento de ravinas, ou por erosão causada pelo escoamento subsuperficial, o qual dá origem a dutos (pipes). São relativamente permanentes nas encostas. Têm paredes laterais íngremes, em geral fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os períodos chuvosos. Ao aprofundarem seus canais, as voçorocas atingem o lençol freático. Constituem um processo de erosão acelerada e de instabilidade nas paisagens. (SUERTEGARAY, 2008, p. 245).



Figura 23. Representação de uma voçoroca.  
Fonte: Suertegaray (2008).

Guerra (1999) faz a distinção entre ravinas e voçorocas, empregando o seguinte critério dimensional: ravinas são incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade, enquanto valores superiores são denominados voçorocas. Já o Instituto Paulista de Tecnologia (IPT) propõe as seguintes definições: “[...] ravinas seriam canais criados pela ação do escoamento superficial; e voçorocas, canais esculpidos pelo afloramento do lençol freático” (OLIVEIRA, 1999, p. 59), sendo essa a classificação adotada para esta pesquisa.

Apresenta-se na Figura 24 um esquema simplificado apontando algumas etapas do processo erosivo, que se inicia com a ação das gotas da chuva no solo

(*splash*) e pode evoluir para ravinas e voçorocas, descritas neste tópico e caracterizadas por Guerra (1999).

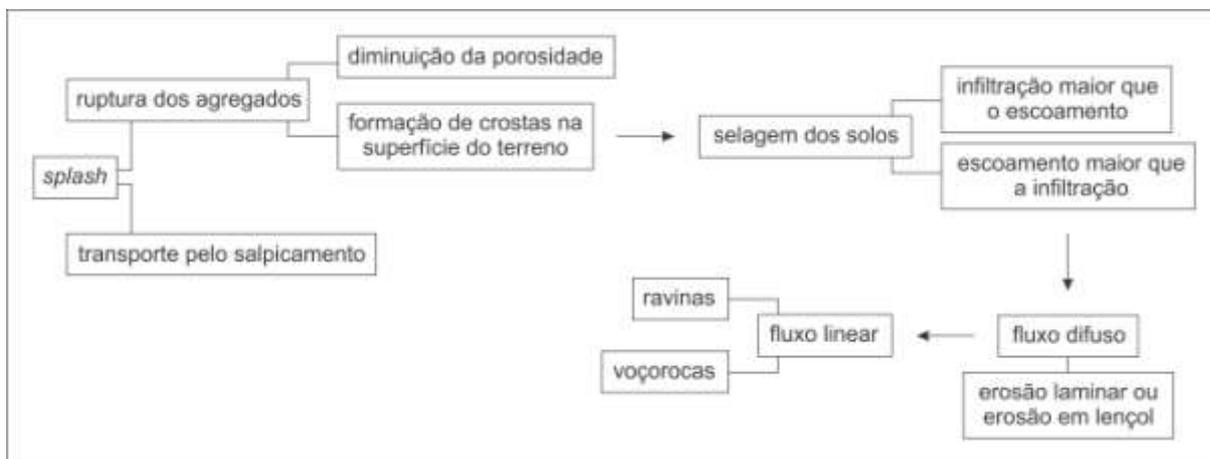


Figura 24. Esquema simplificado das etapas do processo erosivo, abordadas neste tópico e caracterizadas por Guerra (1999).

Elaboração: Melina Fushimi.

A Figura 25 ilustra ocasiões que envolvem o tema em questão. A capacidade de infiltração da água no solo ostenta as mesmas condições de erodibilidade em um modelo hipotético de vertente. A “zona de depósito” representa o segmento de base da encosta e quando há ruptura de gradiente, os fluxos perdem velocidade e a capacidade de transporte de material (MAFRA, 1999).

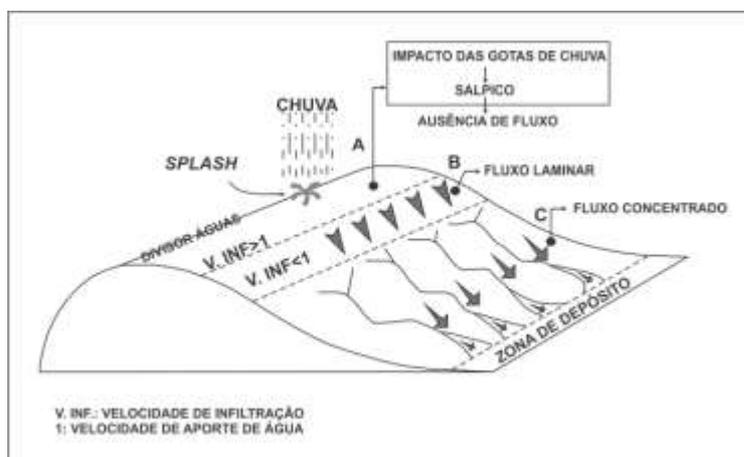


Figura 25. Capacidade de infiltração da água no solo sob as mesmas condições de erodibilidade na vertente.

Fonte: Mafra (1999).

Atualmente, a erosão dos solos é um processo pertinente que atinge tanto ambientes urbanos quanto rurais. É de relevância destacar que é um fenômeno natural, entretanto, induzido e intensificado pela ação da sociedade, refletindo em paisagens degradadas, como nas áreas rurais de Presidente Prudente-SP.

### *3.3 Erosão e pesquisas aplicadas sobre o tema*

A agricultura no Brasil, justificando-se pela abundância de terras e pelas exigências dos mercados externos e internos, vem incorporando gradativamente novas áreas, situação típica de culturas tradicionais como o café e a cana de açúcar. Esse contexto reflete, dentre outros aspectos, em um quadro de degradação física e empobrecimento químico dos solos relacionados à erosão (MAFRA, 1999).

Aubert e Boulaïne (1967) apud Peloggia (1998, p. 32) também constataram essa circunstância:

No Brasil, no Estado de São Paulo, se cultiva o café e o algodão desde o começo do século XIX; a cultura dura duas dezenas de anos e a seguir, deixando solos esgotados e à mercê da erosão, cultiva-se mais a oeste. O resultado atual é que sobre 250.000 ha utilizáveis, 170.000 estão muito degradados (tradução PELOGGIA).

As taxas erosivas nas áreas rurais tendem a aumentar, em frequência e magnitude, em terrenos deixados descobertos durante parte do ano (GUERRA; MENDONÇA, 2004). Os solos submetidos à agricultura altamente mecanizada por um período prolongado também estão vulneráveis aos processos de erosão, principalmente lineares. O declínio de matéria orgânica nos horizontes superficiais do perfil pedológico proporciona a formação de crostas, o que dificulta a infiltração e incrementa o escoamento superficial (GUERRA, 1999).

Silva et al. (2005), em pesquisa realizada em uma microbacia do município de Cunha-SP, demonstraram a intensificação a níveis críticos de feições erosivas em ambientes com pastagem e a necessidade da prática de medidas conservacionistas, sobretudo o terraceamento ou o enleiramento permanente. O estudo comparou dois cenários: um real, constituído por vegetais naturais secundários de Mata Atlântica e o outro hipotético, formado pela pastagem. Por meio de recursos de geoprocessamento, Silva et al. (2005) ressaltaram a importância da cobertura vegetal no sentido de amenizar a erosão. A EMBRAPA (2012) complementa ao afirmar que, conforme o tipo de vegetação, o processo erosivo pode ser mais ou menos intenso.

Diante do histórico de transformação da paisagem no Extremo Oeste Paulista, Francisco (2011) elaborou propostas de recuperação de uma área comprometida pelo voçorocamento no município de Rancharia-SP. Técnicas de monitoramento (método das estacas e dos pinos) e de controle (método de barramentos com

bambus e pneus) (Figura 26), com o uso de materiais a baixo custo, foram aplicadas em braços ravinados da voçoroca, objetivando estabilizar o processo erosivo linear.

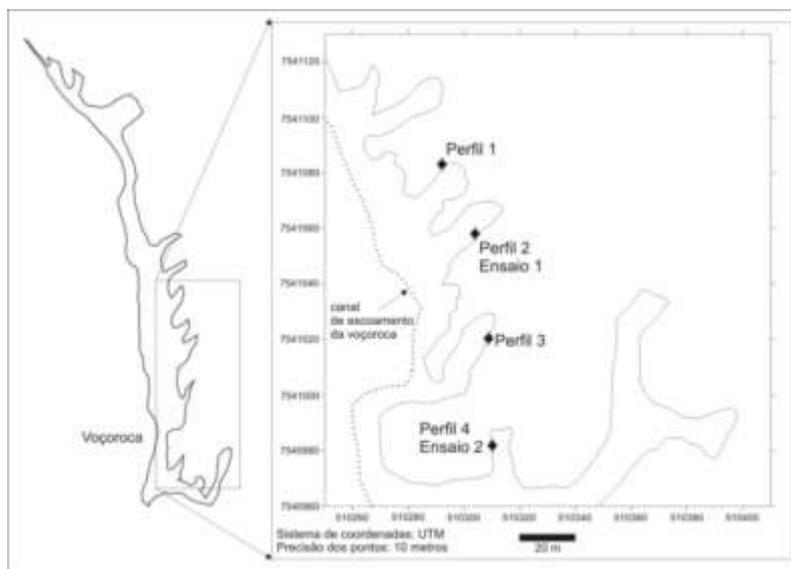


Figura 26. Localização das estacas e barreiras nas ravinas.  
Fonte: Francisco (2011).

Diante dos estudos apresentados e da análise da área estudada, pode-se afirmar que cultivos agrícolas de café, cana de açúcar, algodão, por exemplo, mecanizados ou não, quando manejados inadequadamente, sem o emprego de técnicas conservacionistas, podem provocar alterações na paisagem, degradando-a com a presença de manifestações erosivas laminares e lineares.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

---

#### 1. Aspectos naturais

##### 1.1 Geologia

A Bacia Sedimentar do Paraná está localizada no Centro-Leste da América do Sul e possui área aproximada de 1.600.000 km<sup>2</sup>. Apresenta formato alongado na direção NNE-SSW e valores próximos a 1.750 km de comprimento e 900 km de largura (QUINTAS et al., 1999). Compreende parte do Brasil, do Paraguai, do Uruguai e da Argentina. Nesse último país, recebe o nome de “Chaco-Paraná” em virtude da presença de características geológicas diferenciadas (MACHADO, 2005). No Brasil, a Bacia ocupa parte expressiva dos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e, com menor extensão, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

A maior parcela do Estado de São Paulo está inserida próxima à margem Nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 27) e de acordo com Godoy (1989): “A maior parte das estruturas locais da Bacia Sedimentar do Paraná, dentro do Estado de São Paulo, é uma herança dos eventos do período cretáceo, sendo principalmente associadas ao vulcanismo basáltico” (GODOY, 1989, p. 24).

Sua persistente subsidência, embora oscilatória, favoreceu a acumulação de sedimentos, lavas basálticas e *sills* de diabásio, cuja espessura total desses depósitos pode ultrapassar 5.000 metros. Os de idade cretácica estão restritos à Sub-bacia do Alto Paraná, cujos limites são delimitados e influenciados pelo Alto do Paranaíba ou da Canastra ao Norte e pelo Arco de Ponta Grossa ao Sul e atuaram decisivamente na evolução da Bacia nesse período (GODOY, 1989).

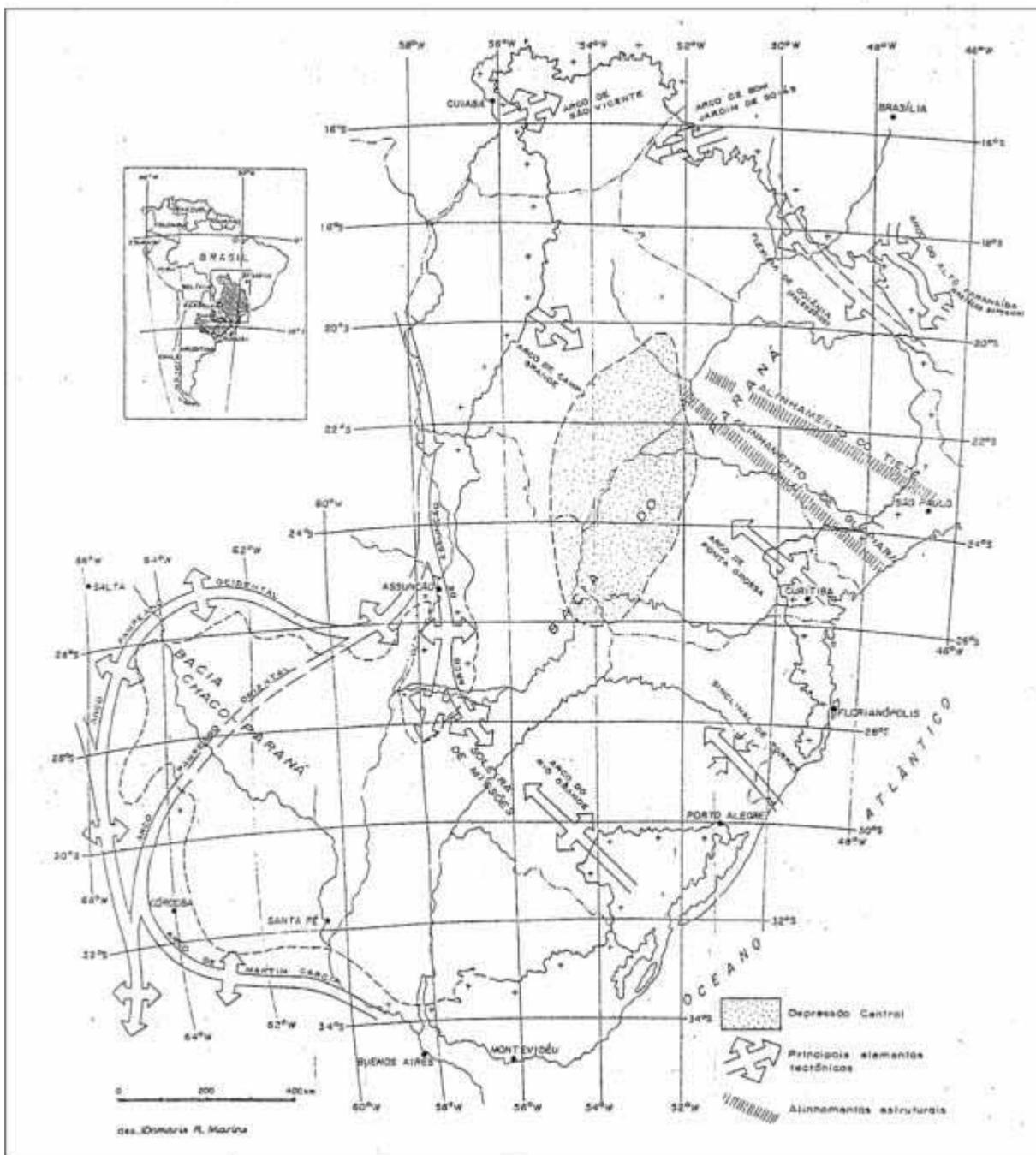


Figura 27. Localização do Estado de São Paulo na Bacia Sedimentar do Paraná e seus limites.

Fonte: IPT (1981).

Conforme a coluna litoestratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná proposta pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981) e apresentada na Figura 28, foram reconhecidos cinco grupos, subdivididos por formações geológicas de acordo com o período de formação.

GRUPO	Formação	LITOLOGIA	
MESOZOICO CRAIOSSICA INFERIOR	Marília Km	Arenitos de granulação fina a grossa, compreendendo bancos maciços com tênues estratificações cruzadas de médio porte. Subordinadamente ocorrem lentes de siltitos, argilitos e arenitos muito finos. Presença comum de nódulos carbonáticos.	<div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 2px;">KTI</div> Formação Itaqueri Predominantemente arenitos com cimento argiloso com lentes alongadas de folhelhos e conglomerados pelíticos. <div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 2px; margin-left: 20px;">KTIu</div> Sedimentos, correlatos à Fm. Itaqueri: Arenitos conglomeráticos limonizados, siltitos e conglomerados oligomíticos.
	Adamantina Ka	Arenitos finos a muito 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.	
	Santo Anastácio Ksa	Arenitos muito finos a médios, mal selecionados, subordinadamente de caráter arcossiano, geralmente maciços, apresentando localmente cimento e nódulos carbonáticos.	
	Caiaá Kc	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.	
MESOZOICO CRAIOSSICA SUPERIOR	Serra Geral JKsg	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 esparsos níveis vitrofiricos não individualizados.	<div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 2px;">Pc</div> Formação Corumbataí: Depósitos possivelmente marinhos de planícies de maré, incluindo argilitos, folhelhos e siltitos cinza, arroxeados ou avermelhados com intercalações de bancos carbonáticos, siltitos e camadas de arenitos finos.
	Botucatu JKb	Arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Ocorrem restritamente depósitos fluviais de natureza areno-conglomerática e camadas localizadas de siltitos e argilitos lacustres.	
	Pirambóia T.jp	Depósitos fluviais incluindo arenitos finos a médios, avermelhados, silico-argilosos com estratificação cruzada ou plano-paralela, com níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variadas e raras intercalações de natureza areno-argilosa.	
MESOZOICO CRAIOSSICA SUPERIOR	Rio do Rasto Prr	Depósitos de planícies costeiras compreendendo arenitos muito finos a médios, esverdeados a avermelhados e subordinadamente argilitos e siltitos avermelhados.	<div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 2px;">Pt</div> Formação Tatuí: Depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos, arenitos finos em parte concrecionados por calcário e sílex, de coloração vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na base.
	Teresina Pt	Depósitos possivelmente marinhos prodeltaicos compreendendo folhelhos e argilitos cinza escuros a averdeados ou avermelhados finamente laminados, em alternância com siltitos e arenitos muito finos, presença de restritas lentes de calcários acóuticos e sílex.	
	Serra Alta Psa	Depósitos essencialmente marinhos incluindo siltitos, folhelhos e argilitos cinza escuros a pretos, com laminação plano-paralela.	
	Itati Pi	Siltitos, argilitos e folhelhos silíticos de cor cinza clara a escura, folhelhos pirobetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários creme silicificados e restritos níveis conglomeráticos.	
MESOZOICO CRAIOSSICA SUPERIOR	Palermo Pp	Depósitos marinhos com predominância de siltitos cinza esverdeados e subordinadamente arenitos finos a médios e conglomerados; frequentes concreções; nódulos e leitões sílexíticos.	<div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 2px;">Pt</div> Formação Tatuí: Depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos, arenitos finos em parte concrecionados por calcário e sílex, de coloração vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na base.
	Rio Bonito Ptb	Depósitos essencialmente marinhos com predominância de siltitos e folhelhos com níveis carbonático-argilosos e subordinadamente arenitos muito finos.	
	Itararé CPh	CPi: Depósitos glaciais continentais, glacio-marinhos, fluviais deltaicos lacustres e marinhos compreendendo principalmente arenitos de granulação variada, arcossianos, conglomerados, diamictitos, siltitos, siltitos, folhelhos, ritimitos e raras camadas de carvão.	
MESOZOICO CRAIOSSICA SUPERIOR	Aquidauana CPa	CPa: Depósitos continentais predominantemente arenitos médios a grossos, feldspáticos de coloração vermelho-arroxeada e subordinadamente arenitos finos, conglomerados, siltitos, folhelhos rítmicos e diamictitos.	<div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 2px;">Dpg</div> Dpg: Não aflorante
	Porta Grossa Dpg	Dpg: Não aflorante	
	Fumas Df	Df: Depósitos marinhos predominantemente arenitos de granulação grossa, feldspáticos, com estratificação cruzada de pequeno a médio porte e subordinadamente arenitos finos, arenitos conglomeráticos e conglomerados oligomíticos basais.	
MESOZOICO CRAIOSSICA SUPERIOR	Paraná		
	Devoniano		

Figura 28. Classificação litoestratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná.  
Fonte: IPT (1981).

As formações geológicas na região do Oeste Paulista pertencem ao Grupo São Bento: Formação Serra Geral (4,3%); ao Grupo Bauru: Formações Caiuá (28,7%), Santo Anastácio (2,7%) e Adamantina (62,2%) e às Coberturas Cenozóicas (2,1%) (Figura 29).

A Formação Serra Geral é recoberta pelas Formações que constituem o Grupo Bauru ou Coberturas Cenozóicas. Possui um conjunto de derrames basálticos formados por rochas de cor cinza escura a negra, afaníticas, intercaladas por arenitos intertrapianos e pela presença de diques de diabásio (IPT, 1981).

Terminados os eventos deposicionais e vulcânicos generalizados na Bacia do Paraná, a Plataforma Sul-Americana em território brasileiro desempenhou uma tendência geral para o soerguimento epirogênico, com exceção da porção Norte da Bacia, a qual apresentou o início de uma fase de embaciamentos localizados. Por conseguinte, recobrando as lavas basálticas do Planalto Ocidental, nesta área deprimida acumulou-se o Grupo Bauru (IPT, 1981). Em território paulista, os afloramentos do Grupo Bauru se destacam em relação às demais unidades estratigráficas dessa Bacia (GODOY, 1999).

Segundo IPT (1981), as Formações do Grupo Bauru e as Coberturas Cenozóicas presentes na região do Oeste Paulista apresentam as seguintes descrições:

- A Formação Caiuá representa o início da deposição do Grupo Bauru e é constituída por arenitos de granulação fina a média, grãos arredondados a subarredondados, coloração arroxeada e marcante estratificação cruzada;
- A Formação Santo Anastácio está situada estratigraficamente entre as Formações Caiuá e Adamantina. É composta por arenitos marrom avermelhados a arroxeados, de granulação fina a média, seleção geralmente regular a ruim, com grãos arredondados a subarredondados, cobertos por película limonítica e incipiente e estratificação plano paralela ou cruzada;
- A Formação Adamantina recobre as unidades pretéritas e é coberta parcialmente pela Formação Marília e por Coberturas Cenozóicas. Tende a apresentar sedimentos mais finos e bem selecionados, uma das características diferenciadoras em relação à Formação Santo Anastácio (ALMEIDA et al., 1980 apud IPT, 1981, p. 73);
- As Coberturas Cenozóicas são constituídas basicamente por depósitos aluvionares, elúvios e colúvios quaternários, distribuídos pelos grandes cursos

d'água. Possuem baixa representatividade no Oeste Paulista e estão localizadas nas proximidades do rio Paraná.

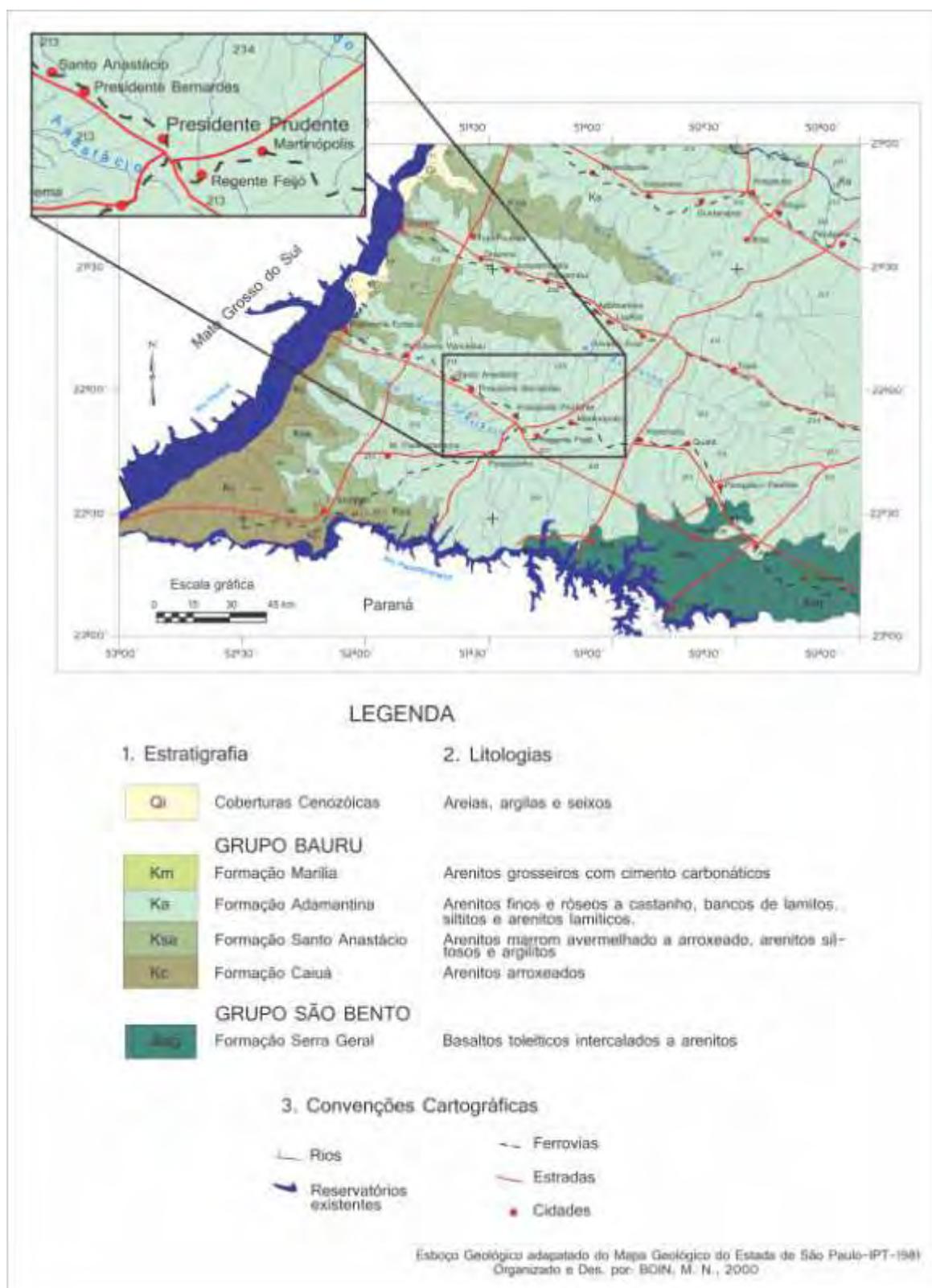


Figura 29. Esboço Geológico do Oeste Paulista e a região de Presidente Prudente em destaque.

Fonte: Boin (2000).

Adaptado por Melina Fushimi.

Em relação ao município de Presidente Prudente-SP, destaque para os depósitos sedimentares da Formação Adamantina (classificação proposta pelo IPT, 1981), pois se apresenta como a mais importante e documentada, dada a representatividade das pesquisas geológicas desenvolvidas na região do Oeste Paulista. Nesse sentido, para esta pesquisa, litoestratigraficamente, adotou-se essa classificação.

A Formação Adamantina abrange vasta extensão no Oeste Paulista e no Planalto Ocidental, com exceção das porções mais rebaixadas dos vales dos principais rios, removida pela erosão. O contato inferior, geralmente, ocorre com a Formação Santo Anastácio ou diretamente com o embasamento basáltico e suas maiores espessuras predominam nas porções ocidentais dos espigões, entre os grandes rios, chegando a atingir 190 metros entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema (IPT, 1981).

O IPT (1981, p. 48) caracteriza a Formação Adamantina como “Arenitos finos a muito 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”.

Segundo Godoy (1999, p. 19 e 21), a Formação Adamantina:

[...] caracteriza-se litologicamente pela ocorrência de bancos de arenito de granulação fina a muito fina, de cor róseo a castanho, com espessuras variáveis entre 2 e 20 metros e alternados com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho avermelhado a cinza castanho. Quanto à estrutura, as estratificações cruzadas são próprias dos estratos mais areníticos, ao passo que, nos termos lamíticos subordinados a eles, são mais comuns os bancos maciços ou dispostos em acamamento plano-paralelo, com a presença freqüente de marcas de onda e microestratificação cruzada. [...] dentre as unidades do Grupo Bauru, a Formação Adamantina é de longe a mais extensa em afloramento no Estado de São Paulo.

Godoy (1999) ainda afirma que o comportamento diferenciado das camadas da Formação Adamantina aos processos erosivos é observado através das colinas escalonadas, cujos arenitos mais compactados e resistentes são distinguidos.

## 1.2 Geomorfologia

Ab'Saber (1969), em “Os baixos chapadões do Oeste Paulista”, descreve e destaca o relevo regional do Extremo Oeste de São Paulo, o qual “[...] se traduz por um tipo de relêvo estrutural sob o contrôlo de camadas praticamente horizontais e subhorizontais” (AB’SABER, 1969, p. 1). Além do mais,

[...] os planaltos ocidentais rebaixados do Oeste de São Paulo se constituem em um dos mais notáveis compartimentos rebaixados do conjunto geral do Brasil Meridional [...] confinando-se ao Norte pelos altiplanos cretácicos do Triângulo Mineiro, e, ao S e SW pelos planaltos arenítico-basálticos e areníticos do Norte do Paraná. (AB’SABER, 1969, p. 2).

