

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS ASSOCIADO
À EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE
SOLO NO PLANEJAMENTO DO
ECOTURISMO NO MUNICÍPIO DE SANTO
ANTÔNIO DO PINHAL - SP**

*Eng. Agro. David Luciano Rosalen MSc.
Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Lorandi*

*Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia e
Recursos Naturais do Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde da
Universidade Federal de São Carlos
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutor em
Ciências, área de concentração em
Ecologia e Recursos Naturais.*

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFscar**

R788us	<p>Rosalen, David Luciano. Utilização de um sistema de informações geográficas associado à equação universal de perda de solo no planejamento do ecoturismo no município de Santo Antônio do Pinhal - SP / David Luciano Rosalen . -- São Carlos: UFSCar, 2002. 292 p.</p> <p>Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2002.</p> <p>1. Ecologia urbana. 2. Equação universal de perda de solo. 3. Ecoturismo. 4. Sistema de Informação Geográfica. I. Título.</p> <p>CDD: 574.5268 (20ª)</p>
--------	---

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Lorandi

*À Flávia, minha companheira e
ao meu filho(a) que está a caminho...*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Reinaldo Lorandi, pela amizade e orientação durante à elaboração deste trabalho.

Ao Agente de Turismo Benedito Mariano dos Santos, da Mariano Turismo Ltda., pelo inestimável auxílio na seleção dos trajetos turísticos aqui analisadas.

Ao técnico Sidnei Muzzetti, do Laboratório de Mecânica do Solos da UFSCar, pelo apoio na realização e interpretação dos ensaios de solos.

Ao amigo Waldir José Gaspar pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. Dr. Homero Fonseca Filho pela disposição em colaborar na elaboração deste trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo auxílio financeiro concedido.

À todos os colegas, professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar, pela amizade e colaboração.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XIV
LISTA DE EQUAÇÕES	XVI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XVII
LISTA DE SÍMBOLOS	XX
RESUMO	XXI
ABSTRACT	XXII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO E SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. <i>Geral</i>	3
1.2.2. <i>Específicos</i>	3
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	4
2. ECOTURISMO	5
2.1. INTRODUÇÃO: 2002 - ANO INTERNACIONAL DO ECOTURISMO.....	5
2.2. ECOTURISMO: CONCEITUAÇÃO.....	7
2.3. ECOTURISMO NA ATUALIDADE	13
2.4. ECOTURISMO NO BRASIL.....	19
2.5. TRILHAS ECOTURÍSTICAS.....	22
3. EROSÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS	24
3.1. DEFINIÇÃO, PROCESSOS, AGENTES E FATORES EROSIVOS.....	24
3.2. EROSÃO HÍDRICA.....	25
3.3. O USO DA TERRA E A EROSÃO	27
3.4. CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS	29
4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	37
4.1. HISTÓRICO E CONCEITOS	37
4.2. REPRESENTAÇÃO RASTER VERSUS VECTOR	40
4.3. EXEMPLOS DE SIGs EXISTENTES NO MERCADO	45
4.4. ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DE UM SIG	47
4.5. APLICAÇÕES DE UM SIG	48
5. MODELAGEM DE PROCESSOS EROSIVOS.....	51
5.1. INTRODUÇÃO	51
5.2. A EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO	53
5.2.1. <i>Fator Erosividade</i>	55
5.2.2. <i>Fator Erodibilidade</i>	57

5.2.3.	Fator Topográfico	60
5.2.4.	Fator Uso e Manejo do Solo	61
5.2.5.	Fator Prática Conservacionista	64
5.3.	TOLERÂNCIA DE PERDA DE SOLO.....	65
5.4.	GERAÇÃO DE CARTAS DE PROCESSOS EROSIVOS LAMINARES ATRAVÉS DA EUPS	67
6.	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
6.1.	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	76
6.1.1.	Localização	76
6.1.2.	Clima	78
6.1.3.	Vegetação Natural.....	78
6.1.4.	Hidrografia.....	78
6.1.5.	Geologia.....	79
6.1.6.	Geomorfologia	79
6.1.7.	Pedologia	80
6.1.8.	Uso e Ocupação da Terra	80
6.2.	METODOLOGIA DO TRABALHO.....	81
6.2.1.	Seleção e Avaliação do Sistema de Informações Geográficas	83
6.2.2.	Banco de Dados Externo	84
6.2.3.	Levantamento das Cartas Existentes	84
6.2.4.	Numerização e Montagem do Mosaico das Cartas Analógicas.....	85
6.2.5.	Vetorização das Cartas Analógicas	85
6.2.6.	Levantamento de Campo	86
6.2.7.	Amostragem de Solos	87
6.2.8.	Elaboração das Cartas Hidrográfica e Topográfica e Delimitação das Microbacias	87
6.2.9.	Elaboração das Cartas Temáticas, Carta de Divisão Política e Carta Viária	88
6.2.10.	Cruzamento das Informações	88
6.2.11.	Fracionamento da Área de Estudo.....	88
6.2.12.	Criação do Modelo Digital de Terreno	89
6.2.13.	Elaboração das Cartas de Declividade	89
6.2.14.	Elaboração das Cartas de Áreas de Preservação Permanentes (APP)	91
6.2.15.	Aplicação da EUPS e Elaboração da Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar	91
6.2.16.	APPs x Áreas de Perda de Solo	97
6.2.17.	APPs x Vias Ecoturísticas	98
6.2.18.	Áreas de Perda de Solo x Vias Ecoturísticas	98
6.2.19.	Elaboração dos Perfis Topográficos das Vias Ecoturísticas	98
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
7.1.	PRODUTOS CARTOGRÁFICOS.....	101
7.1.1.	Carta Hidrográfica	101
7.1.2.	Carta Política	105
7.1.3.	Carta Topográfica.....	108
7.1.4.	Carta Geológica.....	109
7.1.5.	Carta Geomorfológica.....	112
7.1.6.	Carta Pedológica	115
7.1.7.	Carta Viária	118
7.2.	COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLOS	148
7.3.	CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES.....	150
7.3.1.	Vias + Divisão Política	150
7.3.2.	Vias + Geologia.....	151
7.3.3.	Vias + Geomorfologia.....	152
7.3.4.	Vias + Pedologia	153
7.3.5.	Vias + Textura Solos + Textura dos Pontos de Amostragem	154
7.3.6.	Síntese dos Resultados- Cruzamento das Informações.....	156

7.4.	ANÁLISE DAS MICROBACIAS	161
7.4.1.	<i>Microbacia 1.....</i>	162
7.4.2.	<i>Microbacia 2.....</i>	173
7.4.3.	<i>Microbacia 3.....</i>	181
7.4.4.	<i>Microbacia 4.....</i>	187
7.4.5.	<i>Microbacia 5.....</i>	197
7.4.6.	<i>Microbacia 6.....</i>	212
7.4.7.	<i>Perfis Topográficos das Vias Ecoturísticas</i>	222
7.4.8.	<i>Síntese dos Resultados - Microbacias e Perfis.....</i>	255
8.	CONCLUSÕES	270
8.1.	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	270
8.1.1.	<i>Considerações Sobre o Pacote Computacional Adotado</i>	270
8.1.2.	<i>Considerações Sobre as Cartas Básicas Obtidas.....</i>	270
8.1.3.	<i>Considerações Sobre a Amostragem de Solos.....</i>	271
8.1.4.	<i>Considerações Sobre a Metodologia de Aplicação da EUPS</i>	272
8.1.5.	<i>Considerações Sobre as Cartas de Declividade das Microbacias da Área de Estudo.....</i>	272
8.1.6.	<i>Considerações Sobre as Áreas de Preservação Permanente e as Áreas de Perda de Solos dentro dos Limites Toleráveis.....</i>	272
8.1.7.	<i>Considerações Sobre os Perfis Topográficos</i>	272
8.1.8.	<i>Considerações Sobre as Vias Ecoturísticas.....</i>	273
8.1.9.	<i>Considerações Finais</i>	274
8.2.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	274
9.	ANEXO	276
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	277

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Processos erosivos laminares evoluindo para erosão em sulcos em área próxima a Trilha do Zig-Zag dentro da Área de Estudo.....	27
Figura 4-1: Representação matricial de uma imagem digital.....	41
Figura 4-2: Trecho da rede de triangulação irregular obtida em uma das microbacias da área de estudo.....	44
Figura 5-1: Fluxograma de elaboração de cartas de processos erosivos laminares através da EUPS... 68	
Figura 5-2: Fluxograma para obtenção do mapa de suscetibilidade e de potencial à erosão laminar, conforme metodologia do IPT.....	70
Figura 6-1: Localização geográfica de Santo Antônio do Pinhal.....	77
Figura 6-2: Feição típica da área de estudo.....	80
Figura 6-3: Fluxograma das principais etapas metodológicas.....	82
Figura 6-4: Fluxograma da aplicação da EUPS na área de estudo.....	92
Figura 7-1: Carta Hidrográfica e as respectivas microbacias que a compõem da AE.....	102
Figura 7-2: Carta Política da Área de Estudo.....	106
Figura 7-3: Carta Topográfica da Área de Estudo.....	108
Figura 7-4: Carta Geológica da Área de Estudo.....	109
Figura 7-5: Carta Geomorfológica da Área de Estudo.....	112
Figura 7-6: Carta Pedológica da Área de Estudo.....	115
Figura 7-7: Carta Viária da Área de Estudo.....	118
Figura 7-8: Estação Ferroviária Eugênio Lefèvre.....	119
Figura 7-9: Rotunda para manobra do vagão ferroviário.....	120
Figura 7-10: Mirante Nossa Senhora Auxiliadora.....	121
Figura 7-11: Cachoeira do Lageado (início do período de estiagem).....	123
Figura 7-12: Trecho inicial da Estrada da Fazenda Serrana.....	125
Figura 7-13: Final da Estrada da Fazenda Serrana.....	126
Figura 7-14: Proximidades do início do primeiro trecho da Trilha do Alto do Lageado, onde a antiga estrada de Campos do Jordão corta a via férrea.....	127
Figura 7-15: Vista cênica do primeiro trecho da Trilha do Alto Lageado.....	128
Figura 7-16: Vista da estrada de linha ferroviária turística que liga Santo Antônio do Pinhal e Campos do Jordão, a direita placa ilustrativa indicando: "Alto do Lageado – Ponto Culminante Ferroviário do Brasil, Altitude de 1743m".....	129
Figura 7-17: Segundo trecho da Trilha do Alto Lageado, onde observamos a passagem do trem turístico.....	130
Figura 7-18: Vista cênica da Estrada do Barreiro.....	131
Figura 7-19: Vista cênica da Estrada do Boa Vista.....	132
Figura 7-20: Trecho da Estrada do Morro Frio.....	133
Figura 7-21: Vista panorâmica do Alto do Pico Agudo.....	134
Figura 7-22: Rampa de salto para vôo livre localizada no topo do Pico Agudo.....	135
Figura 7-23: Vista panorâmica à partir do mirante situado no final da Trilha da Fazenda Lens.....	136
Figura 7-24: Vista da Trilha da Fazenda Renópolis com o Morro Renópolis ao fundo.....	137
Figura 7-25: Vista panorâmica do alto da Trilha da Fazenda Renópolis, à direita temos a presença de mais um "companheiro" extra de trabalho.....	138
Figura 7-26: Placa sinalizando o acesso a cachoeira na Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas.....	139
Figura 7-27: Vista do Cruzeiro localizado no ponto mais alto da Trilha da Cruzes.....	140
Figura 7-28: Perfil de solo na Trilha do Cambraia.....	142
Figura 7-29: Trecho da Trilha do Colotário.....	143
Figura 7-30: Trecho da Trilha do Tropeiro.....	144
Figura 7-31: Trecho inicial da Trilha do Zig-Zag.....	145
Figura 7-32: Pontos de Amostragem de Solos.....	150

Figura 7-33: Vias Ecoturísticas sobrepostas à Carta de Divisão Política da AE	151
Figura 7-34: Vias Ecoturísticas sobrepostas à Carta Geológica da Área de Estudo.....	152
Figura 7-35: Trilhas Ecoturísticas sobrepostas à Carta de Geomorfológica da AE.....	153
Figura 7-36: Trilhas Ecoturísticas sobrepostas à Carta Pedológica da Área de Estudo.....	154
Figura 7-37: Pontos de Amostras (PA) e Textura sobrepostas à Carta Viária da AE	155
Figura 7-38: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB1.....	164
Figura 7-39: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB1	166
Figura 7-40: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB1.....	167
Figura 7-41: Detalhe da Carta de APPs da MB1 em sua porção oeste	168
Figura 7-42: Detalhe da Carta de APPs da MB1 em sua porção centro-leste.....	169
Figura 7-43: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB1	170
Figura 7-44: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB1 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	172
Figura 7-45: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB1 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água.....	173
Figura 7-46: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB2.....	175
Figura 7-47: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB2	177
Figura 7-48: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB2.....	178
Figura 7-49: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB2	179
Figura 7-50: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB2 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	181
Figura 7-51: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB3.....	183
Figura 7-52: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB3	185
Figura 7-53: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB3.....	186
Figura 7-54: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB3	187
Figura 7-55: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB4.....	189
Figura 7-56: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB4	191
Figura 7-57: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB4.....	192
Figura 7-58: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB4	194
Figura 7-59: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	195
Figura 7-60: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção ocidental)	196
Figura 7-61: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção oriental)	197
Figura 7-62: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB5.....	199
Figura 7-63: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB5	201
Figura 7-64: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB5.....	202
Figura 7-65: Detalhe norte da Carta de APPs da MB5	203
Figura 7-66: Detalhe leste da Carta de APPs da MB 5.....	204
Figura 7-67: Detalhe sudeste da Carta de APPs da MB5.....	205
Figura 7-68: Detalhe sudoeste da Carta de APPs da MB5	206
Figura 7-69: Detalhe da Carta de APPs da MB5 que abrange a área urbanizada e arredores.....	207
Figura 7-70: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB5	208
Figura 7-71: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	210
Figura 7-72: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção norte)	211
Figura 7-73: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção centro-sul)	212
Figura 7-74: Carta de Classes de Declividade - Relevo da MB6	214
Figura 7-75: Carta de Classes de Declividade - Uso da Terra da MB6.....	216
Figura 7-76: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB6.....	217
Figura 7-77: Detalhe da Carta de APPs da MB6 (porção leste).....	218
Figura 7-78: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB6	219

Figura 7-79: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB6 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	221
Figura 7-80: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB6 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água.....	222
Figura 7-81: Planta e Perfil Topográfico da Estrada da Aparecida – 01 (MB1)	224
Figura 7-82: Planta e Perfil Topográfico da Estrada da Fazenda Serrana – 02 (MB5)	226
Figura 7-83: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos) – 03 (MB1)	228
Figura 7-84: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trechos A e B – 04A (MB1) e 04B (MB5).....	230
Figura 7-85: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Barreiro Trechos A e B – 05A (MB5) e 05B (MB4)	232
Figura 7-86: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Boa Vista Trechos A e B – 06A (MB5) e 06B (MB6)	234
Figura 7-87: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Morro Frio Trechos A e B – 07A (MB5) e 07B (MB4)	236
Figura 7-88: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Pico Agudo Trechos A e B – 08A (MB5) e 08B (MB6)	238
Figura 7-89: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Fazenda Lens (Mirante) – 09 (MB1)	240
Figura 7-90: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Fazenda Renópolis – 10 (MB5).....	242
Figura 7-91: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas – 11 (MB5)	244
Figura 7-92: Planta e Perfil Topográfico da Trilha das Cruzes – 12 (MB5).....	246
Figura 7-93: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Cambrais Trechos A e B – 13A (MB4) e 13B (MB1)	248
Figura 7-94: Planta e Perfil Topográfico da Trilha das Colotário – 13 (MB5)	250
Figura 7-95: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Tropeiro Trechos A e B – 15A (MB4) e 15B (MB2)	252
Figura 7-96: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Zig-Zag – 16 (MB1)	254
Figura 4-1: Processos erosivos laminares evoluindo para erosão em sulcos em área próxima a Trilha do Zig-Zag dentro da Área de Estudo.....	27
Figura 5-1: Representação matricial de uma imagem digital.....	41
Figura 5-2: Trecho da rede de triangulação irregular obtida em uma das microbacias da área de estudo	44
Figura 6-1: Fluxograma de elaboração de cartas de processos erosivos laminares através da EUPS... 68	68
Figura 6-2: Fluxograma para obtenção do mapa de suscetibilidade e de potencial à erosão laminar, conforme metodologia do IPT	70
Figura 7-1: Localização geográfica de Santo Antônio do Pinhal	77
Figura 7-2: Feição típica da área de estudo	80
Figura 7-3: Fluxograma das principais etapas metodológicas.....	82
Figura 7-4: Fluxograma da aplicação da EUPS na área de estudo.....	92
Figura 8-1: Rede hidrográfica da área de estudo e as respectivas bacias que a compõem	102
Figura 8-2: Carta Política da Área de Estudo	106
Figura 8-3: Carta Topográfica da Área de Estudo	108
Figura 8-4: Carta Geológica da Área de Estudo.....	109
Figura 8-5: Carta Geomorfológica da Área de Estudo	112
Figura 8-6: Carta Pedológica da Área de Estudo	115
Figura 8-7: Carta Viária da Área de Estudo	118
Figura 8-8: Estação Ferroviária Eugênio Lefèvre.....	119
Figura 8-9: Rotunda para manobra do vagão ferroviário.....	120
Figura 8-10: Mirante Nossa Senhora Auxiliadora	121
Figura 8-11: Cachoeira do Lageado (início do período de estiagem).....	123
Figura 8-12: Trecho inicial da Estrada da Fazenda Serrana	125
Figura 8-13: Final da Estrada da Fazenda Serrana	126
Figura 8-14: Proximidades do início do primeiro trecho da Trilha do Alto do Lageado, onde a antiga	

estrada de Campos do Jordão corta a via férrea.....	127
Figura 8-15: Vista cênica do primeiro trecho da Trilha do Alto Lageado	128
Figura 8-16: Vista da estrada de linha ferroviária turística que liga Santo Antônio do Pinhal e Campos do Jordão, a direita placa ilustrativa indicando: “Alto do Lageado – Ponto Culminante Ferroviário do Brasil, Altitude de 1743m”.....	129
Figura 8-17: Segundo trecho da Trilha do Alto Lageado, observar a passagem do trem turístico	130
Figura 8-18: Vista cênica da Estrada do Barreiro	131
Figura 8-19: Vista cênica da Estrada do Boa Vista.....	132
Figura 8-20: Trecho da Estrada do Morro Frio.....	133
Figura 8-21: Vista panorâmica de 360° do Alto do Pico Agudo	134
Figura 8-22: Rampa de salto para vôo livre localizada no topo do Pico Agudo.....	135
Figura 8-23: Vista panorâmica proporcionada pela mirante situado no final da Trilha da Fazenda Lens	136
Figura 8-24: Vista da Trilha da Fazenda Renópolis com o Morro Renópolis ao fundo.....	137
Figura 8-25: Vista panorâmica do alto da Trilha da Fazenda Renópolis, à direita temos a presença de um “companheiro” extra de trabalho.....	138
Figura 8-26: Placa sinalizando o acesso a cachoeira na Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas	139
Figura 8-27: Vista do Cruzeiro localizado no ponto mais alto da Trilha da Cruzes	140
Figura 8-28: Perfil de solo na Trilha do Cambraia	142
Figura 8-29: Trecho da Trilha do Colotário	143
Figura 8-30: Trecho da Trilha do Tropeiro.....	144
Figura 8-31: Trecho inicial da Trilha do Zig-Zag.....	145
Figura 8-32: Pontos de Amostragem de Solos.....	150
Figura 8-33: Vias Ecoturísticas sobrepostas à Carta de Divisão Política da Área de Estudo	151
Figura 8-34: Vias Ecoturísticas sobrepostas à Carta Geológica da Área de Estudo.....	152
Figura 8-35: Trilhas Ecoturísticas sobrepostas à Carta de Geomorfológica da Área de Estudo.....	153
Figura 8-36: Trilhas Ecoturísticas sobrepostas à Carta Pedológica da Área de Estudo	154
Figura 8-37: Pontos de Amostras (PA) e Textura sobrepostas à Carta Viária da Área de Estudo ...	155
Figura 8-38: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB1.....	164
Figura 8-39: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB1	166
Figura 8-40: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB1.....	167
Figura 8-41: Detalhe da Carta de APPs da MB1 em sua porção oeste	168
Figura 8-42: Detalhe da Carta de APPs da MB1 em sua porção centro-leste.....	169
Figura 8-43: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB1	170
Figura 8-44: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB1 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d’água	172
Figura 8-45: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB1 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d’água.....	173
Figura 8-46: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB2.....	175
Figura 8-47: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB2	177
Figura 8-48: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB2.....	178
Figura 8-49: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB2	179
Figura 8-50: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB2 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d’água	181
Figura 8-51: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB3.....	183
Figura 8-52: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB3	185
Figura 8-53: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB3.....	186
Figura 8-54: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB3	187
Figura 8-55: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB4.....	189
Figura 8-56: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB4	191
Figura 8-57: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB4.....	192
Figura 8-58: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB4	194
Figura 8-59: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d’água	195