Apesar dos chapadões rebaixados:

[...] em vários setores dos “espigões” dos chapadões ocidentais paulistas, mesmo em setores de grande rebaixamento topográfico, existem relêvo que escaparam aos efeitos homogenizantes das aplainações neogênicas. (AB’SABER, 1969, p. 4).

Como relevos diferenciados têm-se os platôs residuais de Marília-Garça-Echaporã, Monte Alto e Catanduva, formados por erosão diferencial e sustentados por rochas areníticas da Formação Marília do Grupo Bauru com forte cimentação carbonática (IPT, 1981).

Baseada na subdivisão do relevo do Estado de São Paulo por Almeida (1964), o IPT (1981) elaborou o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1:1.000.000. Nele foram identificadas cinco províncias geomorfológicas, a saber:

- I. Planalto Atlântico;
- II. Província Costeira;
- III. Depressão Periférica;
- IV. Cuestas Basálticas;
- V. Planalto Ocidental, onde se localiza o Oeste Paulista.

O Planalto Ocidental ocupa uma área aproximada de 50% do Estado de São Paulo. É delimitado pelas províncias das Cuestas Arenítico-Basálticas a Leste, pelo rio Paraná a Oeste, pelo rio Grande ao Norte e rio Paranapanema ao Sul (NUNES, 2002). Situa-se sobre as rochas areníticas do Grupo Bauru, nos vales dos principais

rios (em ocorrências descontínuas) e ao longo dos rios Paranapanema e Pardo afloram-se basaltos.

A drenagem é composta em sua maioria por rios consequentes ou por cursos d'água tributários dos rios Paranapanema, Tietê e Grande. No Oeste Paulista, o sistema de drenagem se orienta em direção à calha do rio Paraná.

De modo geral, o relevo na província é levemente ondulado, com a presença de colinas e morrotes. Também se caracteriza por:

[...] forte imposição estrutural, sob o controle de camadas sub-horizontais, com leve caimento para oeste, formando uma extensa plataforma estrutural extremamente suavizada, nivelada em cotas próximas a 500 metros, atingindo na foz do Paranapanema 247 metros de altitude. (IPT, 1981, p. 70).

Na região de Presidente Prudente-SP, as principais formas de relevo são as colinas médias e os morrotes alongados e espigões, conforme destaque no Quadro 5 do Relatório Zero da 22ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Pontal do Paranapanema, a partir das descrições feitas pelo IPT (1981).

Nas colinas médias, as declividades são baixas (até 15%), com amplitudes locais inferiores a 100 metros. Nos morrotes alongados e espigões (onde está situado o núcleo urbano de Presidente Prudente-SP), as amplitudes locais também se apresentam menores que 100 metros. Entretanto, as declividades são, em sua maioria, médias a altas (acima de 15%), apresentando relevo acidentado, associado aos arenitos com cimentação carbonática da Formação Adamantina (NUNES, 2002).

Convenção	Características gerais
1. Relevos de Agradação, em Planícies Aluviais.	
1.1. Relevo de planície aluvial	
111	Planícies aluviais – terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.
2. Relevos de Degradação, em Planaltos Dissecados	
2.1. Relevo colinoso	
212	Colinas amplas – predominam interflúvios com área superior a 4 km <sup>2</sup> , topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. É o sistema de relevo característico do Planalto Ocidental. Acha-se desenvolvido predominantemente sobre arenitos do Grupo Bauru.
213	Colinas médias – predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km <sup>2</sup> , topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subretangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Constitui um sistema de relevo encontrado restrito às cabeceiras dos rios Turvo e Pardo, sobre arenitos da Formação Adamantina. Apresenta freqüentes transições para o sistema de relevo 212 e 234.
2.2. Relevo de morros com encostas suavizadas	
221	Morros amplos – constituem interflúvios arredondados com área superior a 15 km <sup>2</sup> , topos arredondados a achatados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão dendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas.
2.3. Relevos de morrotes	
234	Morrotes alongados e espigões – predominam interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados. Ocorre em áreas restritas na cabeceira do ribeirão São Pedro, sobre substrato arenoso das formações Marília e Adamantina.
3. Relevos Residuais Suportados por Litologias Particulares	
3.2. Sustentados por rochas sedimentares	
321	Mesas sedimentares - morros tabulares de bordas escarpadas, formando mesas isoladas ou conjunto de mesas, topos achatados, vertentes com perfis retilíneos, freqüentemente escarpadas e com exposições locais de rocha. Drenagem de média densidade, padrão dendrítico, vales fechados.

Quadro 5. Características dos sistemas de relevo presentes na 22<sup>a</sup> UGRHI. Em destaque, as principais formas de relevo da região de Presidente Prudente-SP.

Fonte: Relatório Zero da 22<sup>a</sup> UGRHI (1999).

Na região da bacia hidrográfica do Alto Santo Anastácio, afluente do rio Paraná, Sudo (1980) realizou a Carta Geomorfológica da Bacia do Alto Santo Anastácio na escala 1:25.000 e distinguiu três principais compartimentos geomorfológicos:

1. Superfície de Cimeira Regional (acima de 500 metros): compreende o domínio dos chapadões rebaixados pela erosão neogênica do Extremo Oeste Paulista. Os chapadões ou espigões, cujos topos em boa parte são oriundos de formas residuais, são sustentados por camadas areníticas ainda coerentes.

Conforme Sudo (1980, p. 71), o conjunto que compreende este domínio geomorfológico forma um:

[...] espigão maior que se comporta como divisor principal das águas da bacia do Santo Anastácio, pelo lado oeste, das águas da bacia do ribeirão do Mandaguari, pelo lado norte-nordeste, e das da bacia do ribeirão da Laranja-Doce, a leste-sudeste.

Este espigão maior, onde está situada a cidade de Presidente Prudente-SP, configura-se por formas convexo-côncavas pouco acentuadas e extensas, constituindo colinas suavemente onduladas a onduladas. Considerado o divisor principal de águas, “[...] corresponde a um ramo digitado da superfície cimeira regional cuja extensão mais expressiva encontra-se na região de Martinópolis” (SUDO, 1980, p. 72).

2. Interflúvios Escalonados (de 380 até 480 metros): situam-se nas bordas da superfície de cimeira (480 metros) até os níveis de terraço (380 metros). É o domínio do relevo de colinas côncavo-convexas de topos suavemente ondulados, com colúvios de pouca espessura, resultantes de processos morfoclimáticos provenientes de clima seco a úmido.

3. Terraços e planícies de inundação: ambos se estendem de modo descontínuo ao longo do rio Santo Anastácio.

O compartimento do terraço (acima de 360 metros) surge entre os interflúvios escalonados e as planícies de inundação. São superfícies mais ou menos aplainadas, “[...] resultados de ação fluvial que modelou segundo a maior ou menor resistência oferecida pela litologia e estrutura” (SUDO, 1980, p. 100). As planícies de inundação (de 340 a 420 metros) correspondem às várzeas, isto é, aos níveis mais baixos do terreno.

Por fim, tem-se o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000, elaborado por Ross e Moroz (1997) (Figura 30). Com base nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, relacionados aos aspectos morfoclimáticos atuais, são classificadas três unidades morfoestruturais:

- I. Cinturão Orogênico do Atlântico;
- II. Bacia Sedimentar do Paraná;
- III. Bacias Sedimentares Cenozóicas.

Para cada unidade morfoestrutural têm-se várias unidades morfoesculturais, associadas às formas de relevo.

Neste trabalho, o município de Presidente Prudente-SP está localizado na Bacia Sedimentar do Paraná (morfoestrutura) e no Planalto Ocidental Paulista (morfoescultura), especificamente, no Planalto Centro Ocidental. As formas de relevo predominantes são as colinas amplas e baixas, com altitudes que variam de 300 a 600 metros, declividades entre 10 a 20% e há a presença de Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

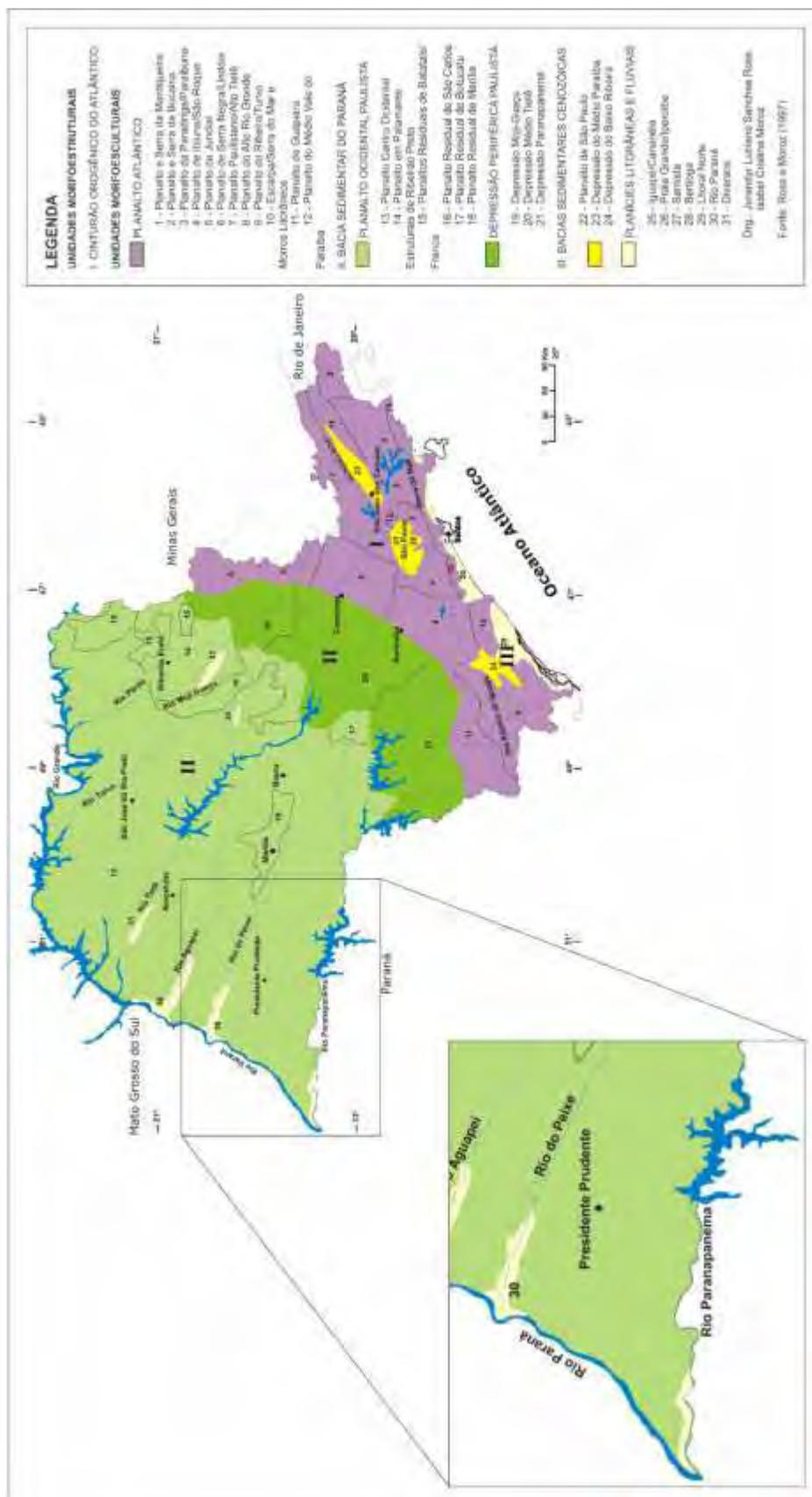


Figura 30. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo elaborado por Ross e Moroz (1997). Em destaque, a região de Presidente Prudente-SP.

Fonte: Ross e Moroz (1997).  
Adaptado por Melina Fushimi.

### 1.3 Pedologia

Os solos foram, durante muito tempo, estudados como uma subdivisão da Geologia (FREIRE, 2006). Atualmente, as pesquisas sobre o tema são interpretadas por várias outras áreas do conhecimento, especialmente a Geografia.

A partir do ponto de vista da Pedologia (*pedon* = solo + *logia* = estudo), solo “[...] é a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva, e é resultante da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo” (LEPSCH, 2002, p. 9-10).

Dentre os fatores de formação dos solos, destaca-se a importância do relevo, pois parte da água advinda pela precipitação escoar para terrenos a jusante, com morfologia côncava, modificando o perfil pedológico (Figura 31). A topografia também influencia no grau de remoção de partículas pela erosão, além de facilitar a movimentação de material em suspensão ou em solução para outras áreas.

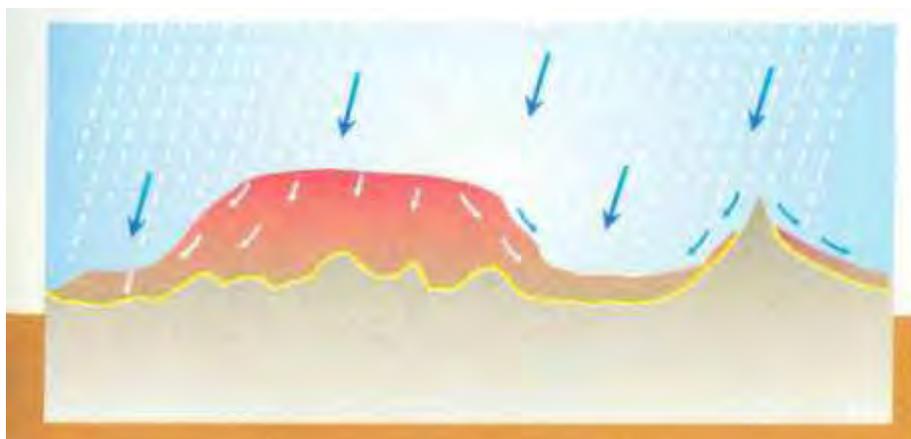


Figura 31. A importância do relevo na distribuição desigual da precipitação na superfície.  
Fonte: Lepsch (2002).

De acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA, 1999) na escala 1:500.000, no Oeste Paulista foram identificados e mapeados oito tipos de solos: os Argissolos Vermelho-Amarelos; os Argissolos Vermelhos; os Latossolos Vermelhos; os Nitossolos Vermelhos; os Gleissolos Háplicos; os Neossolos Quartzarênicos; os Neossolos Flúvicos e os Neossolos Litólicos.

Os mais representativos da região de Presidente Prudente-SP são: solos desenvolvidos, solos rasos a desenvolvidos, solos rasos e solos hidromórficos, associados aos Latossolos, Argissolos, Neossolos, Planossolos e Gleissolos,

respectivamente. Apresentam-se como resultados de processos pedogenéticos ocorridos em rochas areníticas do Grupo Bauru (Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina) e basálticas do Grupo São Bento (Formação Serra Geral).

### 1.3.1 Solos desenvolvidos (associação Latossolos)

Os Latossolos são:

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura. (EMBRAPA, 1999, p. 197).

A classe dos Latossolos ocupa cerca de 52% da área do Estado de São Paulo, constituindo o agrupamento mais extenso do território paulista (BRASIL, 1960, apud OLIVEIRA, 1999, p. 51). São, em geral, solos com boas propriedades físicas em avançado estágio de intemperização, cujos perfis são espessos (com mais de três metros de profundidade) e os horizontes bem formados. Em virtude do intenso intemperismo a que são submetidos, geralmente são pobres em nutrientes vegetais.

Possuem excepcional porosidade, sendo comuns valores de 50 a 60% e, conseqüentemente, apresentam boa drenagem interna, mesmo nos Latossolos argilosos. Nos de textura média, a elevada quantidade de areia está relacionada ao predomínio de macroporos, proporcionando a rápida permeabilidade e a baixa retenção de água no solo. A remoção de grande parte da sílica coloidal torna o solo friável (permitindo que seja facilmente preparado para o cultivo), permeável e não plástico.

Por serem solos profundos, porosos, comumente situados em áreas de declives inferiores a 5%, além de facilmente escavados, são apropriados para a construção de cemitérios e aterros sanitários. Os solos de textura argilosa contribuem para material utilizado no piso de estradas (OLIVEIRA, 1999).

Em Presidente Prudente-SP, os solos desenvolvidos estão associados principalmente aos Latossolos Vermelhos, isto é, "Solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA)" (EMBRAPA, 1999, p. 197). Localizam-se preferencialmente em relevos suavemente

ondulados a ondulados. Nos suavemente ondulados, os topos são achatados, com vertentes convexas pouco íngremes (inferiores a 5%). Em relevos ondulados, os topos são arredondados e as vertentes convexas, cujas declividades variam entre 5 a 15%.

### 1.3.2 Solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos)

Caracterizam-se os Argissolos por:

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou E, e satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos:

- horizonte plântico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superior do horizonte B textural;
- horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superior do horizonte B textural. (EMBRAPA, 1999, p. 129).

Posterior aos Latossolos, os Argissolos possuem expressão espacial no Estado de São Paulo, ocupando área de 29% (OLIVEIRA, 1999). São solos com grandes variações em características morfológicas e analíticas, com presença distintiva de horizonte B textural, que diverge do horizonte superficial A ou horizonte E (onde ocorre perda de materiais, translocados para o horizonte B), seja pela cor, pela diferença de textura e pela complementação marcante de estrutura em blocos, sendo a textura argilosa ou muito argilosa. O acréscimo de argila em profundidade é um dos principais atributos diagnósticos dos Argissolos.

Nos Argissolos Vermelho-Amarelos, a porcentagem de óxido de ferro é menor em relação aos Argissolos Vermelhos. É comum a presença do horizonte A e horizonte E de textura arenosa, com espessuras de 50-100 cm e superior a 100 cm, respectivamente e a erodibilidade é exacerbada naqueles que apresentam mudança textural abrupta.

De modo geral, os Argissolos são vulneráveis à erosão por apresentarem gradiente textural entre o horizonte A ou horizonte E e o horizonte B. Tal característica exige práticas conservacionistas de suporte (como terraceamento). Como a textura, geralmente, é média ou arenosa e tem-se baixa atividade da fração argila em superfície, esses solos são facilmente preparados para o plantio. Enquanto

os de textura argilosa são utilizados como material para piso de estradas (OLIVEIRA, 1999).

Na área de estudo, os solos rasos a desenvolvidos associam-se a essa classe, em especial aos Argissolos Vermelhos: “Outros solos com matiz 2,5YR ou mais vermelhos nos primeiros 100cm do horizonte B (exclusive BC)” (EMBRAPA, 1999, p. 129) e estão presentes em relevos suavemente ondulados a ondulados.

### 1.3.3 Solos rasos (associação Neossolos)

Os Neossolos são definidos como “Solos pouco evoluídos e sem horizonte B diagnóstico” (EMBRAPA, 1999, p. 225). Os que apresentam maior ocorrência no Estado de São Paulo são os Neossolos Litólicos. No entanto, muitos são Neossolos Regolíticos com saprolito relativamente brando (apesar de manter a estrutura da rocha original) a baixa profundidade, não se caracterizando como Neossolos Litólicos.

A reduzida profundidade dos Neossolos Litólicos limita seu uso à agricultura, que requer grande volume de terra para ancorar as plantas e reduzir a umidade e o recebimento de elevadas cargas de efluentes (devido ao perigo de contaminação dos aquíferos). Como são encontrados em relevos fortemente ondulados ou montanhosos, são muito vulneráveis à erosão e severamente restritos à trafegabilidade (OLIVEIRA, 1999).

Na área de pesquisa, os solos rasos são mais frequentes em vertentes côncavas e convexas, com declividades acima de 20%, associados aos Neossolos Regolíticos, ou seja:

Solos com horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr; admite horizonte Bi com menos de 10cm de espessura, e apresenta contato lítico a uma profundidade maior que 50cm, e pelo menos um dos seguintes requisitos:

- 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) na fração areia grossa ou areia fina, porém referidos a 100g de TFSA em algum horizonte dentro de 200cm a partir da superfície; e/ou
- 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 200cm de profundidade, apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizada, saprolito ou fragmentos formados por restos da estrutura orientada da rocha (pseudoformos) que deu origem ao solo. (EMBRAPA, 1999, p. 225-226).

Contudo, também estão localizados no compartimento do topo das colinas mais dissecadas.

#### 1.3.4 Solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos)

Apresentam-se como Planossolos:

Solos constituídos por material mineral com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico e satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos:

- horizonte plântico, se presente, não satisfaz os requisitos para Plintossolo;
- horizonte glei, se presente, coincide com o B plânico. (EMBRAPA, 1999, p. 263).

Os Planossolos estão situados em planícies aluviais e no terço inferior das vertentes. Pela grande diferença textural entre o horizonte A ou horizonte E e o horizonte B, são vulneráveis à erosão hídrica.

A consistência do horizonte B seco é extremamente dura, em ambiente úmido, é firme a muito firme e quando molhado, plástica a muito plástica. A porosidade desse horizonte é baixa, refletindo na redução da permeabilidade e dificultando o enraizamento de plantas com sistema radicular pouco agressivo.

A localização dos Planossolos nas planícies aluviais, cujo lençol ou aquífero freático se encontra mais próximo da superfície, restringe obras de engenharia sanitária (como a construção de fossas sépticas).

Entende-se por Gleissolos:

Solos constituídos por material mineral com horizonte glei imediatamente abaixo de horizonte A, ou de horizonte hístico com menos de 40cm de espessura; ou horizonte glei começando dentro de 50cm da superfície do solo; não apresentam horizonte plântico ou vértico, acima do horizonte glei ou coincidente com este, nem horizonte B textural com mudança textural abrupta coincidente com horizonte glei, nem qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. (EMBRAPA, 1999, p. 185).

Assim como alguns Planossolos, os Gleissolos são encontrados em várzeas e tem-se a presença do lençol ou aquífero freático a pouca profundidade. Em razão da sua formação em sedimentos aluviais, apresentam textura errática ao decorrer do perfil e variações texturais abruptas entre os horizontes.

Pela posição no relevo e a facilidade de contaminação dos aquíferos, o uso e/ou ocupação em Planossolos e Gleissolos devem ser realizados de maneira cautelosa e racional.

São encontrados solos hidromórficos no município de Presidente Prudente-SP nos fundos de vales chatos, alvéolos e planícies aluviais. Os cursos d'água são compostos predominantemente por córregos, exceto o rio do Peixe e o ribeirão do Mandaguari.

## **2. Aspecto histórico**

Com base nos trabalhos de Abreu (1972), Sposito (1983) e Nunes (2007), foi realizado um breve resgate histórico sobre o crescimento da cidade de Presidente Prudente-SP e região.

Os primeiros moradores no Extremo Oeste do Estado de São Paulo foram os índios coroados. Posteriormente, as terras foram gradativamente ocupadas no contexto econômico da expansão cafeeira, voltada principalmente para a exportação, onde a ferrovia ocupou posição de destaque:

A ferrovia foi importante na economia cafeeira, sendo uma das vigas de sua infra-estrutura. Ela significou o transporte rápido, seguro e barato para o café, a comunicação fácil com os centros grandes. No caso do extremo oeste de São Paulo, somam-se outras circunstâncias: a ferrovia foi a melhor maneira para os negociantes de terras levarem seus compradores em potencial a conhecerem as glebas; favoreceu a penetração, os loteamentos, a ocupação e o aproveitamento do solo. Ao longo das ferrovias multiplicaram-se os núcleos urbanos. Permitiu também o abastecimento eficiente da rede de manufaturas inclusive importadas. Sem a ferrovia, não teriam entrado tantos compradores, colonos em busca de fortuna, aventureiros de toda a espécie. Ela foi um fator marcante do progresso da região. (ABREU, 1972, p. 38).

Sob o enfoque ambiental:

Muito influiu no processo de ocupação do Planalto Ocidental a construção das ferrovias, de conhecida ação pioneira. Vencidos os acidentes das Cuestas Basálticas as ferrovias desenvolveram-se sobre longos espigões paralelos em busca do Rio Paraná, acarretando o aparecimento de cidades de espigões, como Marília, Garça, Tupã, Andradina, Araraquara, Presidente Prudente, Bauru e tantas outras. Nesses espigões mostraram-se favoráveis os solos ricos em calcário do Grupo Bauru, os relevos pouco acidentados adequados à instalação dos centros urbanos e das vias de comunicação, e maior salubridade que nos fundos dos vales, onde também é mais intensa a geada. (IPT, 1981, p. 4).

Em Presidente Prudente-SP, a estação ferroviária da Estrada de Ferro Sorocabana foi inaugurada em 1919, sobre o topo do espigão divisor de águas do rio Santo Anastácio e rio do Peixe. O crescimento da cidade se deu, primeiramente, nas porções mais elevadas, adjacentes ao sítio inicial (atualmente a confluência das Avenidas Brasil e Washington Luiz), direcionando-se para as vertentes até os fundos de vales.

A Oeste da ferrovia foi criado o núcleo urbano, denominado “Vila Goulart”, fundado pelo Coronel Francisco de Paula Goulart. Paralelamente, a Leste da linha férrea, foi desenvolvida a “Vila Marcondes”, pelo Coronel José Soares Marcondes.

Apesar de ambos serem os principais responsáveis pelos dois núcleos originários da cidade de Presidente Prudente-SP, apresentavam características distintas, tanto referente ao processo de aquisição e organização dos lotes, quanto no aspecto geomorfológico das áreas.

A colonização Goulart possuía caráter pessoal, individual, sem planejamento nem capital:

O método de vendas não obedecia a nenhuma racionalização. Não havia levantamento prévio da área e delimitação certa. Goulart usava a forma de “agregação”. Um interessado recebia autorização sua e localizava-se num determinado local, abrindo a mata e iniciando a cultura. Pagava como e quando podia. Mais tarde, passava-se a escritura. (ABREU, 1972, p. 61-62).

Na colonização Marcondes, o empreendimento desempenhava função empresarial, com maior suporte financeiro e investimento em propagandas para atrair negócios e compradores. “O comprador recebia um contrato de compromisso de compra e venda e quando saldava toda sua dívida, recebia a escritura definitiva. Todos a receberam e nunca houve reclamação quanto às dimensões dos lotes que eram muito bem medidos” (ABREU, 1972, p. 69-70).

A topografia a Oeste é mais suave comparada a Leste, com colinas amplas e topos suavemente ondulados:

Quanto ao setor oeste dominam as colinas amplas de topos suavemente ondulados, com declividade que variam entre 0 a 10%. Predominam nestas áreas os Latossolos Vermelhos profundos e bem drenados. Ocorre também uma predominância de interflúvios sem orientação preferencial, com topos angulosos e achatados, e vertentes com perfis retilíneos. A drenagem é de média a alta densidade, com padrão dendrítico e vales fechados. (NUNES, 2007, p. 32).

No setor Leste, a morfologia do relevo é mais acentuada, caracterizada por desnivelamentos fortes e altas declividades:

As áreas de declividade acentuada (de 10 a <20%), que na sua maioria localizam-se no setor leste, apresentam vários sistemas de embaciamento de águas, com morfologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatros, cujo sistema de drenagem, nas áreas em que afloram os arenitos da Formação Adamantina, é dendrítico. (NUNES, 2007, p. 26).

A Figura 32 representa as principais diferenças entre as formas de relevo da zona Oeste e Leste, a partir da Estrada de Ferro Sorocabana:



Figura 32. Distinções morfológicas no setor Oeste e Leste da Estrada de Ferro Sorocabana.  
 Fonte: Freire (2006), Perez (2006) e Nunes (2007).  
 Elaboração: Melina Fushimi.

Entre 1924 a 1940, aparentemente não houve significativo crescimento territorial da cidade (Figura 33 – Mapa 2). Contudo, esse íterim correspondeu ao período de expansão sem planejamento e o de regularização das propriedades, acompanhando a Estrada de Ferro Sorocabana. A partir de 1939, Presidente Prudente-SP ampliou em direção à Oeste da ferrovia e restringiu-se à Sudoeste pelo córrego do Veado (Figura 33 – Mapa 3).

Especialmente a partir da década de 1970, a expansão territorial urbana em Presidente Prudente-SP cresceu de modo significativo e sem precedentes, sobretudo nos terrenos menos declivosos a Oeste (Figura 33 – Mapa 4). A presença de estabelecimentos industriais além do prolongamento da Avenida Manoel Goulart (como o Frigorífico Bordon e os Curtumes Crepaldi, Scarbon e Couco), encaminhou o avanço urbano neste setor. A construção de loteamentos ganhou destaque nessa época, a maioria implantada em descontínuo à malha urbana. A título de exemplo, têm-se o Parque Alexandrina e o Parque Watal Ishibashi na zona Norte e o Jardim Bela Vista e o Jardim Jequitibás a Oeste.

Nos anos 1980, o aumento de loteamentos permaneceu, acentuado nas áreas periféricas, com exceção do Sul da cidade, ao longo da rodovia Raposo Tavares (SP-270) (Figura 33 – Mapa 5), em virtude da tendência de concentração de estabelecimentos comerciais e industriais (SPOSITO, 1990). Após 2000 (Figura 33 – Mapa 6), novos loteamentos foram criados, como o Jardim Morada do Sol e o Residencial Maré Mansa.

A partir da Estrada de Ferro Sorocabana, a Figura 33 representa a expansão da malha urbana sobre os compartimentos de relevo e suas morfologias (topos suavemente ondulados das colinas convexizadas, vertentes côncavas, convexas e retilíneas e planícies aluviais e alvéolos) em diferentes períodos.

A respeito dos Distritos urbanos de Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis, localizados a 12 km, 25 km, 30 km e 47 km da cidade de Presidente Prudente-SP, respectivamente, existem poucas referências relacionadas aos aspectos históricos e registros de informações econômicas, sociais e ambientais, pois foram implantados sem planejamento urbano.

Historicamente, Ameliópolis apresenta-se como o Distrito urbano de Presidente Prudente-SP mais documentado através dos trabalhos de Moraes Júnior (1999) e Santos (2011).

Vinculada à história de ocupação do município de Presidente Prudente-SP, os empresários Fortunato Ciampolini e Carlos Paranhos Braga adquiriram terrenos do coronel José Soares Marcondes. Após a divisão e venda dos lotes de terra, em uma extensa gleba, a Vila de Ameliópolis foi fundada na década de 1940 por Carlos Paranhos Braga e a instalação do Distrito ocorreu por volta de 1950 (MORAES JÚNIOR, 1999).

Inicialmente, a agricultura foi a principal atividade de produção (como o algodão, milho e mandioca). No final dos anos 1960 e início da década de 1970, foi substituída pela pecuária e com a criação de uma usina de açúcar e de álcool em 1996, o cultivo de cana de açúcar passou a predominar o uso da terra (MORAES JÚNIOR, 1999) até os dias atuais.

Segundo Santos (2011), serviços básicos como ensino, saúde e alimentação foram implantados em Ameliópolis em razão da sua distância do núcleo urbano de Presidente Prudente-SP. Todavia, perderam valor a partir da melhoria da estrada que liga o Distrito à sede do município (estrada Raimundo Maiolini), facilitando o rápido acesso entre eles.

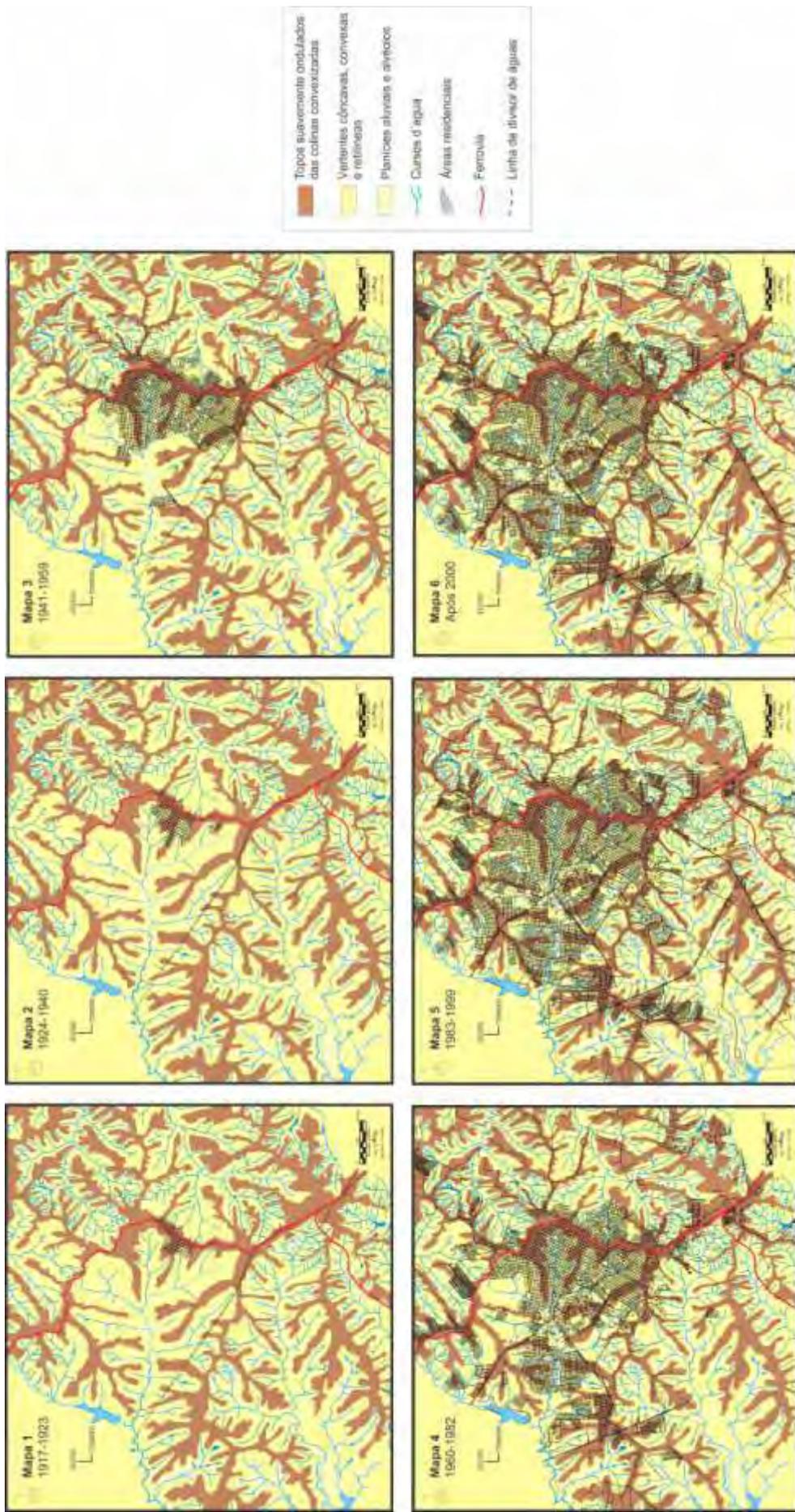


Figura 33. Expansão da malha urbana de Presidente Prudente-SP sobre o relevo.

Fonte: Pedro (2008) e Nunes et al. (2006).

Adaptado por Melina Fushimi.

## CAPÍTULO 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 1. Caracterização dos solos

Dada a extensão da área de estudo, a caracterização pedológica das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP seguiu o traçado de quatro perfis topográficos (Perfis AB, CD, EF e GH), cuja localização apresenta-se na Figura 34. Em campo foram identificados solos desenvolvidos, solos rasos a desenvolvidos, solos rasos e solos hidromórficos.

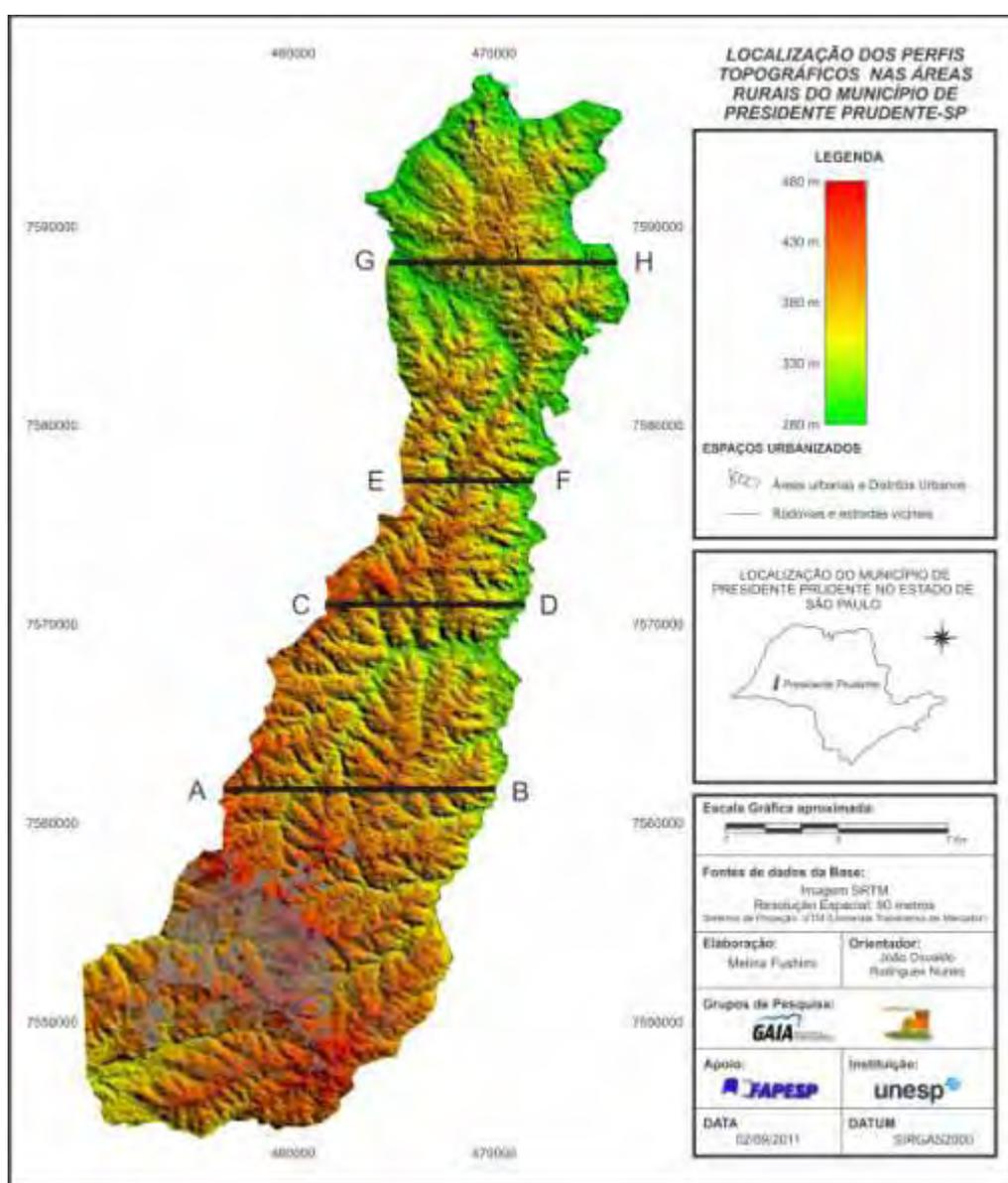


Figura 34. Localização dos perfis topográficos nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.



Figura 35. Perfil morfodinâmico AB.  
Elaboração: Melina Fushimi.

Nas colinas amplas suavemente onduladas, com vertentes côncavas, convexas ou retilíneas do perfil morfodinâmico AB, prevalecem solos desenvolvidos (associação Latossolos). Todavia, verificam-se áreas de topos estreitos com solos rasos (associação Neossolos, exemplificado no Ponto 2), em virtude da maior concentração de carbonato de cálcio na Formação Adamantina. Desse modo, em alguns setores desse compartimento afloram os arenitos.

Já nas planícies aluviais, locais favoráveis ao acúmulo de água durante os períodos de cheias, dos fundos de vales com morfologia em berço, há solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos), cuja cor acinzentada está relacionada principalmente à perda de óxido de ferro por redução.

▪ *Ponto 1*

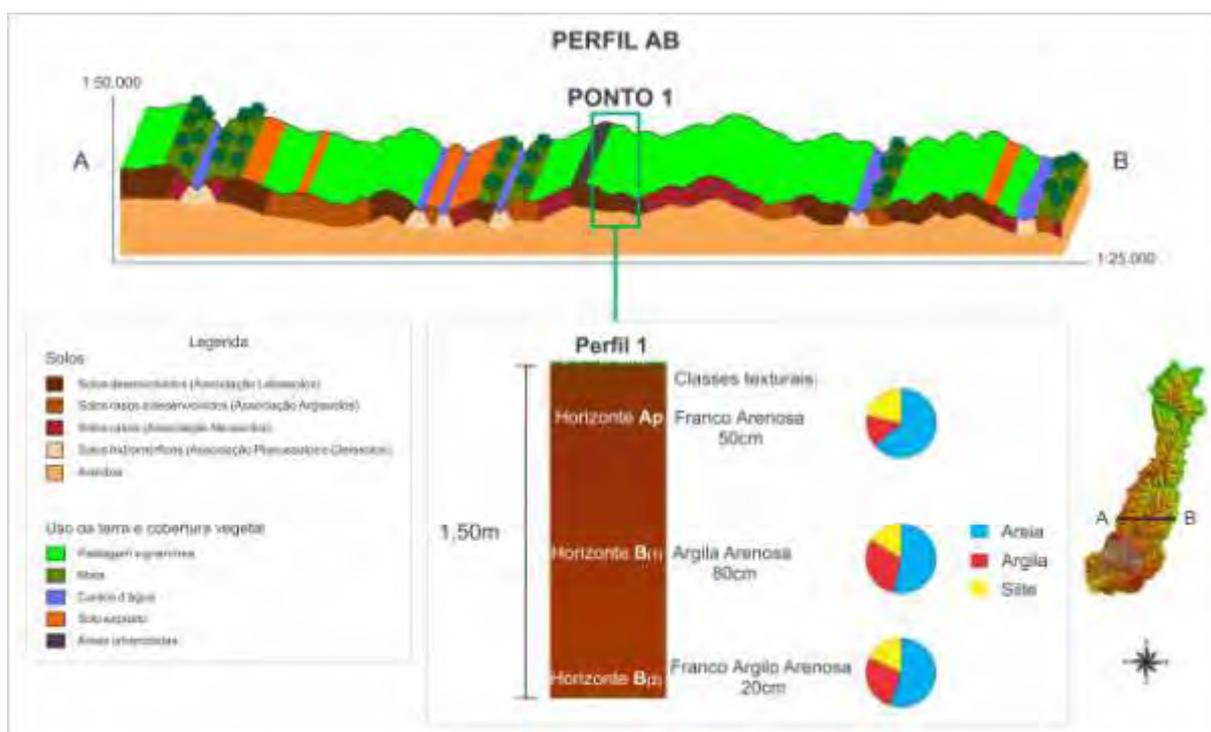
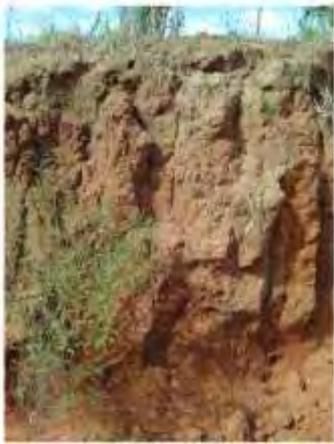


Figura 36. Ponto 1 no perfil morfodinâmico AB.  
Elaboração: Melina Fushimi.

No compartimento do topo, declividades entre 5 a 10% e próximo ao Distrito de Montalvão, observou-se a presença de solos desenvolvidos. No Ponto 1, esses se associam aos Latossolos Vermelhos e apresentam três horizontes: um horizonte Ap ( $p=plowed$ , em inglês: arado, pela ação antrópica) e dois horizontes B ( $B_{(1)}$  e  $B_{(2)}$ ) em avançado estágio de intemperização.

Através da análise textural das amostras coletadas, a fração areia prevalece em todos os horizontes do perfil pedológico. Apesar disso, observa-se um incremento de argila no horizonte B<sub>(1)</sub>. Os resultados foram transpostos para o diagrama de classes texturais proposto pelo *United States Department of Agriculture* (U.S.D.A., 1951), na qual a textura do horizonte Ap foi classificada como “Franco Arenosa”; do horizonte B<sub>(1)</sub> como “Argila Arenosa”; o horizonte B<sub>(2)</sub> textura “Franco Argilo Arenosa” (Figura 38).

SOLOS DESENVOLVIDOS				
Data	25 de abril de 2010			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Próximo ao Distrito de Montalvão, Presidente Prudente-SP			
Situação e Declive	Localizado no topo com declividades de 5 a 10%			
Coordenadas	22°03'52,7"S e 51°21'04,0"W			
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e graminheira			
Altitude	424m			
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)			
Cronologia	Cretáceo Superior			
Relevo local	Suave ondulado			
Erosão	Não aparente			
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>			
Uso atual	Pastagem			
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi, João Osvaldo Rodrigues Nunes e Érika Cristina Nesta Silva			
Horizontes	Ap	B <sub>(1)</sub>	B <sub>(2)</sub>	
Profundidade (cm)	0-50	51-130	131-150*	
Características morfológicas	Marrom (2.5YR 4/4); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos granulares e em grumos; muito porosos; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	Vermelho (2.5YR 3/6); transição gradual; plástica; blocos angulares e subangulares; muito porosos; cerosidade: grau de desenvolvimento: fraca; quantidade: pouco; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: muito firme.	Vermelho (2.5YR 4/8); transição gradual; plástica; blocos angulares e subangulares; muito porosos; consistência em solo seco: ligeiramente dura; em solo úmido: firme.	
Análise textural	Areia	634	535	548
	Argila	154	303	274
	Silte	212	162	178
	Classe Textural	Franco Arenosa	Argila Arenosa	Franco Argilo Arenosa

<sup>1</sup>Esta condição refere-se ao momento da observação.

Figura 37. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 1. Elaboração: Melina Fushimi.

▪ *Ponto 2*

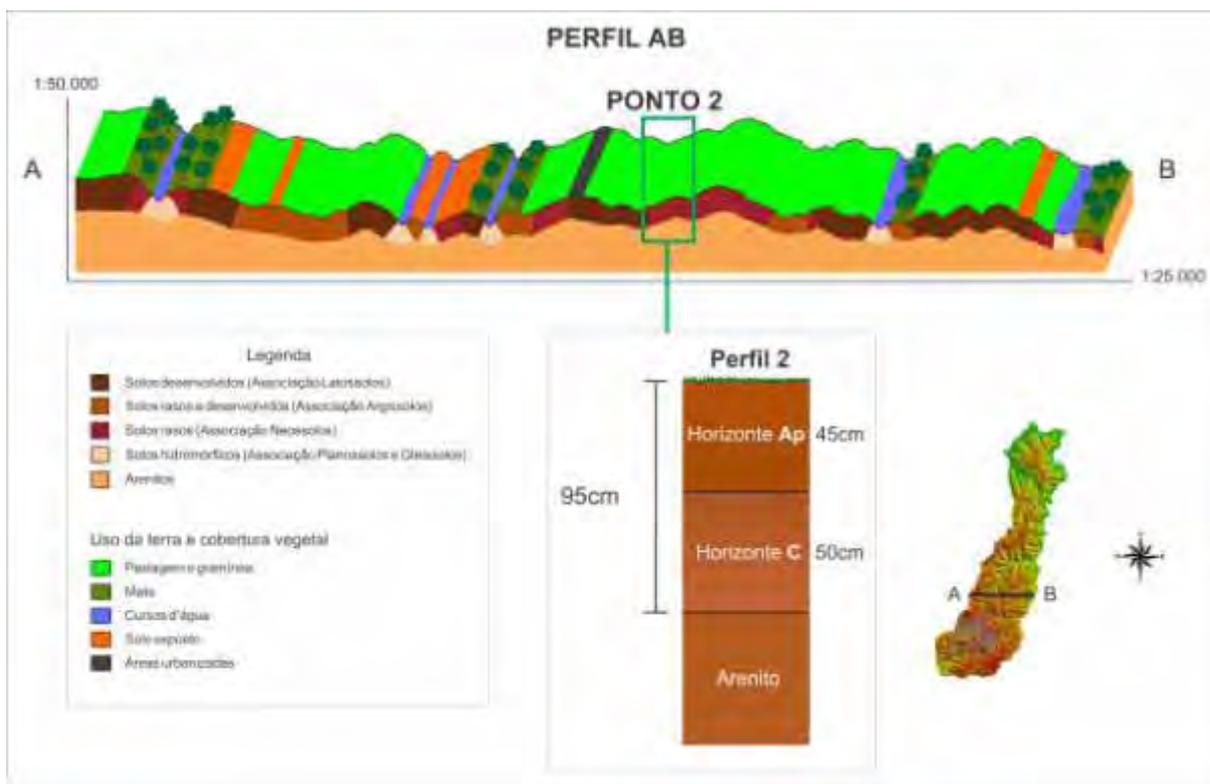


Figura 38. Ponto 2 no perfil morfoodinâmico AB.  
Elaboração: Melina Fushimi.

Tendo como referência o Distrito de Montalvão, em direção ao ribeirão do Mandaguari, identificaram-se setores com a predominância de solos rasos (associação Neossolos Regolíticos) no domínio do topo e declividades entre 10 a 15%.

O perfil do Ponto 2 apresenta um horizonte A antrópico (Ap) e um horizonte C subsequente, que corresponde ao saprolito, isto é, o arenito pouco alterado pelos processos intempéricos, responsáveis pela pedogênese. Assim, a análise textural não foi realizada, somente sua descrição geral (Figura 39).

O crescimento das raízes da vegetação nas fendas do arenito proporciona a desagregação da rocha (intemperismo biológico), processo observado na Figura 39.

SOLOS RASOS		
Data	25 de abril de 2010	
Identificação	Solos rasos	
Localização	Próximo ao Distrito de Montalvão, Presidente Prudente-SP	
Situação e Declive	Localizado no topo com declividades de 10 a 15%	
Coordenadas	22°03'54,0"S e 51°20'42,1"W	
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramínea	
Altitude	420m	
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)	
Cronologia	Cretáceo Superior	
Relevo local	Suave ondulado	
Erosão	Não aparente	
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>	
Uso atual	Pastagem	
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi e João Osvaldo Rodrigues Nunes	
Horizontes	Ap	C
Profundidade (cm)	0-45	46-95



<sup>1</sup>Esta condição refere-se ao momento da observação.

Figura 39. Descrição geral do perfil do Ponto 2.  
Elaboração: Melina Fushimi.

▪ *Ponto 3*

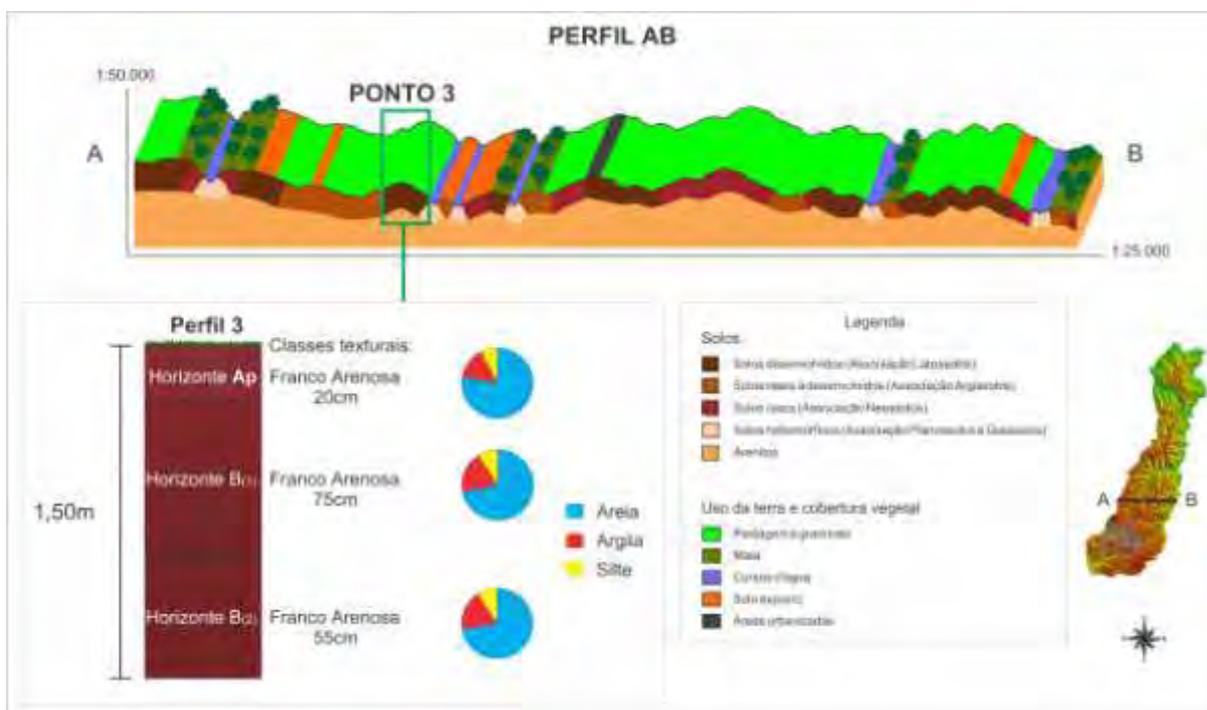


Figura 40. Ponto 3 no perfil morfodinâmico AB.  
Elaboração: Melina Fushimi.

A partir da estrada Raimundo Maiolini para o município de Álvares Machado-SP, são frequentes as manchas de solos desenvolvidos (associação Latossolos Vermelhos), rodeados por deposição de materiais tecnogênicos, como materiais úrbicos (materiais de construção) e gárbicos (resíduos sólidos domésticos) (PELOGGIA, 1998) (Figura 41).



Figura 41. Depósitos tecnogênicos próximos do Ponto 3.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2010.

O Ponto 3 está situado no topo convexizado de colinas suavemente onduladas, altitude de 403 metros. É formado por um horizonte alterado Ap e dois horizontes B denominados B<sub>(1)</sub> e B<sub>(2)</sub>.

A respeito dos resultados da análise textural (Figura 42), a argila apresenta valores semelhantes ao longo do perfil pedológico, sendo essa uma das características típicas dos solos desenvolvidos da região de Presidente Prudente-SP. Como todos os horizontes contêm elevadas concentrações de areia, a classe textural de ambos é “Franco Arenosa”.

SOLOS DESENVOLVIDOS				
Data	12 de setembro de 2010			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Próximo ao Distrito de Montalvão, Presidente Prudente-SP			
Situação e Declive	Localizado no topo com declividades de 5 a 10%			
Coordenadas	22°02'52,0"S e 51°21'26,0"W			
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramíneas			
Altitude	403m			
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)			
Cronologia	Cretáceo Superior			
Relevo local	Suave ondulado			
Erosão	Não aparente			
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>			
Uso atual	Pastagem			
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi e João Osvaldo Rodrigues Nunes			
Horizontes	Ap	B(1)	B(2)	
Profundidade (cm)	0-20	21-95	96-150+	
Características morfológicas	Vermelho (2.5YR 4/6); transição gradual; não plástica; blocos granulares e em grumos; poros comuns; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	Vermelho (2.5YR 4/8); transição difusa; não plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	Vermelho (5YR 4/6); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	
Análise textural	Areia	777	718	721
	Argila	146	188	184
	Silte	77	94	95
	Classe Textural	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco Arenosa
<sup>1</sup> Esta condição refere-se ao momento da observação.				



Figura 42. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 3. Elaboração: Melina Fushimi.

No perfil morfodinâmico CD (Figura 43), nas estradas vicinais, devido ao uso da terra, observa-se vários pontos de remobilização dos horizontes superficiais dos solos (como no Ponto 6, onde o horizonte A foi removido e o horizonte E aflora na superfície), ocasionando transporte e aumento de carga de sedimentos para os fundos de vales.

O ribeirão do Mandaguari, afluente do rio do Peixe e que faz divisa entre os municípios de Presidente Prudente-SP, Indiana-SP e Caiabú-SP, além de estar em avançado estado de degradação de algumas margens, com a formação de depósitos tecnogênicos, apresenta péssima qualidade das águas, em razão do lançamento de esgoto doméstico *in natura*. Esse quadro agrava-se com a significativa redução das matas ciliares, acelerando o processo de assoreamento.