Figura 8-60: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção ocidental)	196
Figura 8-61: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção oriental)	197
Figura 8-62: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB5	199
Figura 8-63: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB5	201
Figura 8-64: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB5	202
Figura 8-65: Detalhe norte da Carta de APPs da MB5	203
Figura 8-66: Detalhe leste da Carta de APPs da MB5	204
Figura 8-67: Detalhe sudeste da Carta de APPs da MB5	205
Figura 8-68: Detalhe sudoeste da Carta de APPs da MB5	206
Figura 8-69: Detalhe da Carta de APPs da MB5 que abrange a área urbanizada e arredores	207
Figura 8-70: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB5	208
Figura 8-71: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	210
Figura 8-72: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção norte)	211
Figura 8-73: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção centro-sul)	212
Figura 8-74: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB6	214
Figura 8-75: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB6	216
Figura 8-76: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB6	217
Figura 8-77: Detalhe da Carta de APPs da MB6 (porção leste)	218
Figura 8-78: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB6	219
Figura 8-79: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB6 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	221
Figura 8-80: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB6 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água	222
Figura 8-81: Planta e Perfil Topográfico da Estrada da Aparecida – 01 (MB1)	224
Figura 8-82: Planta e Perfil Topográfico da Estrada da Fazenda Serrana – 02 (MB5)	226
Figura 8-83: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos) – 03 (MB1)	228
Figura 8-84: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trechos A e B – 04A (MB1) e 04B (MB5)	230
Figura 8-85: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Barreiro Trechos A e B – 05A (MB5) e 05B (MB4)	232
Figura 8-86: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Boa Vista Trechos A e B – 06A (MB5) e 06B (MB6)	234
Figura 8-87: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Morro Frio Trechos A e B – 07A (MB5) e 07B (MB4)	236
Figura 8-88: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Pico Agudo Trechos A e B – 08A (MB5) e 08B (MB6)	238
Figura 8-89: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Fazenda Lens (Mirante) – 09 (MB1)	240
Figura 8-90: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Fazenda Renópolis – 10 (MB5)	242
Figura 8-91: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas – 11 (MB5)	244
Figura 8-92: Planta e Perfil Topográfico da Trilha das Cruzes – 12 (MB5)	246
Figura 8-93: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Cambrais Trechos A e B – 13A (MB4) e 13B (MB1)	248
Figura 8-94: Planta e Perfil Topográfico da Trilha das Colotário – 13 (MB5)	250
Figura 8-95: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Tropeiro Trechos A e B – 15A (MB4) e 15B (MB2)	252
Figura 8-96: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Zig-Zag – 16 (MB1)	254

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1: Correspondência entre as classes de solos do 2. ^o nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.....	31
Tabela 3-2: Características dos diferentes tipos de levantamentos pedológicos.....	34
Tabela 5-1: Valores de K obtidos experimentalmente para horizontes superficiais, para alguns solos do estado de São Paulo	58
Tabela 5-2: Valores do fator C encontrados em literatura.....	63
Tabela 5-3: Valores do fator P obtidos experimentalmente	64
Tabela 5-4: Valores do fator P em função de classes de declividades.....	64
Tabela 5-5: Valores do fator P adotados em função da prática conservacionista e da declividade, em área de eucalipto	65
Tabela 5-6: Tolerância de perdas por erosão para alguns solos do estado de São Paulo	66
Tabela 5-7: Classes de atributos do meio físico adotadas conforme metodologia do IPT	72
Tabela 5-8: Cruzamento de dados para a determinação das classes de suscetibilidade e de potencial à erosão laminar adotadas pelo IPT.....	73
Tabela 5-9: Classes de potencial à erosão laminar adotadas na região de Conchal - SP.....	74
Tabela 5-10: Classes de uso e manejo do solo para região de Conchal - SP	75
Tabela 6-1; Classes de declividade adotadas na Carta de Declividade - Relevo.....	90
Tabela 6-2: Classes de declividade adotadas na Carta de Declividade - Uso da Terra.....	90
Tabela 6-3: Unidades de mapeamento de solos e seus respectivos valores de K e T.....	95
Tabela 7-1: Microbacias que compõem a área de estudo.....	103
Tabela 7-2: Densidade hídrica apresentada pelas microbacias que compõem a AE.....	105
Tabela 7-3: Municípios que compõem a Área de Estudo.....	106
Tabela 7-4: Unidades geológicas que fazem parte da área de estudo	111
Tabela 7-5: Unidades geomorfológicas que fazem parte da área de estudo.....	114
Tabela 7-6: Unidades pedológicas que fazem parte da área de estudo	117
Tabela 7-7: Trilhas ecoturísticas da área de estudo	146
Tabela 7-8: Resultados das amostras de solos coletadas de 0 a 30cm de profundidade.....	149
Tabela 7-9: Distribuição dos PA nas vias não utilizadas na prática do ecoturismo.....	156
Tabela 7-10: Síntese dos resultados obtidos no cruzamento da carta geológica, geomorfológica, pedológica, viária e dos pontos de amostragem de solos (PA).....	157
Tabela 7-11: Classificação do relevo da Microbacia 1 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999).....	163
Tabela 7-12: Classes de declividades da Microbacia 1 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)	165
Tabela 7-13: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 1 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro.....	166
Tabela 7-14: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 1 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)	169
Tabela 7-15: Resultados do cruzamento das APPs com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 1	171
Tabela 7-16: Classificação do relevo da Microbacia 2 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).....	174
Tabela 7-17: Classes de declividades da Microbacia 2 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)	176
Tabela 7-18: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 2 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro.....	177
Tabela 7-19: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 2 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)	179
Tabela 7-20: Resultados do cruzamento das APPs com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 2	180

<i>Tabela 7-21: Classificação do relevo da Microbacia 3 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999).....</i>	<i>182</i>
<i>Tabela 7-22: Classes de declividades da Microbacia 3 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983).....</i>	<i>184</i>
<i>Tabela 7-23: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 3 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabela 7-24: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 3 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T).....</i>	<i>187</i>
<i>Tabela 7-25: Classificação do relevo da Microbacia 4 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999).....</i>	<i>188</i>
<i>Tabela 7-26: Classes de declividades da Microbacia 4 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983).....</i>	<i>190</i>
<i>Tabela 7-27: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 4 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabela 7-28: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 4 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T).....</i>	<i>193</i>
<i>Tabela 7-29: Resultados do cruzamento das áreas de APP com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 4.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabela 7-30: Classificação do relevo da Microbacia 5 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999).....</i>	<i>198</i>
<i>Tabela 7-31: Classes de declividades da Microbacia 5 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983).....</i>	<i>200</i>
<i>Tabela 7-32: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 5 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabela 7-33: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 5 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T).....</i>	<i>207</i>
<i>Tabela 7-34: Resultados do cruzamento das áreas de APP com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 5.....</i>	<i>209</i>
<i>Tabela 7-35: Classificação do relevo da Microbacia 6 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999).....</i>	<i>213</i>
<i>Tabela 7-36: Classes de declividades da Microbacia 6 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983).....</i>	<i>215</i>
<i>Tabela 7-37: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 6 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabela 7-38: Classes de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 6 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T).....</i>	<i>218</i>
<i>Tabela 7-39: Resultados do cruzamento das áreas de APP com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 6.....</i>	<i>220</i>
<i>Tabela 7-40: Resumo das Classes de Relevo nas microbacias que compõem a área de estudo.....</i>	<i>256</i>
<i>Tabela 7-41: Resumo das Classes de Capacidade de Uso da Terra nas microbacias que compõem a área de estudo.....</i>	<i>256</i>
<i>Tabela 7-42: Resumo das APP, Regiões de Perda de Solo frente a Tolerância e o intercruzamento entre elas.....</i>	<i>258</i>
<i>Tabela 7-43: Posicionamento das Vias Ecoturísticas frente às Áreas de Preservação Permanente (APP).....</i>	<i>261</i>
<i>Tabela 7-44: Posicionamento das Vias Ecoturísticas frente às Regiões de Perda de Solo.....</i>	<i>263</i>
<i>Tabela 7-45: Resultados da análise do Perfil Topográfico das vias ecoturísticas.....</i>	<i>265</i>
<i>Tabela 7-46: Classificação das vias ecoturísticas em ordem crescente de declividade máxima (dM) .</i>	<i>268</i>

LISTA DE EQUAÇÕES

<i>Equação 5-1</i>	54
<i>Equação 5-2</i>	55
<i>Equação 5-3</i>	55
<i>Equação 5-4</i>	56
<i>Equação 5-5</i>	56
<i>Equação 5-6</i>	56
<i>Equação 5-7</i>	57
<i>Equação 5-8</i>	57
<i>Equação 5-9</i>	60
<i>Equação 5-10</i>	60
<i>Equação 5-11</i>	67
<i>Equação 6-1</i>	93
<i>Equação 6-2</i>	93
<i>Equação 6-3</i>	93
<i>Equação 6-4</i>	95
<i>Equação 6-5</i>	95
<i>Equação 6-6</i>	96
<i>Equação 6-7</i>	99
<i>Equação 6-8</i>	99
<i>Equação 6-9</i>	100
<i>Equação 6-10</i>	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AE - Área de Estudo
- ANA - Agência Nacional de Águas
- APA - Área de Proteção Ambiental
- APP - Área de Preservação Permanente
- CAD - *Computer Aided Design* (Projeto Assistido por Computador)
- CADD - *Computer Aided Design and Drafting* (Projeto e Desenho Assistido por Computador)
- CAM - *Computer Assisted Mapping* (Mapeamento Assistido por Computador)
- CAPES - Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior
- CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
- DTM - *Digital Terrain Model* (Modelo Digital de Terrenos)
- EESC - Escola de Engenharia de São Carlos
- EV - Equidistância Vertical
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMBRATUR - Empresa Brasileira de Turismo
- EUPS - Equação Universal de Perdas de Solo
- GIS - *Geographic Information System* (Sistema de Informações Geográficas)
- GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)
- IAC - Instituto Agrônomo de Campinas
- IAHS - *International Association of Hydrological Sciences* (Associação Internacional de Ciências Hidrológicas)

- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICCE - *International Commission on Continental Erosion* (Comissão Internacional de Erosão Continental)
- IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- MB - Microbacias
- MDT - Modelo Digital de Terreno
- NCGIA - *National Centre for Information and Analysis* (Centro Nacional de Informação e Análise)
- ODBC - *Open Database Connectivity*
- OMT - Organização Mundial de Turismo
- PPG/ERN - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais
- RIT - Rede Irregular de Triangulação
- SIG - Sistema de Informações Geográficas
- TES - *The Ecotourism Society* (Sociedade de Ecoturismo)
- TIES - *The International Ecotourism Society* (Sociedade Internacional de Ecoturismo)
- TIN - *Triangular Irregular Network* (Rede Irregular de Triangulação)
- UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
- USLE - *Universal Soil Loss Equation* (Equação Universal de Perda de Solo)
- USP - Universidade de São Paulo
- UNEP - *United Nations Environment Program* (Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas)
- UNESP - Universidade Estadual Paulista
- UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

– WTO - *World Travel Organization* (Organização Mundial de Turismo)

LISTA DE SÍMBOLOS

- A - Perda anual de solo considerando tanto os fatores relativos ao meio-físico, como os fatores antrópicos
- A' - Perda anual de solo considerando somente os fatores relativos ao meio-físico
- C - Fator uso e manejo do solo
- dM - declividade máxima
- dv - declividade da via
- DZM - diferença de nível máxima da via
- DZv - diferença de nível da via
- K - Fator erodibilidade
- L - Comprimento da encosta
- LH - comprimento horizontal total da via
- LH - comprimento horizontal total da via
- LS - Fator topográfico
- P - Fator práticas conservacionistas
- R - Fator erosividade
- S - Declividade
- T - Tolerância anual de perda de solo
- Zf - altitude ortométrica do ponto final da via
- Zi - altitude ortométrica do ponto inicial da via
- ZM - altitude ortométrica máxima da via
- Zm - altitude ortométrica mínima da via

ROSALEN, D. L. **Utilização de um Sistema de Informações Geográficas Associado à Equação Universal de Perda de Solo no Planejamento do Ecoturismo no Município de Santo Antônio do Pinhal - SP.** São Carlos: UFSCAR, 2002. 292p. Tese de Doutorado.

O Ecoturismo tem despontado dentro da indústria do turismo como uma promissora fonte de receita para a população do local em que se desenvolve. Porém, para que se faça cumprir um de seus objetivos primordiais, que é contribuir para a conservação dos recursos naturais, essa atividade deve ser planejada dentro de um enfoque preservacionista.

Dentro deste contexto, a conservação dos solos é um dos aspectos promordiais, visto que o solo é o suporte físico, químico e biológico da vegetação, seja ela natural ou exótica. Para conservá-lo, faz-se necessária a identificação de áreas mais ou menos erodíveis, que pode ser realizada através da utilização de modelos empíricos. Dentre os diferentes modelos existentes, a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) é um dos mais consagrados e utilizados na previsão de processos erosivos laminares. Com a crescente popularização do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a aplicação deste modelo, utilizando-se desta ferramenta computacional, tem-se tornado quase obrigatória, graças à rapidez e à facilidade de simular diferentes cenários.

Dessa maneira, o presente trabalho, através do desenvolvimento de uma metodologia simples, aplicou o modelo EUPS via SIG na região de Santo Antônio do Pinhal-SP, em cuja área têm-se desenvolvido atividades ecoturísticas através da utilização de trilhas e estradas. Foram então cruzadas informações do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia e topografia), regiões de perdas de solo toleráveis e não toleráveis e áreas de preservação permanente (APP) com trajetos e perfis topográficos das principais vias ecoturísticas da região.

Os resultados mostraram a acentuada fragilidade da área de estudo a processos erosivos, a inadequação de traçados e perfis das vias frente a contenção de processos erosivos e a importância do ecoturismo como uma alternativa de receita para a população local, visto a restrita aptidão agropastoril da área.

Palavras-chave: equação universal de perdas de solo, EUPS, sistema de informações geográficas, SIG, erosão laminar, ecoturismo, planejamento, trilhas.

ROSALEN, D. L. **Utilization of a Geographic Information System Associate to the Universal Soil Loss Equation in the Planning of Ecotourism in the Municipal District of Santo Antônio do Pinhal - SP.** São Carlos: UFSCAR, 2002. 292p. Doctor Thesis.

Ecotourism has been blunting inside the industry of the tourism as a promising revenue source for the local population. However, to make one of its main objectives be accomplished, wich is to help keeping the natural resources, that activity should be planned inside a keeping context.

Inside this context, the soil conservation is one of the main features because the soil is the physical, chemical and biological support of the vegetation, either natural or exotic. To conservation it, it's necessary to identify the erosinal areas, which can be accomplished by the use of empirical models. Among the different existent models, the Universal Soil Loss Equation (USLE) is one of the most remarkable and used in the forecast of laminar erosion. Because of the increasing popularization of the use of Geographic Information System (GIS), the applying of this model, by the use of this computacional tool, has almost been turned to be necessary due to the speed and to the easiness of simulating different sceneries.

Therefore, the present work, through the development of a simple methodology, applied the model EUPS through SIG in the area of Santo Antônio do Pinhal-SP, wich has developed ecotourism activities through the use of trails. Information of the physical site (geology, geomorphology, pedology and topography), areas of acceptable and non-acceptable soil losses, areas of everlasting keeping and roads, and the topographical profiles of ecotourism trails of the area, were mixed.

The results showed the great weakness of the area when it comes to erosive processes, the unfitness of roads and profiles of the trails concerning the control of erosive processes and the importance of the ecotourism as a revenue alternative for the local population, due the restricted agronomy aptitude of the area.

Keywords: universal soil loss equation, USLE, geographic information system, GIS, laminar erosin, ecotourism, planning, paths, trails.

1. INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO E SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Ecoturismo tem despontado como uma grande novidade dentro da indústria do turismo e também tem-se mostrado muito promissor no sentido de gerar receita para a população local. Tornando-se hoje um verdadeiro modismo com o surgimento de revistas especializadas e inúmeras empresas de ecoturismo, que buscam explorar regiões de grande beleza natural, muitas vezes ligadas à prática dos chamados esportes “radicais”. Tudo isso vem ocorrendo sem grande controle por parte do poder público, faltando fiscalização, legislação específica e ainda carência de conhecimento técnico, tanto por parte do poder público, como por parte das agências operadoras e também do próprio ecoturista.

Como resultado de tudo isso, como já ocorreu no passado, sempre que surge uma nova “corrida do ouro”, é o meio ambiente que sofre as conseqüências diretas desses abusos que geram desequilíbrios climáticos, perda da capacidade produtivas do solo, perda de recursos hídricos, etc. E os seres humanos como parte do meio ambiente serão diretamente atingidos, através do comprometimento da qualidade de vida atual e a das futuras gerações e, até mesmo, da sobrevivência da espécie.

O solo representa uma fina camada de material intemperizado, responsável, em conjunto com a água e a atmosfera, pela manutenção de toda vida no planeta. É formado a partir da degradação de rochas num processo pedogenético que envolve várias centenas de anos. A acentuação de processos erosivos por ação antrópica tem levado a uma perda de solo superior à gênese, de maneira que extensas áreas tornam-se impróprias a práticas agropastoris. Dessa maneira, conservar o solo, mantendo o balanço entre gênese e perda num equilíbrio, passa a ser uma obrigação por parte de qualquer civilização que deseje sobreviver em nosso planeta.

O Brasil, graças às suas condições tropicais e a um longo processo de ocupação mal planejado, tem sido vítima de processos erosivos acentuados. Avaliar a perda de solo em uma determinada área é, portanto, de fundamental importância sob o ponto de vista conservacionista, pois permite, de maneira direta, avaliar o grau de suscetibilidade a processos erosivos da área em questão.

A avaliação da perda de solo, pode ser realizada através de modelos empíricos, tal como o modelo descrito pela Equação Universal de Perda de Solo - EUPS ou USLE (*Universal Soil Loss Equation*), que permite quantificar a perda de solo devida a processos erosivos laminares.

Frente a todo esse contexto, procurou-se aplicar a EUPS através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que operasse dentro de um ambiente CAD. Um ambiente dessa natureza permite a manipulação de entidades gráficas em formato vetorial e esse formato, por sua vez, permite melhor precisão geométrica e também a elaboração de modelos numéricos de terrenos através de uma rede irregular de triangulação (TIN - *Triangular Irregular Network*), metodologia que possibilita uma melhor simulação do modelado topográfico. Um outro fator que motivou a adoção de um SIG que operasse em ambiente CAD, no caso o AutoCAD Map, foi a pouca pesquisa existente, pois a maioria dos trabalhos estão limitados ao IDRISI, que opera com a representação matricial ou o SPRING, que é um sistema misto, mas limitado com relação a manipulação de objetos vetoriais.

Uma vez definido o modelo de previsão de processos erosivos e o SIG a ser utilizado, buscou-se uma área de estudo que fosse frágil frente a processos erosivos, que fosse importante em nível ambiental e que tivesse algum tipo de atividade ligada ao ecoturismo. Assim, foi selecionada uma região situada em sua maior parte no Município de Santo Antônio do Pinhal, Estado de São Paulo.

Essa região possui um elevado potencial para o ecoturismo, visto sua localização geográfica privilegiada, isto é, localiza-se no eixo Rio-São Paulo, próximo a um centro de atração turística de inverno (Campos do Jordão) e de verão (litoral norte de São Paulo) e também devido ao seu clima ameno e às belas paisagens montanhosas. Existe nessa área uma pequena atividade ligada ao ecoturismo, que se resume a passeios em trilhas e estradas de beleza cênica acentuada.

Essa mesma área também situa-se dentro de um ecossistema frágil e de grande importância do ponto de vista conservacionista, já que se encontra numa região de Mata Atlântica (APA da Mantiqueira), com uma topografia acentuada, que, de sobremaneira, em conjunto com a ocorrência de ARGISSOLOS, apresenta acentuada suscetibilidade a processos erosivos laminares. O fato da área de estudo possuir poucos dados referentes ao meio-físico foi mais um ponto de incentivo na adoção desta, pois o presente trabalho viria preencher uma lacuna e ao mesmo tempo, estimular novas pesquisas na região.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

O presente trabalho tem como principal objetivo a aplicação da EUPS via SIG e, através desses resultados e de outros dados relativos ao meio-físico, fornecer subsídio para o planejamento do ecoturismo já executado na região, sob a forma de passeios em trilhas e estradas e, também, para futuros planejamentos ambientais e/ou turísticos mais abrangentes.

1.2.2. Específicos

1. Mapear trilhas e estradas utilizadas na prática do ecoturismo;
2. Produzir as seguintes cartas da área de estudo: carta de divisão política, carta hidrográfica, carta topográfica, carta geológica, carta geomorfológica, carta pedológica e carta viária;
3. Identificar a textura superficial do solo ao longo das vias ecoturísticas;
4. Gerar duas cartas de declividade, uma para fins de classificação do relevo e outra para fins de determinação da capacidade de uso da terra;
5. Propor uma metodologia de aplicação da EUPS no SIG AutoCAD Map;
6. Gerar carta de áreas de perda de solo e de áreas de preservação permanente (APP);
7. Confeccionar perfis topográficos das vias ecoturísticas;
8. Promover o cruzamento dos dados relativos ao meio-físico (topografia, geologia, geomorfologia, pedologia, sistema viário, textura superficial, declividade, APP e perda de solo) com os trajetos e os perfis das vias ecoturísticas, no sentido de fornecer informações para o planejamento do ecoturismo na área de estudo.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho encontra-se dividido em quatro partes. A primeira é a revisão de literatura, dividida em cinco capítulos: Cap.2-Ecoturismo, Cap.3-Erosão e Mapeamento de Solos, Cap.4-Sistemas de Informações Geográficas e Cap.5-Modelagem de Processos Erosivos. Cada um desses capítulos cobre assuntos relacionados à tese. Destacamos o Capítulo 5 (Modelagem de Processos Erosivos) que fornece uma introdução sobre modelos de previsão de erosão e o embasamento teórico sobre a equação universal de perda de solo.

A segunda parte consiste no Capítulo 6, Material e Métodos, que abrange uma descrição sumária da área de estudo e a metodologia adotada no desenvolvimento do trabalho.

A terceira parte é composta pelo Capítulo 7, Resultados e Discussão. Nesse capítulo são apresentados em dois blocos os resultados obtidos. O primeiro bloco inicia-se pela apresentação das cartas básicas elaboradas, depois segue para os resultados obtidos na amostragem superficial de solo e finaliza com a sobreposição das cartas básicas com as vias ecoturísticas e as texturas do solo. No final desse bloco, temos uma primeira síntese dos resultados. Destacamos que na apresentação das cartas básicas, especificamente a carta viária, temos uma descrição sumária de todas as vias ecoturísticas mapeadas.

O segundo bloco de resultados é formado pela análise das microbacias, em que são apresentadas as cartas de declividade, APP e perda de solo para cada uma das microbacias e o intercruzamento entre elas. Após a apresentações das microbacias, os perfis topográficos das vias são exibidos em conjunto com o respectivo trecho da carta topográfica. Esse bloco de resultados também é finalizado com uma segunda síntese dos resultados, dividida em duas partes, uma para as microbacias e outra para os perfis topográficos.

A quarta e última parte do trabalho, consiste no Capítulo 8, que revela as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

2. ECOTURISMO

2.1. INTRODUÇÃO: 2002 - ANO INTERNACIONAL DO ECOTURISMO

Durante as últimas duas décadas, o ecoturismo cresceu a ponto de se tornar um dos setores mais dinâmicos da indústria do turismo, um dos mais rápidos e importantes setores de crescimento econômico em muitos países, evoluindo em um conjunto de princípios e práticas que estão revolucionando a forma de viajar no Século XXI.

O desenvolvimento do ecoturismo requer grande sensibilidade no tocante à preciosidade e fragilidade dos recursos naturais. Na atualidade, há grande preocupação com o futuro do planeta, gerada pela tomada de conhecimento, através dos noticiários, sobre a destruição de habitats naturais, diminuição dos recursos hídricos e reservas florestais, aumento da poluição, destruição de bancos de corais e muitos outros desastres ecológicos amplamente difundidos pela mídia globalizada.

De um lado, enfrentamos o desafio da necessidade de preservar e proteger os ecossistemas, necessários à sustentação da vida no planeta, por manterem o equilíbrio químico da Terra, estabilizarem o clima, proverem alimento, matérias-primas, medicamentos, etc., pois há a ameaça de que medidas de prevenção inadequadas possam condenar as próximas gerações à pobreza, doença e a um futuro miserável.

De outro lado, num mundo em que a erradicação da pobreza e a guerra contra as doenças se transformou num dos maiores desafios do século, precisamos criar empregos, prover alimentos e cuidados médicos. Há, portanto, uma necessidade urgente de desenvolvimento econômico para evitar que mais pessoas vivam em extrema pobreza e miséria. Contudo, a necessidade de desenvolvimento, criação de empregos e crescimento econômico é tão importante quanto a necessidade de proteger e preservar o meio ambiente.

Se olharmos essas duas correntes de necessidades como opostas e excludentes, o futuro se apresentará desesperador. No entanto, essas duas necessidades não devem ser vistas como conflitantes, mas como complementares.

Uma reserva natural, se usada de forma prática, porém sábia, através

da conscientização adequada dos turistas, guias e da comunidade em geral sobre a necessidade e importância da preservação das áreas protegidas, ao mesmo tempo que se destinam os recursos obtidos com esse turismo, para o desenvolvimento das áreas e comunidades envolvidas, elas podem se complementar.

É necessário, neste momento, um novo caminho – um novo código ético que proteja o meio ambiente, unido a um desenvolvimento responsável. Essa filosofia encontra-se no cerne do chamado “desenvolvimento sustentável”.

Reconhecendo sua importância global, a Organização das Nações Unidas designou o ano de 2002 como o Ano Internacional do Ecoturismo. Se por um lado há um crescente interesse a respeito do ambiente natural e dos ecossistemas que sustentam nossa vida, por outro, pobreza e doenças cobrem o mundo com nuvens negras.

O Ecoturismo pode ser uma parte da solução. Não é apenas um setor com grande potencial para um desenvolvimento econômico – especialmente nas áreas onde existam poucas outras possibilidades – mas também uma poderosa ferramenta para a conservação do ambiente natural se for adequadamente planejada, desenvolvida e controlada.

A TIES (2001), Associação Internacional de Ecoturismo (*The International Ecotourism Society*), fundada em 1990, a maior e mais antiga organização de ecoturismo do mundo, publicou uma declaração em que se congratula com a Organização das Nações Unidas – ONU por declarar o ano de 2002 como o Ano Internacional do Ecoturismo (*International Year of Ecotourism – IYE*) pela oportunidade de se poder avaliar e criticar o atual cenário do ecoturismo.

Para a TIES, as características de sucesso do ecoturismo incluem:

- Minimizar os impactos negativos.
- Educar o visitante.
- Salientar a importância do trabalho cooperativo.
- Gerar recursos financeiros.
- Enfatizar a necessidade de planejamento e de estudos socioambientais.
- Maximizar benefícios econômicos para países-destino, empreendimentos e comunidades locais.
- Apoiar o fortalecimento econômico de comunidades.
- Assegurar que o desenvolvimento turístico não exceda os limites sociais e ambientais aceitáveis de mudança.
- Assegurar que a infra-estrutura turística seja desenvolvida em harmonia com o ambiente.

E, baseados nessas preocupações, propõem os seguintes passos:

- Estabelecer um processo, o mais amplo e participativo possível, para impedir que nos fóruns internacionais as demandas locais e/ou tradicionais, dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento sejam abafadas, ausentes ou só expressas por intermediários.
- Enfatiza a necessidade de se realizar reuniões regionais, para preparar o evento de 2002.
- A TIES recomenda, também, que a UNEP (*United Nations Environment Program*) e a WTO (*World Travel Organization*) assegurem que autênticos praticantes do ecoturismo tenham oportunidade de falar e de serem questionados.
- E recomenda, finalmente, que a UNEP e a WTO prestem especial atenção àqueles que desenvolveram projetos bem sucedidos com a intenção de promover a conservação e o desenvolvimento sustentável que atendam as expectativas de comunidades.

O Ano do Ecoturismo proporciona a plataforma ideal para um melhor entendimento do real significado de “ecoturismo” e suas diversas implicações. Traz, também, a oportunidade de se comparar e discutir experiências realizadas em diferentes partes do mundo nas áreas de planejamento, gerência e marketing do ecoturismo.

2.2. ECOTURISMO: CONCEITUAÇÃO

O conceito de ecoturismo, um setor do turismo que atualmente desponta como uma revolução para o setor de viagens e da conservação, foi adotado aproximadamente nos últimos 20 anos, suas origens, no entanto, têm raízes no turismo praticado ao ar livre pelos primeiros visitantes dos Parques Nacionais de Yellowstone e Yosemite (EUA) no século XIX (WESTERN, 1995).

CEBALLOS-LASCÚRIAN (1995), arquiteto mexicano que na década de 1980 propôs um enfoque ambientalmente mais responsável para o turismo realizado em ambientes naturais, considera o ecoturismo um fenômeno característico do final do século XX, pois as viagens naturalistas do passado não tinham como objetivo a conservação de ambientes naturais, culturas tradicionais ou de espécies ameaçadas de extinção.

Há várias definições e interpretações para o termo ecoturismo: turismo “suave”, turismo alternativo, turismo responsável, turismo da natureza e muitas outras. A maior parte do ecoturismo parece envolver viagens a países emergentes com vida selvagem e autóctones “exóticos”, “pitorescos”,

“primitivos”. Contudo, independente dos rótulos diversificados existentes, o ecoturismo é sempre um agente de mudanças que implica no estabelecimento de novas relações entre turistas e população local e entre estes e o ambiente (WALL, 1997).

A *The Mediterranean Association for the Sociology of Tourism*, fundada em 1987, tem sido um importante instrumento de difusão de informações científicas e de estímulo para pesquisas sobre problemas gerados, nas comunidades locais e grupos sociais, pelo desenvolvimento do turismo na área do Mediterrâneo, em seus diferentes aspectos.

Na III Conferência de Sociologia do Turismo, sediada em Estoril (Portugal), teve como tema “Turismo e o Meio Ambiente”. Foram discutidos os principais efeitos, negativos e positivos, resultantes do impacto do turismo. Destacou-se, também, que a expressão “meio ambiente” deve compreender não apenas os recursos naturais (território, clima, flora e fauna) mas também a herança cultural (valores, costumes, monumentos, arte e arquitetura) que contém os símbolos que expressam a memória e identidade da comunidade local. Dessa maneira, a preservação do meio ambiente deve ser considerada não só essencial à sobrevivência da população examinada, mas essencial à sobrevivência, por um longo período, do próprio turismo na região (THE MEDITERRANEAN ASSOCIATION FOR THE SOCIOLOGY OF TOURISM, 1995).

Muitas pessoas vêem uma relação íntima entre ecoturismo e turismo sustentável porque consideram ecoturismo como um turismo em pequena escala, mais ativo, menos espoliativo, com uma infra-estrutura menos sofisticada, empreendido por turistas esclarecidos e conscientes das questões relacionadas à sustentabilidade e ávidos por aprender mais sobre o tema.

Organizações e sociedades internacionais de ecoturismo que estão colaborando na organização de vários eventos e congressos a se realizarem durante este ano e cujas conclusões e sugestões serão encaminhadas ao *World Summit on Sustainable Development*, em Johannesburg, África do Sul, em setembro de 2002, decidiram usar o conceito de ecoturismo que reflita **“todas as formas de turismo em que a principal motivação do turista seja a observação e apreciação da natureza, que contribua para sua conservação, e que traga o mínimo impacto ao meio ambiente natural e à herança cultural”**, empenhando-se em fazer do turismo uma opção de desenvolvimento sustentável.

Muitos projetos de ecoturismo geram bons exemplos e buscam seguir os princípios básicos pré-estabelecidos. Porém, há muitos casos em que esse conceito foi mal entendido ou seus propósitos distorcidos por governos, iniciativa privada, agências de investimento e financiamento, organizações

não-governamentais e até mesmo por comunidades e grupos de interesses locais, freqüentemente, visando interesses próprios e oportunistas do chamado “marketing verde”.

O “eco-oportunismo” é um fenômeno mundial. Elizabeth Boo, consultora e integrante do conselho técnico da *The Ecotourism Society - TES*, uma das mais atuantes organizações ligadas ao Ecoturismo, comentou em matéria da revista *EcoTraveler* (set/out 1995) citado em MOURÃO (1997): “um razoável número de operadores turísticos está realmente interessado em fazer a coisa certa; eu acho que alguns outros estão simplesmente se aboletando embaixo do guarda-chuva”.

Felizmente, já surge um movimento de avaliação das Agências de Ecoturismo e de seus agentes e funcionários em geral, quanto ao seu comprometimento com as diretrizes básicas estabelecidas por organizações internacionais. Megan E. Wood, executiva da TES, informa que a organização tem, entre seus objetivos, o de desenvolver um programa de “Avaliação Verde” para operadores de ecoturismo e que a idéia já está causando uma onda de auto-avaliação por parte da indústria turística (MOURÃO, 1997).

Ainda de acordo com o autor acima citado, o turista cada vez mais consciente exige mais informações e faz mais denúncias. Aos poucos, as operadoras e agentes de ecoturismo estão percebendo que seu público está cada vez mais bem informado e exigente. Isso é extremamente positivo, pois as obriga a se prepararem melhor e a contratarem funcionários mais credenciados, já que esse tipo de turismo desenvolve atividades multidisciplinares.

McLAREN (1996), destaca os principais pontos a serem considerados para uma correta avaliação tanto das operadoras como de agentes de ecoturismo: entender e dar suporte às razões do ecoturismo; checar os conhecimentos dos agentes e o código de ética das operadoras; pesquisar a qualificação dos líderes do grupo e se há planejamento adequado para as atividades; se há conservação e desenvolvimento sustentável da comunidade. E vai mais longe: fala da importância em despertar no turista o ativista adormecido.

Defensores de reservas ecológicas e áreas protegidas se questionam a respeito do destino dado a grandes áreas de terra para fins de preservação. Alguns sugerem que os parques nacionais, para poderem receber reconhecimento internacional, devem ser grandes, com o mínimo de presença humana e dirigido pela maior autoridade do país. Isto tem se mostrado como um ideal impossível de ser atingido em muitos países com longas histórias de colonização e pressões populares por riquezas. Desse modo, compromissos têm sido cancelados em detrimento das reservas da

biosfera, das áreas desabitadas, dos rios e de terras que admitem múltiplos usos dos recursos naturais.