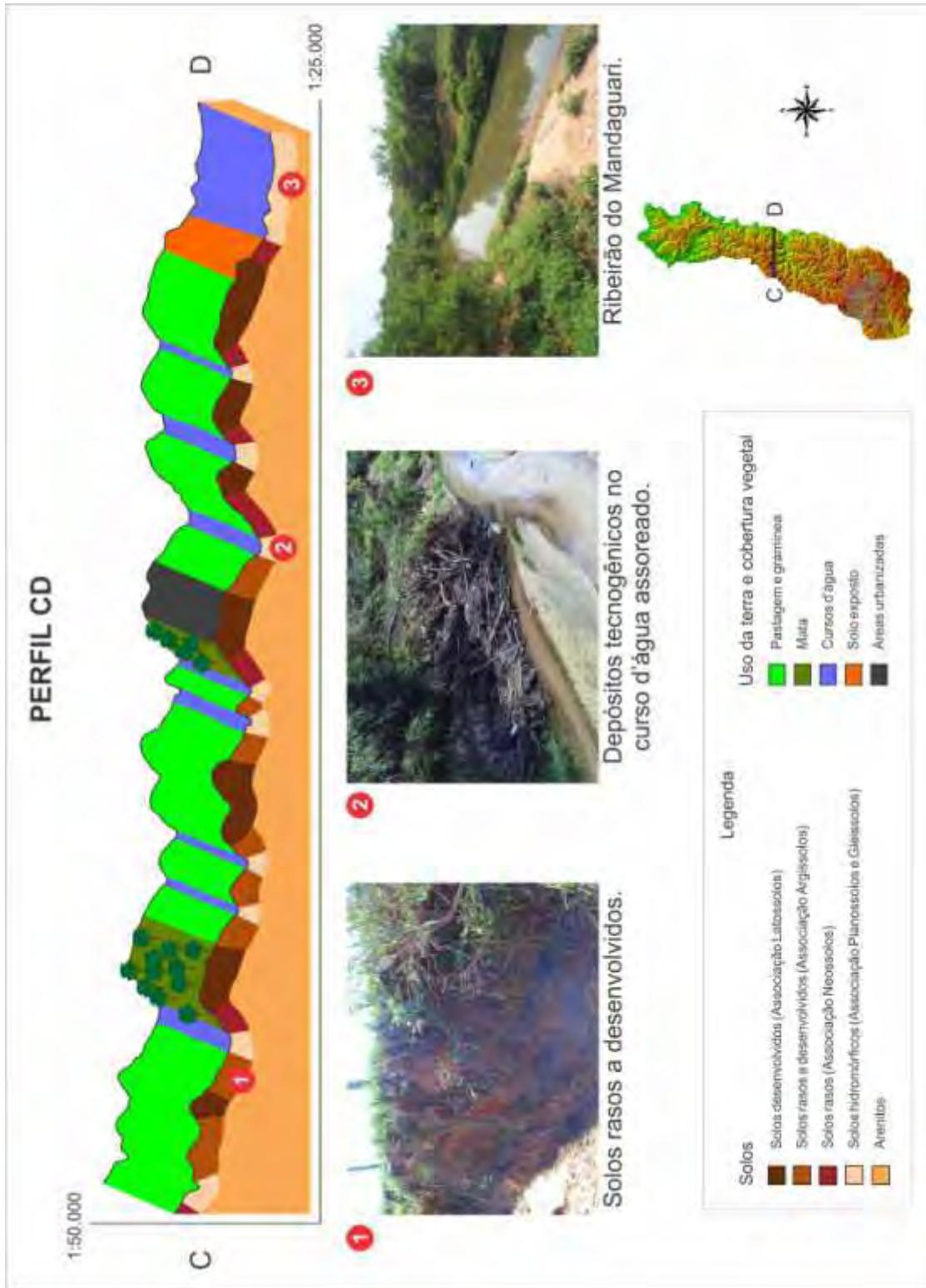


Figura 43. Perfil morfodinâmico CD.  
Elaboração: Melina Fushimi.

▪ Ponto 4

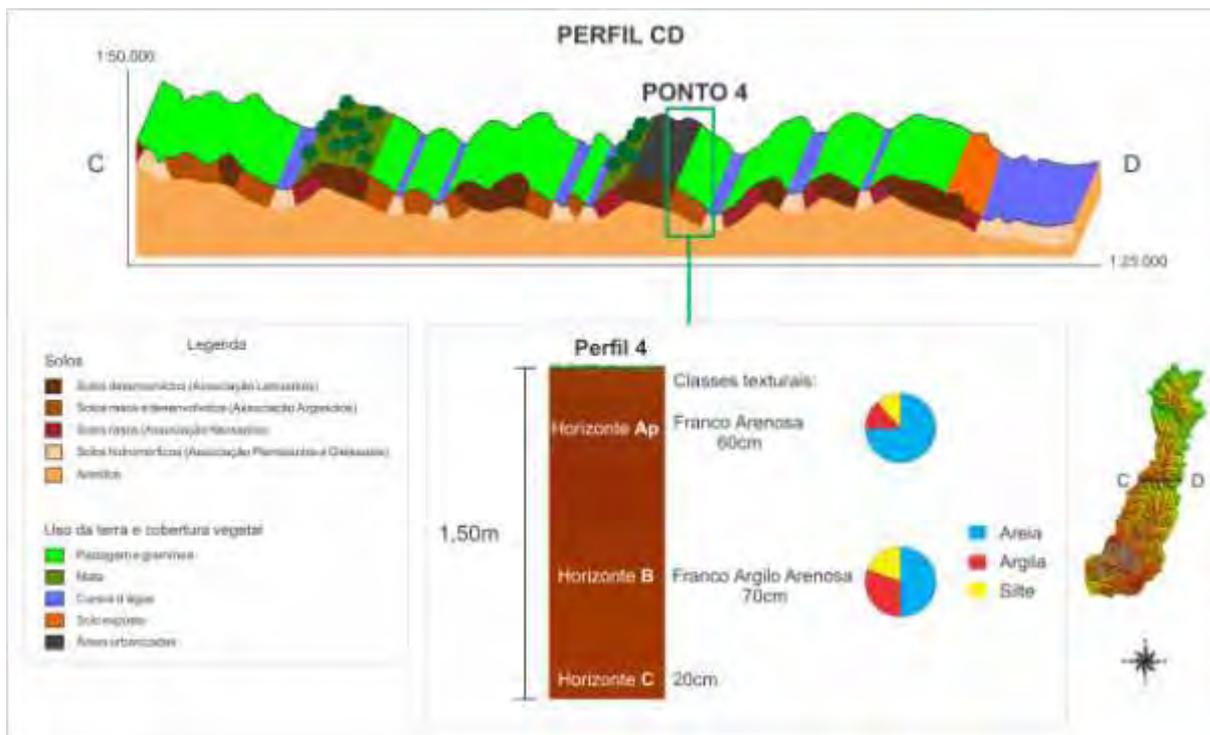


Figura 44. Ponto 4 no perfil morfo-dinâmico CD.  
Elaboração: Melina Fushimi.

Próximo ao Distrito de Floresta do Sul, a paisagem é alternada por colinas amplas e colinas dissecadas, com declividades de 5 a 15% e solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos).

No Ponto 4, os solos estão associados aos Argissolos Vermelhos. A transição entre os horizontes é abrupta, relacionada, dentre outros aspectos, ao acréscimo de argila do horizonte superficial Ap para o subjacente B, e em seguida, encontra-se o saprolito.

Com base na descrição morfológica e análise textural (Figura 45), o horizonte B acumula argila ( $304 \text{ g.kg}^{-1}$ ), conferindo plasticidade e cerosidade forte em quantidade abundante, perceptível pelo aspecto lustroso e brilho graxo (EMBRAPA, 1999). A classe textural é “Franco Argilo Arenosa”, enquanto no horizonte Ap é “Franco Arenosa”.

<b>SOLOS RASOS A DESENVOLVIDOS</b>			
Data	06 de junho de 2010		
Identificação	Solos rasos a desenvolvidos		
Localização	Próximo ao Distrito de Floresta do Sul, Presidente Prudente-SP		
Situação e Declive	Localizado na média vertente com declividades de 10 a 15%		
Coordenadas	22°02'54,9"S e 51°20'42,7"W		
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramínea		
Altitude	422m		
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)		
Cronologia	Cretáceo Superior		
Relevo local	Suave ondulado		
Erosão	Não aparente		
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>		
Uso atual	Pastagem		
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi e João Osvaldo Rodrigues Nunes		
Horizontes	Ap	B	
Profundidade (cm)	0-60	61-130+	
Características morfológicas	Marrom (2.5YR 4/3); transição abrupta; ligeiramente plástica; blocos granulares e em grumos; poros comuns; consistência em solo seco: macia; em solo úmido: friável.	Vermelho (5YR 4/4); transição abrupta; muito plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: muito dura; em solo úmido: muito firme.	
Análise textural	Areia	744	505
	Argila	139	304
	Silte	117	191
	Classe Textural	Franco Arenosa	Franco Argilo Arenosa
<sup>1</sup> Esta condição refere-se ao momento da observação.			



Figura 45. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 4. Elaboração: Melina Fushimi.

▪ Ponto 5

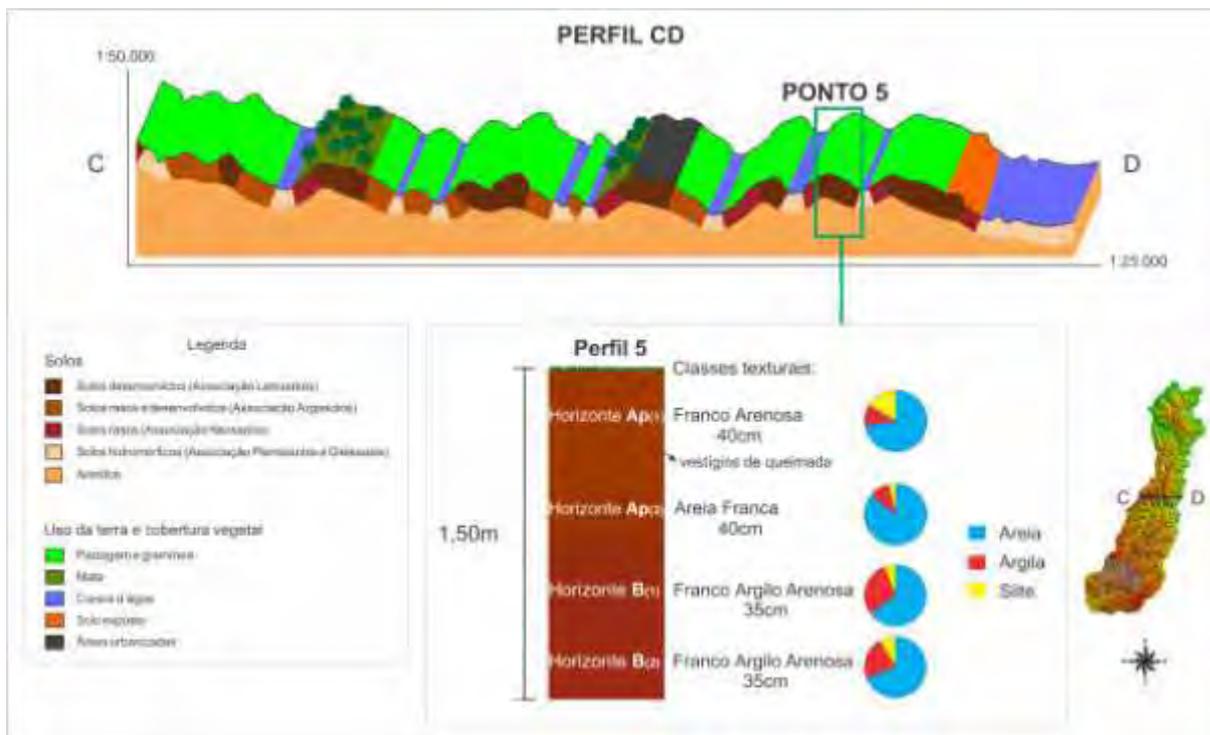


Figura 46. Ponto 5 no perfil morfodinâmico CD.  
Elaboração: Melina Fushimi.

Na estrada vicinal, próxima ao Distrito de Floresta do Sul, há solos desenvolvidos (associação Latossolos Vermelhos) que apresentam vestígios de queimada até mesmo nos horizontes subsuperficiais. Por conseguinte, o perfil pedológico do Ponto 5 possui quatro horizontes: Ap<sub>(1)</sub>, Ap<sub>(2)</sub>, B<sub>(1)</sub> e B<sub>(2)</sub>, respectivamente, onde os dois primeiros estão muito alterados em virtude da ocorrência dessas queimadas em algumas épocas do ano.

A quantidade de areia é representativa nos horizontes Ap<sub>(1)</sub> e Ap<sub>(2)</sub> e suas classes texturais são “Franco Arenosa” e “Areia Franca”, nessa ordem. Nos horizontes B<sub>(1)</sub> e B<sub>(2)</sub>, a classe textural é “Franco Argilo Arenosa”, em ambos os casos está associada ao aumento da proporção de argila em relação aos horizontes anteriores Ap<sub>(1)</sub> e Ap<sub>(2)</sub>. Em todos os horizontes, os teores de silte estão abaixo de 200 g.kg<sup>-1</sup>, valores típicos de solos desenvolvidos que se associam aos Latossolos.

SOLOS DESENVOLVIDOS					
Data	06 de junho de 2010				
Identificação	Solos desenvolvidos				
Localização	Próximo ao Distrito de Floresta do Sul, Presidente Prudente-SP				
Situação e Declive	Localizado no topo com declividades de 5 a 10%				
Coordenadas	22°00'41,2"S e 51°19'00,9"W				
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramínea				
Altitude	401m				
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)				
Cronologia	Cretáceo Superior				
Relevo local	Suave ondulado				
Erosão	Sulcos				
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>				
Uso atual	Pastagem				
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi e João Osvaldo Rodrigues Nunes				
Horizontes	Ap(1)	Ap(2)	B(1)	B(2)	
Profundidade (cm)	0-40	41-80	81-115	116-150+	
Características morfológicas	Marrom (5YR 5/4); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos granulares e em grumos; muito porosos; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	Vermelho (2.5YR 4/6); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos granulares e em grumos; muito porosos; consistência em solo seco: macia; em solo úmido: friável.	Vermelho (10R 3/6); transição gradual; plástica; blocos angulares e subangulares; muito porosos; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: firme.	Vermelho (10R 4/6); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos angulares e subangulares; muito porosos; consistência em solo seco: ligeiramente dura; em solo úmido: firme.	
Análise textural	Areia	725	855	647	690
	Argila	111	106	293	223
	Site	164	39	60	87
	Classe Textural	Franco Arenosa	Areia Franca	Franco Argilo Arenosa	Franco Argilo Arenosa
<sup>1</sup> Esta condição refere-se ao momento da observação.					

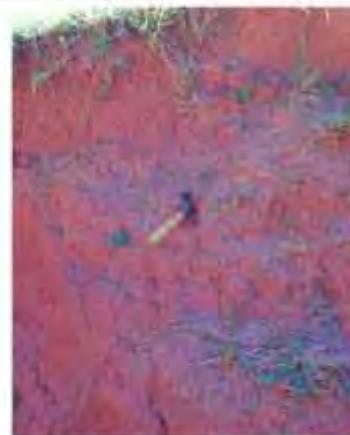


Figura 47. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 5.  
Elaboração: Melina Fushimi.

#### ▪ Ponto 6

A Oeste do Distrito de Floresta do Sul, grande parte dos solos nas médias vertentes, com declive entre 10 a 15%, são rasos a desenvolvidos (associação Argissolos). No Ponto 6, possuem características de Argissolos Vermelhos, com um horizonte mais claro E (horizonte onde ocorre perda de materiais - argilas e/ou óxidos de ferro e húmus - translocados para o horizonte B) e dois horizontes B, denominados B<sub>(1)</sub> e B<sub>(2)</sub>. O horizonte A foi quase que completamente removido pela erosão.

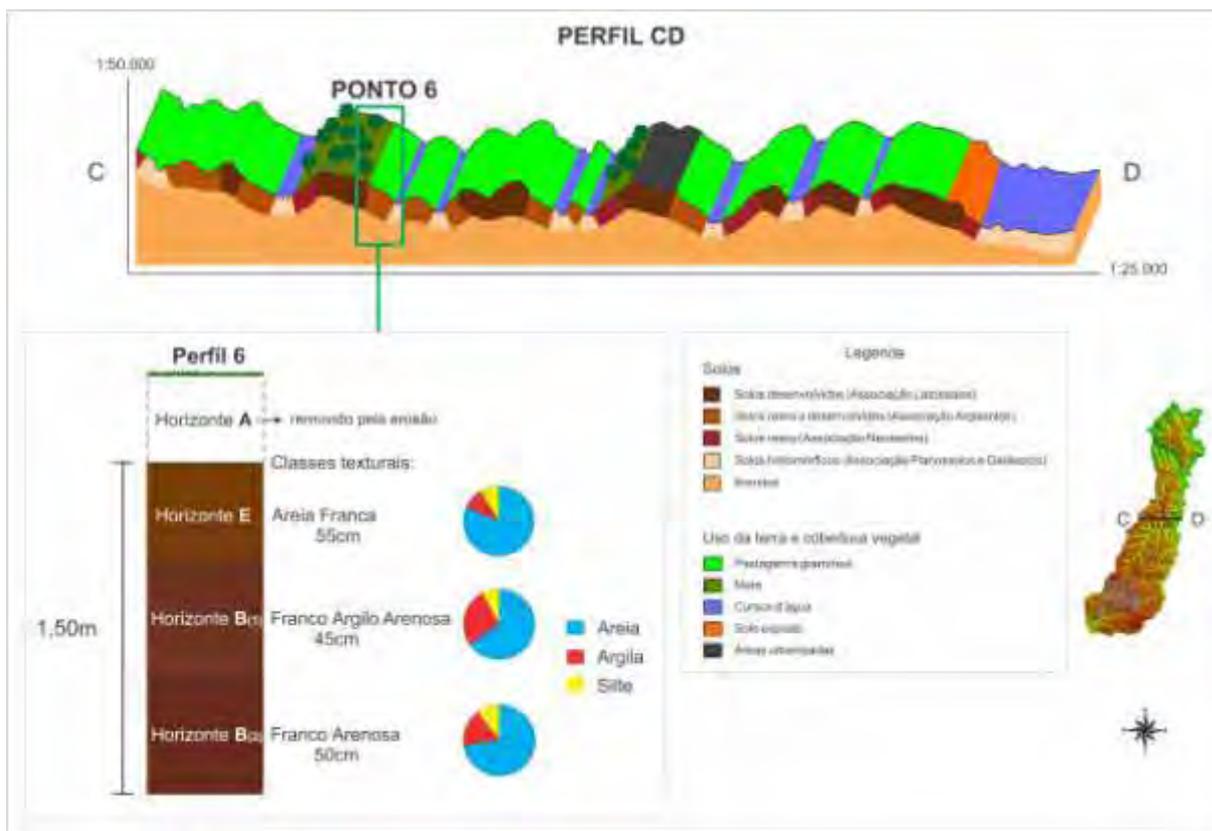


Figura 48. Ponto 6 no perfil morfodinâmico CD.  
Elaboração: Melina Fushimi.

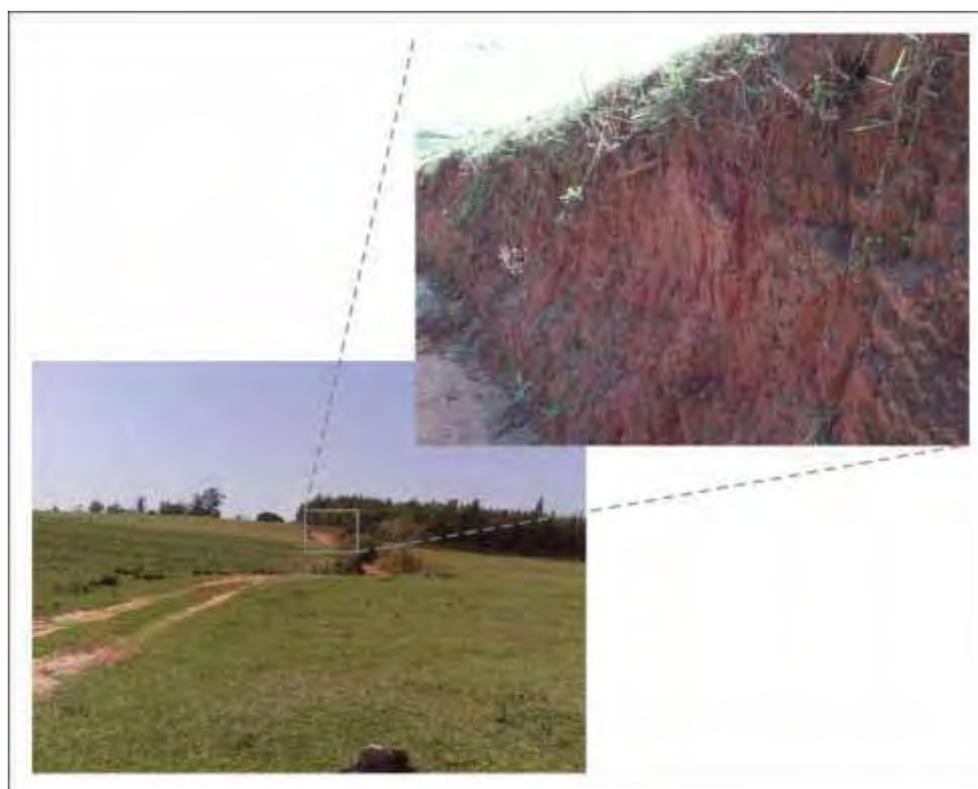


Figura 49. Localização do perfil pedológico do Ponto 6 na paisagem.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2010.

Ao realizar a análise textural, verifica-se que o horizonte B<sub>(1)</sub> possui acúmulo de argila (268 g.kg<sup>-1</sup> e classe textural “Franco Argilo Arenosa”), em comparação ao horizonte anterior E (99 g.kg<sup>-1</sup> e classe textural “Areia Franca”) e posterior B<sub>(2)</sub> (171 g.kg<sup>-1</sup> e classe textural “Franco Arenosa”) (Figura 50).

SOLOS RASOS A DESENVOLVIDOS				
Data	12 de setembro de 2010			
Identificação	Solos rasos a desenvolvidos			
Localização	Próximo ao Distrito de Floresta do Sul, Presidente Prudente-SP			
Situação e Declive	Localizado na média vertente com declividades de 10 a 15%			
Coordenadas	22°01'38,0"S e 51°20'34,0"W			
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramínea			
Altitude	402m			
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)			
Cronologia	Cretáceo Superior			
Relevo local	Suave ondulado			
Erosão	Não aparente			
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>			
Uso atual	Pastagem			
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi e João Osvaldo Rodrigues Nunes			
Horizontes	E	B <sub>(1)</sub>	B <sub>(2)</sub>	
Profundidade (cm)	0-55	56-100	101-150*	
Características morfológicas	Marrom (5YR 6/4); transição abrupta; não plástica; blocos granulares e em grumos; poros comuns; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: muito friável.	Vermelho (5YR 5/6); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos angulares e subangulares; pouco porosos; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: muito firme.	Vermelho (2.5YR 5/8); transição gradual; plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: ligeiramente dura; em solo úmido: firme.	
Análise textural	Areia	815	653	726
	Argila	99	268	171
	Silte	86	79	103
	Classe Textural	Areia Franca	Franco Argilo Arenosa	Franco Arenosa

<sup>1</sup>Esta condição refere-se ao momento da observação.

Figura 50. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 6. Elaboração: Melina Fushimi.

Ao percorrer o perfil morfodinâmico EF (Figura 51), em determinados locais, têm-se colinas pouco amplas, vertentes com declividades acentuadas e solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos, conforme o Ponto 7). Esse relevo está relacionado à presença do agente cimentante predominante (carbonato de cálcio). A cobertura vegetal original foi substituída por gramínea e o uso da terra é a pastagem, com a ocorrência de queimadas esporádicas, influenciando o desenvolvimento do horizonte Ap.

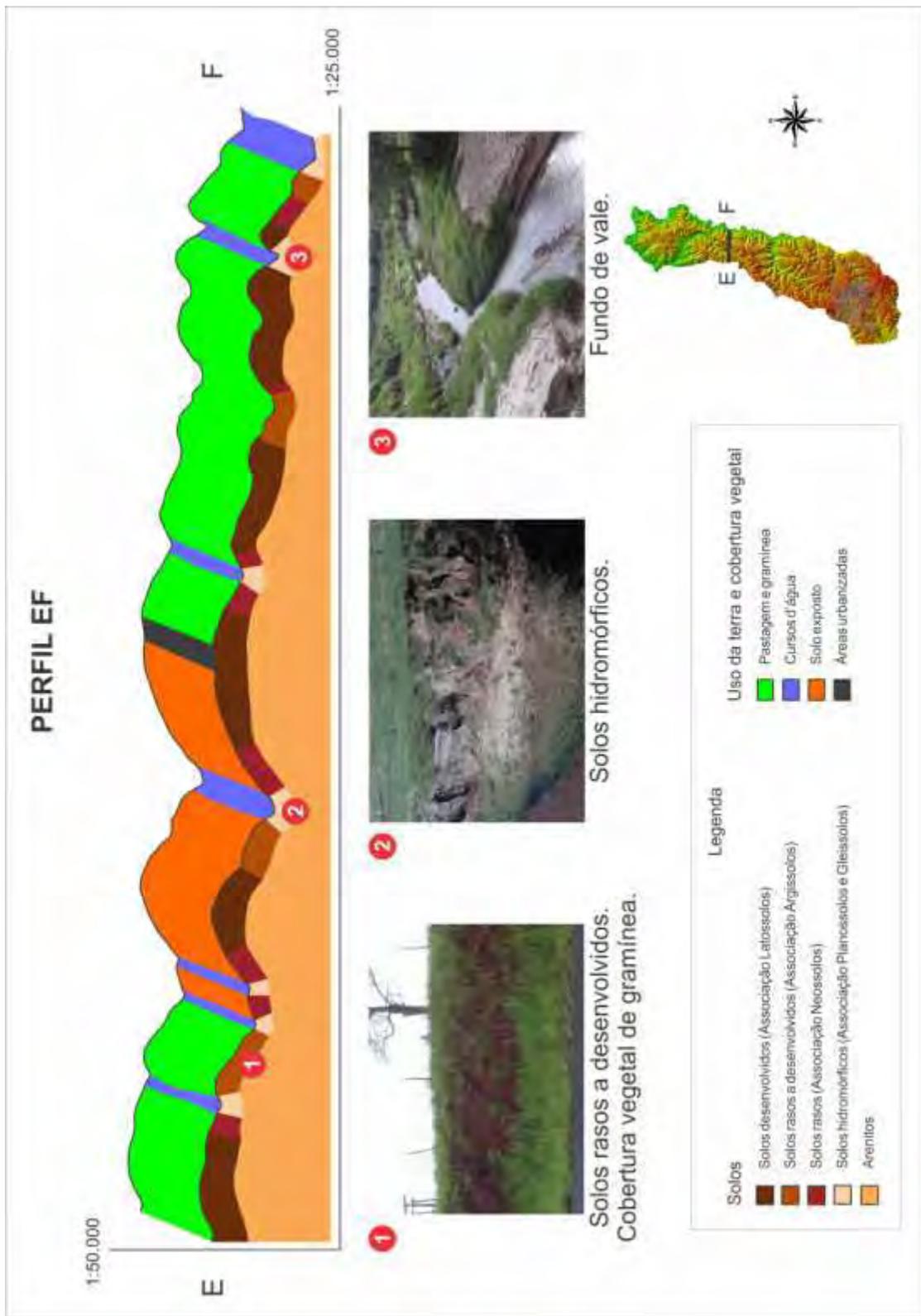


Figura 51. Perfil morfodinâmico EF.  
Elaboração: Melina Fushimi.

▪ Ponto 7

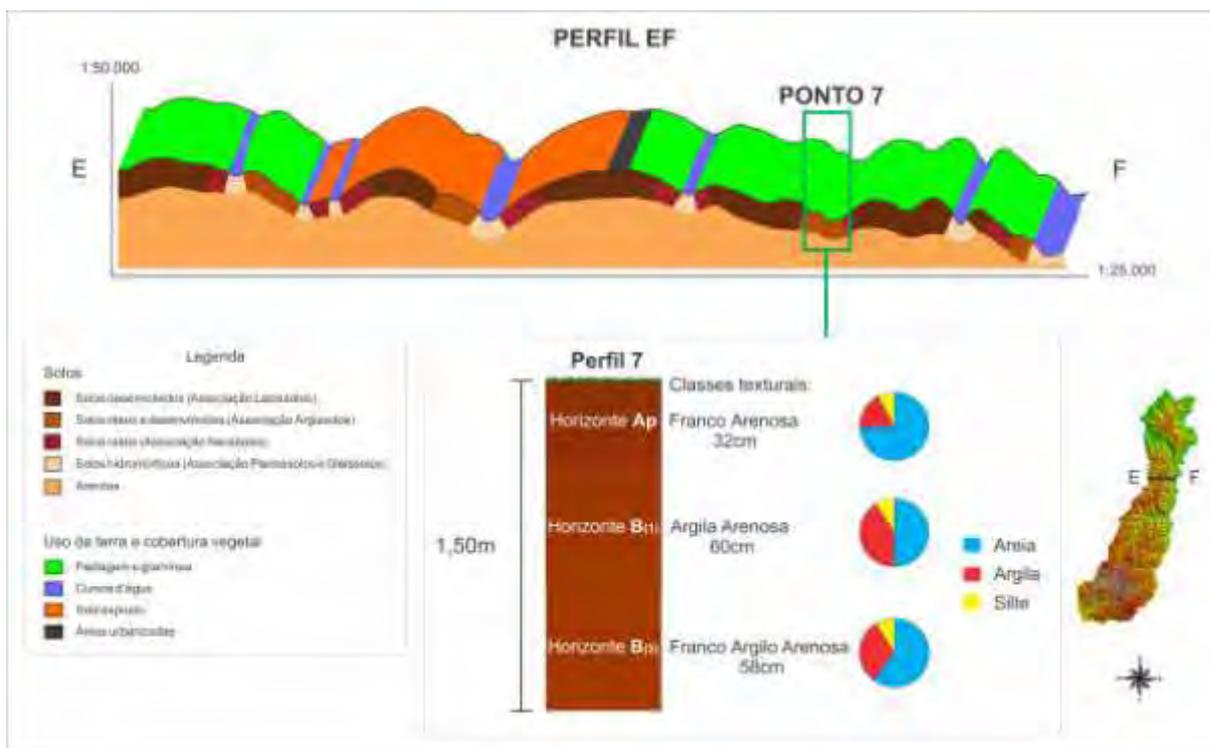


Figura 52. Ponto 7 no perfil morfofodinâmico EF.  
Elaboração: Melina Fushimi.

A Leste do Distrito de Eneida, em especial no Ponto 7, os solos são rasos a desenvolvidos e se associam aos Argissolos Vermelhos.

Nos torrões do horizonte Ap coletados em campo, as estruturas dos blocos são granulares e em grumos (formatos típicos de horizontes superficiais<sup>12</sup> e sujeitos a alterações). Nesse horizonte, o teor de areia é elevado, conferindo como “Franco Arenosa” sua classe textural. Já no horizonte diagnóstico B, distinguidos em B<sub>(1)</sub> e B<sub>(2)</sub>, os blocos são angulares e subangulares e há acréscimo da quantidade de argila, cujas classes texturais são “Argila Arenosa” e “Franco Argilo Arenosa” (Figura 53).

<sup>12</sup> Embora a estrutura esferoidal seja característica de horizontes superficiais, pode ocorrer também em alguns horizontes profundos, como no horizonte latossólico (FREIRE, 2006).

SOLOS RASOS A DESENVOLVIDOS				
Data	15 de agosto de 2010			
Identificação	Solos rasos a desenvolvidos			
Localização	Próximo ao Distrito de Eneida, Presidente Prudente-SP			
Situação e Declive	Localizado na média vertente com declividades de 10 a 15%			
Coordenadas	21°55'37,8"S e 51°18'00,2"W			
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramínea			
Altitude	398m			
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)			
Cronologia	Cretáceo Superior			
Relevo local	Suave ondulado			
Erosão	Não aparente			
Drenagem	Bem drenado <sup>1</sup>			
Uso atual	Pastagem			
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi e João Osvaldo Rodrigues Nunes			
Horizontes	Ap	B(1)	B(2)	
Profundidade (cm)	0-32	33-92	93-150+	
Características morfológicas	Vermelho (5YR 4/6); transição gradual, não plástica; blocos granulares e em grumos; muito porosos; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	Vermelho (2,5YR 4/6); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: firme.	Vermelho (2,5YR 4/8); transição gradual; ligeiramente plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: firme.	
Análise textural	Areia	744	498	601
	Argila	176	412	311
	Silte	80	90	88
	Classe Textural	Franco Arenosa	Argila Arenosa	Franco Argilo Arenosa



Figura 53. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 7. Elaboração: Melina Fushimi.

A Oeste do perfil morfodinâmico GH (Figura 54), tem-se o predomínio de topos menos extensos, vertentes côncavas e convexas, solos rasos (associação Neossolos), solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos) e afloramento dos arenitos da Formação Adamantina. As planícies aluviais são extensas com solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos) e vegetação do tipo taboa, indicativo de área de várzea.

Contudo, a Leste do mesmo perfil morfodinâmico, o relevo é constituído por colinas amplas com topos suavemente ondulados, solos desenvolvidos (associação Latossolos) e declives entre 5 a 10%. A morfologia das vertentes é, em sua maioria, retilínea com extensos comprimentos de rampa. Essas características têm favorecido a expansão do cultivo da cana de açúcar em todas as épocas do ano. Em razão do uso da terra, não foi realizada coleta de amostras de solos e análise de perfil pedológico nesse setor.

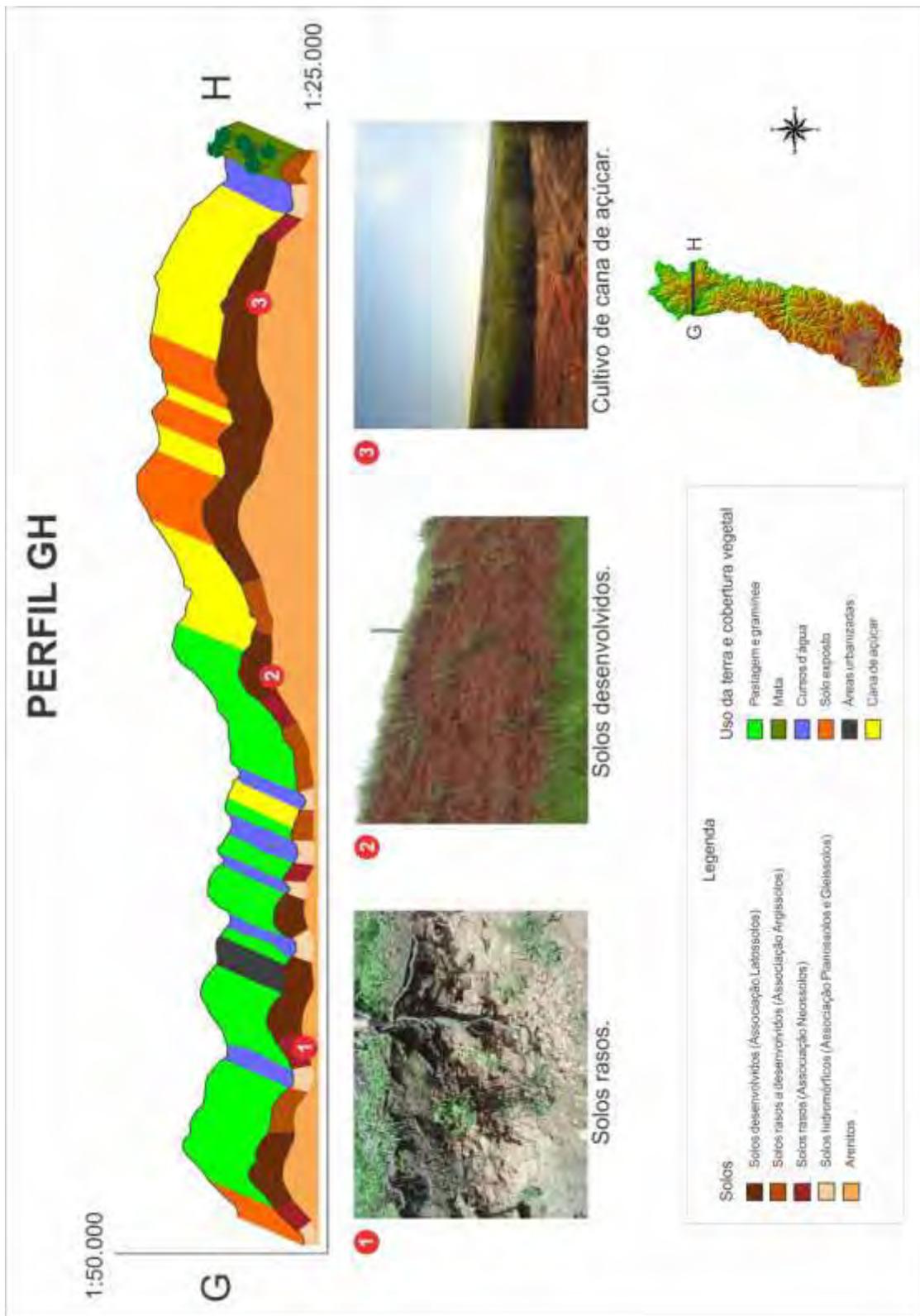


Figura 54. Perfil morfodinâmico GH.  
Elaboração: Melina Fushimi.

▪ Ponto 8

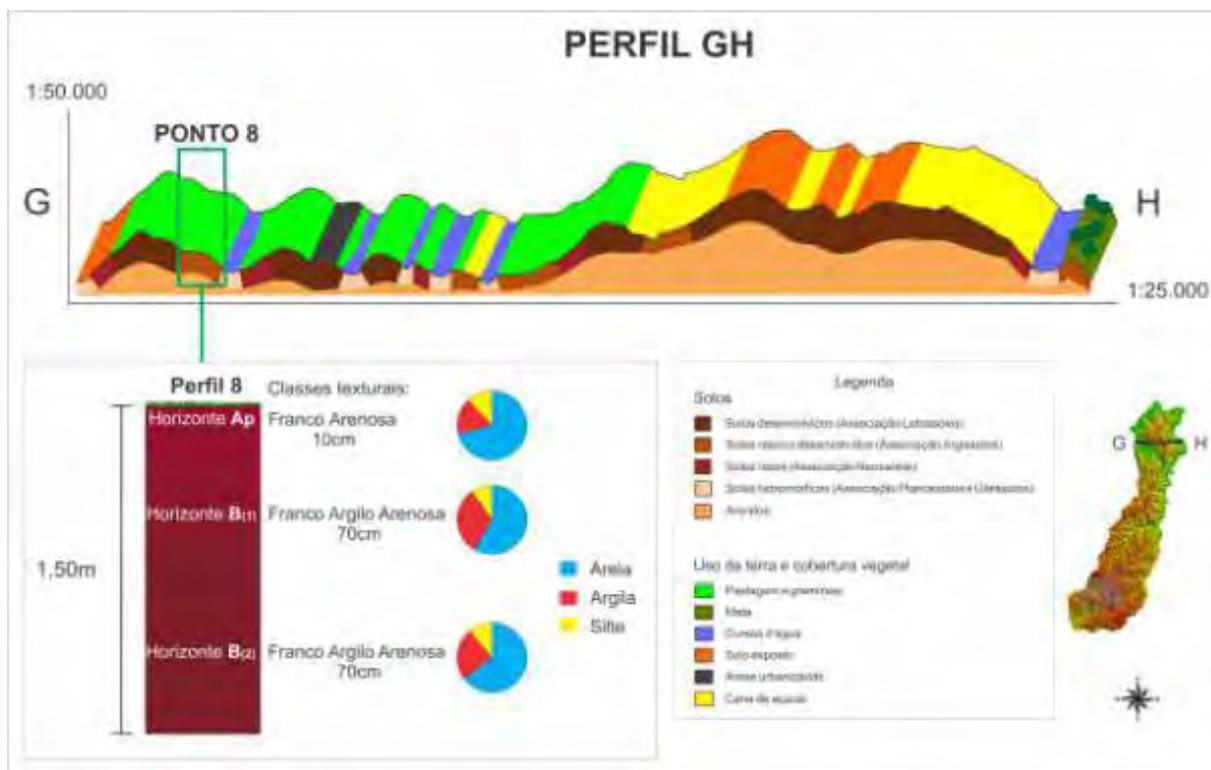


Figura 55. Ponto 8 no perfil morfofodinâmico GH.  
Elaboração: Melina Fushimi.

Diferentemente do setor Leste, a Oeste do Distrito de Ameliópolis, o relevo apresenta topos mais aguçados e vertentes com declividades entre 10 a 15%. Os solos desta área, mais especificamente do Ponto 8, são rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos).

De acordo com a Figura 56, no horizonte raso Ap modificado sobretudo pelo uso da terra (pastagem), a fração areia se destaca (classe textural “Franco Arenosa”). Nos horizontes B, em especial o horizonte B<sub>(1)</sub>, a quantidade de argila aumenta (classe textural “Franco Argilo Arenosa” em ambos), comparada ao horizonte superficial Ap.

SOLOS RASOS A DESENVOLVIDOS				
Data	30 de abril de 2011			
Identificação	Solos rasos a desenvolvidos			
Localização	Próximo ao Distrito de Ameliópolis, Presidente Prudente-SP			
Situação e Declive	Localizado na alta vertente com declividades de 10 a 15%			
Coordenadas	21°54'36,0"S e 51°19'12,0"W			
Cobertura Vegetal Primária e Atual	Floresta Tropical Subperenifólia e gramínea			
Altitude	403m			
Litologia e Formação	Arenito da Formação Adamantina (Grupo Bauru)			
Cronologia	Cretáceo Superior			
Relevo local	Suave ondulado			
Erosão	Sulcos			
Drenagem	Bem drenado <sup>†</sup>			
Uso atual	Pastagem			
Descrito e coletado por:	Melina Fushimi, João Osvaldo Rodrigues Nunes e Maurício Matheus			
Horizontes	Ap	B(1)	B(2)	
Profundidade (cm)	0-10	11-80	81-150+	
Características morfológicas	Vermelho (2.5YR 4/8); transição abrupta; ligeiramente plástica; blocos granulares e em grumos; muito porosos; consistência em solo seco: solta; em solo úmido: friável.	Vermelho (10R 3/6); transição difusa; plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: muito firme.	Vermelho (10R 4/8); transição difusa; plástica; blocos angulares e subangulares; poros comuns; cerosidade grau de desenvolvimento: forte, quantidade: abundante; consistência em solo seco: dura; em solo úmido: muito firme.	
Análise textural	Areia	711	584	648
	Argila	169	319	243
	Silte	120	97	109
	Classe Textural	Franco Arenosa	Franco Argilo Arenosa	Franco Argilo Arenosa
<sup>†</sup> Esta condição refere-se ao momento da observação.				



Figura 56. Descrição geral, morfológica e resultados texturais do perfil do Ponto 8. Elaboração: Melina Fushimi.

A textura é uma das características que mais interfere nas diferentes vulnerabilidades à erosão dos solos, por estar estreitamente relacionada com as propriedades de coesão do solo, permeabilidade e estabilidade dos agregados (MAFRA, 1999). Segundo a Embrapa (2012), solos com textura arenosa são especialmente vulneráveis às manifestações erosivas.

Assim, baseados nos dados de campo e laboratório, de modo geral, foi possível identificar nos horizontes pedológicos, a predominância da classe textural “Franco Arenosa”, que conforme a história de uso e ocupação na região de Presidente Prudente-SP gerou um quadro de degradação formado por processos erosivos laminares e lineares (sulcos, ravinas e voçorocas).

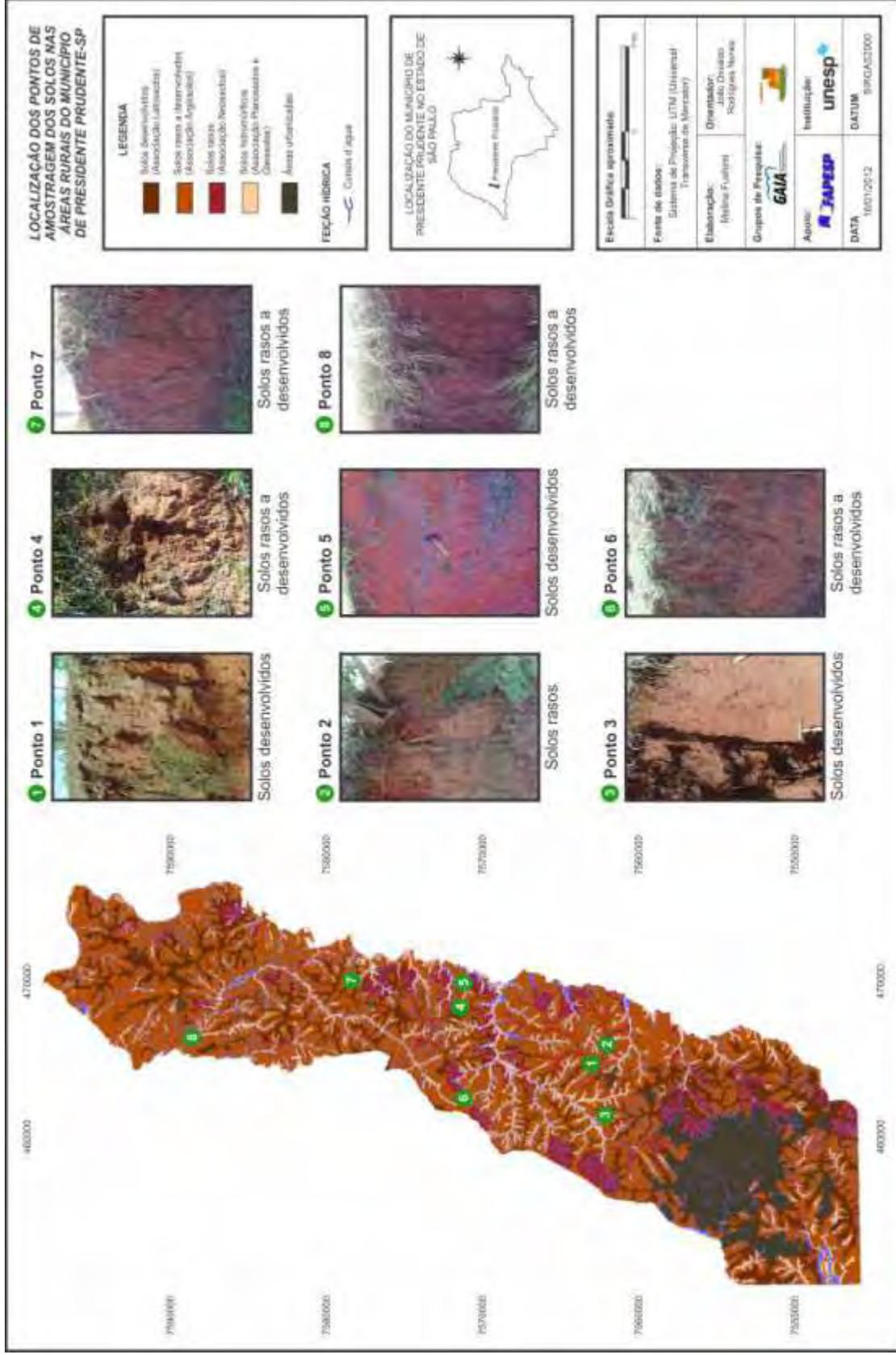


Figura 57. Localização dos pontos de amostragem dos solos no esboço simplificado das principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP.

## 2. A morfodinâmica da paisagem

Com referência à geomorfologia da área de estudo, foi elaborado o mapa geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP (Figura 58) (NUNES; FUSHIMI, 2010), no qual foram identificados três compartimentos de relevo, que aproximadamente se associam com as seguintes formações geológicas e pedológicas:

1. Topos suavemente ondulados das colinas convexizadas, com ocorrência dos topos para as médias altas vertentes de solos desenvolvidos (associação Latossolos Vermelhos) e, em alguns setores, solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos). Em alguns pontos, solos rasos (associação Neossolos Regolíticos) e afloramento dos arenitos flúvio-lacustres da Formação Adamantina;

2. Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas, com ocorrência de solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos) e solos rasos (associação Neossolos Regolíticos). É frequente o afloramento dos arenitos flúvio-lacustres da Formação Adamantina;

3. Planícies aluviais e alvéolos, com o predomínio de solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos) e materiais sedimentares e manufaturados de origem tecnogênica. Em alguns pontos, tem-se o afloramento dos arenitos flúvio-lacustres da Formação Adamantina.

Com o objetivo de compreender a morfodinâmica da paisagem das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP, foram feitos mapas de clinografia (Figura 59), de hipsometria (Figura 60), de uso da terra e cobertura vegetal (Figura 61), o esboço simplificado das principais classes de solos (Figura 62) e, sobretudo, o mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares (Figura 63).

A Figura 64 ilustra e representa espacialmente pontos de observação do uso da terra e cobertura vegetal presentes na área de pesquisa.

O uso da terra pode ser considerado como “[...] uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra” (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996 apud IBGE, 2006, p. 35), destinada, portanto, à função socioeconômica.

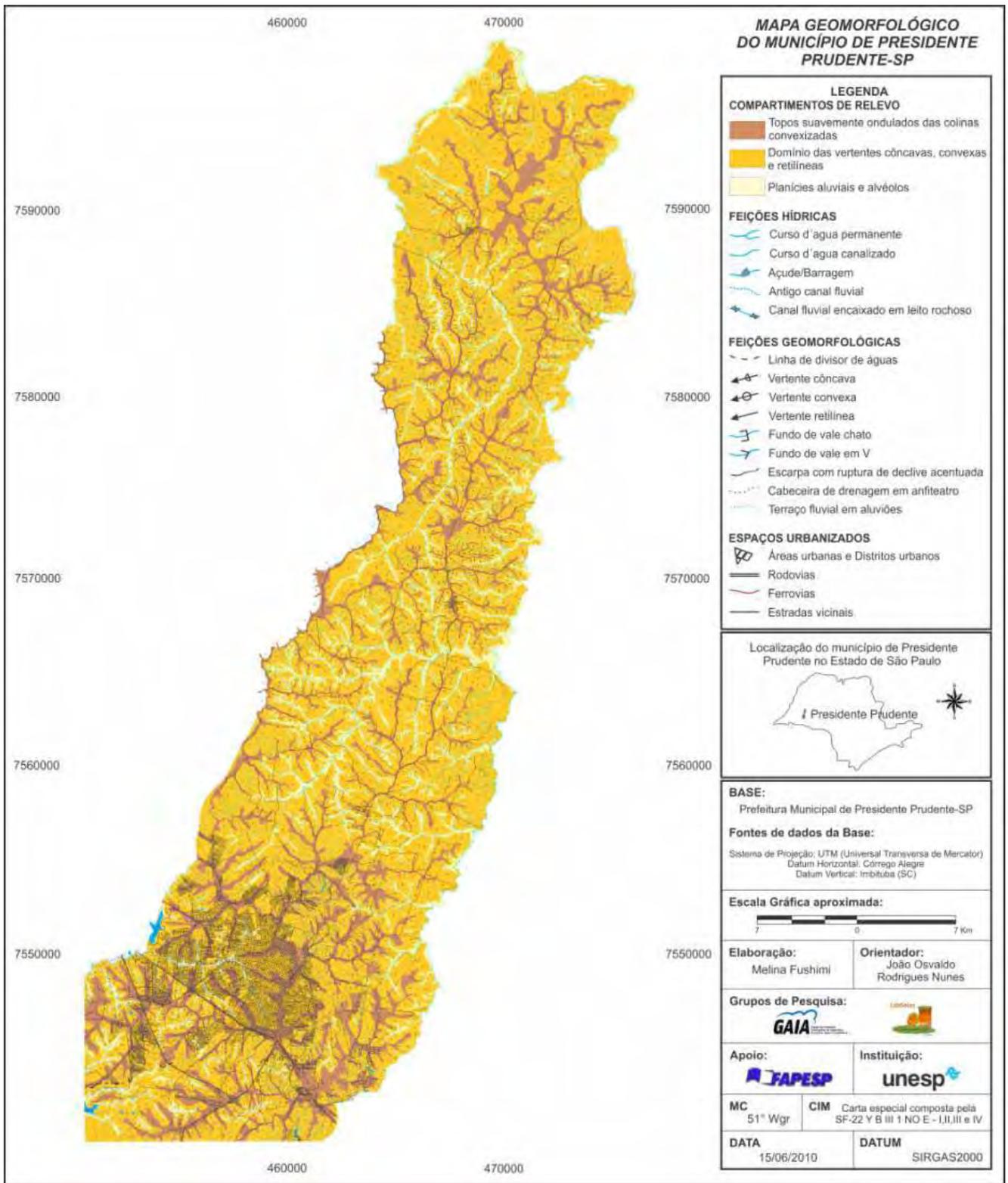


Figura 58. Mapa geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP.  
Fonte: Nunes e Fushimi (2010).

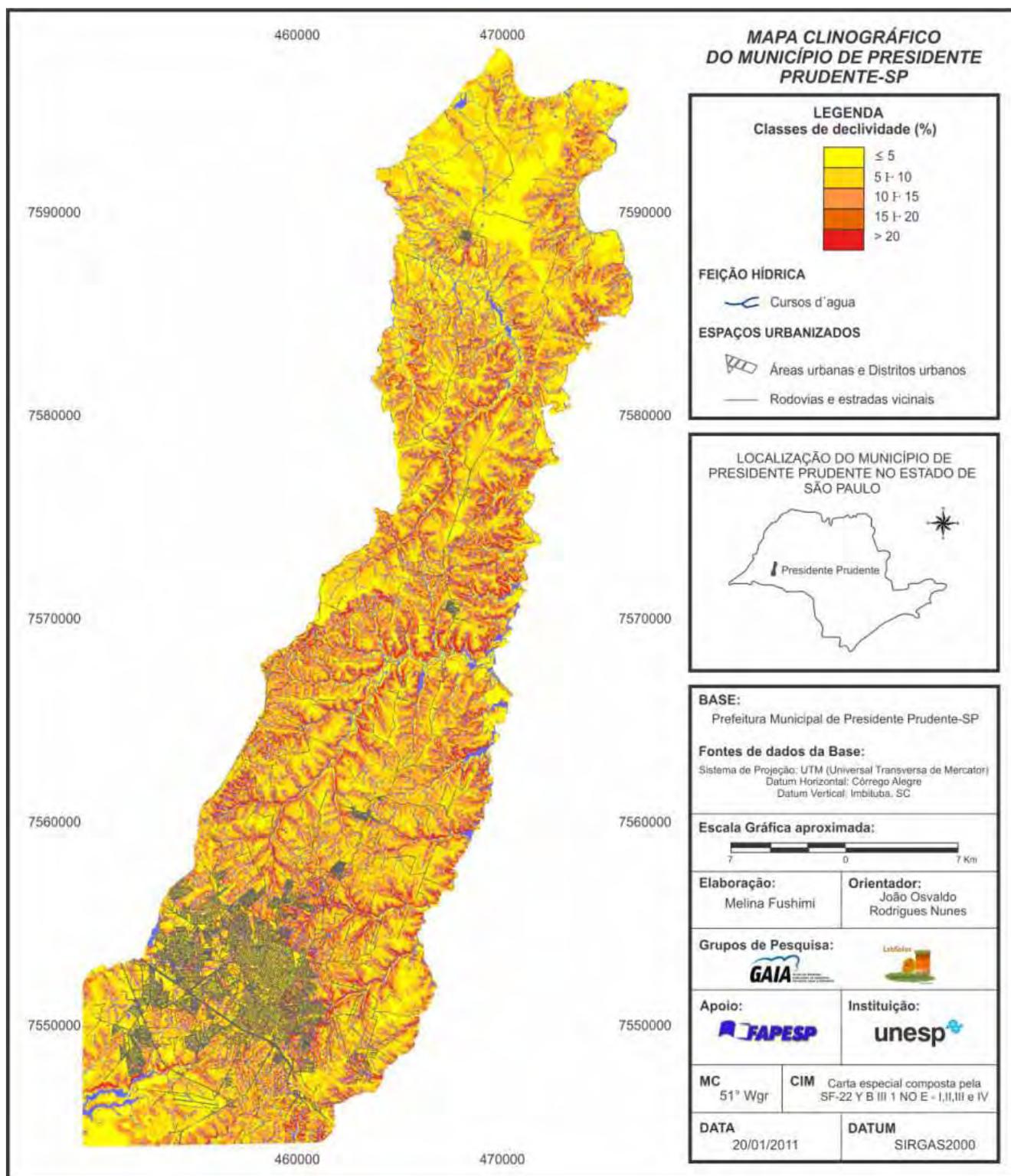


Figura 59. Mapa clinográfico do município de Presidente Prudente-SP.