A tensão entre a preservação da integridade ecológica e o uso para turismo e recreação tem sido um dilema para os dirigentes dessas reservas. Recentemente, defensores do ecoturismo têm sugerido que essa aparente “nova” atividade pode ser ecologicamente benéfica e economicamente lucrativa, o que contribuiria para solucionar esse impasse instalado. Contudo, uma análise mais profunda do meio ambiente mostra que as conseqüências econômicas e sociais dessa “nova” atividade pode ser “vinho velho em garrafa nova”. Isso remete a questões fundamentais concernentes às formas que o turismo deve tomar para ser, ao mesmo tempo, ecologicamente sustentável, culturalmente sensível e economicamente viável.

O ecoturismo é uma atividade legítima e pode ser de importância vital para atrair suporte moral e financeiro, para a preservação de áreas naturais ameaçadas. Por seu intermédio, problemas ambientais têm sido colocados em pauta no turismo de desenvolvimento e tem atraído participação e interesse da indústria do turismo, conhecedora da necessidade de proteger os recursos naturais, dos quais sua manutenção depende.

O ecoturismo pode criar oportunidades de emprego para as comunidades vizinhas das áreas protegidas e é um meio de promover educação ambiental aos visitantes. Porém, esses benefícios em potencial não aparecem automaticamente. Eles somente serão atingidos através de uma política apropriada e planejamento cuidadoso, incluindo educação, treinamento e que os residentes locais tenham acesso ao capital gerado, para facilitar seu envolvimento.

WALL (1993) cita que muitas áreas protegidas não estão disponíveis a destinações turísticas. Em tais áreas, o turismo crescente pode requerer dirigentes que redefinam os papéis dos visitantes a essas áreas. Isso, ainda, considerando-se que o crescimento turístico seja adequadamente direcionado e que as comunidades adjacentes, beneficiadas.

A política para o ecoturismo deve incluir medidas como taxas de admissão ou acomodação, que assegurem que o usuário pague, assim, o dinheiro manterá e melhorará os recursos básicos. Essas medidas devem requerer que os grupos visitantes empreguem os serviços de um naturalista local e usem produtos e serviços locais, durante sua estadia. Afortunadamente, códigos de ética estão sendo desenvolvidos tanto para visitantes como para companhias de ecoturismo que, se seguidos, vão eliminar muitos excessos (SCACE *apud* WALL, 1993).

Segundo ORAMS (1995), muitos argumentam que os ecoturistas

deveriam tentar fazer mais do que simplesmente minimizar os impactos causados por essa prática, mas sim contribuir ativamente para a manutenção da qualidade ambiental das atrações naturais que visitam.

A utilização e o significado dos termos turismo sustentável e ecoturismo vêm sendo discutidos por muitos autores, na tentativa de definir qual conceito é mais adequado para direcionar as atividades turísticas em geral, e especificamente as formas de turismo desenvolvidas junto a áreas naturais.

Em BUTHOLD (2001), em uma coletânea de Turismo e Patrimônio Cultural aborda uma variedade de temas, na área de Turismo, como um fenômeno digno de pesquisas e estudos sistemáticos de cunho técnico-científico e epistemológico. Ao mesmo tempo, mostra a necessidade e urgência de estudos e ações específicas que orientem e disciplinem os empreendedores do setor, os órgãos públicos e a sociedade como um todo. Os sete artigos que compõem esta publicação têm como preocupação problematizar o patrimônio natural e cultural da Nação como um importante elemento de formação da cidadania, além de ser insumo indispensável quando se fala em planejamento turístico.

Para RUSCHMANN (1997), turismo sustentável é “a condição racional da ocupação territorial pelas facilidades turísticas e equipamentos de lazer e o controle do seu crescimento desmesurado, visando salvaguardar a atratividade e a originalidade das atrações para as futuras gerações”.

Todas as modalidades de turismo, no entanto, deveriam ser sustentáveis. Deveriam respeitar os limites de exploração dos ecossistemas onde se desenvolvem, buscando conhecer, previamente, o ambiente a ser explorado (RODRIGUES, 1997).

A WTO (2001), para maximizar os benefícios advindos do ecoturismo e minimizar os impactos negativos nos ambientes naturais e comunidades próximas, destacou princípios e regras de conduta para o ecoturismo em geral e que devem ser adaptados às condições de cada área e país. Algumas das mais importantes são:

- O ecoturismo requer regulamentos, estratégias e programas específicos para cada nação, região e área; **não pode ser desenvolvido de forma sustentável apenas pela cópia do que foi feito em algum outro lugar ou deixado desenvolver-se de maneira desordenada ou anárquica.**
- O planejamento do ecoturismo deve incluir critérios rígidos para determinação dos territórios, incluindo reservas e áreas de baixo e

médio impacto. Esses critérios devem ser obedecidos por todas as partes envolvidas.

- O projeto e o design físicos das facilidades ecoturísticas - **especialmente hotéis, acomodações, restaurantes, centros de informação em parques nacionais e outras coisas do gênero** - deveriam ser feitos de forma a evitar ou minimizar qualquer impacto negativo que possam ter no ambiente natural e cultural. **Materiais de construção, estilos arquitetônicos, mobília e decoração devem ser locais e as fontes de energia usadas devem ser de baixa poluição.**
- Os meios de comunicação e transporte a serem usados nas áreas de ecoturismo devem causar baixa contaminação. **Esportes barulhentos ou meios de transporte altamente poluidores devem ser definitivamente proibidos nessas áreas.**
- É importante, contudo, entender que o ecoturismo é bom, um negócio economicamente sustentável e que gera lucros. **Se não houver perspectiva de lucro, empresas privadas não investirão recursos e, dessa maneira, não haverá benefícios a serem distribuídos às comunidades locais ou para propósitos de preservação ambiental.**
- A observância dos regulamentos e códigos gerais de turismo deve ser mais rigorosa no caso do ecoturismo, **combinando supervisão e monitoramento com campanhas de esclarecimento entre as pessoas diretamente ligadas às atividades e turistas, além de treinamentos.** Eventualmente, sanções contra os que não colaborarem. Auto-regulação e iniciativas voluntárias relativas à sustentabilidade do ambiente e do aspecto sócio-cultural do ecoturismo devem ser encorajadas, mas adequadamente checadas.
- Educação e treinamento são pré-requisitos para o desenvolvimento e gerenciamento do ecoturismo sustentável. **Os dirigentes das empresas, funcionários, bem como a população local precisam de treinamento em aspectos gerais e específicos do ecoturismo, adequado às necessidades de cada um.** Particularmente, o ecoturismo precisa de guias altamente qualificados, que sejam, de preferência, nativos da área.

- Os ecoturistas necessitam de informação detalhada e especializada, antes e durante a viagem. **O fornecimento de informações completas é um dos elementos que diferencia a experiência ecoturística do turismo tradicional. Isso pode ser apresentado de várias formas: brochuras, roteiros, panfletos, mapas, centros de atendimento, ecomuseus, placas e, naturalmente, os guias propriamente ditos.**
- Material promocional para o ecoturismo deve conter informações substanciais sobre a experiência para a qual turistas em potencial estão sendo convidados, **incluindo detalhes sobre a flora, fauna, geologia e o ecossistema a ser visitado.** Deve incluir também informações corretas sobre acomodações e serviços em geral, além de recomendações sobre o que pode ou não ser feito no local. **Todas essas informações fornecidas antes da reserva vão ajudar os clientes a distinguir entre operadoras de ecoturismo genuínas das outras, que apenas buscam tirar vantagem do que está em moda.**

2.3. ECOTURISMO NA ATUALIDADE

Em todas as partes do mundo a tendência do turismo é a busca do natural, do silvestre e do original. Compra-se o que tem valor e, no caso do turismo, o que se vende é a natureza – praias, paisagens, biodiversidade, climas agradáveis, montanhas, rios, aves, fauna silvestre, fauna marinha, vegetação típica, etc.

Considerando-se o nível de destruição do planeta, sobretudo nas regiões tropicais, os turistas estão ajudando a mudar o destino das coisas: a se dar atenção especial à conservação da natureza.

Agora são os turistas que exigem proteção para a natureza que vão visitar. É como uma volta ao princípio. A motivação original para a criação do Parque Nacional de Yellowstone, surgiu com a reclamação dos visitantes ou excursionistas que pediam a proteção daqueles ambientes com base em duas idéias fundamentais: “conservar as belezas naturais que caracterizam aquele local” e “a garantia de sua apreciação por parte do público através da visita e contemplação”.

Foram os próprios descobridores daqueles cenários espetaculares que reclamaram a ação do Estado para sua proteção e garantia de uso público. Existem exemplos em todas as partes do mundo que deixam bem claro as tendências do turismo atual.

Normas e princípios criados, a partir desse posicionamento

protecionista, recomendam que cada país ou nação, deve selecionar os ecossistemas mais representativos, a gama mais ampla de ambientes que caracterizam sua natureza em particular, com o propósito de salvaguardar uma amostra significativa do capital genético e da diversidade de espécies vivas que compõem a herança natural das atuais gerações, para as do futuro.

Como a diversidade e a heterogeneidade constituem uma regra na natureza, amostras dos ambientes mais espetaculares e dos ecossistemas mais valiosos devem ser escolhidas e catalogadas de acordo com suas características próprias e seu potencial, para serem manejadas de forma coerente e harmônica, como peças que se articulam para formar um sistema único.

Assim, um sistema nacional de áreas silvestres protegidas é um conjunto de espaços naturais protegidos, de relevante importância ecológica e social, pertencentes a uma nação que, ordenadamente relacionados entre si e através de sua proteção e manejo, contribuem para que sejam alcançados objetivos de conservação e, por sua vez, o desenvolvimento sustentável dessa nação.

Quatro das cinco categorias internacionalmente aceitas como áreas protegidas (reserva biológica/científica; parque natural; monumento natural; refúgio de vida silvestre; paisagens terrestres ou marinhas protegidas) têm o turismo entre seus objetivos e, pelo menos, uma delas é promovida, ativamente, pela Organização Mundial de Turismo.

A partir do movimento iniciado em favor do Parque Nacional de Yellowstone, até hoje, muitas medidas foram tomadas, muitos erros corrigidos. Reuniões, congressos e conferências têm buscado entender e pôr em prática as melhores opções já apresentadas e testadas .

Muitos países e regiões com grandes recursos naturais, no entanto, pelos níveis recordes de crescimento do ecoturismo, optaram pelo desenvolvimento desse tipo de turismo como a mais importante atividade econômica.

Contudo, não podemos nos esquecer do fator destabilizador da redistribuição de riquezas, quando há uma rápida mudança econômica. O desenvolvimento do ecoturismo cria “ganhadores” e “perdedores” entre os moradores locais e muitos dos “ganhadores” são estrangeiros exploradores dos nativos ou indígenas do lugar.

GUTIERREZ (1998), cita que periódicos e revistas internacionais especializadas em ecoturismo têm publicado manchetes e pesquisas, alertando a população em geral:

- “Antártica, milhares de turistas afetam as áreas virgens do continente.”
- “Nova Zelândia enfrenta um dilema entre receber pelos ingressos e preservar as áreas naturais .”
- “Nepal e Índia: o meio ambiente foi muito danificado por ecoturistas. O dano se estende a Annapurna, Nepar e Nanda Devi.”
- “Nativos da África do Sul preocupam-se com o que acontece no centro turístico chamado Sun City em Bophuthhastswana, onde as dançarinas de *topless* apontam para um futuro não planejado.”
- “Costa Rica: a grande quantidade de ecoturistas que querem visitar as áreas virgens do ecossistema está alterando o comportamento das espécies em extinção.”

MADER (1999), compara ecoturismo a um cânion ou a um abismo que separa conservacionistas de um lado e promotores turísticos de outro e para entendermos ecoturismo, devemos criar uma ponte unindo os dois lados. O ecoturismo é um nicho singular dentro do mercado turístico. Possui valor comercial e pode comandar um aprimoramento dos objetivos de todos os outros tipos de turismo.

O sucesso das operações ecoturísticas precisam de suporte intersetorial. Numerosos fracassos aconteceram, tanto com indivíduos pertencentes a empresas tradicionais de turismo como com grupos conservacionistas. Ambos sabem fazer o discurso correto sobre ecoturismo para seus pares e para pessoas das suas organizações, mas não sabem conviver com os outros, com os que pensam e falam diferentemente.

Por exemplo, projetos desenvolvidos por grupos conservacionistas possuem estratégias de preservação muito boas, mas, por não conhecerem técnicas da indústria turística, falham quando entram no mercado turístico. Com a indústria turística tradicional, a falha acontece porque não há participação da comunidade nem cuidados adequados com a preservação.

MADER (1999, 2000), aponta também os esforços já realizados e o muito a se fazer ainda. Cita, por exemplo, o que acontece no turismo no oeste da Virginia que possui um departamento estadual responsável, que promove diversas formas de turismo, e centros, bem desenvolvidos, com serviços de informação e motivação dos visitantes. No entanto, a extração de carvão devasta as montanhas e, assim, a beleza do cenário que atrai os ecoturistas se perderá e, com ela, o próprio turismo.

Diversos autores têm procurado uma abordagem mais adequada, para a difícil questão, de como proteger áreas preservadas dos impactos danosos

causados ao meio ambiente, por diferentes tipos de usuários. Por exemplo, BARKIN (1996), faz uma análise do ecoturismo e sugere que, para tê-lo como atividade bem sucedida, deve-se torná-lo mais sustentável, estabelecendo uma base de produtividade durável ao habitante local, através da oferta de serviço ecoturístico que lhes traga melhor qualidade de vida. Apresenta um projeto de ecoturismo mais incorporado na dimensão social de organizações produtivas e conservação ambiental. Sugere, baseado na experiência realizada no centro-oeste do México, chamada a Mariposa Monarca, a incorporação da sociedade local à atividade ecoturística, nos trabalhos de planejamento e administração e a inclusão de programas para encontrar a necessidade fundamental de ingresso e emprego para todos da região, para que a qualidade especial do lugar, da flora e da fauna não seja irremediavelmente danificada.

Relatos de experiências pessoais como em McLAREN (1997), trazem à tona a alienação e falta de informação reinantes no meio turístico. A realidade sufocante de racismo, opressão e miséria, quando de sua viagem turística à Jamaica, após anos de espera e idealizada ao som das músicas *reggae* de Bob Marley, mostraram-lhe um mundo “escondido”. Essa realidade, no entanto, só foi descoberta através de suas incursões solitárias ao povoado local, fora do pacote turístico comprado.

FLYNN & BONILLA (1998), através do estudo de dois casos, oferecem possíveis soluções. De um lado, delineiam um futuro otimista da Reserva – novos empregos, oportunidades para pequenas comunidades rurais, produtos “eco” de alta qualidade, aumento nas vendas, crescimento do turismo da Guatemala e maior renda para o governo. Do outro, um futuro pessimista com problemas como o avanço da fronteira agrícola, o crescimento populacional, um governo burocrático e ineficiente.

Algumas iniciativas, no entanto, vêm apresentando perspectivas de reversão desse quadro pessimista, como nos exemplos abaixo, citados por MARTINEZ (2000).

O arquipélago das Canárias, tem mais de 60% de seu território protegido, dentre eles a ilha de Lanzarote, classificada como Reserva da Biosfera, e o Parque Nacional do Teide, na Gran Canária. Esses esforços conservacionistas, realizados no arquipélago, têm um objetivo central e estratégico: o turismo, uma atividade que atualmente atrai entre 12 e 15 milhões de pessoas por ano, enquanto sua população local não alcança os 2 milhões.

Na Costa Rica, o governo e a sociedade entenderam que os bosques trazem mais benefícios ao país por seu valor turístico e de defesa contra as mudanças climáticas mundiais que pela madeira que poderiam produzir. Todos os bosques costarriquenhos estão reservados exclusivamente à conservação, com um propósito duplo: o turismo e a “venda de bônus verdes”.

A República Dominicana já tem declarada como áreas protegidas 25% de seu território e embora ainda esteja em fase inicial já dá seus primeiros passos: a “lei geral sobre meio ambiente e recursos naturais” que acaba de ser aprovada no Congresso Nacional. Isso evidencia que o Estado Dominicano decidiu deter a depredação para valorizar sua natureza e obter dela todos os benefícios que possa, sem menosprezar sua potencialidade e sua conservação.

No Equador, destacam-se no turismo: o Arquipélago de Galápagos e, na parte oriental do território, a floresta tropical. Galápagos, no pacífico equatoriano, um dos lugares de maior visitação do mundo, conta com um turismo exclusivo da natureza e está declarado, em sua totalidade, como parque nacional.

GORMAN (1996a, 1997b), também, faz uma análise completa do ecoturismo no oriente equatoriano, na região das florestas tropicais. Aborda o que há de bom e de mau nas atividades, nem sempre corretamente, chamadas de ecoturísticas e os impactos positivos e negativos causados pela atividade ecoturística. Dentre seus comentários e apreciações, destacamos alguns que se seguem:

- A propaganda turística tem usado em demasia o mito da selva e seus habitantes, como uma das últimas paisagens virgens, uma das últimas fronteiras naturais, com flora e fauna exóticas e, portanto, um ambiente habitado por povos “primitivos”, sem contato com a civilização e vivendo em harmonia com a terra, um estilo de vida contrário ao dos países desenvolvidos, mas, fantasia à parte, o oriente do Equador tem muito a oferecer ao ecoturista.
- O oriente equatoriano, que ocupa um terço do território nacional, dentro de um país dotado de uma grande riqueza natural é a região do país com a mais alta biodiversidade. Um hectare da Reserva Faunística do Cuyabeno tem registradas 849 espécies de árvores, mais do que toda América do Norte, é um recorde mundial. Cifras igualmente enormes existem para espécies de aves, peixes, mariposas, insetos e mamíferos.

- O conhecimento crescente da importância das florestas tropicais, no ambiente planetário, com a riqueza natural que contêm, anima pessoas do mundo todo a visitá-las. O Equador, por ter Quito a pouco mais de 200 Km distante da floresta, é privilegiado. Ao ambiente natural, ainda se pode adicionar o atrativo das culturas indígenas, algo que não existe, por exemplo, em Galápagos.
- O ecoturismo se converteu na palavra da moda para descrever as atividades desenvolvidas no oriente equatoriano. Muitos o consideram a solução para os problemas da região: uma atividade produtiva que permite obter benefícios econômicos mediante a conservação da selva e não por sua destruição.
- Apesar da quantidade de propaganda sobre o ecoturismo no oriente equatoriano, a maioria das atividades turísticas na região não constitui ecoturismo propriamente dito. Contudo, nem tudo é ruim. Existem problemas e impactos negativos, mas também há muito de positivo acontecendo, especialmente quando se compara o turismo às outras atividades produtivas da região. No entanto, devido ao ecossistema ser muito frágil, mesmo o turismo, atividade que parece inofensiva, pode causar danos ambientais.
- O *lodge tourism*, uma das atividades turísticas desenvolvidas na região, com impacto ambiental mais baixo, possui aspectos negativos como: corte de árvores para construir hotéis, contaminação auditiva causada pelo uso de geradores para eletricidade, zoológicos com animais típicos da selva. Há também, nesse tipo de turismo, aspectos positivos. Os *lodges* possuem alto nível educativo, seus guias possuem consciência ambiental e boa formação – normalmente são biólogos, zoólogos, ecólogos e, além disso, são bilíngües e, é sempre bom lembrar que, o impacto das excursões depende, em sua maior parte, da atitude e do conhecimento do guia.
- Os impactos culturais são mais difíceis de serem identificados. As comunidades indígenas, antes do advento do ecoturismo, foram expostas às atividades dos missionários e da indústria petrolífera e à colonização. Os indígenas são um atrativo imprescindível na região. Através de folders e folhetos, as operadoras de turismo oferecem como atração a oportunidade de se ver o “selvagem nobre”, isto é, usa-se de maneira mercantil os indígenas como se fossem animais em um zoológico e esse seria um dos impactos mais desagradáveis do turismo. É uma situação em que uma cultura que está morrendo é preservada para o interesse dos que ajudaram a destruí-la.

- Relativo à economia, ele lembra que o turismo em geral e o ecoturismo, mais especificamente, têm um grande potencial para gerar riquezas que, nem sempre, permanecem no país e, também, não são distribuídas de forma equitativa.
- Uma tendência importante é o crescimento do ecoturismo comunitário – organizado por comunidades indígenas, que nos últimos anos perceberam o potencial que possuem e estão tomando iniciativas sem esperar ajuda governamental.
- Há que considerar um lado positivo no ecoturismo, o aumento de divisas que entram no país com os turistas e que, em teoria, são em parte destinados à proteção do meio ambiente. O aspecto negativo, que afeta toda a população da região, é a inflação na economia local, causada pelo poder aquisitivo maior dos turistas.
- O ecoturismo causa menos danos que a indústria petrolífera ou a expansão da fronteira agrícola, contudo, é indispensável controlá-lo, para assegurar que seu desenvolvimento ocorra segundo sua definição: uma atividade ambiental e socialmente responsável e economicamente equitativa.

Ao final do estudo conclui que o Equador encontra-se em excelente posição quanto à tendência atual de crescimento do ecoturismo nos países em desenvolvimento. O país é bem conhecido como destino de turismo ecológico, pela fama das Ilhas Galápagos e os planos atuais de turismo expandem-se a todo o território nacional, sempre promovendo os atrativos naturais e culturais.

2.4. ECOTURISMO NO BRASIL

No Brasil, segundo a BRASIL EMBRATUR (2002), o ecoturismo é uma atividade realizada de forma desorganizada, seguindo apenas as tendências do mercado, sem conseguir atingir os objetivos previstos em sua conceituação.

Para HEALY (1996), o Brasil não tem sido particularmente importante como atração turística internacional. O estatus de megadiversidade e o reconhecimento mundial da Amazônia (nem toda localizada dentro das fronteiras brasileiras) são atrativos prioritários ao desenvolvimento do ecoturismo. Contudo, os esforços do Brasil, até agora, foram fracos e descoordenados.

Costa Rica tornou-se o centro mundial do ecoturismo em florestas tropicais, enquanto o Equador e, em menor extensão, o Peru dividem a maior fatia do mercado turístico na Amazônia. O temor aos crimes e à violência, associado à falta de facilidades adequadas ao turismo e a ausência de promoções, deram ao Brasil um lugar, no turismo mundial, desproporcionalmente menor que seu potencial.

Apesar das críticas pertinentes, relativas à forma como se desenvolve o ecoturismo brasileiro, e de seu baixo desempenho, considerando-se seu potencial e diversidade, uma nova consciência do verdadeiro conceito de ecoturismo, resultado de estudos e pesquisas, se afirma e começa a ser divulgada pela mídia em geral.

Tendo como base as Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo de 1994 (BRASIL EMBRATUR, 2002), a Política de Diretrizes Estadual foi posta em discussão e lançada oficialmente em 1997. Essas diretrizes elaboraram princípios como: “uso sustentável dos recursos naturais; manutenção da diversidade biológica e cultural; integração do turismo no planejamento; suporte às economias locais; envolvimento das comunidades locais; consulta ao público e aos atores envolvidos; capacitação de mão-de-obra; marketing turístico reponsável redução do consumo supérfluo e desperdício e desenvolvimento de pesquisa.”

Para tornar esses objetivos viáveis, dez estratégias foram elaboradas: regulamentação do ecoturismo; fortalecimento e interação institucional; promoção, gerenciamento e difusão de informações sobre o ecoturismo; formação e capacitação de recursos humanos; participação comunitária; sensibilização e informação do turista; normas para a distribuição de receita; infra-estruturas adequadas às características socioculturais e ambientais; incentivo para o desenvolvimento profissional do ecoturismo; desenvolvimento de metodologia e sistemas para o controle de qualidade da operação ecoturística.

Reportagens e revistas especializadas em ecoturismo, demonstram mais cuidado tanto com a apresentação como com o conteúdo informativo e já dedicam a maior parte do seu espaço à difusão das belezas naturais do país. Manifestações do público, via e-mails e cartas à redação, demonstram conhecimento e espírito crítico, apontando informações incorretas. Além disso, turistas mais conscientes têm opinado por produtos que não tragam problemas ao meio ambiente e com valor ecológico, como indica MARQUES (2000). Esse mesmo autor também avalia vários locais de hospedagem na Amazônia brasileira.

Também é importante destacar, os esforços realizados nos últimos cinco anos, pelas agências estaduais do meio ambiente de São Paulo e Rio na

criação de parques estaduais, estações ecológicas, reservas biológicas, etc., formando uma linha de áreas protegidas ao longo da Serra do Mar. A Serra ainda possui extensões de floresta virgem, conectadas por trilhas usadas pela população local, apesar das pressões exercidas pelos centros populacionais de São Paulo, Rio e Curitiba, pelo turismo de massa, fazendas, desflorestamento, invasores e ladrões de palmito. O Parque Nacional da Serra da Bocaina, o Parque Nacional de Itatiaia e o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira concentram as melhores reservas da Serra do Mar.

O desafio da sustentação do ecoturismo depende também de seu público, que pode pressionar as empresas turísticas para que melhorem o tratamento dispensado às áreas naturais. Há uma certa dose de verdade no cliché “tire nada mais que fotografias, deixe nada mais que pegadas”. Hoje já podemos pedir até mais aos ecoturistas, por exemplo, podemos pedir que permaneçam nas trilhas demarcadas, que não colham flores ou frutos silvestres, que não colem *souvenirs*, enquanto lhes fornecemos esclarecimentos dos motivos desses pedidos. Toda essa problemática não é nova, há dez anos atrás, SHORES (1992) já falava da necessidade de se estabelecer critérios mais severos que assegurassem a conservação dos recursos naturais e culturais.

Todos juntos podemos encontrar práticas e métodos ecologicamente viáveis, tanto do ponto de vista econômico como do de preservação, que irão assegurar a sobrevivência das atrações naturais e culturais, sem danificar as reservas.

A escolha, de práticas e princípios mais adequados de preservação ou de um turismo de massa desenfreado que mate a “galinha dos ovos de ouro”, é nossa, como viajantes e administradores da Terra.

É vital que o Ano Internacional do Ecoturismo não só destaque sucessos e melhores práticas do ecoturismo, mas sobretudo que seja usado para combater os problemas e as dificuldades para a implementação do verdadeiro ecoturismo.

É importante incentivar os representantes de cada país, província e locais turísticos em geral a aprenderem com a experiência de outros, mas lembrando sempre que o ecoturismo, talvez mais que outro segmento turístico, precisa de soluções particulares e uma infra-estrutura que reflita a singularidade de cada local, seu meio ambiente e sua cultura.

2.5. TRILHAS ECOTURÍSTICAS

O ecoturismo como modalidade de turismo em que as pessoas buscam contato direto com ambientes naturais, a utilização de trilhas é praticamente obrigatória, seja como meramente uma via de transporte na região visitada ou diretamente na prática de caminhadas.

Dessa maneira, com a crescente expansão do ecoturismo, as trilhas surgem como elementos de grande importância, principalmente como instrumentos de educação ambiental através de roteiros interpretativos. Porém, na maioria dos casos, a origem de seu traçado reside em antigas rotas de transporte e/ou caminhos utilizados por pescadores e caçadores, ou ainda por colhedores de palmito, sem absolutamente nenhum estudo prévio. Assim, para que as metas do turismo sustentável sejam atingidas, faz-se necessário a elaboração de um plano de manejo e gestão adequados à área.

Os impactos ambientais decorrentes da implantação e uso das trilhas, já têm sido objeto de estudo e os danos causados pela remoção da vegetação através do pisoteio contínuo, tem levado a crescente compactação do solo e conseqüente diminuição da infiltração da água, muitas vezes acentuada pela elevada declividade do local (acentuada em demasia graças a traçados não planejados), levam a um constante incremento de processos erosivos na área, além de outros danos ambientais.

Por exemplo, estudos comparativos de DELUCA et al. (1998), a respeito dos impactos causados por caminhadas a pé ou pela utilização de cavalos e lhamas em trilhas turísticas da *Lubrecht Experimental Forest*, no oeste de Montana, em solo seco e molhado, concluem que a utilização de cavalos causa maior compactação do solo que o uso de lhamas ou caminhadas a pé. Sugere que guias e agentes turísticos repensem a utilização de animais em trilhas.

WILSON & SENEY (1994) também examinaram impactos causados por caminhadas a pé, a cavalo, o uso de motocicletas e bicicletas, em termos de compactação e produção de sedimentos, em trilhas dentro e próximas da *Gallatin National Forest*, em Montana. Concluíram que cascos e pés causam maiores danos às trilhas que rodas, e que seu efeito era mais pronunciado em trilhas molhadas.

Em pesquisa realizada no Equador e Costa Rica sobre erosão nos solos úmidos de trilhas, foi comprovado o elevado grau potencial de erosão nas trilhas destinadas não apenas a ecoturistas, mas também a pesquisadores da vida silvestre (WALLIN & HARDEN, 1996).

NARDY (1999) e NARDY & LORANDI (2001) analisam a aceleração do processo erosivo, nas trilhas ecoturísticas no Município de Analândia, causada pelas chuvas e sugerem a reformulação dos trajetos das trilhas, sinalização adequada e presença de monitores no local para uma correta orientação dos ecoturistas.

O estudo da topografia da área, seja através de cartas de declividade ou a elaboração de perfis topográficos é também recomendado, como um importante recurso na avaliação de trilhas existentes, principalmente na geração de propostas de alteração de traçado e, na implantação de novas trilhas, evitando assim traçados do tipo “morro abaixo” (perpendiculares as curvas de nível).

ROSALEN & LORANDI (2001), por exemplo, demonstram, em estudo, a importância do uso de ferramentas de análise topográficas na prevenção de processos erosivos, no planejamento de trilhas ecoturísticas

AGATE (1983), propõe a declividade de 12% como sendo a ideal para trilhas em ambientes naturais e em terrenos acima de 26% de declividade, existe a necessidade da adoção de traçados em “zig-zag”, como medida preventiva à processos erosivos. É importante ressaltar que o traçado em “zig-zag” deve vir acompanhado de outras medidas afim de se evitar a tendência natural de muitos indivíduos de “cortar caminho”, isto é, sair do trilha em zig-zag e adotar um traçado retilíneo na caminhada, deteriorando dessa maneira a trilha.

Através do estudo da declividade de áreas cênicas de Analândia, LEITE & LORANDI (2001) provêm subsídios para a reestruturação das trilhas e para a elaboração de uma proposta de uso racional do local, visando a conservação do ambiente.

Dentro de todo esse contexto, o presente trabalho ao analisar uma série de vias utilizadas na prática do ecoturismo na região de Santo Antônio do Pinhal (SP), na maioria delas, estradas vicinais mal conservadas, procurou gerar informações para a elaboração de futuros projetos de manejo e gestão dessas vias.

3. EROSÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS

3.1. DEFINIÇÃO, PROCESSOS, AGENTES E FATORES EROSIVOS

Podemos definir erosão do solo “como o processo de remoção e transporte notório das partículas de solo, por ação do vento ou da água em movimento, que determina perda de sua integridade” (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992).

Obviamente existe um processo erosivo natural ou geológico, responsável pelas feições topográficas do terreno; geralmente é um processo muito lento, porém, quando condições perturbadoras do equilíbrio natural, normalmente provocadas por ação antrópica, esse processo é acelerado. Por exemplo, segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1992), um solo coberto com mata leva cerca de 440.000 anos para perder 15 cm de solo, enquanto que, num solo coberto com pastagem, a mesma perda ocorre num espaço de 4.000 anos. Já num terreno com um cultivo perene, como café, esse prazo cai para 2.000 anos e numa cultura anual, como algodão, esse prazo pode cair, conforme o manejo adotado, para 70 anos!

Os fenômenos de erosão, transporte e sedimentação são processos ligados à dinâmica geológica e climática do planeta. Dentro dessa dinâmica, podemos distinguir zonas geradoras ou de produção de sedimentos, em que predomina a erosão; zonas de transferência, em que predominam os processos de transporte e depósito e, por último, zonas de sedimentação, em que predominam os processos de acúmulo. Os processos de erosão-transporte-sedimentação se realizam, em maior ou menor intensidade, em todas essas zonas e resultam interdependentes entre si. Dessa maneira podemos concluir que a erosão, consiste em um conjunto de processos, naturais e/ou acelerados, pelos quais os materiais da crosta terrestre são desagregados, dissolvidos ou desgastados e transportados de um ponto a outro pelos sistemas erosivos, tais como: glacial, periglacial, eólico, marinho e litorâneo, hídrico-fluvial, lacustre e cárstico. Sendo que para cada um desses sistemas temos um agente erosivo predominante, gelo, vento e água (superficial e subterrânea).

O processo erosivo do solo pode ser associado a dois fatores, a Erodibilidade dos solos (susceptibilidade do solo à erosão) e a Erosividade dos agentes (fatores condicionantes da erosão).

A erodibilidade é o fator determinado exclusivamente pelas características do solo e do terreno, tais como:

1. Estrutura
2. Textura
3. Permeabilidade
4. Estratificação
5. Teor de umidade
6. Composição
7. Cobertura natural do terreno
8. Declividade natural do terreno

Já a erosividade é determinada pela intensidade da ação antrópica e da energia dos agentes erosivos, tais como:

1. Chuva
2. Ventos
3. Geleiras
4. Alteração da cobertura vegetal
5. Alteração da declividade do terreno
6. Sistema de manejo agropastoril, etc.

A combinação desses diferentes fatores pode tornar uma área mais ou menos susceptível à erosão.

Devido à importância da erosão hídrica em nossas condições ambientais, a seguir daremos um breve detalhamento.

3.2. EROSÃO HÍDRICA

A erosão hídrica é, conforme BERTONI & LOMBARDI NETO (1992) o maior problema da agricultura paulista. Segundo ELLISON (1947), a dinâmica deste processo erosivo pode ser esquematizada segundo quatro sub-processos:

1. Destacamento de partículas pela gota de chuva
2. Transporte do sedimento pelo fluxo
3. Destacamento pelo fluxo superficial
4. Transporte pelo fluxo

O impacto da gota de chuva contra a superfície do solo, pode também provocar a compactação e o selamento da superfície.

Com base em estudos desenvolvidos por diversos autores (MEYER &

MONKE, 1965; YOUNG & MUTCHLER, 1969; FOSTER & MEYER, 1972; EMMETT, 1970; COOKE & DOORNKAMP, 1977), o escoamento superficial apresenta feições extremamente complexas. Em pequenas áreas, por exemplo, o fluxo superficial movimenta-se como uma película praticamente uniforme na direção do menor gradiente, que pode ser tanto para jusante como para as laterais. Tal não acontece quando pequenas variações de cotas e/ou inclinações provocam concentração no fluxo de água, causando primeiro minúsculos filetes e, com o aumento da vazão, sulcos.

A erosão hídrica pode ser subterrânea ou superficial, conforme a ação de águas subterrâneas ou superficiais, respectivamente. No caso da erosão rural, a superficial tem maior destaque.

Existem diferentes formas de ocorrência da erosão hídrica superficial, que podem ocorrer simultaneamente na mesma área. Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1992) e ESPANHA (1981), as formas clássicas mais importantes desse processo erosivo são:

- a) Erosão pelo impacto da chuva: nessa forma de erosão, o impacto das gotas de chuva rompe os agregados do solo, desprende e transporta as partículas mais finas, que são as de maior valor, causa também uma compactação na superfície do terreno, reduz a capacidade do solo de absorver água e aumenta a enxurrada (*runoff*) na superfície.
- b) Erosão laminar: se manifesta pela remoção de delgadas camadas de solo estendida geralmente de modo uniforme sobre toda a superfície. Resulta da desagregação dos elementos terrosos pelo impacto das gotas de chuva e pelo escorrimento. Desse modo, o conjunto água-solo escorre ao longo dos declives como uma lâmina e o solo vai se degradando por retiradas sucessivas de suas camadas. Na Figura 3-1, podemos observar à direita, no segundo plano, processos erosivos laminares evoluindo para erosão em sulcos, em área próxima a uma das trilhas da área de estudo.



*Figura 3-1: Processos erosivos laminares evoluindo para erosão em sulcos em área próxima a Trilha do Zig-Zag dentro da Área de Estudo
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

- c) Erosão em sulcos: se manifesta pelo arraste de elementos terrosos, em pequenas irregularidades na declividade do terreno que faz com que a enxurrada concentre-se em alguns pontos do terreno e, à medida que esta atinja volume e velocidade suficientes, ocorre a formação de sulcos mais ou menos profundos.
- d) Erosão acelerada ou voçorocas: se manifesta por profundas incisões no terreno, originadas geralmente quando existe uma grande concentração de escoamento em alguma zona determinada.
- e) Outras formas: deslocamentos e escorregamentos de massas de solo, erosão em pedestal, erosão em pináculo, erosão em túnel e erosão da fertilidade do solo.