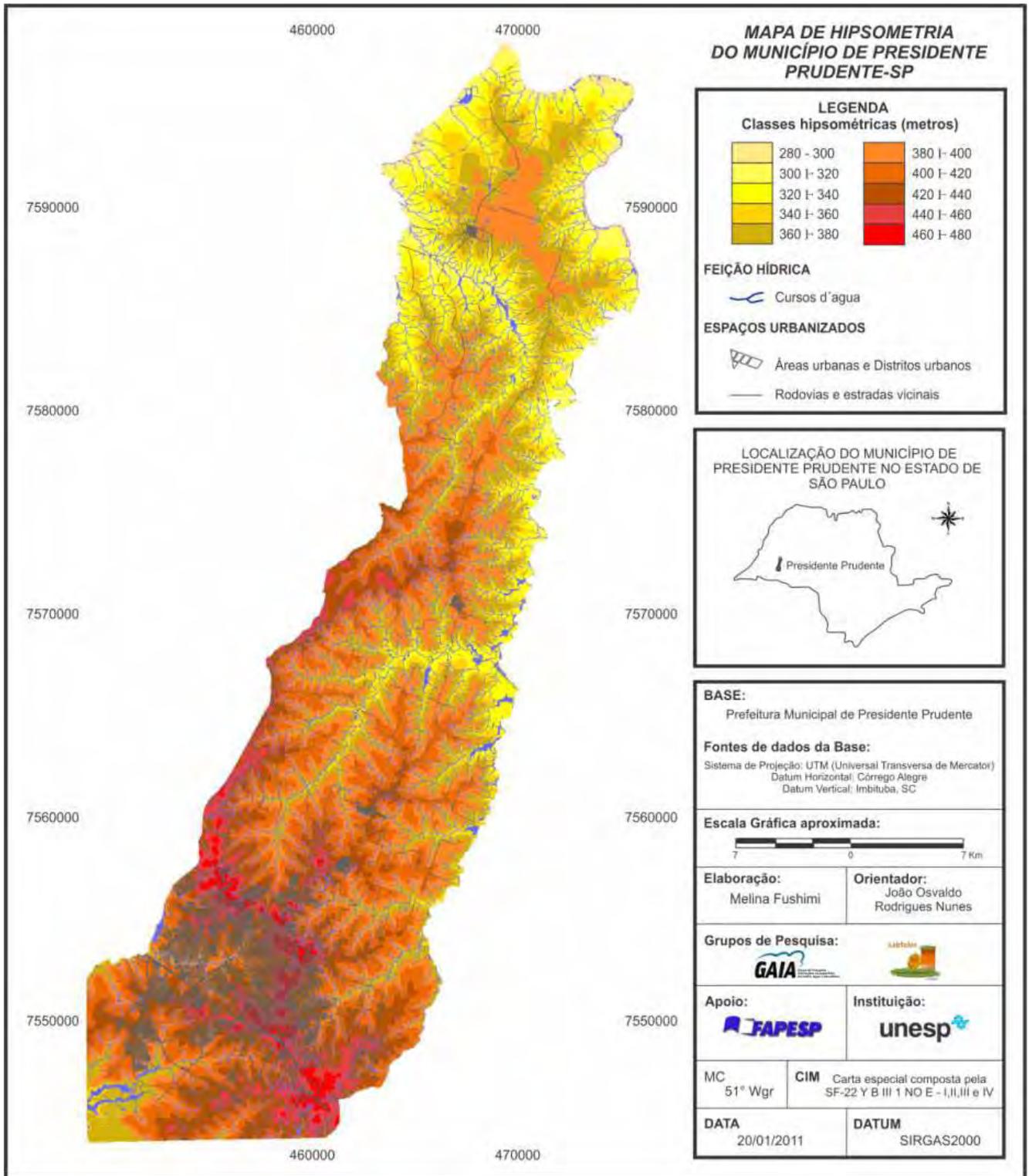


Figura 60. Mapa de hipsometria do município de Presidente Prudente-SP.

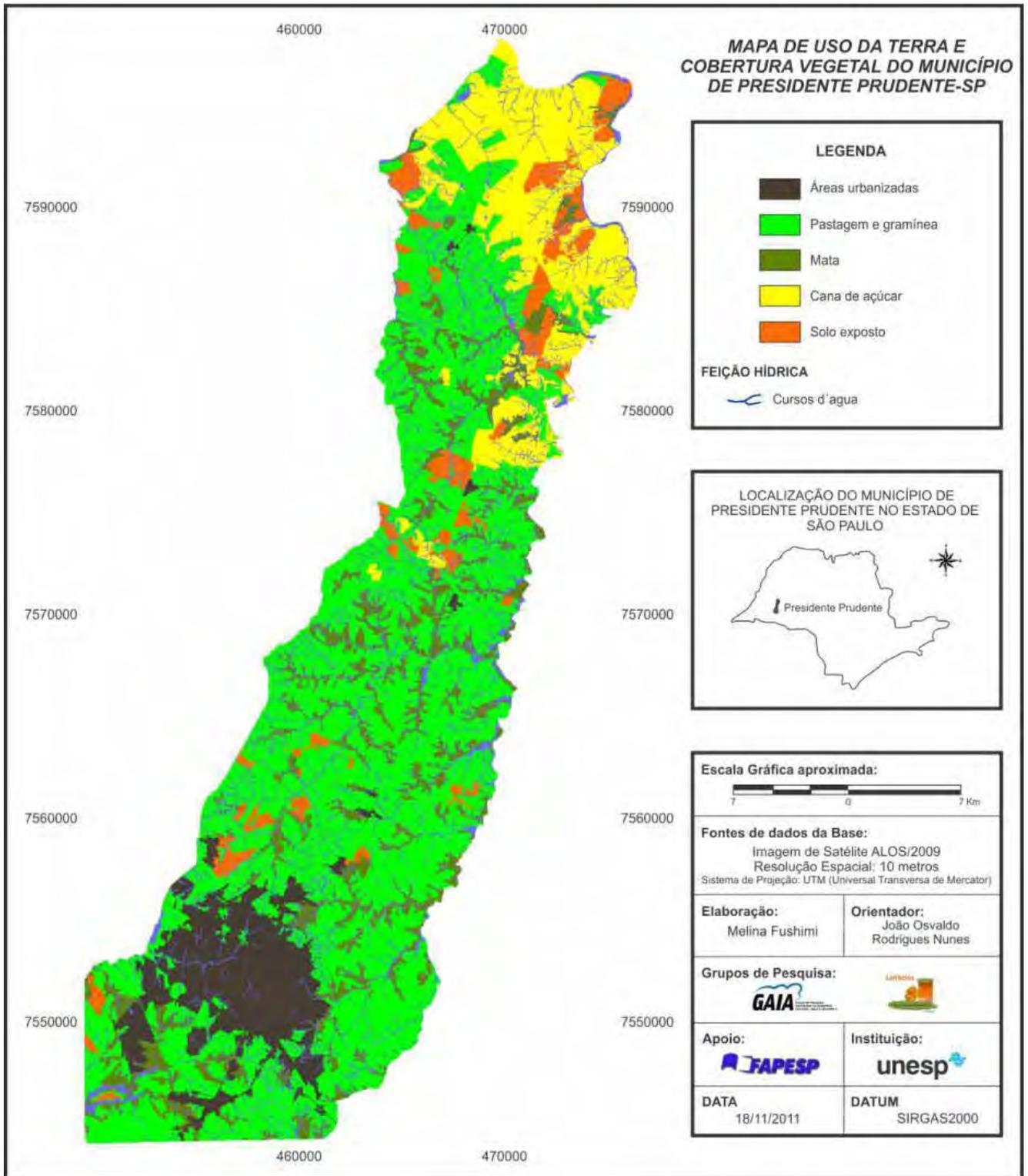


Figura 61. Mapa de uso da terra e cobertura vegetal do município de Presidente Prudente-SP.

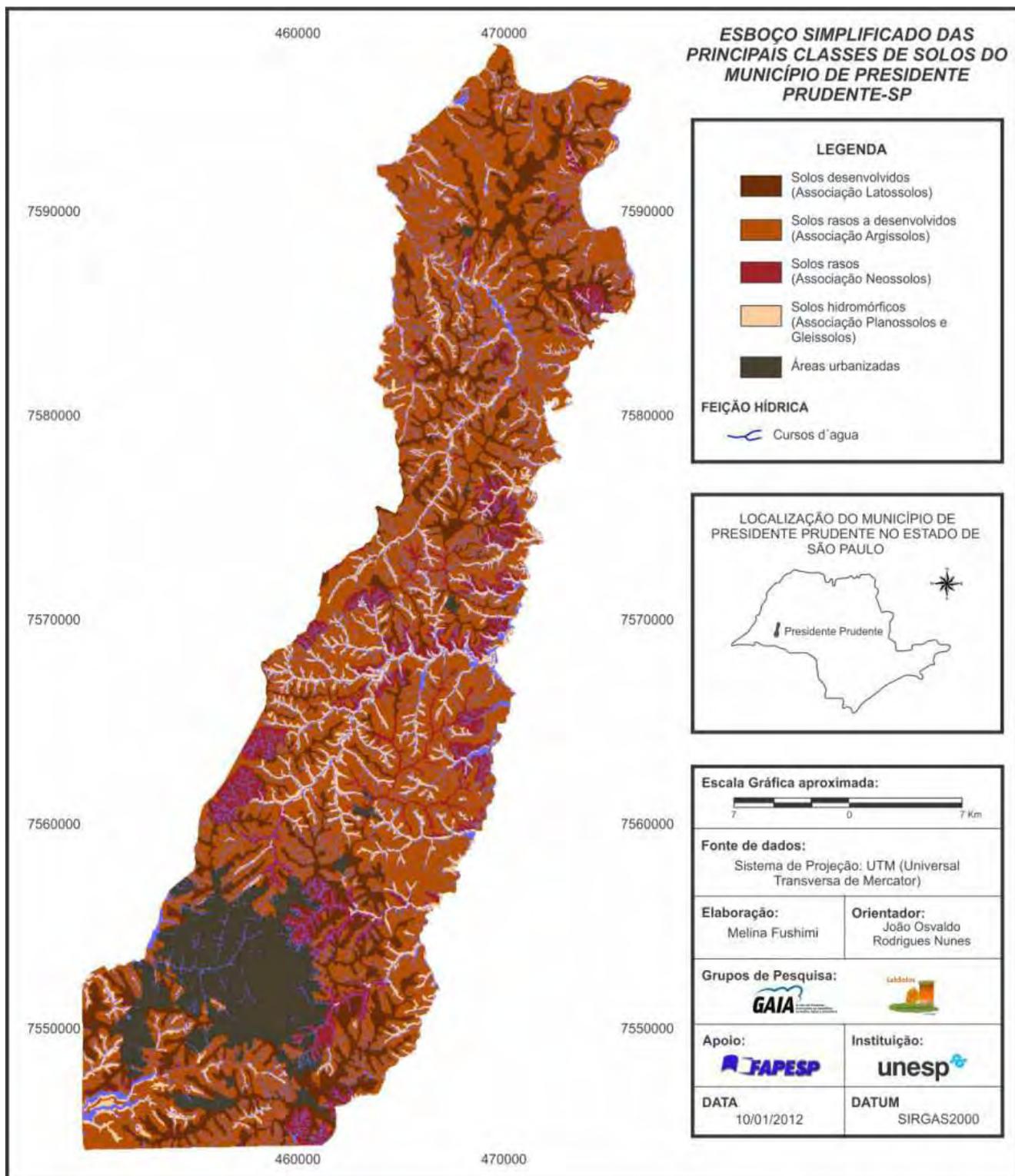


Figura 62. Esboço simplificado das principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP.

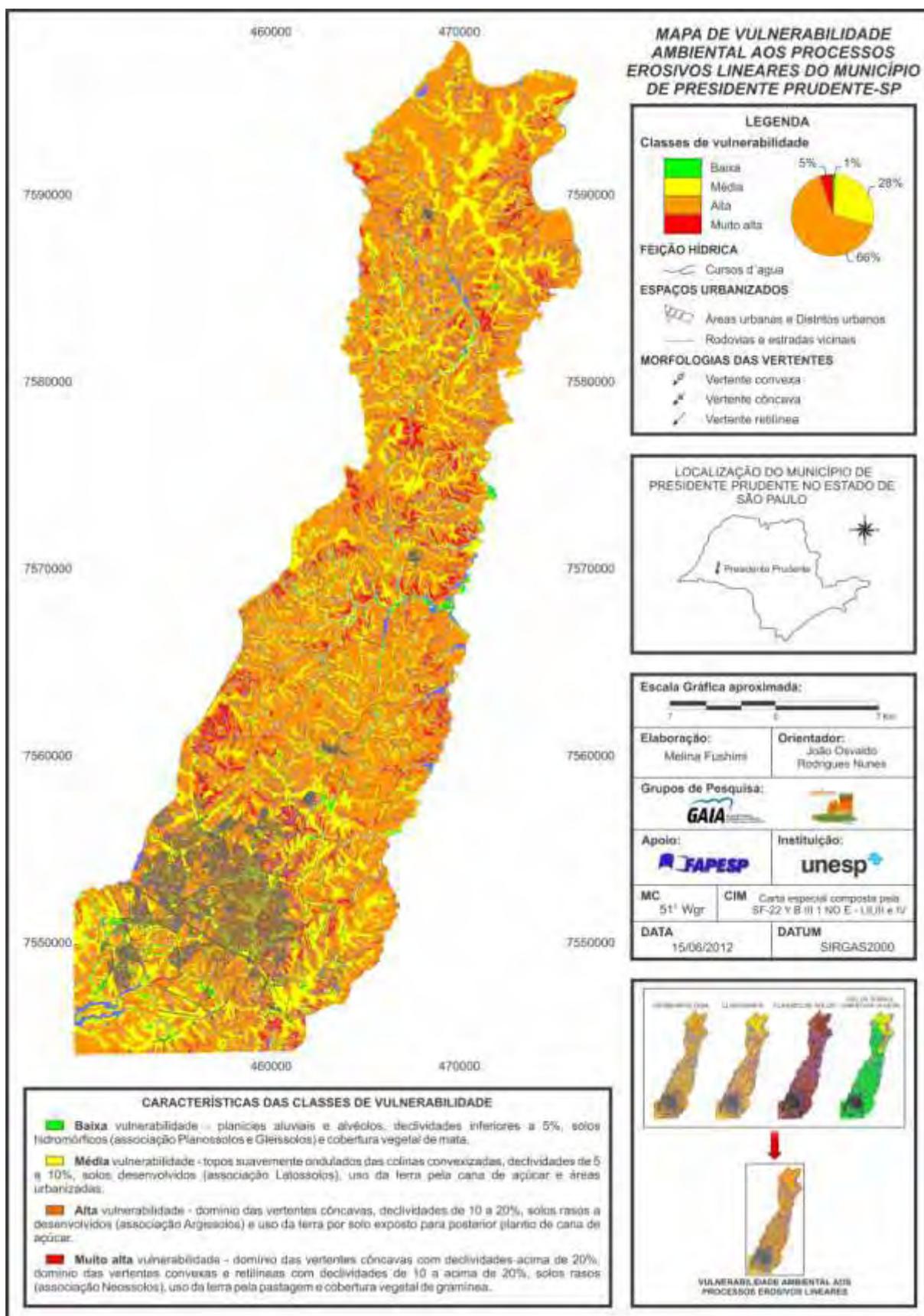


Figura 63. Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.

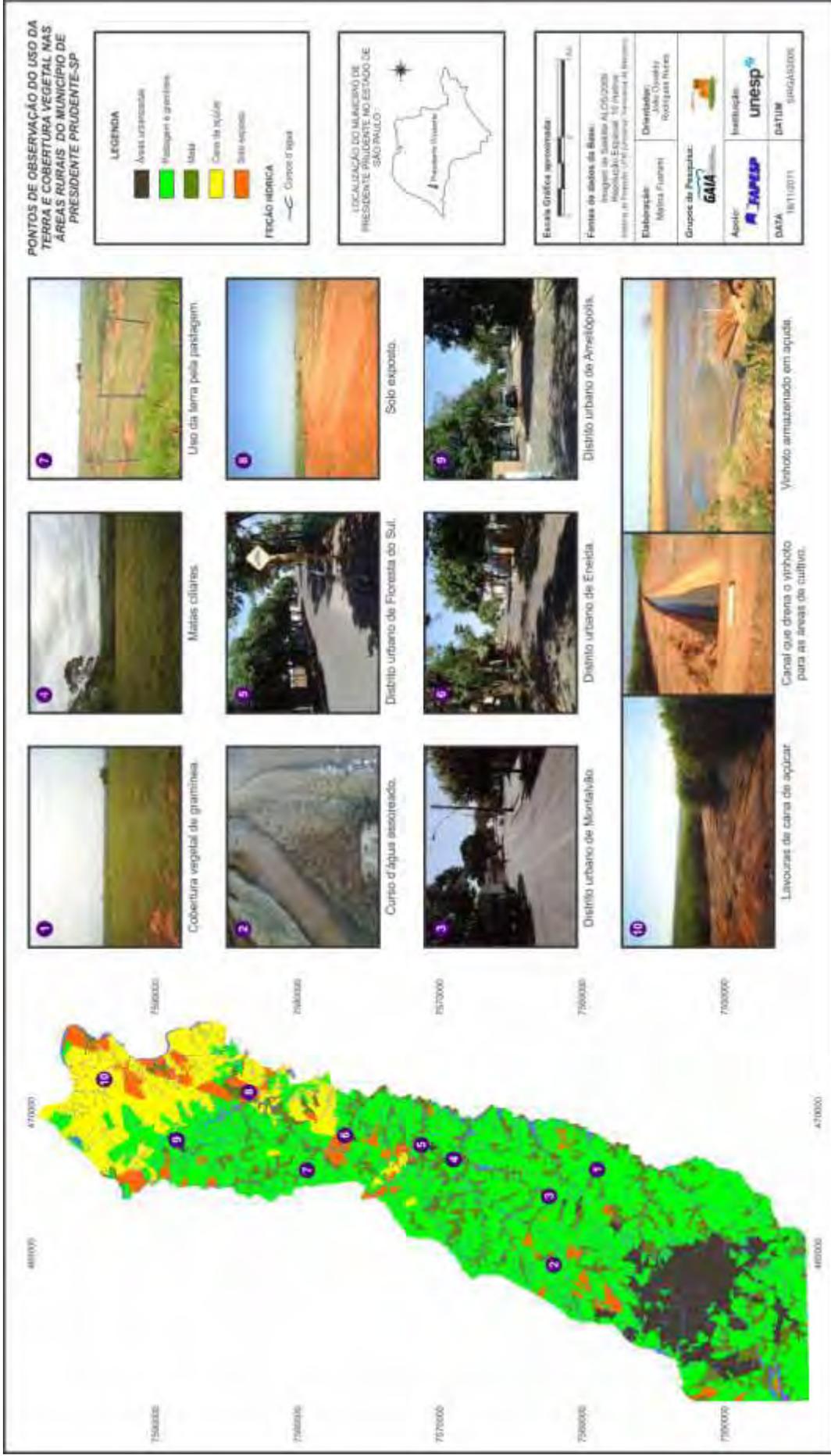


Figura 64. Pontos de observação do uso da terra e cobertura vegetal nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.

Diante da extensão da área de estudo, essa foi dividida em três setores, com base nas características ambientais e na localização dos Distritos urbanos como pontos de referência.

### 2.1 Setor 1. Próximo aos Distritos de Montalvão e Floresta do Sul

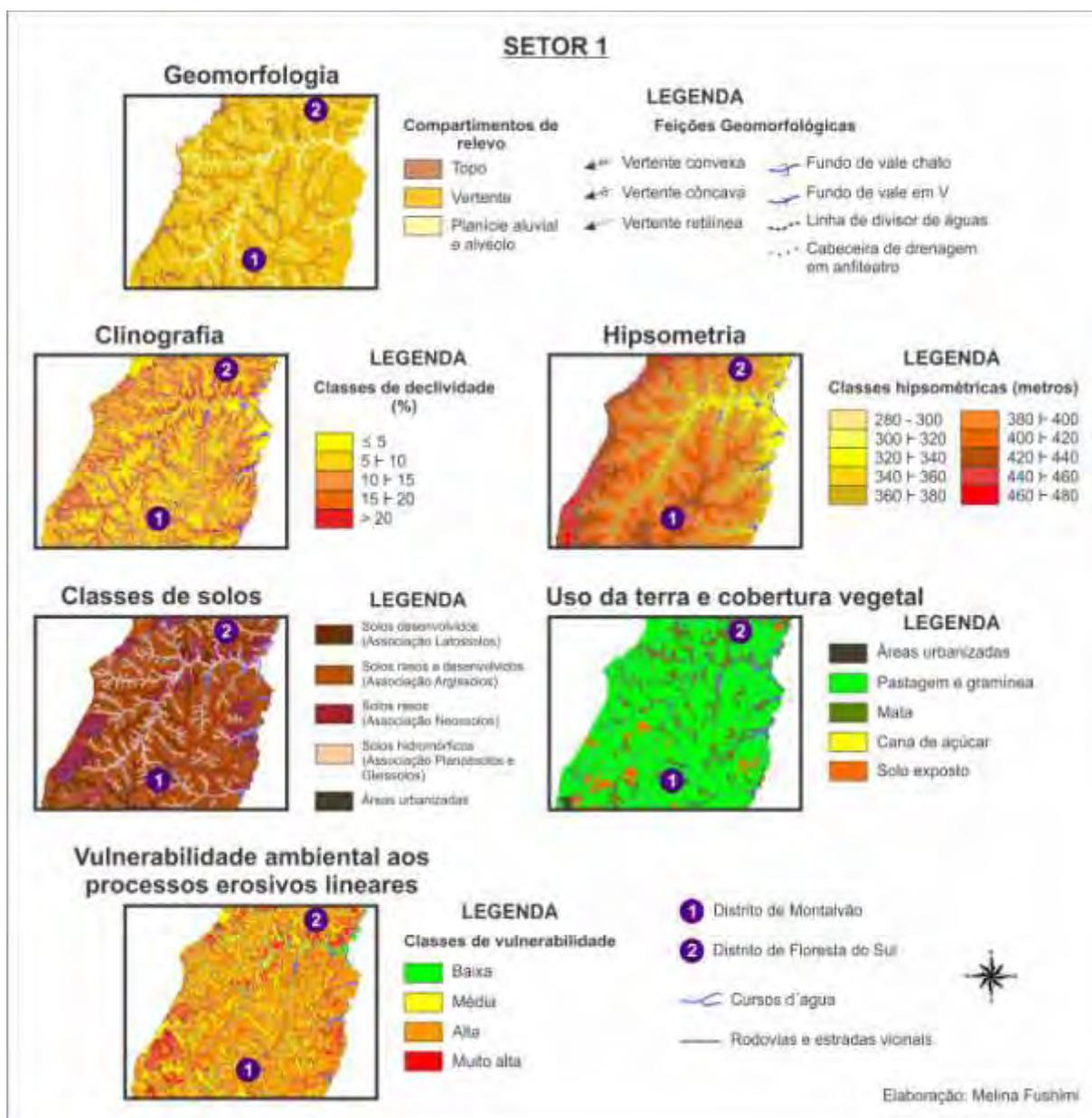


Figura 65. Aspectos ambientais do Setor 1.

De maneira geral, a paisagem é constituída por colinas onduladas, altimetricamente de 280 até 460 metros, vertentes côncavas e convexas, declividades de 5 a 15% e solos rasos em alguns setores de topos estreitos (Figura 66), com o afloramento dos arenitos da Formação Adamantina. Segundo Nunes (2007, p. 24): “Em relação aos topos das colinas estes são mantidos estruturalmente pelos arenitos cimentados por carbonato de cálcio da Formação Adamantina, onde oferecem maior resistência aos agentes intempéricos”.



Figura 66. Solos rasos no compartimento do topo.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2011.

As cabeceiras de drenagem em formato de anfiteatro (Figura 67), onde se localizam as nascentes dos cursos d'água, estão nas vertentes côncavas e bastante alteradas pela retirada da vegetação original (mata).



Figura 67. Cabeceira de drenagem em formato de anfiteatro.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2011.

Tais atributos, associados ao uso da terra pela pastagem, propiciam um quadro de média a muito alta vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares, principalmente do tipo ravinas (Figura 68), caracterizando o meio morfodinâmico como de intergrade a fortemente instável.

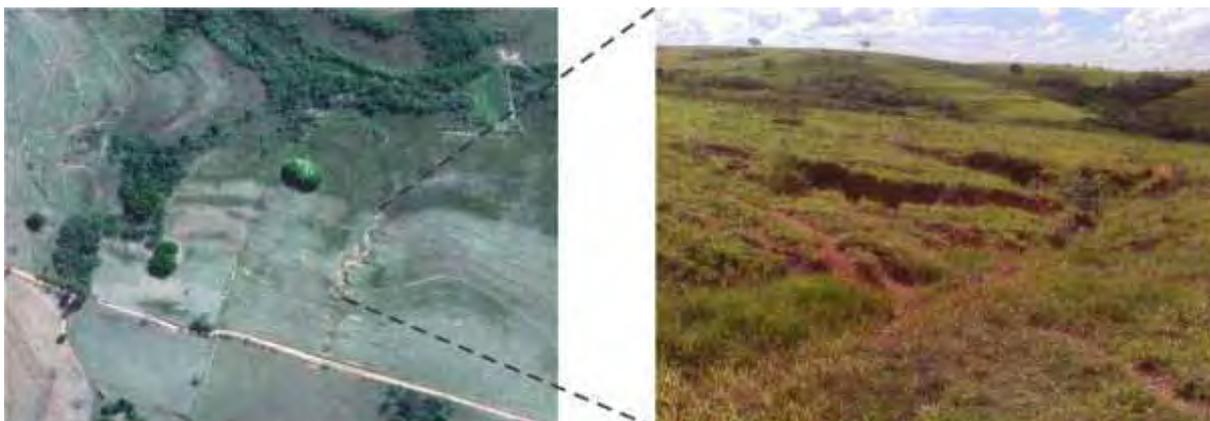


Figura 68. Ravina estabilizada mediante o crescimento de cobertura vegetal (gramínea).  
Média vulnerabilidade ambiental.  
Fonte: Google Earth. Data da imagem: 29 jun. 2010.

▪ *Ponto 1*

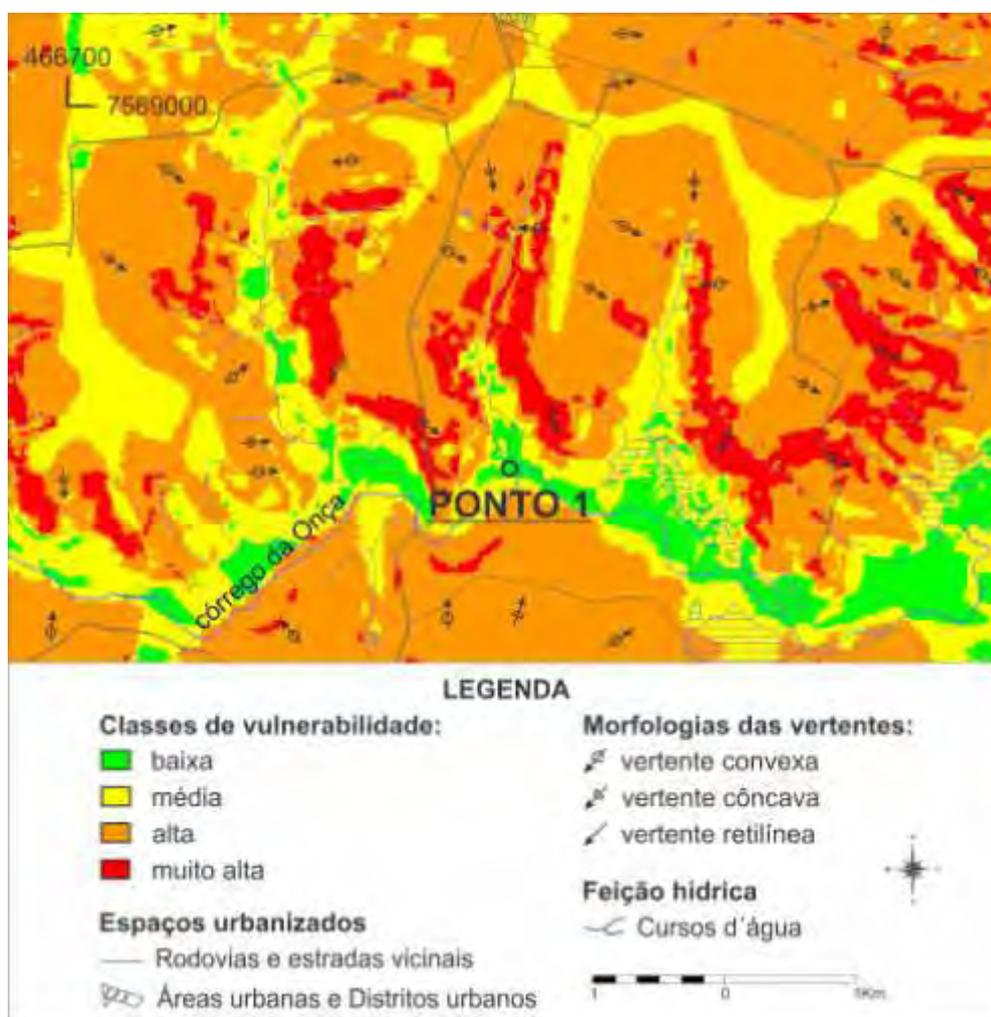


Figura 69. Localização do Ponto 1 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

O Ponto 1 está localizado próximo ao Distrito de Floresta do Sul e do perfil topográfico CD. Destaque para a presença de matas residuais de encostas e ciliares, proporcionando a estabilidade do meio morfodinâmico e baixa vulnerabilidade ambiental, apesar do curso d'água (córrego da Onça) do fundo de vale em berço apresentar-se assoreado. Observa-se nas proximidades um porto de areia (Figura 70).