3.3. O USO DA TERRA E A EROSÃO

Toda classe de solo, usada para fins agrícolas ou não, possui um conjunto de características (físicas, químicas, biológicas e mineralógicas) que determinam o limite da intensidade da exploração racional e econômica, sem que haja uma redução exagerada em sua capacidade produtiva. O conhecimento e a análise dessas características do solo, determinam a capacidade de uso da terra para uma determinada finalidade. A freqüente e

contínua ocupação dos solos fora de suas características de capacidade de uso é uma das principais causas de desgaste e empobrecimento dos solos agricultáveis, tendo como conseqüência a perda da capacidade produtiva.

Embora o Brasil seja um país privilegiado em terras agricultáveis, do ponto de vista qualitativo, sua colocação não é das melhores, pois seu clima tropical e subtropical, aliado às condições de origem geológica ou a terrenos de acidentada topografia, faz com que grande parte dos solos brasileiros seja de efêmera fertilidade e de difícil cultivo. Como cita WAGNER (1985), cerca de 86% da superfície brasileira é constituída por solos problemáticos, tais como: **Latossolos, Podzólicos Vermelhos Amarelos Distróficos, Areias Quartzosas, Litossolos e Planossolos** ou - segundo a **Classificação Americana de Solos - 7.^a Aproximação - Oxissolos, Ultissolos*, Entissolos, Inceptissolos, Ultissolos, Alfissolos e Molissolos**. Esse fato, historicamente, não foi e ainda não é levado em consideração pelos agricultores e pecuaristas brasileiros, que valendo-se da vastidão de novas áreas a explorar, caminham descuidadamente rumo ao oeste, deixando às suas costas um melancólico caminho percorrido de morros desnudos, de campos afetados pela erosão e de solos exauridos. No estado de São Paulo isso é confirmado por BELLINAZZI JUNIOR et al. (1981), que afirmam que, devido ao crescimento e avançado estágio de desenvolvimento tecnológico, a agricultura é acionada por uma crescente demanda de alimentos e matérias primas, cuja produção agrícola atinge bilhões de reais.

A erosão das terras paulistas constitui-se num dos principais fatores que tem conduzido a agropecuária a baixas produtividades e altos custos de produção. Vem provocando o desaparecimento de pequenas e médias empresas agrícolas, que causa um esvaziamento populacional da zona rural e agravamento dos problemas sociais, inclusive pela ocorrência de erosão acelerada. Fato que tem ocorrido, principalmente, nos centros urbanos de médio a grande porte, tais como Bauru, Marília, Casa Branca, São Carlos, etc.

Além dos prejuízos causados à produção agropecuária, devido ao empobrecimento físico, químico e biológico dos solos, os processos erosivos causam outros danos. Enormes quantidades de solo são transportados a rios, represas, etc., provocando o fenômeno de eutrofização, poluição com resíduos tóxicos e assoreamento, que pode levar, inclusive, a uma maior incidência de enchentes; exigindo dessa forma, muitas vezes, a execução de obras caríssimas de remoção de sedimentos. Também no caso de grandes reservatórios destinados a produção de energia elétrica, o assoreamento leva a diminuição de sua vida útil e, muitas vezes, até a abrasão de turbinas e bombas de captação.

Isso ocorre principalmente devido ao fato de que essas explorações agropecuárias não obedecem ao critério de capacidade de uso da terra, o que

dificulta sobremaneira o controle da erosão rural. As práticas conservacionistas, quando adotadas, especialmente as de controle da erosão, apresentam resultados aquém do desejado, devido à desajustagem das explorações à capacidade de uso das terras.

Não são, porém, somente as explorações agropecuárias que, em diversas situações, não respeitam a capacidade de uso da terra e/ou sua fragilidade frente a processos erosivos. No planejamento do ecoturismo, principalmente na exploração de trilhas para passeios a pé ou motorizados, também se esquece desse cuidado fundamental, por ignorância ou por falta de um trabalho multidisciplinar por parte dos agentes planejadores. A realidade, contudo, mostra que nem sempre há planejamento, já que, muitas vezes, essas atividades começam de forma espontânea e sem grande profissionalismo.

Para exemplificar esse fato, podemos citar WILSON & SENEY (1994), que afirma que o pisoteamento freqüente sofrido por uma trilha leva ao aumento de sua densidade, que, por sua vez, provoca uma menor infiltração da água de chuva e, conseqüentemente, gera uma dinamização da erosão laminar que pode, posteriormente, evoluir para processos erosivos de sulcos e acelerados, com a formação de voçorocas. Nesse caso, a verificação do gradiente textural do solo na região onde se encontram localizadas as trilhas, assim como a análise do perfil topográfico destas, como é proposto no presente trabalho, poderá auxiliar na identificação de locais de maior perigo a esses processos e, dessa maneira, poder-se-á lançar mão de contenções nestes locais ou, até mesmo, propor a alteração do traçado dessas trilhas.

3.4. CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS

O desenvolvimento de um sistema de classificação pedológico nacional, conforme cita PRADO (1995), foi essencial, visto que os sistemas adotados no exterior não nos atendem satisfatoriamente, pois temos predominância de solos desenvolvidos em condições de clima tropical e não em clima temperado.

Segundo PRADO (1993), a classificação dos solos baseia-se nas características morfogenéticas destes e utiliza os horizontes diagnósticos para classificá-los. O sistema de classificação de solos no Brasil, foi inicialmente baseado no antigo sistema estadunidense de classificação, proposto por BALDWIN et al. (1938) e modificado por THORP & SMITH (1949).

Posteriormente, encontramos a classificação elaborada pela Comissão de Solos e utilizada no Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (BRASIL SNPA, 1960). Essa classificação evolui, através

do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo da EMBRAPA para as seguintes aproximações: 1.^a (EMBRAPA, 1980), 2.^a (EMBRAPA, 1981), 3.^a (EMBRAPA, 1988) e 4.^a (EMBRAPA, 1997), culminando, finalmente, com a publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é hierarquizado, com seis níveis categóricos, sendo, o primeiro, mais generalizante e, o sexto, mais específico. Esses níveis, partindo do primeiro para o sexto, são: Ordem, Subordem, Grande Grupo, Subgrupo, Família e Série. Outra característica desse sistema é que é aberto, permitindo a incorporação de classes de solos recém-conhecidas.

Na Tabela 3-1 encontramos uma correspondência entre as diferentes classes de solos e os sistemas de classificação já adotados no Brasil.

Tabela 3-1: Correspondência entre as classes de solos do 2.º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos com a 3ª aproximação e a Classificação da Comissão de Solos de 1960

Classificação de 1960	Classificação, 3ª Aproximação, 1988	Classificação Atual, 1999
Solos Podzólicos com cascalho	Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico ou distrófico Ta ou Tb A moderado textura média/argilosa com cascalho ou cascalhenta	1. Argissolo Amarelo Eutrófico ou Distrófico 2. Argissolo Vermelho-Amarelo 3. Argissolo Vermelho Eutrófico saprolítico
Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Marília	1. Podzólico Vermelho Amarelo 2. Podzólico Vermelho Escuro eutrófico, distrófico ou álico Ta ou Tb abrupto A moderado textura arenosa/argilosa ou média/argilosa	1. Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico ou Distrófico 2. Argissolo Vermelho Eutrófico saprolítico
Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Lins	Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico ou distrófico ou álico A moderado textura arenosa/média	1. Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico ou Distrófico 2. Argissolo Vermelho Eutrófico saprolítico
Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras	Podzólico Vermelho Amarelo distrófico ou álico Ta ou Tb abrupto ou não A moderado ou proeminente textura arenosa/média	1. Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto 2. Argissolo Vermelho-Amarelo Aluminico típico
Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba	1. Podzólico Vermelho Amarelo 2. Podzólico Vermelho Escuro ambos distróficos ou álicos Ta ou Tb abrupto A moderado textura arenosa/argilosa ou média/argilosa ou argilosa/argilosa	1. Argissolo Amarelo Distrófico abrupto 2. Argissolo Vermelho Distrófico abrupto
Podzólico Vermelho Amarelo orto	1. Podzólico Vermelho Amarelo 2. Podzólico Vermelho Escuro ambos distróficos ou álicos Tb A moderado textura argilosa	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico ou Aluminico latossólico
Mediterrâneo Vermelho Amarelo	1. Brunizém Avermelhado textura argilosa ou muito argilosa 2. Podzólico Vermelho Escuro eutrófico Tb A moderado ou chernozêmico textura argilosa ou muito argilosa	1. Chernossolo Háptico Órtico 2. Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de Bertoni & Lombardi (1990), Prado (1993), EMBRAPA (1993), EMBRAPA (1999) e Oliveira et. Al. (1999)

(Continuação da Tabela anterior)

Classificação de 1960	Classificação, 3 ^a Aproximação, 1988	Classificação Atual, 1999
Terra Roxa Estruturada	Terra Roxa Estruturada eutrófica ou distrófica ou álica A moderado textura argilosa ou muito argilosa	1. Nitossolo Vermelho Distrófico argissólico 2. Argissolo Vermelho Eutrófico ou Distrófico típico
Latossolo Vermelho Amarelo orto	Latossolo Vermelho Amarelo álico ou distrófico A moderado ou proeminente textura argilosa ou muito argilosa	Latossolo Vermelho-Amarelo Distroférico típico
Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa	Latossolo Vermelho Escuro distrófico ou álico A moderado textura média	Latossolo Vermelho Distroférico
Latossolo Vermelho Amarelo, fase rasa	1. Latossolo Vermelho Amarelo pouco profundo ou 2. Latossolo Vermelho Amarelo câmbico ou fase rasa ou 3. Cambissolo latossólico, todos álicos A moderado ou proeminente textura argilosa	1. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Câmbico 2. Cambissolo Háptico Eutrófico latossólico
Latossolo Vermelho Escuro orto	Latossolo Vermelho Escuro álico ou distrófico ou ácrico A moderado ou proeminente textura argilosa ou muito argilosa	Latossolo Vermelho Distrófico Aluminossólico típico
Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico ou álico A moderado ou proeminente textura média	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico ou Aluminossólico típico
Latossolo Vermelho Amarelo, fase terraço	Latossolo Vermelho Amarelo álico textura argilosa	Latossolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico
Latossolo Vermelho Amarelo húmico	Latossolo Vermelho Amarelo húmico textura média ou argilosa	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico ou Ácrico
Latossolo Roxo	Latossolo Roxo álico ou distrófico ou ácrico A moderado textura argilosa	Latossolo Vermelho Distrófico típico
Solos de Campos de Jordão	1. Latossolo Vermelho Amarelo ou 2. Latossolo Vermelho Amarelo câmbico ou 3. Cambissolo, todos álicos textura média ou argilosa	1. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico 2. Latossolo Amarelo Distrófico câmbico 3. Cambissolo Háptico Alumínico típico

Fonte: Adaptado de Bertoni & Lombardi (1990), Prado (1993), EMBRAPA (1993), EMBRAPA (1999) e Oliveira et. Al. (1999)

A classificação dos solos é realizada através do levantamento de solos, e temos a produção de dois tipos de documentação: o mapa pedológico e o relatório técnico. O mapa exibe a distribuição espacial das diferentes categorias de solos, e o relatório descreve textualmente características morfológicas, químicas, físico-hídricas e mineralógicas destas categorias. Muitas vezes, devido a dificuldade da interpretação destas características por parte de leigos, pode-se inserir neste relatório alguns aspectos práticos correlacionados com as diferentes categorias pedológicas, tais como limitações agrícolas, suscetibilidade a processos erosivos, etc. (PRADO, 1995).

É importante destacar que o levantamento de solos possui informações essenciais para diferentes bancos de dados e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois possibilitam interpretações voltadas a planejamento, ordenamento territorial e zoneamentos, principalmente quando combinados com outros fatores ecológicos (EMBRAPA, 1995).

Existem diferentes níveis de levantamento pedológico, que variam em função do grau de detalhamento requerido, que por sua vez depende de diferentes fatores, tais como: região a ser mapeada, recursos disponíveis, objetivos do trabalho, etc. PRADO (1993) e EMBRAPA (1995) citam, em ordem decrescente de detalhamento, os seguintes tipos de mapeamento:

- 1) Ultradetalhado
- 2) Detalhado
- 3) Semidetalhado
- 4) Reconhecimento
- 5) Exploratório
- 6) Esquemático

Na Tabela 3-2 encontramos características destes diferentes tipos de levantamentos pedológicos.

Tabela 3-2: Características dos diferentes tipos de levantamentos pedológicos

Tipo de Levantamento	Finalidade	Coleta de dados	Escala de Mapeamento	Área Mínima Mapeável	N.º de observações pela área mínima mapeável
Ultradetalhado	Utilizado para resolução de problemas específicos em pequenas áreas, experimentais, rurais ou urbanas	<ul style="list-style-type: none"> – Amostragem por malhas rígidas – Perfis completos e complementares suficientes para caracterização dos principais tipos de solos – Unidades de Mapeamento e Legenda iguais ao Detalhado 	1:500 1:1.000 1:5.000	10m ² 40m ² 100m ²	0,005 0,016 0,2
Detalhado	Utilizado para planejamentos locais, tais como projetos conservacionistas, de exploração agrícola, de irrigação, de engenharia civil, etc..	<ul style="list-style-type: none"> – Amostragem por topossequência – 1 perfil completo e 2 complementares para classes de solos identificadas no nível taxonômico mais baixo – Testes de infiltração para áreas a serem irrigadas 	1:10.000 1:20.000	400m ² 1,6ha	0,2 0,3
Semidetalhado	Utilizado para obtenção de informações básicas para implantação de projetos de colonização, loteamento rurais, estudo de microbacias, etc.	<ul style="list-style-type: none"> – Amostragem por topossequência – 1 perfil completo e 1 complementar por classe de mapeamento – Unidades de Mapeamento simples ou associação de até 3 componentes 	1:25.000 1:50.000 1:100.000	2,5ha 10ha 40ha	0,3 0,6 0,7

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de PRADO (1993) e EMBRAPA (1995)

(Continuação da Tabela anterior)

Tipo de Levantamento	Finalidade	Coleta de dados	Escala de Mapeamento	Área Mínima Mapeável	Nº de obs.pela área mínima mapeável
Reconhecimento <i>Alta Intensidade</i>	Utilizado para desenvolvimento de projetos agrícolas, pastoris e florestais; instalações de núcleos de colonização e localização de estações experimentais	<ul style="list-style-type: none"> - Amostragem por topossequência - 1 perfil completo mais 1 perfil complementar mais 1 perfil completo por classe de solo - Unidades de Mapeamento simples ou em de associação de até 3 componentes 	1:250.000	250ha	0,8
Reconhecimento <i>Média Intensidade</i>	Utilizado para elaboração de projetos de uso e planejamento do solo, para seleção de áreas de colonização, construção de rodovias, zoneamentos agroecológicos e seleção de áreas para levantamentos mais detalhados	<ul style="list-style-type: none"> - Amostragem por topossequência - 1 perfil completo ou incompleto mais 1 perfil completo por classe de solo - Unidades de Mapeamento simples ou em de associação de até 4 componentes 	1:500.000	1000ha	0,9
Reconhecimento <i>Baixa Intensidade</i>	Utilizado para planejamento de grandes áreas	<ul style="list-style-type: none"> - Amostragem por topossequência - 1 perfil completo ou 1 complementar por unidade de de mapeamento - Unidades de Mapeamento simples ou em de associação de até 4 componentes 	1:750.000	22,5Km ²	1,0
Exploratório	Utilizado na identificação de áreas de diferentes potenciais em planejamentos regionais	<ul style="list-style-type: none"> - Amostragem em campo e por mapas existentes - 1 perfil completo ou complementar por solo predominante na associação da unidade de mapeamento - Unidades de Mapeamento simples ou em de associação de até 5 componentes 	1:1.000.000 1:2.500.000	40Km ² 250Km ²	1,2 1,2
Esquemático	Utilizado para fins avaliações de globais de recursos naturais e também para fins didáticos	-	1:5.000.000	1000Km ²	-

Fonte: Adaptado de PRADO (1993) e EMBRAPA (1995)

Conforme observamos na Tabela 3-2, a densidade de observações é intensificada à medida que aumentamos o grau de detalhamento do levantamento, e esse grau de intensificação permite a publicação de cartas pedológicas em escalas cada vez maiores.

Também, à medida que o grau de detalhamento aumenta, o número de associações nas unidades de mapeamento diminuem e/ou tornam-se mais homogêneas. Por exemplo, em levantamentos semidetalhados, as unidades de mapeamento devem ter um grau de homogeneidade de no mínimo 80%, e os 20% restantes podem conter no máximo mais dois componentes.

Como exemplos de mapeamentos semidetalhados podemos citar o Levantamento de Solos do Estado de São Paulo, escala 1:100.000, publicado pelo IAC, que engloba parte do estado.

Para levantamentos no nível de reconhecimento podemos citar outra publicação do IAC, que engloba todo o estado de São Paulo, na escala de 1:500.000 (OLIVEIRA et al., 1999).

O levantamento acima citado foi utilizado como base cartográfica pedológica do presente trabalho, por se tratar do único levantamento de solos encontrado que abrangesse a área de pesquisa. Esse mapeamento foi realizado mediante compilação de mapeamentos anteriores, de escalas de 1:100.000 até 1:1.000.000, tendo como base o Mapa de Solos do Estado de São Paulo, escala 1:500.000 (BRASIL SNPA, 1960).

Destacamos que em áreas de relevo muito movimentado como a área da pesquisa, com declives acentuados, torna-se mais difícil esse tipo de trabalho, restringindo as observações às margens da rede viária, como o levantamento realizado no Parque Estadual de Campos de Jordão por OLIVEIRA et al. (1975).

4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

4.1. HISTÓRICO E CONCEITOS

Conforme consta no Dicionário Cartográfico (BRASIL IBGE, 1993), define-se Geociências ou Ciências da Terra como as ciências que estudam os fenômenos relacionados com a Biosfera. São elas: a) Geografia; b) Cartografia; c) Geologia e Geofísica; d) Hidrologia e Oceanografia; e) Climatologia e Meteorologia. Desta forma, a Cartografia enquadra-se dentro das chamadas Geociências e tem, como objetivo básico, a representação do espaço terrestre.

Como as Geociências tratam de fenômenos ligados a Biosfera e esses, como objetos de estudos, são mensurados de diversas maneiras, inclusive a geográfica, a Cartografia acaba sendo, em muitos casos, o ponto de partida desses estudos, pois irá fornecer, em diferentes formas de representação, o espaço onde esses fenômenos estariam ocorrendo.