Por outro lado, a Oeste do Ponto 1, ao longo das vertentes côncavas e íngremes (declividades acima de 20% para a região de Presidente Prudente-SP), os solos são rasos, predominando gramínea e consequente pastagem, apontando muito alta vulnerabilidade ambiental com sulcos erosivos (Figura 70).



Figura 70. Fundo de vale com mata ciliar (baixa vulnerabilidade) e vertente com sulcos (muito alta vulnerabilidade).

Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

## 2.2 Setor 2. Próximo aos Distritos de Floresta do Sul e Eneida

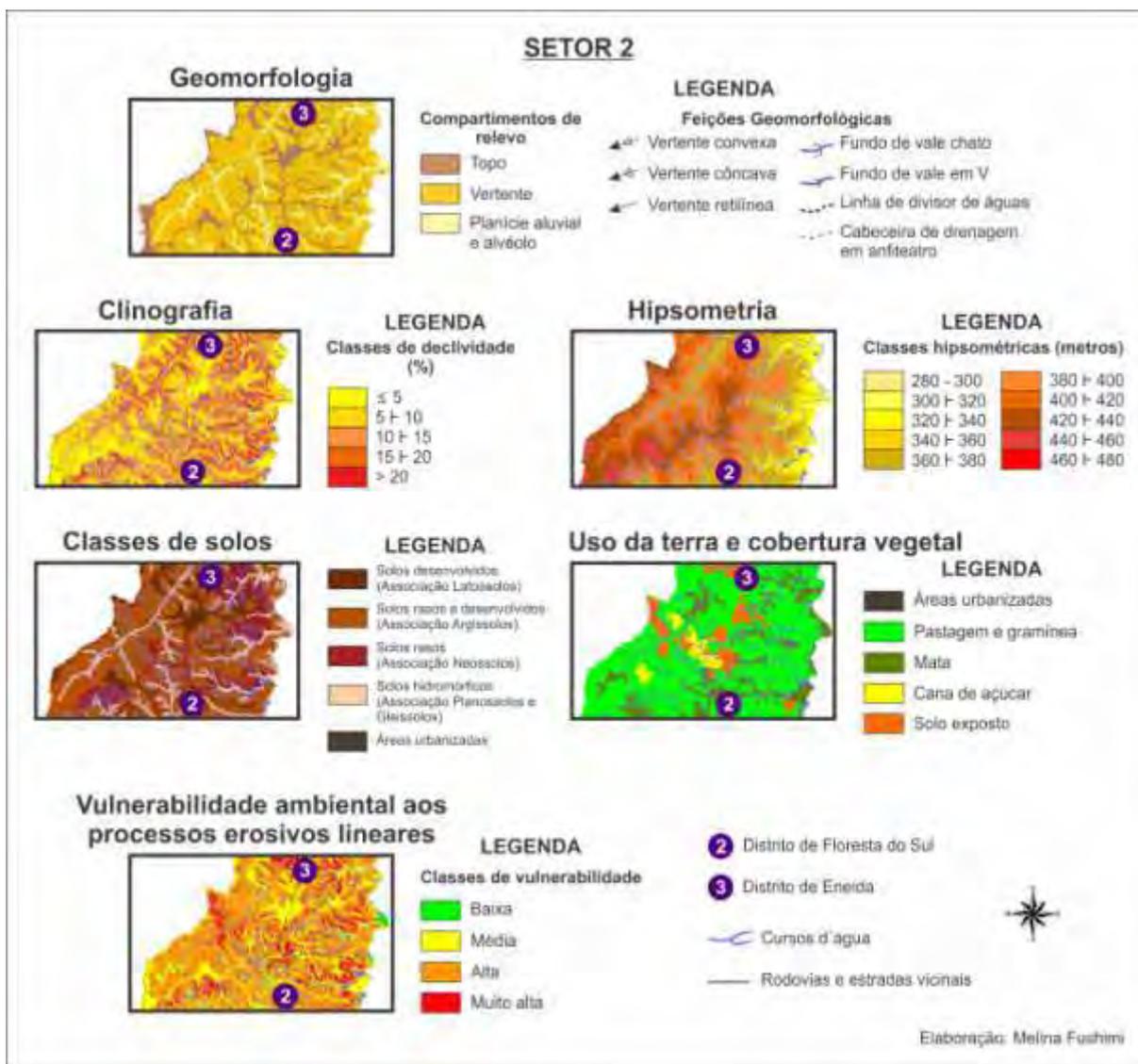


Figura 71. Aspectos ambientais do Setor 2.

Predomínio de colinas dissecadas (Figura 72), com altitudes entre 280 a 460 metros. As declividades variam de 10 a acima de 20%, solos rasos em algumas áreas de topos estreitos e de vertentes declivosas e fundos de vales encaixados (em “V”). Tais atributos estão relacionados à maior concentração do mineral carbonato de cálcio na Formação Adamantina.



Figura 72. Predomínio de colinas dissecadas.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2011.

Sob essas condições, acrescentadas à substituição das matas de encostas pela gramínea e a introdução da pecuária (Figura 73), o meio morfodinâmico é de intergrade a fortemente instável, favorecendo de média a muito alta vulnerabilidade ambiental aos focos erosivos, como o ilustrado na Figura 74, situado à marginal da estrada Raimundo Maiolini que dá acesso aos Distritos urbanos.



Figura 73. Uso da terra pela pastagem e vegetação de gramínea.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2011.

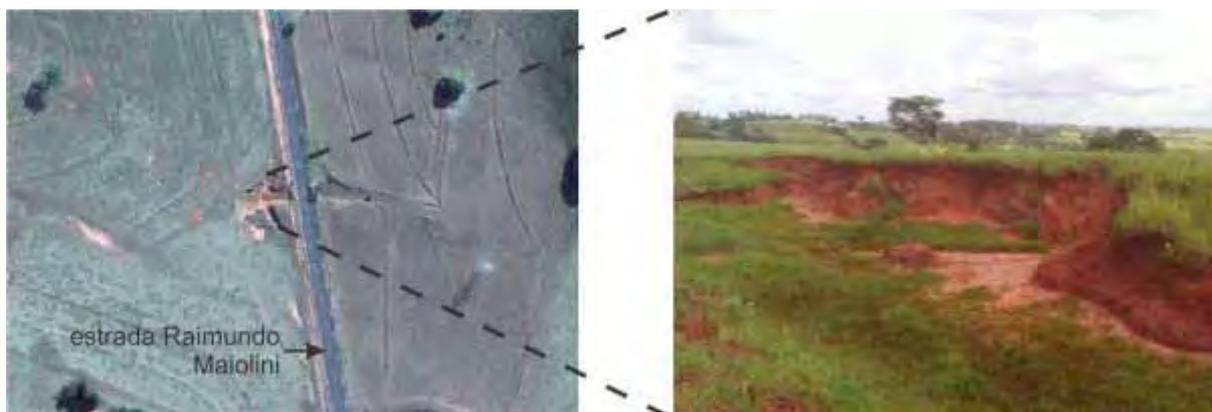


Figura 74. Processo erosivo do tipo ravinamento em condições de instabilidade. Alta vulnerabilidade ambiental.

Fonte: Google Earth. Data da imagem: 29 jun. 2010.

Em geral, as poucas áreas que indicam baixa vulnerabilidade ambiental estão espacializadas nas médias em direção às baixas vertentes e nos fundos de vales, relacionadas, principalmente, à vegetação de porte remanescente (matas de encostas e ciliares) (Figura 75), influenciando na estabilidade do meio morfodinâmico.



Figura 75. Matas ciliares (A) e de encostas (B), influenciando na estabilidade do meio morfodinâmico (baixa vulnerabilidade ambiental).

Foto: Da autora, trabalho de campo, 2010.

▪ *Ponto 2*

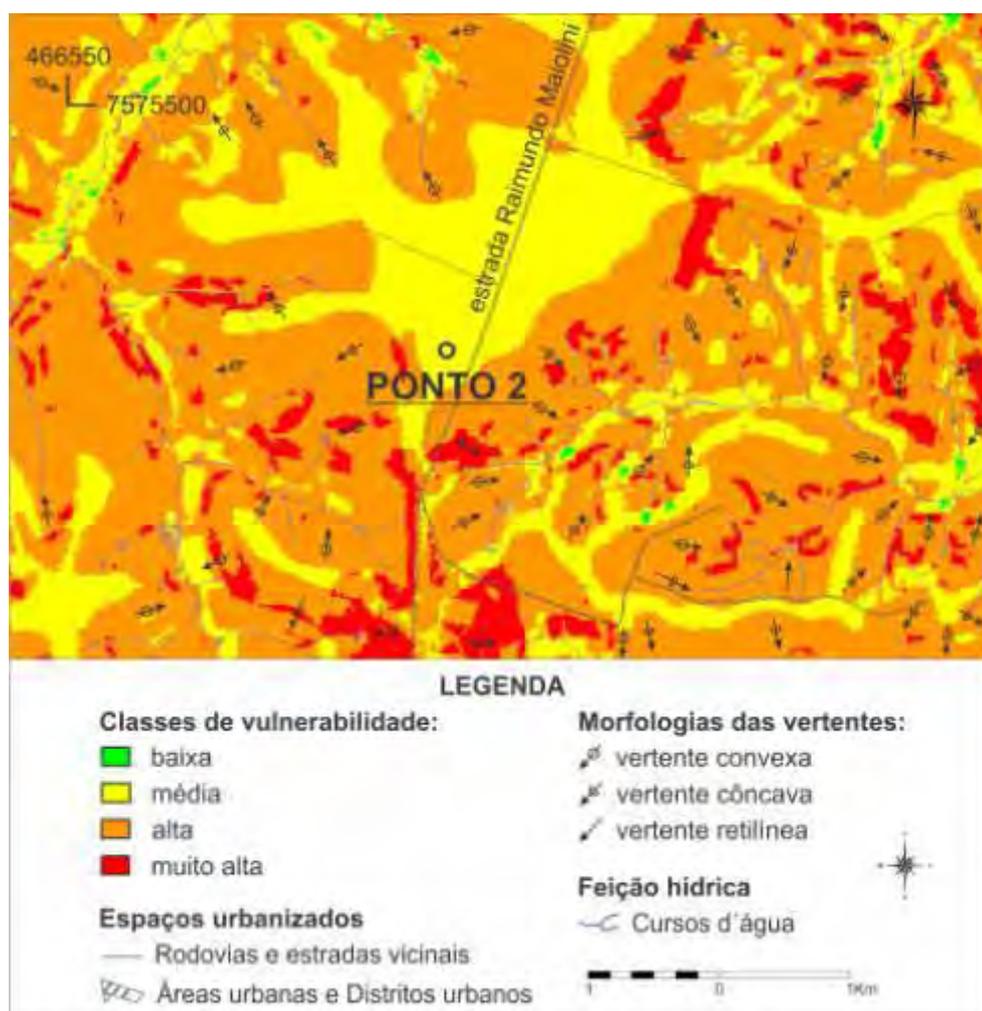


Figura 76. Localização do Ponto 2 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

O Ponto 2, situado próximo ao Distrito de Eneida e do perfil topográfico EF, apresenta topos amplos e declividades suaves, indicando média vulnerabilidade ambiental. Porém, possui potencial à alta vulnerabilidade, caso não sejam implantadas medidas adequadas de planejamento ambiental, pois os solos são desenvolvidos e arenosos e o uso da terra é a pastagem (Figura 77).



Figura 77. Pastagem em topos amplos.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

## 2.3 Setor 3. Próximo aos Distritos de Eneida e Ameliópolis

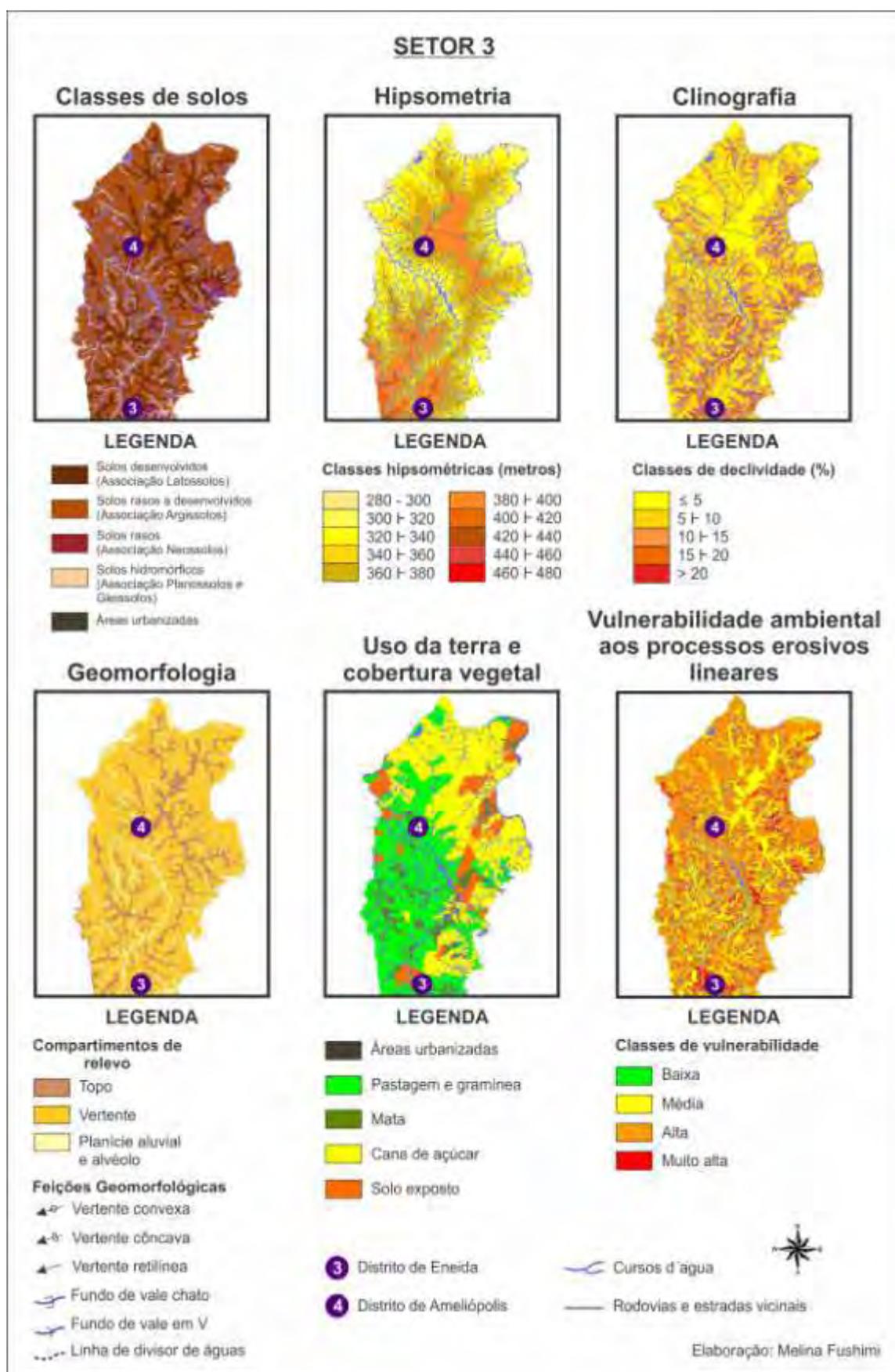


Figura 78. Aspectos ambientais do Setor 3.

As características são diferenciadas no Setor 3, quando comparadas aos anteriores (Setor 1 e Setor 2), pois em sua maior parte têm-se colinas amplas suavemente onduladas (Figura 79), com topos convexizados e alongados (340 a 420 metros), vertentes com morfologia retilínea e comprimento de rampa prolongado. Os declives são suaves (menor que 5 a 10%), com exceção de algumas áreas a Leste e a Sul desse setor.



Figura 79. Colinas amplas suavemente onduladas ao fundo.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2011.

Os interflúvios são amplos e as planícies aluviais com fundo chato (280 a 340 metros) são extensas com solos hidromórficos. A vegetação do tipo taboa (Figura 80) encontra-se nas áreas de várzeas e nos alvéolos, devido ao afloramento do aquífero freático suspenso. Nunes (2007, p. 29) afirma que:

Geralmente, estes aquíferos freáticos são chamados de suspensos, devido à sua pouca profundidade. Este processo ocorre porque a água, ao se infiltrar no subsolo, quando encontra camadas impermeáveis de sedimentos siltico-argilosos da Formação Adamantina – unidade Ka<sub>IV</sub>, acaba sendo confinada.



Figura 80. A vegetação do tipo taboa nas áreas de várzeas e nos alvéolos devido ao afloramento do aquífero freático suspenso.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2011.

Os solos são, em sua maioria, rasos a desenvolvidos nas vertentes e desenvolvidos nos topos, cujo afloramento dos arenitos é raro, apontando baixa concentração de carbonato de cálcio. Tais atributos favorecem o uso da terra pelo cultivo de cana de açúcar (Figura 81), ocupando inclusive antigas nascentes, até o limite norte do município, delimitado pelo rio do Peixe.



Figura 81. Ao fundo, cultivo de cana de açúcar. Na frente, área tombada para sua plantação.  
Fonte: Fushimi (2009).

De acordo com o projeto Canasat, que tem por objetivo identificar e mapear a cultura da cana de açúcar por meio de imagens de satélite de observação da Terra, no ano de 2011, 14,3% da área total do município de Presidente Prudente-SP foi destinada à plantação desse produto agrícola.

Diante da inter-relação dos principais aspectos ambientais do Setor 3, a intensidade da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares é, de maneira geral, média a alta, cujo meio morfodinâmico é intergrade, isto é, circunstância transitória dos meios estáveis para os instáveis.

▪ *Ponto 3*

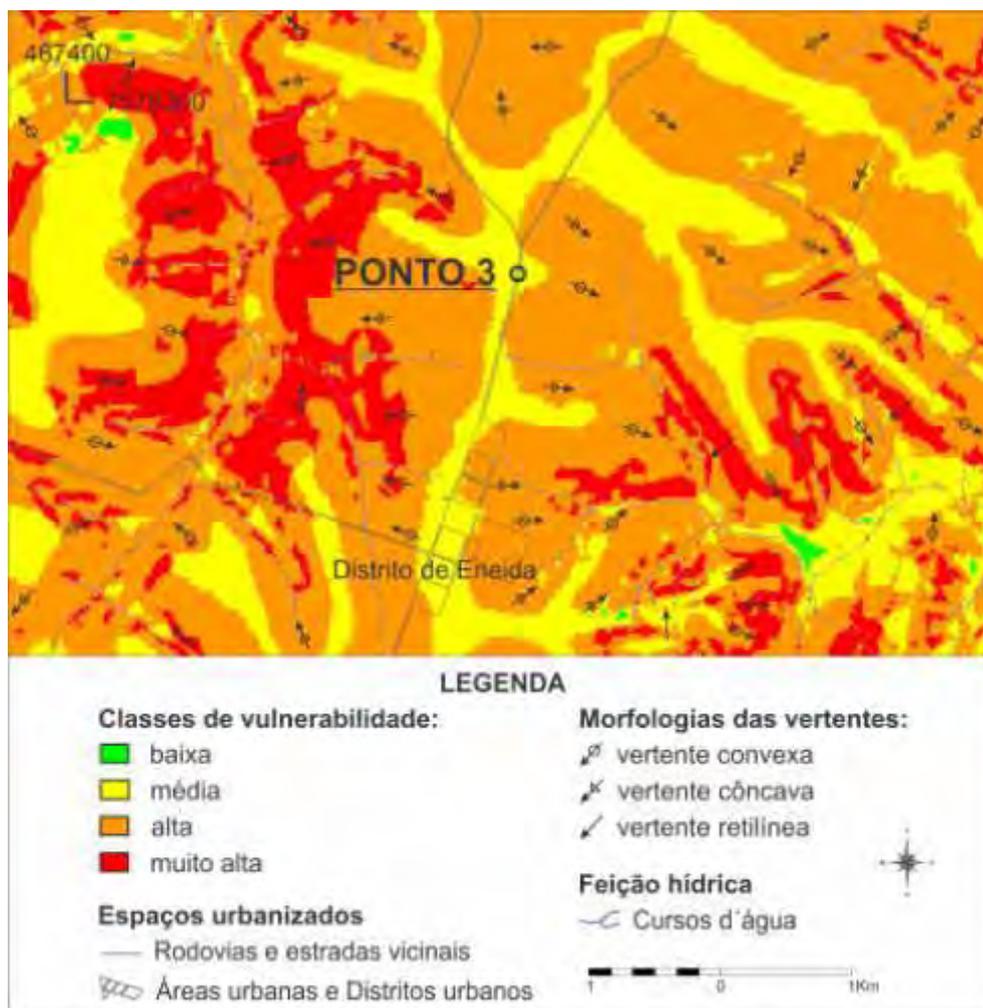


Figura 82. Localização do Ponto 3 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

O Ponto 3 está posicionado nas proximidades do Distrito de Eneida e do perfil topográfico EF. É representado por declividades entre menor que 5 a 10% e solos desenvolvidos no compartimento do topo. Apesar da presença de solo exposto, o desenvolvimento de manifestações erosivas lineares não é elevado (média vulnerabilidade ambiental), uma vez que foram implantadas obras de terraceamento e tal uso da terra é momentâneo, sendo posteriormente utilizada para o plantio de cana de açúcar (Figura 83).



Figura 83. Solo exposto com terraceamento. Plantio de cana de açúcar ao fundo.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

▪ *Ponto 4*

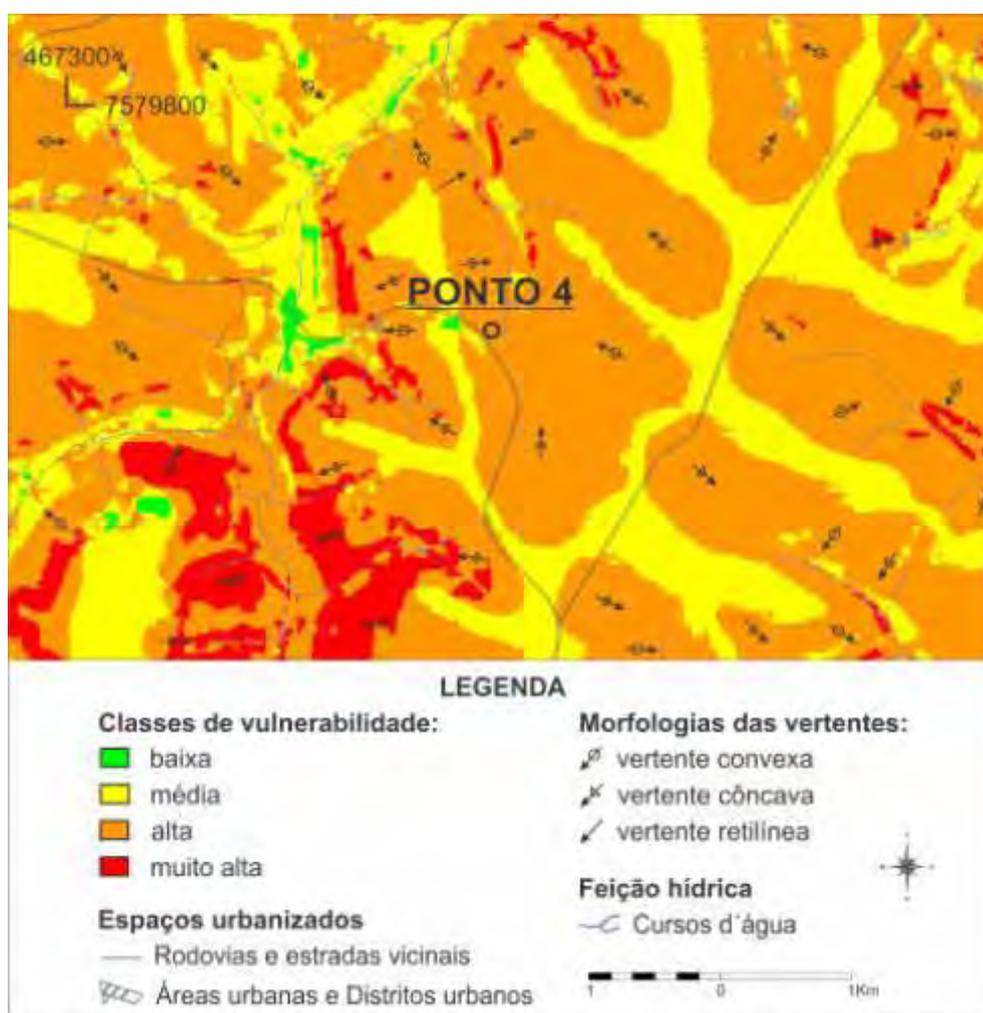


Figura 84. Localização do Ponto 4 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

Mantendo como referência o Distrito de Eneida e o perfil topográfico EF, a paisagem do Ponto 4 é descrita por colinas onduladas, afloramento dos arenitos em alguns setores de topos estreitos, solos rasos a desenvolvidos nas vertentes côncavas, com declividades entre 5 a 15% e fundos de vales em berço com solos hidromórficos. Relacionados ao uso da terra pela pastagem, são identificados processos de voçorocamento (alta vulnerabilidade ambiental) na média-baixa vertente (Figura 85).



Figura 85. Processos de voçorocamento na média-baixa vertente.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

▪ Ponto 5

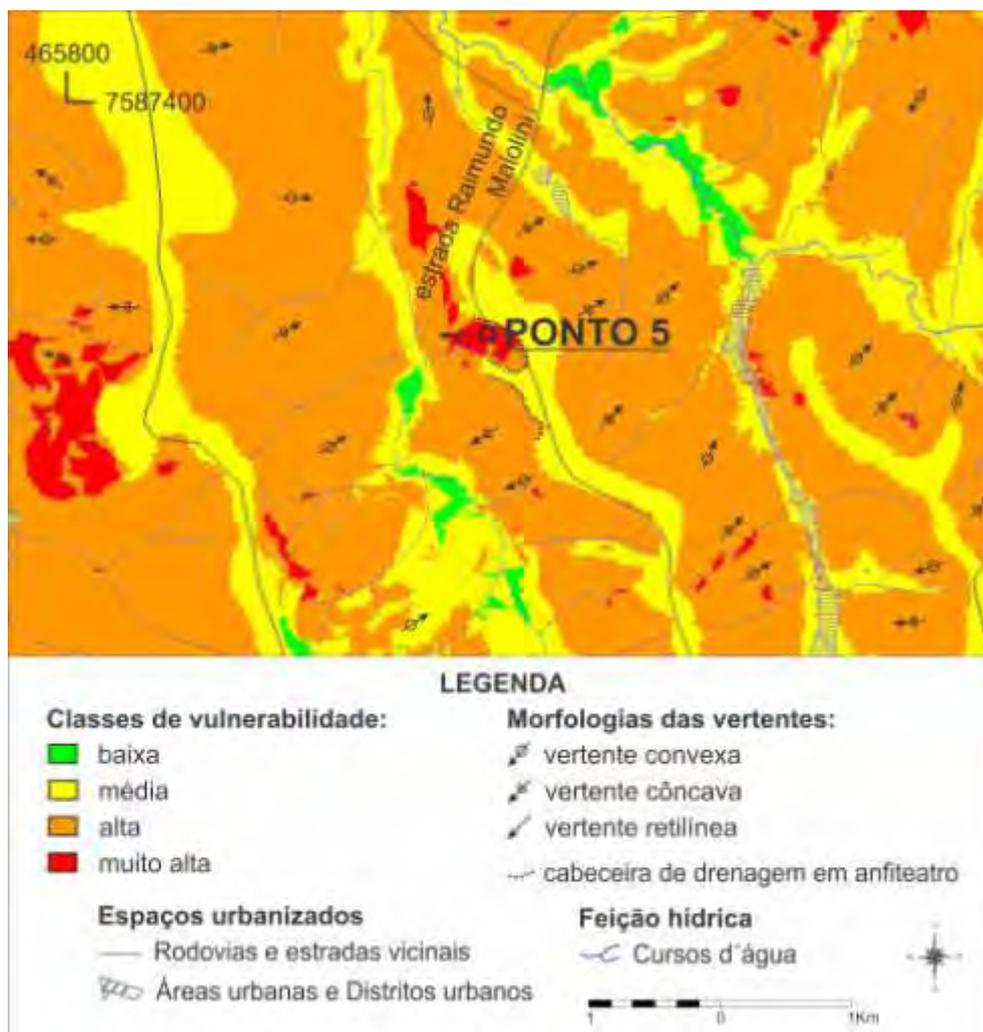


Figura 86. Localização do Ponto 5 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

O Ponto 5 encontra-se em direção ao Distrito de Ameliópolis e do perfil topográfico GH, à margem da estrada Raimundo Maiolini. As cabeceiras de drenagem em anfiteatro estão nas vertentes côncavas, cujo formato favorece a convergência do escoamento das águas pluviais, intensificado pelas declividades acentuadas da área (15 a acima de 20%). A cobertura vegetal de porte (mata) é escassa, substituída pela gramínea para fins de pastagem. Sob tais circunstâncias, tem-se o desenvolvimento de sulcos, configurando-se em um meio morfodinâmico fortemente instável e muito vulnerável aos processos erosivos (Figura 87).



Figura 87. Direção do fluxo das águas pluviais nas cabeceiras de drenagem em anfiteatro.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

▪ *Ponto 6*

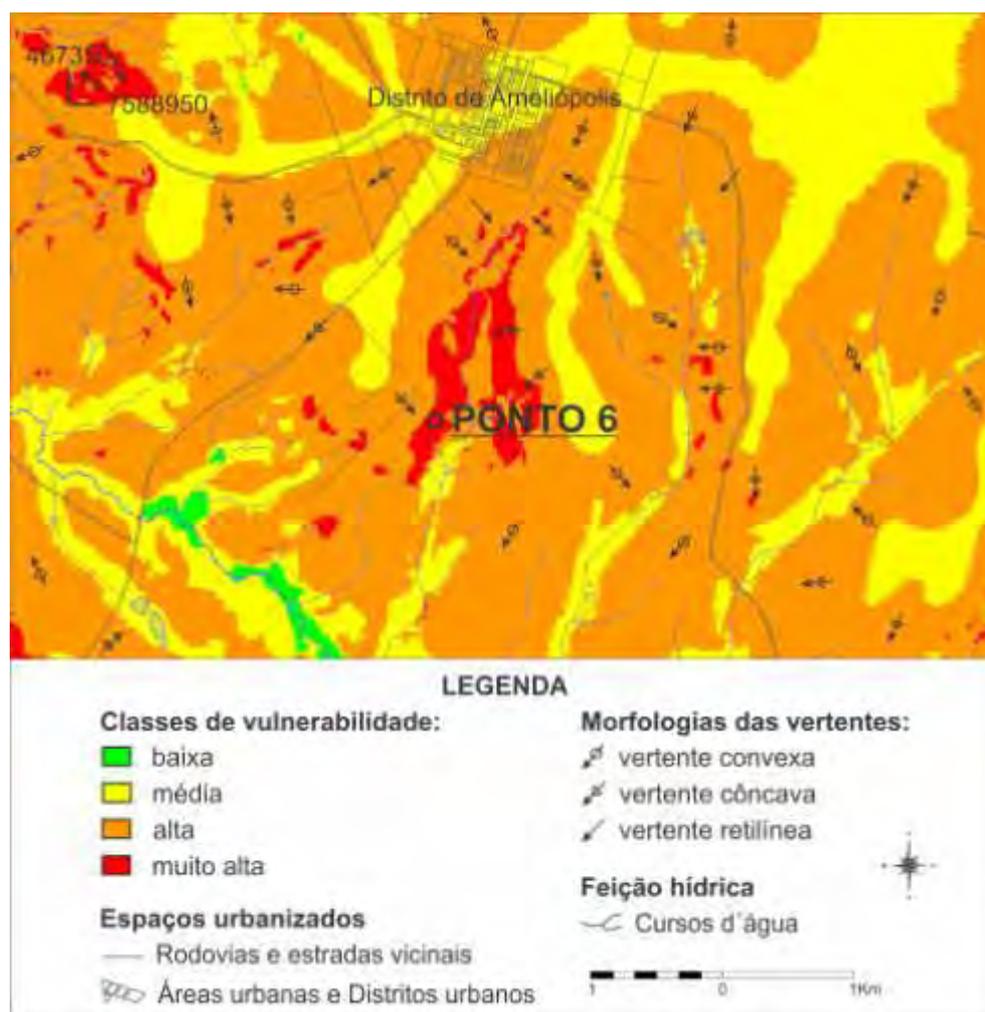


Figura 88. Localização do Ponto 6 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

No Ponto 6, ao Sul do Distrito de Ameliópolis e do perfil topográfico GH, as vertentes são íngremes (15 a acima de 20%), com solos rasos e os fundos de vales encaixados sem mata ciliar. O uso intensivo da terra pela pastagem acelera as feições erosivas lineares, além do pisoteio do gado romper os terraços artificiais (terraceamento). Desse modo, o meio morfodinâmico apresenta-se fortemente instável e a paisagem degradada, com sulcos e ravinas em avançado estado de erosão zoógena (muito alta vulnerabilidade ambiental) (Figura 89).



Figura 89. Paisagem degradada com a presença de sulcos e ravinas intensificados pela erosão zoógena.

Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

▪ *Ponto 7*

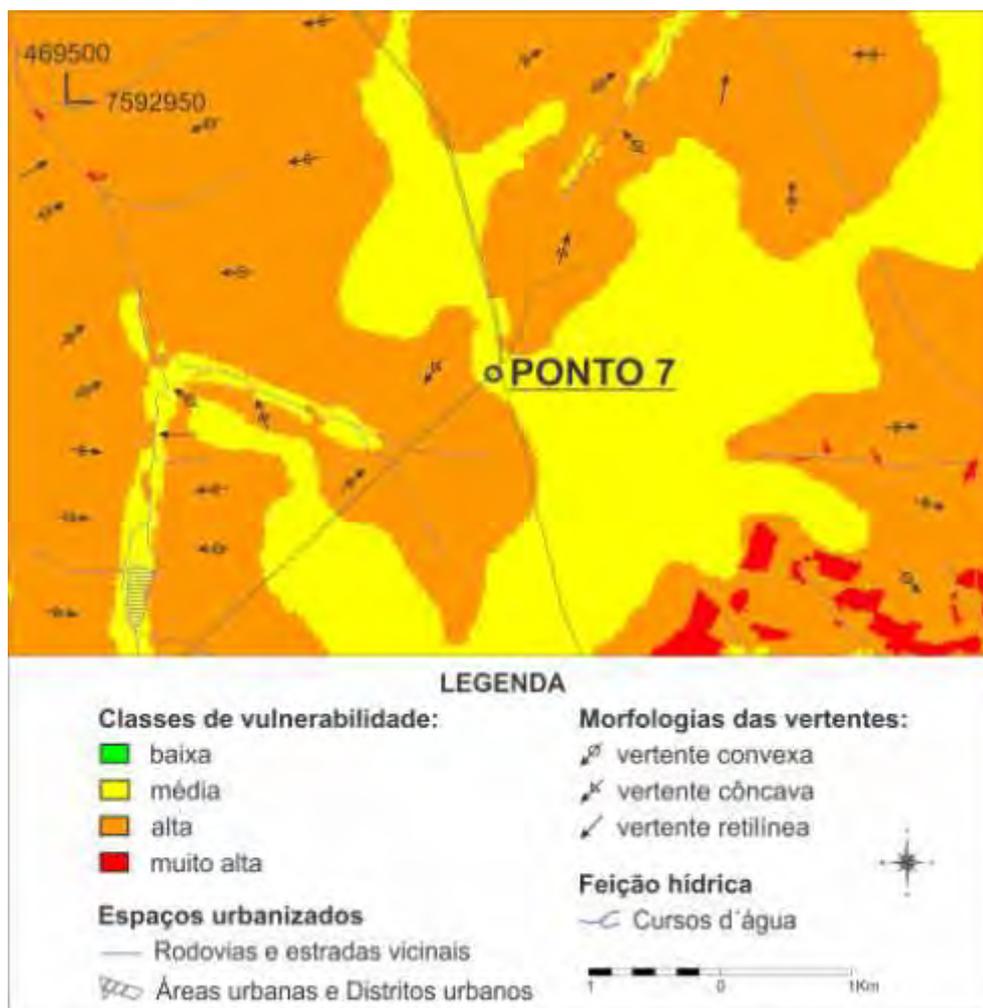


Figura 90. Localização do Ponto 7 no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.  
Elaboração: Melina Fushimi.

O Ponto 7 localiza-se no extremo Norte do município de Presidente Prudente-SP, entre o Distrito de Ameliópolis, o perfil topográfico GH e o rio do Peixe. Os topos são amplos, praticamente planos, com declividades inferiores a 5% (Figura 91). Um aspecto que deve ser levado em consideração quanto à média vulnerabilidade ambiental da área é a presença de solos desenvolvidos com textura arenosa (Figura 92). Em contrapartida, o predomínio da atividade canavieira neste setor atua como estabilizadora dos processos erosivos lineares, devido à implantação de obras de manejo e conservação dos solos (terraceamento).



Figura 91. Topos amplos e atividade canavieira ao fundo.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.



Figura 92. Solos desenvolvidos com textura arenosa.  
Foto: Da autora, trabalho de campo, 2012.

Com o intuito de complementar a compreensão da morfodinâmica da paisagem das áreas rurais de Presidente Prudente-SP, as características ambientais (geomorfologia, clinografia, hipsometria, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal) da área de pesquisa foram sistematizadas e integradas em um quadro síntese de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares (Quadro 6).

CLASSES DE VULNERABILIDADE	COMPARTIMENTOS DE RELEVO	TIPOLOGIA DA FORMAÇÃO DO RELEVO	LITOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	CLASSES DE SOLOS	USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL	MORFODINÂMICA PREDOMINANTE
<b>Baixa</b> (1% da área total) 	Planícies aluviais e alvéolos (280 a 340 metros)	Fundos de vales com declividades inferiores a 5%	Afloramento dos arenitos da Formação Adamantina e Formações aluviais quaternárias com afloramento do aquífero freático	Solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mata</li> <li>• Lançamento de esgoto</li> <li>• Assoreamento dos cursos d'água</li> <li>• Porto de areia</li> </ul>	Domínio espacial de condições morfodinâmicas estáveis, principalmente pela presença de matas ciliares
<b>Média</b> (28% da área total) 	Topos suavemente ondulados das colinas convexizadas (400 a 480 metros)	Topos convexos com declividades entre 5 a 10%	Afloramento dos arenitos da Formação Adamantina, manto de intemperismo ou regolítico e aquífero freático não aflorante	Solos desenvolvidos (associação Latossolos Vermelhos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas urbanizadas (distritos de Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis)</li> <li>• Estrada Raiumundo Maiolini</li> <li>• Estradas vicinais</li> <li>• Cultivo de cana de açúcar</li> </ul>	Domínio espacial de condições morfodinâmicas intergradadas - solos com textura arenosa
<b>Alta</b> (66% da área total) 	Domínio das vertentes côncavas (340 a 400 metros)	Vertentes côncavas com declividades entre 10 a 20%	Afloramento dos arenitos da Formação Adamantina e manto de intemperismo com áreas de surgência do aquífero freático	Solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos)	Solo exposto com terraceamento (para posterior plantio de cana de açúcar)	Domínio espacial de condições morfodinâmicas intergradadas
<b>Muito alta</b> (5% da área total) 	Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas (340 a 400 metros)	Vertentes côncavas com declividades acima de 20% e vertentes convexas e retilíneas com declividades entre 10 a acima de 20%	Afloramento dos arenitos da Formação Adamantina e manto de intemperismo com áreas de surgência do aquífero freático	Solos rasos (associação Neossolos Regolíticos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastagem e graminea</li> </ul>	Domínio espacial de condições morfodinâmicas instáveis, principalmente nas médias-baixas vertentes (intensificado pela erosão zoógena)

Quadro 6. Síntese integrada da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.

Elaboração: Melina Fushimi.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Com base na inter-relação dos elementos ambientais que compõem a paisagem (geomorfologia, clinografia, classes de solos, hipsometria, uso da terra e cobertura vegetal), o presente trabalho objetivou compreender a morfodinâmica da paisagem das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP mediante a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas).

A classe de baixa vulnerabilidade, representada por apenas 1% da área total, está elencada com a presença de matas ciliares e residuais de encostas, influenciando na estabilidade do meio morfodinâmico. Dessa forma, localiza-se nos fundos de vales e em alguns pontos das baixas vertentes.

Os fundos de vales, sendo eles com fundo chato ou entalhado (em V), estão altimetricamente entre 280 a 340 metros, com declives inferiores a 5%. Nos fundos de vales em berço têm-se planícies aluviais, com a vegetação do tipo taboa e alvéolos muitos degradados pela ação antrópica, solos hidromórficos (associação Planossolos e Gleissolos) e depósitos tecnogênicos. A maioria dos cursos d'água encontra-se assoreado, como o ribeirão do Mandaguari, fenômeno potencializado pela retirada das matas ciliares.

A classe de média vulnerabilidade corresponde a 28% da área total, cujo meio morfodinâmico é integrade. Está relacionada principalmente aos solos com textura arenosa (solos desenvolvidos – associação Latossolos Vermelhos), os quais são especialmente vulneráveis à erosão. Tais atributos estão situados no compartimento do topo.

Nos topos suavemente ondulados das colinas convexizadas, as altitudes variam entre 400 a 480 metros, com declividades médias de 0 a 10% (nos topos mais amplos e praticamente planos, nas proximidades do Distrito de Ameliópolis, as declividades são mais suaves, inferiores a 5%). Os reduzidos terrenos impermeabilizados pela construção de residências estão dispostos nesse setor do relevo, nos Distritos urbanos de Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis.

A classe de alta vulnerabilidade (meio morfodinâmico integrade) predomina em relação às demais (baixa, média e muito alta), com 66% da área total do município. Está espacializada nas vertentes com formato côncavo (340 a 400

metros), especificamente nas médias-baixas vertentes com declividades aproximadas entre 10 a 20% e solos rasos a desenvolvidos (associação Argissolos Vermelhos). É importante ressaltar que a existência do uso da terra por solo exposto nessas áreas não condiciona diretamente os processos erosivos lineares, pois se observou em trabalhos de campo que foram implantadas obras de terraceamento e são cenários temporários para posterior plantio de cana de açúcar.

Os meios morfodinâmicos fortemente instáveis e de muito alta vulnerabilidade (5% da área total) são caracterizados por paisagens degradadas, sobretudo nas vertentes íngremes, com declividades acentuadas acima de 20%. A maior parte da cobertura vegetal original (mata) foi removida e, atualmente, tem-se o predomínio de gramínea (*braquiária*), onde o uso da terra é intensivo pela pastagem. Nesse sentido, os focos erosivos são intensificados pela erosão zoógena através do pisoteio do gado, compactando o solo, com consequente diminuição da infiltração e aceleração do escoamento superficial.

O domínio das vertentes possui morfologias côncava, convexa e retilínea, altitudes entre 340 a 400 metros e solos rasos (associação Neossolos Regolíticos), com o afloramento dos arenitos flúvio-lacustres da Formação Adamantina. As cabeceiras de drenagem em formato de anfiteatro estão nas vertentes côncavas, cuja feição favorece a convergência do escoamento das águas pluviais.

Assim, na morfodinâmica da paisagem é possível compreender as relações entre os compartimentos de relevo, suas feições geomorfológicas, planos de declividades, caracterização das classes de solos e cobertura vegetal com o uso do espaço geográfico (relação sociedade-natureza). Na área de pesquisa, essa materialização é observável por meio do surgimento de manifestações erosivas lineares (sulcos, ravinas e voçorocas), decorrentes de ações agrícolas sem planejamento ambiental adequado.

É válido mencionar as possibilidades de aplicações do mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP, o qual poderá ser utilizado como ferramenta pelo poder público e pesquisadores, a fim de orientar propostas de recuperação nas áreas indicadas como alta e muito alta vulnerabilidade e envolver métodos experimentais, como técnicas de monitoramento e controle. Além disso, nas classes de baixa e média vulnerabilidade poderão ser desenvolvidas medidas preventivas e práticas conservacionistas, como o reflorestamento das matas ciliares e de encostas, com o

emprego de técnicas de manejo apropriadas, evitando impactos ambientais posteriores.

Por fim, a escala base de análise adotada nesta pesquisa (1:25.000), tendo como referência o mapa geomorfológico, mostrou-se adequada e eficiente, pois permitiu a visualização das informações contidas nos mapas e esquemas ilustrativos, facilitando a compreensão da morfodinâmica da paisagem da área de estudo.

## REFERÊNCIAS

---

ABRAMOVAY, M.; CASTRO, M. G.; PINHEIRO, L. de C.; LIMA, F. de S.; MARTINELLI, C. da C. **Juventude, violência e vulnerabilidade social na América Latina: desafios para políticas públicas**. Brasília: UNESCO, BID, 2002. 192 p.

ABREU, D. S. **Formação histórica de uma cidade pioneira paulista: Presidente Prudente**. Presidente Prudente: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1972. 339 p.

AB'SABER A. N. Os baixos chapadões do Oeste Paulista. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 17, p. 1-8, 1969.

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. In: Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, 2006, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.fase.org.br/projetos/clientes/noar/noar/UserFiles/17/File/VulnerabilidadeAmbProcRelAcselrad.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2011.

ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, 1964.

ALMEIDA, M. A. de; STEIN, D. P.; MELO, M. S. de; BISTRICHI, C. A.; PONÇANO, W. L.; HASUI, Y.; ALMEIDA F. F. M. de. 1980b. Geologia do oeste paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31. Camboriú, 1980. **Anais...** Camboriú, SBG. v. 5, p. 2799-2812.

AUBERT, G.; BOULAIN, J. **La Pédologie**. Paris: Presses Universitaires de France, 1967.

BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. **The land use database: a knowledge-based software program for structured storage and retrieval of user-defined land use data sets: user's reference manual**. Version 1.04 for MS-DOS. [S.l.]: ITC: FAO: UNEP: WAU, 1996. Disponível em: <<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Luse/Manual/chap2.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. 264 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. 634 p. (SNPA, Boletim 12).

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; MITSUO II, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, New York, v. 20, n. 3, p. 395-403, may./jun. 1996.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 146 p.

Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960 (Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 12).

COOPERATIVA DE SERVIÇOS, PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (CPTI). **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da UGRHI - 22 Pontal do Paranapanema**: Relatório Zero. São Paulo: CPTI, 1999. CD-ROM.

CUNHA, C. M. L. da. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

**DICIONÁRIO AURÉLIO BÁSICO DA LÍNGUA PORTUGUESA**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S/A, 1988.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. II. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Serviço de Produção de Informação (SPI), 1999.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Formas de Controle da Erosão Linear**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

ERHART, H. **La theorie bio-rexistesique et les problemes biogeographiques et paleobiologiques**. Soc. Biogeogr., France, CNR (288): 43-53, 1956.

FILGUEIRA, C. H. **Estructura de oportunidades y vulnerabilidad social: aproximaciones conceptuales recientes**. In: CEPAL, Seminario Vulnerabilidad, 2001, Santiago de Chile.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANCISCO, A. B. **O processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia-SP: sua dinâmica e as propostas de recuperação**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu: FEPAF, 2006. 271 p.

FREIRE, R. **Mapeamento Geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente, 2006. Relatório de Pesquisa Fapesp.

FUSHIMI, M. **Mapeamento Geomorfológico do município de Presidente Prudente – SP**. 2009. 77 p. Monografia (Bacharel em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

GODOY, M. C. T. F. de. **Mapeamento Geotécnico Preliminar da Região Urbana de Presidente Prudente-SP**. 1989. 108 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GODOY, M. C. T. F. de. **Estudo hidrogeológico das zonas não saturada e saturada da Formação Adamantina, em Presidente Prudente, Estado de São Paulo**. 1999. 156 p. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

**GOOGLE EARTH**. Acesso em: 17 jan. 2012.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN)**: simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. 2003. 222 p. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

GROOT, R. S. **Evaluation of environmental functions as a tool in planning management and decision making**. Ph.D. (Thesis), Part B. Agricultural University. Netherlands: Waneningen, 1994.

GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 17-55.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 652 p.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225-256.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981 (Publicação IPT 1184).

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 (Publicação IPT 1183).

JAHN, A. **Denudational balance of slope**. Geogr. Polonica, 1968.

LEMOS, R. C. de. SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

MACHADO, F. B. **Geologia e aspectos petrológicos das rochas intrusivas e efusivas mesozóicas de parte da borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo**. 2005. 139 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 301-322.

MORAES JÚNIOR, H. **Ameliópolis: as perspectivas de uma comunidade no espaço geográfico de Presidente Prudente**. 1999. 114 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell Soil Color Charts**. Baltimore, 2000.

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-SP**. 2002. 209 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

NUNES, J. O. R. **Mapeamento Geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente, 2007. Relatório de Pesquisa Fapesp.

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

NUNES, J. O. R.; FUSHIMI, M.; Mapeamento geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Ibero-Americano de Geomorfologia e I Encontro Ibero-Americano do Quaternário, 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2010.

NUNES, J. O. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G.; AMORIM, M. C. de C. T.; PERUSI, M. C. A influência dos métodos científicos na Geografia Física. **Terra Livre**, Presidente Prudente, v. 2, n. 27, p. 119-130, jul./dez. 2006.

OLIVEIRA, J. B. de. **Solos do Estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 112 p.

OLIVEIRA, M. A. T. de. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57-99.

PEDRO, L. C. **Ambiente e Apropriação dos Compartimentos Geomorfológicos do Conjunto Habitacional Jardim Humberto Salvador e do Condomínio Fechado Damha-Presidente Prudente-SP**. 2008. 147 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

PELOGGIA, A. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998.

PEREZ, I. U. **Mapeamento Geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente, 2006. Relatório de Pesquisa Fapesp.

**PROJETO CANASAT**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

QUINTAS, M. C. L.; MANTOVANI, M. S. M.; ZALÁN, P. V. Contribuição ao estudo da evolução mecânica da Bacia do Paraná. **Rev. Brasileira de Geociências**, Curitiba (Universidade Federal do Paraná), v. 29, n. 2, p. 217-226, jun. 1999.

ROCHA, G. C. **Riscos ambientais**: análise e mapeamento em Minas Gerais. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2005. 126 p.

ROMERO, A. F. **Mapa de vulnerabilidade ambiental ao óleo e cartas SAO**. **Trecho**: Praia Grande-Ilha Comprida, Litoral Paulista. 2009. 118 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 85 p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Rev. do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Rev. do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, 1997.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, North-Holland, v. 48, p. 9-26, 1990.

SANTOS, B. C. dos. **Planejamento Ambiental do Distrito de Ameliópolis – Presidente Prudente - SP**. 2011. 88 p. Monografia (Bacharel em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SANTOS, R. F. dos; CALDEYRO, V. S. Paisagens Condicionantes e Mudanças. In: SANTOS, R. F. dos (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007. p. 13-21.

SILVA, A. M. da.; RANZINI, M.; GUANDIQUE, M. E. G.; ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de. Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha – SP. **Rev. Geociências**, São Paulo (Universidade Estadual Paulista), v. 24, n. 1, p. 43-53, 2005.

SILVA, A. V. da. Vulnerabilidade social e suas consequências: o contexto educacional da juventude na região metropolitana de Natal. In: 13º Encontro de Ciências Sociais do Norte Nordeste, 2007, Maceió. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cchla.ufrn.br/rmnatal/artigo/artigo16.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

SILVA, G. H.; ARAUJO, S. I. **Gerenciamento de derrames de petróleo: sensibilidade ambiental x suscetibilidade ambiental x vulnerabilidade ambiental**. In: II ENCOGERCO, nov. 1994, Salvador.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. United States: Department of Agriculture, 1951 (Handbook 18).

SPOSITO, E. S. **Produção e apropriação da renda fundiária urbana em Presidente Prudente**. 1990. 230 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SPOSITO, M. E. B. **O Chão em Presidente Prudente: a lógica da expansão territorial urbana**. 1983. 230 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SUDO, H. **Bacia do Alto Santo Anastácio**. 1980. 229 p. Tese (Doutorado em Geografia Física com ênfase em Geomorfologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. **Rev. Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, n. 93, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Terra: feições ilustradas**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. 264 p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física. **Rev. Terra Livre**, São Paulo, n. 17, p. 11-27, 2001.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1.222 p.

TAGLIANI, C. R. A. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações**. Galeria de artigos acadêmicos. Disponível em: <[www.fatorgis.com.br](http://www.fatorgis.com.br)>. Acesso em: 11 jan. 2011. 8 p.

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

TRICART, J. **Mise en point: l'évolution des versants**. L'information géographique, (21), 1957. p. 108-115.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson & Cie, 1965.

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

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. de. O risco, os riscos. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p. 23-46.

VIGNOLI, J. R. **Vulnerabilidad y grupos vulnerables: un marco de referencia conceptual mirando a los jóvenes**. In: CEPAL, Seminario Vulnerabilidad, 2001, Santiago de Chile. (Serie Población y Desarrollo, nº 17).

VOLL, E. **Carta de Vulnerabilidade Natural da Região do Bico do Papagaio-TO**. 2001. 20 p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2001.

WEILL, M. de A. M.; NETO, A. G. P. Erosão e Assoreamento. In: SANTOS, R. F. dos. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007. p. 39-58.

## ANEXO

ANEXO A. Programação para elaborar o mapa de vulnerabilidade ambiental dos processos erosivos lineares do município de Presidente Prudente-SP.

```

{
// Pesos a ser aplicados
// USO_DA_TERRA = 0.290
// CLINOGRAFIA = 0.290
// ESBOÇO_SOLOS = 0.129
// GEOMORFOLOGIA = 0.290

// Razao de consistência
// CR = 0.143

// Programa em LEGAL
// Este programa deve ser completado
// pelo usuario para incluir os dados
// apresentados entre os sinais de <>

// Definicao dos dados de entrada

Tematico var1 (<"USO_DA_TERRA">);
Tematico var2 (<"CLINOGRAFIA">);
Tematico var3 (<"ESBOÇO_SOLOS">);
Tematico var4 (<"GEOMORFOLOGIA">);

Tabela tab1 (Ponderacao);
tab1 = Novo (CategoriaIni = "USO_DA_TERRA" ,
            "areas_urbanizadas":0.4,
            "pastagem_graminea":0.9,
            "mata":0.0,
            "cana_açúcar":0.25,
            "solo_exposto":0.5);

Tabela tab2 (Ponderacao);
tab2 = Novo (CategoriaIni = "CLINOGRAFIA" ,
            "<5":0.25,
            "5-10":0.5,
            "10-15":0.65,
            "15-20":0.75,
            ">20":0.9);

Tabela tab3 (Ponderacao);
tab3 = Novo (CategoriaIni = "ESBOÇO_SOLOS" ,
            "solos_desenvolvidos":0.5,
            "solos_rasos-desenvolvidos":0.6,
            "solos_rasos":0.8,
            "solos_hidromorficos":0.2,
            "areas_urbanizadas":0.4);

Tabela tab4 (Ponderacao);
tab4 = Novo (CategoriaIni = "GEOMORFOLOGIA" ,
            "topos":0.25,
            "vertentes":0.8,
            "fundos_vales":0.1);

// Definicao do dado de saída
Numerico var5 (<"vulnerabilidade_MNT">);

// Recuperacao dos dados de entrada
var1 = Recupere (Nome="mapa_uso_terra_cobertura_vegetal");
var2 = Recupere (Nome="mapa_clinográfico");
var3 = Recupere (Nome="mapa_esboço_solos");
var4 = Recupere (Nome="mapa_geomorfológico");

// Criacao do dado de saída
var5 = Novo (Nome="vuln_MNT", ResX=10, ResY=10, Escala=25000,
            Min=0, Max=1);

// Geracao da media ponderada
var5 = 0.290*(Pondere(var1, tab1)) + 0.290*(Pondere(var2, tab2))+ 0.129*(Pondere(var3, tab3))+ 0.290*(Pondere(var4, tab4));
}

```