A representação do espaço terrestre pode ser feita através de cartas, mapas ou plantas topográficas, conforme o sistema de projeção adotado e, também, pode ser representado através de modelos físicos, como maquetes. Graças ao intenso avanço tecnológico ocorrido nos últimos anos, hoje, quando pensamos em Cartografia, não devemos mais pensar em grandes mapas em papel, de difícil manipulação e armazenamento (as chamadas “Cartas Analógicas”), mas sim em Cartas Digitais, em formatos *raster* ou vetorial, ou ainda em “maquetes eletrônicas”. Tudo isso dentro de sistemas com diversas ferramentas computacionais, em que destacamos as utilizadas para fins de modelagem matemática, visando não só o modelamento da superfície terrestre (Modelo Digital de Terreno - MDT), mas também para a modelagem de outros fenômenos físicos, como, por exemplo, o fluxo de águas subterrâneas, caminhamento de resíduos, processos erosivos, etc.

Além do avanço tecnológico na representação do espaço terrestre, houve também um grande avanço na coleta de dados de campo, com os quais são confeccionadas as cartas ou modelos digitais. Surgiram equipamentos de elevada precisão, rapidez e de fácil operação. Temos equipamentos topográficos, como estações totais, ou geodésicos, como o Sistema de Posicionamento Global - GPS, além de sensores espaciais utilizados em Satélites, para obtenção de imagens terrestres, ou câmeras aéreas, utilizadas em vôos, para levantamentos aerofotogramétricos. Os fotogramas assim obtidos são também convertidos em imagens através de

numerizadores (*scanners*) de alta precisão.

Paralelamente aos desenvolvimentos citados, surge o que denominamos de Sistemas de Informações Geográficas, que apareceu pela primeira vez na década de 60, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Posteriormente, com a criação dos centros de pesquisas que congregam o NCGIA - National Centre for Information and Analysis, nos EUA em 1989, tivemos o estabelecimento desta emergente área de conhecimento como ciência independente. A partir daí, seu desenvolvimento e sua aplicação nos mais diferentes setores do conhecimento humana não cessou de crescer (BRASIL INPE, 1999).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser definidos como sendo “um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos” (BURROUGH, 1989).

RODRIGUES (1988, 1990) diferencia o conceito de Geoprocessamento do conceito de SIG, sendo que o primeiro conceito teria uma maior amplitude, englobando o segundo. Desta maneira, o autor define um Sistema de Geoprocessamento como sendo “a tecnologia de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento de sistemas que as utilizam” e o classifica em três tipos básicos:

- 1) **Sistemas aplicativos:** são sistemas especificamente desenvolvidos para a execução de diferentes tarefas voltadas para projetos, cálculos e desenhos em diferentes áreas do conhecimento humano, tais como: Processamento de levantamento por Posicionamento de Satélites, Cálculos de Geodésia e Topografia, Levantamento por Fotogrametria, Planejamento de Transportes, Projeto de Vias, Prospecção Geológica, Projeto Urbanístico, etc.
- 2) **Sistemas de informações:** o autor define SIG em dois níveis, o *stricto sensu* - um *software* que desempenha funções de coleta, tratamento e apresentação espaciais - e o segundo nível, o *SIG lato sensu* que reúne o *software*, *hardware*, os procedimentos de entrada e saída de dados, as normas de codificação e operação e, finalmente, o pessoal técnico envolvido.
- 3) **Sistemas especialistas:** são sistemas desenvolvidos para a resolução de questões que necessitam da inteligência humana, pois esses sistemas emulam a atuação de um especialista numa dada área do conhecimento.

Porém, ainda de acordo com RODRIGUES (1990), a classificação de Sistemas de Geoprocessamento acima descrita, não é a única. Podem surgir outras classificações, se características diversas e/ou enfoques diferentes, relativos a esses sistemas, forem considerados.

Dentro desse contexto, é interessante descrever algumas siglas utilizadas em sistemas dessa natureza. Para tanto, recorreremos a KORTE (1994), que faz as seguintes diferenciações entre CADD/CAM, AM/FM e GIS:

- 1) **CADD (*Computer Aided Design and Drafting* ou Projeto Assistido por Computador):** também conhecida simplesmente por CAD (*Computer Aided Design*), constitui a tecnologia normalmente utilizada pelo CAM (*Computer Assisted Mapping* ou Mapeamento Assistido por Computador), para a produção de cartas e plantas. A tecnologia CAM pode reduzir em muito o tempo de produção de cartas, possibilitando grande economia de recursos financeiros, quando comparada aos processos cartográficos tradicionais, principalmente, no caso de atualizações, uma vez que modifica somente o elemento selecionado, sem causar alterações nos demais. Essa tecnologia presta-se especificamente a processos de desenho, edição e, com a introdução de ferramentas específicas, a cálculos cartográficos e geodésicos. Não é, portanto, um sistema adequado para a realização de análises espaciais, já que não é definida, em sua estrutura de dados, qualquer relação topológica entre seus elementos gráficos. Para a implementação de tais relações, essa tecnologia requer processamentos especiais, o que torna demorada a resposta desse tipo de tarefa.

- 2) **AM/FM (*Automated Mapping* ou mapeamento Automatizado; *Facility Management* ou Gerenciamento de Serviços de Utilidade Pública):** é também baseada em tecnologia CADD. Entretanto, de maneira geral, a apresentação gráfica não é tão precisa e detalhada como em sistemas CAM. A ênfase maior dada à utilização de sistemas AM/FM está localizada em sua capacidade de armazenamento, análise e emissão de relatórios. As relações entre os componentes do sistema de utilidade pública são definidas como redes (*Networks*), que são associadas a atributos, permitindo, assim, modelar e analisar a operação desse sistema. Atributos não gráficos podem ser ligados aos dados gráficos. Dentre suas limitações está, como nos sistemas CAM, a não definição de relações topológicas entre seus elementos gráficos, que também impossibilita, a implementação de maneira eficiente de tarefas de análise espacial.

- 3) **GIS ou SIG (Geographic Information System ou Sistema de Informações Geográficas):** é o sistema mais recomendado para a realização de análises espaciais. Na verdade, foram desenvolvidos para esse fim, dentre outras funções. Desta forma, difere dos dois sistemas anteriores por permitir criar relações topológicas ou espaciais entre todos os seus elementos gráficos. Esta relação, conhecida como Topologia, vai além da mera descrição da localização e geometria dos elementos gráficos. Descreve também como as entidades lineares estão conectadas, como as áreas são limitadas e quais áreas são contínuas. Para a criação da topologia, o SIG faz uso de uma estrutura de dados especial, empregando nós (*nodes*), arcos (*lines*) e áreas (*polygons*). O SIG também contém, além de dados gráficos ou espaciais relacionados através da topologia, dados de atributos, os quais são associados com os elementos topológicos, provendo maiores informações descritivas. Por permitir acesso a ambos os dados (espaciais e atributos) simultaneamente, o SIG possibilita buscar o dado atributo e relacioná-lo com o dado espacial e vice-versa.

Finalizando, RODRIGUES (1990) conclui que, enquanto que os sistemas CADD/CAM e AM/FM são utilizados para armazenamento, manipulação e recuperação de dados espaciais, um SIG é estruturado com o objetivo específico de realizar análises espaciais, sendo, portanto, imprescindível para a realização de tarefas desta natureza. É importante destacar que, de maneira geral, esses sistemas são agrupados em módulos que podem ser adquiridos separadamente, conforme as necessidades do usuário.

4.2. REPRESENTAÇÃO RASTER VERSUS VECTOR

Dentro dos SIGs encontramos basicamente duas maneiras de representação espacial: a representação matricial, através de imagens *raster*, e a representação vetorial ou *vector*, através de vetores. Ambas possuem vantagens e desvantagens.

O formato *raster* é formado por uma matriz, composta de elementos indivisíveis, denominados *pixels* (Figura 4-1). Dessa maneira, as entidades nesse formato são representadas por esses elementos, cuja dimensão é proporcional à resolução da imagem.

No caso de imagens utilizadas para a representação de cartas e transformando a sua resolução em unidade de terreno, podemos citar como exemplo de resolução alta, o valor de 5x5m (CASTRO & VALÉRIO FILHO, 1997) e para pequena, 500x500m (FONSECA FILHO et al., 1999). Deve-se destacar que, ao se aumentar a resolução, aumenta-se também o tamanho

dos arquivos gerados.

Já o formato vetorial, representa os objetos através de uma geometria de espaços contínuos, utilizando três entidades gráficas básicas: pontos, linhas e polígonos (SANTOS et al. 1997).

Muitas vezes esses dois formatos coexistem na representação de um SIG, mas não em sua manipulação direta. Sistemas que não operam em ambiente CAD não permitem a edição de entidades vetoriais ou a permitem de maneira muito limitada. Porém, toda a álgebra de mapas é realizada via *pixel*, tornando essa manipulação matemática muito facilitada nesses sistemas, principalmente, quando a origem das informações é uma imagem, como ocorre, por exemplo, quando se trabalha com imagens de satélite.

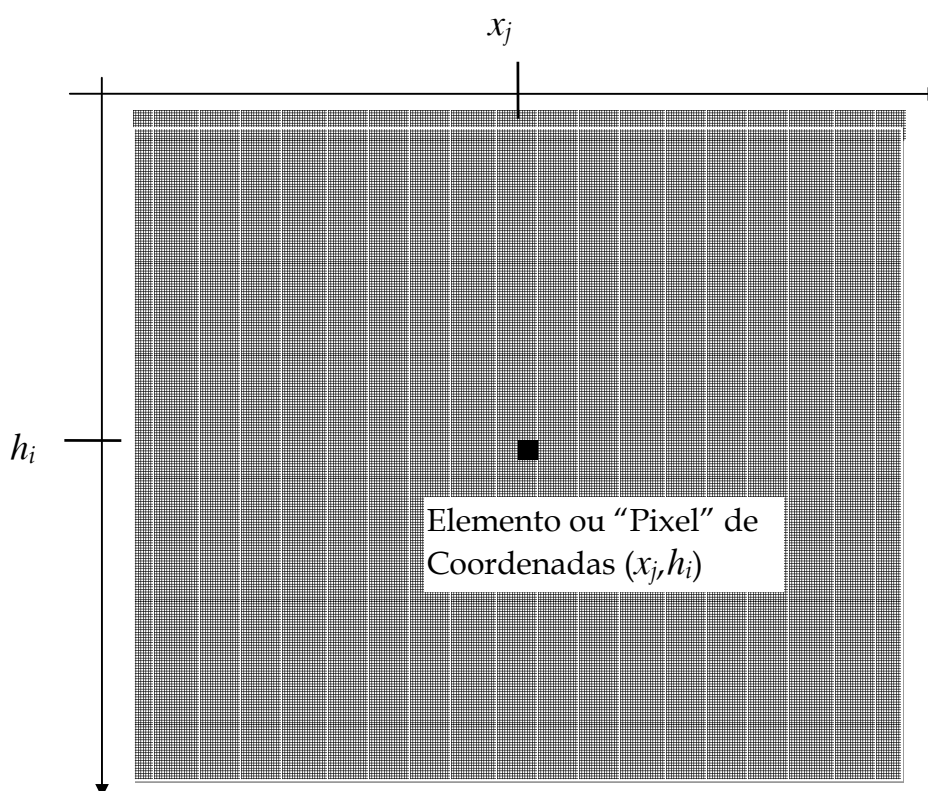


Figura 4-1: Representação matricial de uma imagem digital
Fonte: KRAUS (1993)

Já em sistemas que operam em ambientes CAD, os processos de álgebra de mapas torna-se mais difícil, pois utiliza entidades gráficas de diferentes formatos e tamanhos, exigindo muitas vezes a elaboração de rotinas específicas, dependendo das necessidades do usuário.

Ao contrário dos sistemas que adotam a representação *raster*, a dificuldade de realizar operações de álgebra de mapas torna-se ainda mais

acentuada, quando a origem das informações encontra-se também no formato *raster*. Como por exemplo, imagens de satélites das quais se deseja extrair o uso do solo. Nesse caso, seria necessário que o sistema tivesse ferramentas de tratamento de imagens, vetorização automática ou, ainda, permitir também algumas operações matemáticas via *pixel*. Ferramentas para a inserção e edição de imagens, geralmente são encontradas nos sistemas que operam em ambiente CAD de maneira geral. Porém, ferramentas para tratamento de imagens mais sofisticados são encontradas somente em sistemas CAD voltados a esse fim.

Por outro lado, se a álgebra é prejudicada, a precisão da representação em formatos vetoriais é muito superior, principalmente quando se trabalha com escalas menores. Por exemplo, na delimitação de áreas, essa precisão torna-se possível porque as áreas são definidas por linhas ou polígonos e esses, por sua vez, por pontos, que são descritos por um único par de coordenadas.

No caso do formato *raster*, as áreas são definidas por um determinado número de *pixels*, conseqüentemente, as bordas dessa área serão aproximadas pelos lados destes. Assim, quanto maior for o *pixel* (baixa resolução), maior será o grau de deformação.

Essa precisão na delimitação de áreas, torna a forma de representação vetorial mais flexível, quando comparada à representação *raster*, daí ser adequada tanto a escalas grandes como pequenas. Já o formato *raster* acaba sendo mais adequado a escalas pequenas (ASSAD & SANO, 1998).

Também em trabalhos com redes e modelagem de rotas, a representação vetorial permite maior flexibilidade e precisão, visto que representam as redes e as rotas por linhas contínuas de espessura matemática zero.

Outro aspecto vantajoso da representação vetorial é que permite a modelagem numérica de terrenos através de uma rede de triangulação irregular, enquanto que a representação *raster* se limita a redes regulares de modelagem, definidas pelos *pixels*.

Esse fato reveste-se de grande importância, pois conforme cita BURROUGH (1988, 1999), a malha irregular consiste em um sistema que, além de evitar as redundâncias da malha regular, apresenta-se mais versátil na representação do modelado topográfico. Destacamos que a vantagem da malha irregular sobre as regulares, tal como as geradas por SIGs que utilizam formato vetorial, é reconhecida desde a década de 80 (CAMPOS, 1994).

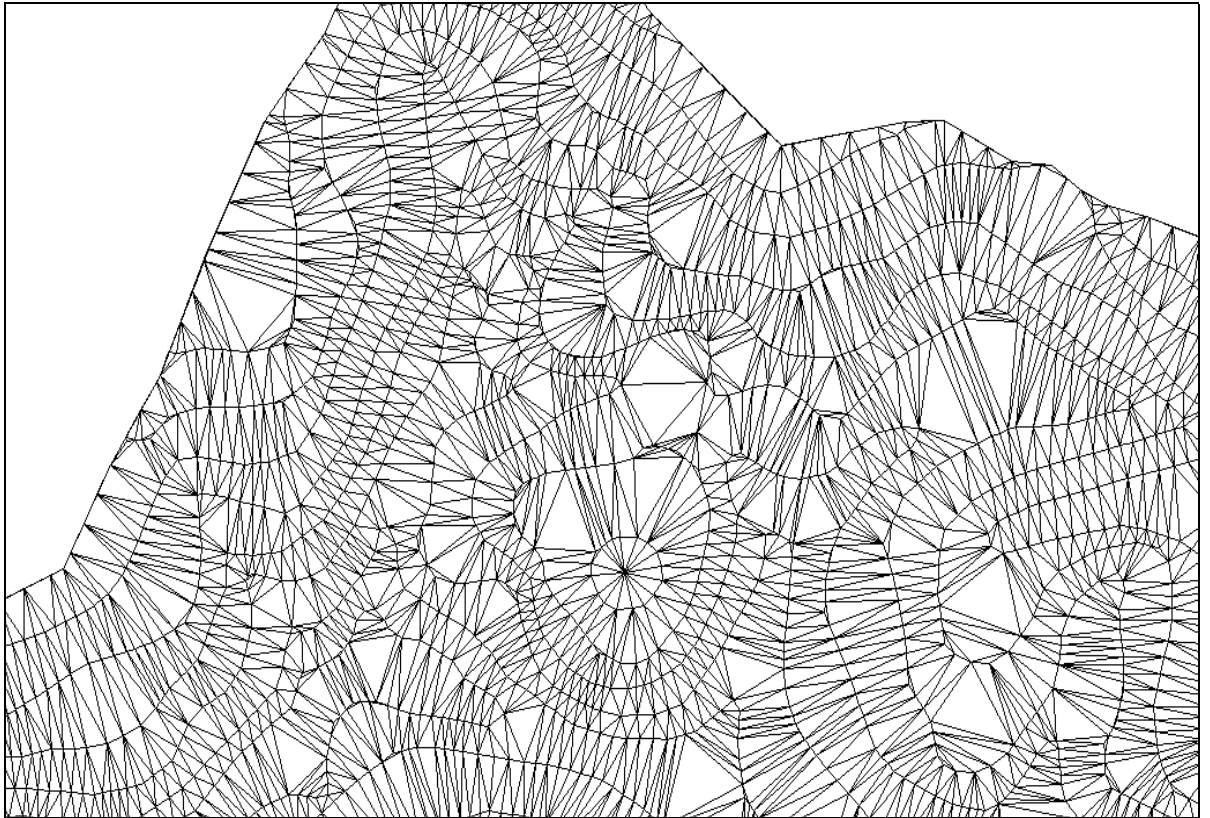
Outra vantagem das malhas irregulares é que permitem uma boa

adequação às regras do modelado do terreno, respeitando linhas de quebras (estradas, muros de arrimo, taludes), áreas mortas (construções) e linhas de estrutura (rios, linhas de drenagem, talvegues e divisores), graças à grande plasticidade da forma e do tamanho dos triângulos gerados.

O formato vetorial permite também a edição da rede de triangulação, e isso é muito importante, visto que podem ocorrer em algumas áreas do terreno, triangulações que não respeitam as regras do modelado topográfico.

Sendo assim, haverá sempre a necessidade de uma avaliação da triangulação obtida e, provavelmente, também a sua edição. Por exemplo, no caso específico do presente trabalho, em que os pontos cotados para a modelagem do terreno foram obtidos a partir da vetorização de curvas de nível, torna-se importante verificar se a triangulação foi realizada entre duas curvas de nível de cotas diferentes, pois, caso contrário, ocorrerão falsas áreas de declividade zero.

Na Figura 4-2, podemos observar uma série de triângulos irregulares, em um pequeno trecho da rede TIN obtida em uma das microbacias da área de estudo.



*Figura 4-2: Trecho da rede de triangulação irregular obtida em uma das microbacias da área de estudo
Fonte: organizado por David L. Rosalen (2002)*

A criação de um modelo matemático preciso do terreno é de grande importância na aplicação da EUPS, visto que é através deste que se obtém o fator LS. Um dos mais importantes fatores desta equação, pois influi mais acentuadamente na variação da erosão bruta do que qualquer um dos demais fatores, exceto o fator manejo do solo (WILLIAMS & BERNDT, 1977 *apud* ROCHA et al., 1997).

Finalizando, os sistemas que adotam a representação vetorial são de maneira geral, oriundos de sistemas voltados para projetos de engenharia, que foram incrementados com ferramenta específico para SIGs e passaram a ter a capacidade de se comunicar com uma base de dados. Sendo assim, esse tipo de sistema possui uma dupla utilidade, a de um SIG e a de um sistema que permite a elaboração de projetos (desde que os módulos específicos sejam adquiridos por parte do usuário). Isso pode ser muito útil, por exemplo, no caso de gerenciamento urbano ou ambiental, em que muitas vezes há a necessidade da elaboração conjunta de projetos.

4.3. EXEMPLOS DE SIGs EXISTENTES NO MERCADO

Dentre os diferentes SIGs existentes no mercado, podemos destacar:

Arc GIS

Pacote que reúne o ArcView e o ArcInfo, sistemas de grande utilização e consagração no mercado. Apresenta capacidades relevantes quanto à digitalização, modelagem e análise de dados espaciais. Utiliza estrutura topológica, admitindo dados nos formatos *raster* e vetorial, possui também rotinas de tratamento de imagens. Desenvolvido pelo *Environmental System Research Institute* - ESRI (Califórnia, EUA).

AutoCAD Map

Sistema desenvolvido pela Autodesk (EUA), opera em ambiente AutoCAD, portanto, trabalha também com objetos vetoriais, permitindo a criação e/ou edição destes com todo o ferramental do próprio AutoCAD.

GEOGRAPHICS

Sistema similar ao AutoCAD Map, pois também opera em ambiente CAD, porém no Microstation. Sistema desenvolvido e comercializado pela Bentley Systems (EUA).

GRASS - Geographic Resources Analysis Support Systems

Desenvolvido originalmente pelo *U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories* - USA-CERL, utilizado em larga escala por agências governamentais estadunidenses (NASA, NOAA, USDA, USGS, The National Park Service e US Census Bureau) e também por inúmeras empresas de consultoria ambiental no mesmo país. Atualmente, a *Baylor University, Department of Geology* é responsável pelo suporte e manutenção do sistema. Esse sistema foi inicialmente desenvolvido para planejamento do uso da terra, porém, hoje, tem sido aplicado em outras áreas de estudo, tais como hidrologia, geologia, etc. Permite a análise, armazenamento, atualização e exibição de dados de maneira rápida e fácil.

IDRISI

Desenvolvido pela *Clark University* (Massachusetts, EUA), sendo baseado no formato *raster*, de grande utilização por entidades de pesquisa e ensino, devido principalmente a sua fácil operação e baixo custo. Permite ao usuário escrever programas específicos.

MGE, GEOMEDIA

Sistema produzido pela Intergraph, opera em ambiente Microstation e apresenta as seguintes características: manipula dados nos formatos vetorial e *raster*, possui um módulo para processamento de imagens de satélite e utiliza banco de dados externo (Oracle, INFORMIX, etc.).

SPRING

Sistema nacional, de grande utilização por entidades de ensino e pesquisa, devido, principalmente, ao fato deste ser gratuito, de grande maneabilidade e incluir, ferramentas voltadas para Geoestatística. O Spring permite uma manipulação limitada de entidades vetoriais e possui rotinas para modelagem numérica de terrenos, tanto para malhas regulares, como irregulares. Desenvolvido pelo INPE, a partir do SGI (Sistema Geográfico de Informação) e do SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens-INPE).

SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental)

Sistema também de origem nacional, desenvolvido pela UFRJ, voltado para a realização de análises ambientais.

Ainda como sistemas de origem nacional temos: GEO-INF+MAP (desenvolvido pela UNESP, Rio Claro-SP) e o AUTOINFO (desenvolvido pela UNISINOS, São Leopoldo-RS).

Além dos sistemas listados, podemos citar: GEOVISION; GDMS (Geographic Data Management System-DATAMATION); SPANS (Spatial Analysis System-TYDAC TECHNOLOGIES); GFIS (Geographic Facilities Information System), etc.

No caso específico de previsão de processos erosivos, KOFFLER *et al* (1995), elaboraram o sistema especialista SAMPA, destinado à análise e mapeamento de componentes ambientais, executando, automaticamente, os diferentes procedimentos que envolvem a classificação de terras, para utilização agrícola. Esse sistema foi criado com o intuito de possibilitar, a planejadores menos experientes, uma organização da ocupação do solo agrícola e fornece os seguintes produtos:

- 1) **Cartas digitais:** Solos, Declividades, Capacidade de Uso da Terra, Aptidão Agrícola (culturas de ciclo longo, curto, pastagem e silvicultura), Grupos de Aptidão Agrícola, Uso Preferencial das Terras e Intensidade de Uso da Terra;
- 2) **Relatórios:**
 - a) Quadro geral de Aptidão Agrícola contendo a classificação para cada combinação solo *versus* declividade, as limitações dos solos, a aptidão para cada um dos quatro grupos de uso da terra, o uso preferencial ou mais adequado, o grupo de aptidão e a unidade de manejo;
 - c) Quantificação das áreas ocupadas pelas classes componentes de todos os mapas produzidos.

Outro exemplo de um sistema especialista, similar ao SAMPA, é o SIAP (Sistema de Avaliação de Terras), desenvolvido pela UNESP, que permite o mapeamento das classes de capacidade de uso da terra, assim como a elaboração de mapas de limitações de uso.

Atualmente existe uma tendência dos SIGs operarem cada vez mais em sistemas híbridos, isto é, que permitam a representação dos dados através do formato vetorial, assim como do formato *raster*, inclusive fornecendo ferramentas de manipulação tanto de vetores, como de imagens, cada vez mais completas e abrangentes. Também, conforme cita ASSAD & SANO (1998), há uma tendência do uso de técnicas de classificação contínua, tal como a lógica *fuzzy*, em substituição aos processos tradicionais.

4.4. ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DE UM SIG

As etapas para o estabelecimento de um SIG são bem descritas pela literatura e podemos enumerá-las da seguinte maneira (adaptado de ARONOFF, 1991):

- 1) **Conscientização:** etapa, em que os indivíduos pertencentes a uma dada organização tornam-se conscientes da necessidade do uso da tecnologia SIG, pelos benefícios potenciais para sua organização.
- 2) **Desenvolvimento dos requisitos do sistema:** com a aceitação da idéia de implantação de um SIG, é instalado um processo organizado objetivando coletar informações sobre a tecnologia e, também, para identificar os usuários potenciais e suas necessidades.

- 3) **Avaliação do sistema:** alternativas à aquisição do SIG são propostas e avaliadas. O processo de avaliação leva em conta a análise das necessidades da fase anterior. No final desta fase, uma decisão formal deve ser feita a respeito de se prosseguir ou não com a aquisição do SIG.
- 4) **Desenvolvimento de um plano de implementação:** tomada a decisão de prosseguir com a aquisição de um sistema SIG, é desenvolvido um plano para adquirir o equipamento necessário e contratar o pessoal, fazer mudanças organizacionais e financiar o processo.
- 5) **Aquisição do sistema e inicialização:** o sistema é finalmente adquirido e instalado, o pessoal treinado, a criação da base de dados iniciada e os procedimentos de operação começam a ser estabelecidos. A criação da base, tanto a espacial como a alfanumérica, é, de maneira geral, a parte mais onerosa do processo de implantação. São necessários cuidados especiais para assegurar que os dados introduzidos no sistema atendam aos padrões estabelecidos e que procedimentos de atualização e de segurança da base de dados sejam implementadas.
- 6) **Fase operacional:** até este estágio a montagem inicial da base de dados está completa e os procedimentos necessários de operação para manter a atualização e segurança da mesma foram realizados. Assim, resta agora desenvolver novos procedimentos visando manter a estrutura SIG e os serviços de melhoria do *hardware* e *software*, de maneira tal que o SIG continue a dar suporte às necessidades de informação da organização.

Ainda, de acordo com ARONOFF (1991), devemos dar especial atenção ao componente mais oneroso da implantação do SIG, ou seja, a construção da base de dados, a qual representa cerca de 75% ou mais do montante total. Geralmente, a construção desta base de dados custa de 5 a 10 vezes o preço de *hardware* e do *software* somados.

4.5. APLICAÇÕES DE UM SIG

A utilização de SIGs é bastante ampla e diversificada. A maioria dos profissionais que necessitam manipular informações espaciais, querem tornar seus mapas “inteligentes”, isto é, conectar entidades gráficas a uma base de dados e assim usufruir de todo um ferramental computacional para realização de rotinas de busca, modelagem e exibição de dados. Abaixo citamos algumas áreas e exemplos de aplicação de SIGs.

Cartografia:

É o emprego mais direto dos SIGs, sendo utilizado na aquisição, gerenciamento e produção de cartas. Também, dependendo do sistema utilizado pode vir a gerar MDT e perfis topográficos.

Geologia, Geotecnia, Geomorfologia e Pedologia:

Permitem a geração de cartas temáticas e a manipulação de dados geofísicos para fins de análises espaciais. Podemos citar como exemplo, o trabalho de MIRANDA et al. (1999), que cartografou a erodibilidade potencial dos solos do estado de Tocantins.

Planejamento de Recursos Agropecuários e Florestais:

Podem auxiliar em zoneamentos e aptidão agrícola, como em ARAÚJO & ROCHA (1997), onde o SIG IDRISI foi utilizado na avaliação da aptidão de terras no sudeste da Bahia ou ainda em KOFFLER et al. (1995), que utilizou um SIG na identificação de áreas susceptíveis à erosão na Bacia do Rio Jaú.

Ecologia e Recursos Naturais:

As aplicações de SIGs dentro das Ciências Ambientais é bastante ampla, devido ao volume e multiplicidade de dados envolvidos e da necessidade, na maioria das vezes, da informação georreferenciada. Dentre essas aplicações, podemos citar, por exemplo, planejamento ambiental (PEDREIRA & SANTOS, 1999 e SANTOS et al., 1997), manejo de microbacias (DONZELI et al., 1992; YONG & ROCHA, 1999 e GAUSMANN & FITZ, 1999), zoneamento ambiental (KURTZ et al., 1999), confecção de banco de dados para ecologia aplicada (PIVELLO et al., 1999), gerenciamento de parques urbanos (HASENACK et al., 1998), planejamento de unidades de conservação (FRANSCISCO, 1995), estudos ambientais urbanos (OLIVEIRA, 2001), etc.

Planejamento Urbano:

Muito utilizado para gerenciamento do cadastro urbano e gerenciamento tributário. Também pode auxiliar na geração de zoneamentos urbanos, implantação de novas escolas e postos de saúde, gerenciamento de matrícula escolar, estudos de tráfego e rotas para transporte coletivo, etc. PEIXOTO (1997) testou a implantação de um SIG em cidades de médio porte e SATO et al. (1999), utilizou um SIG para avaliar trajetos de pedestres.

Transportes:

No planejamento de transportes, SIGs têm sido largamente utilizados. Podemos citar WEIBER et al. (1999) e HASENACK & WEBER (1999) que utilizaram SIG na determinação de traçados e RAIÁ JR. & SILVA (1999), na verificação da consistência de redes de transportes.

Além das áreas citadas, encontramos SIGs sendo utilizados na área de

saúde pública, através do estudo da distribuição espacial de epidemias e na área de propaganda e marketing através do estudo de mercados consumidores.

Na área de turismo a utilização de SIGs já está sendo implementada através da elaboração de planejamentos, cartas turísticas e de terminais de informações a usuários. Por exemplo, MALPARTIDA et al. (1999), utilizou o SIG GES 3.0 para a espacialização de diferentes categorias de turismo (aventura, cultural, ecológico, de negócio, rural e recreativo) frente a diferentes critérios para fins de planejamento do desenvolvimento do turismo na região de Atacama (Chile). Já PEREIRA et al. (1999) utilizou o SPRING para a confecção da carta turística do Município de São Sebastião.

5. MODELAGEM DE PROCESSOS EROSIVOS

5.1. INTRODUÇÃO

No universo existe uma série de fenômenos naturais e, apesar de sua aparente simplicidade, há uma grande complexidade de mecanismos que os regem. Simular esses fenômenos de forma a obter dados referentes a eles é um grande desafio (O'BRIEN & HODGINS, 1995).

A grande vantagem dos processos de simulação é a obtenção de dados sobre determinado fenômeno, sem a necessidade da instalação de parcelas experimentais, principalmente, quando esses experimentos são de difícil instalação e acompanhamento. Também proporciona a obtenção dos resultados de maneira rápida. Os pesquisadores, quando na condução de parcelas experimentais, trabalham durante meses ou anos ajustando equipamentos e esperando por um momento adequado para a obtenção dos resultados quando, através dos processos de simulação, podem obter uma grande gama de dados num curto espaço de tempo.

Como primeiro passo para a modelagem, há a necessidade de uma boa compreensão do sistema envolvido. Entende-se por "sistema" como uma coleção de itens, entre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação, que são objeto de estudo ou interesse, cujas descrições são os "modelos" (SOARES, 1990).

Um exemplo clássico do emprego da simulação, para o estudo de fenômenos de difícil experimentação, são aqueles ligados à área de prospecção de petróleo (RIPLEY, 1987). Porém, a simulação é utilizada nas mais diferentes áreas, como modelos de redes de comunicação, redes de tráfego urbano, mecânica de fluidos, modelagem digital de terrenos, etc.

Sendo assim, a utilização de sistemas de simulação constitui outro aliado importante para o planejamento conservacionista. Por exemplo, há hoje recursos computacionais que simulam processos erosivos e fluxo de água superficial e subterrânea. Esses sistemas podem calcular a perda de solo de uma determinada área, determinar regiões de predominância de erosão, transporte ou deposição de solo, contaminação de recursos hídricos através de substâncias tóxicas, etc.

No caso específico de processos erosivos, os sistemas de simulação, além de poderem levar a uma diminuição de parcelas experimentais de

campo, parcelas essas de difícil instalação e monitoramento, tornam-se também instrumentos de fundamental importância para o planejamento, pois permitem a obtenção de respostas rápidas frente às diferentes situações simuladas.

Sistemas de simulação, ligados à determinação do fluxo de água e sedimentos, adotam modelos hidrológicos para a descrição desse fluxo e do arraste de partículas de solo. Iniciam-se esses modelos com a precipitação sobre um solo sem cobertura vegetal e esse solo, por sua vez, irá sofrer o destacamento de partículas devido a ação dos pingos de chuva, tornando-se, assim, passível de ser carregado pelo escoamento superficial, desde que haja *superávit* do potencial de transporte, pois, caso contrário, ocorrerá a deposição das partículas. O fluxo d'água poderá ser tratado como uma lâmina ou uma série de micro-canais.

As equações que descrevem o armazenamento de água pela cobertura vegetal, a retenção superficial, o potencial de transporte de partículas e a partição do escoamento superficial, são descritas por BEASLEY & HUGGINS (1980) *apud* VILLELA (1992). A equação do fluxo de água superficial é descrita em VILLELA (1992) e, finalmente, a Equação Universal de Perda de Solo - EUPS - descreve o destaque de partículas de solo da superfície, isto é, a perda de solo em uma determinada área.

VILLELA (1992) cita dois exemplos de sistemas desta categoria:

- ANSWERS - *Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation*: Desenvolvido pelo *Agricultural Engineering Department, Purdue University* (West Lafayette, Indiana, EUA). Objetiva simular o processo de erosão laminar, assim como o fluxo superficial de água, baseando-se no comportamento hidrológico de uma bacia, durante e imediatamente após eventos de chuva.
- SHE - *Systeme Hydrologique European*: Desenvolvido, em conjunto, pelos institutos *Danish Hydraulic* (Dinamarca), *British Institute of Hydrology* (Inglaterra) e *SOGREAH* (França), possui objetivos semelhantes aos do modelo ANSWERS.

Os dois modelos são determinísticos e propõem o fluxo superficial como uma fina lâmina de água que percorre toda a superfície da bacia. Já o modelo desenvolvido pelo autor acima citado, que também é determinístico, teve o escoamento superficial tratado na forma de micro-canais. Em todos esses modelos, a bacia é dividida em células regulares, no formato quadrangular, que interagem entre si.

No caso dos modelos ANSWERS e de VILELA (1992), as perdas de solo

para cada célula são calculadas através da EUPS. Maiores detalhes sobre o modelo SHE podem também ser encontrados em ABBOTT (1988).

Além do sistema ANSWERS, o *Agricultural Engineering Department, Purdue University*, desenvolveu os sistemas WEPP (modelo para predição de erosão hídrica) e o WEPS (modelo para predição de erosão eólica).

Também podemos citar o AGNPS - *Agricultural NonPoint Source Pollution Model* - , desenvolvido pelo *Agricultural Research Service - ARS* - , que é um modelo de predição de erosão laminar e transporte de nutrientes. Como o sistema ANSWERS, utiliza também a EUPS, para determinar a perda de solo, e trabalha com células quadradas 100mx100m. O modelo hidrógico do sistema é baseado na técnica do *Soil Conservation Curve Number* e utiliza outro produto do ARS denominado CREAMS - *Chemicals Runoff and Erosion Agricultural Systems* - , usado para predição do transporte de nutrientes e biocidas.

Geralmente esses sistemas de simulação são utilizados associados a SIGs. Temos vários trabalhos integrando o sistema AGNPS com diferentes SIGs. Por exemplo, com o ArcInfo (LO, 1994 e HADDOCK & JANKOWSKI, 1993) e com o IDRISI (KLAGHOFER et al., 1993). No caso do sistema de informação GRASS, anteriormente citado, existe uma interface desenvolvida, que converte os dados do SIG num formato apropriado, para ser utilizado no sistema AGNPS. Recomenda-se que essa interface AGNPS-GRASS seja aplicada em áreas de no mínimo 20.000 ha.

Outras referências sobre simulação de processos erosivos poderão ser encontradas em IAHS & ICCE (1999).

No presente trabalho iremos nos prender ao modelo que mensura a perda de solo em cada célula da bacia, isto é, o modelo EUPS.

5.2. A EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO

A estimativa de perdas de solo é de importância capital no processo de planejamento conservacionista, pois serve principalmente de “termômetro”, para uma avaliação das condições em que se encontra determinada área. Por exemplo, calcula-se que hoje cerca de 80% da área cultivada do Estado de São Paulo esteja sofrendo processo erosivo além dos limites médios de tolerância (4,0 a 15,0 t/ha.ano), o qual se agrava a cada ano que passa.

Existem diferentes modelos matemáticos empíricos para estimar perda de solos, modelos esses oriundos de dados experimentais, obtidos através da análise de talhões e de microbacias hidrográficas.

Um dos modelos mais adotados, inclusive no Brasil, para a estimativa de perda de solo, no caso específico de erosão laminar, é a Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS), também conhecida pela sigla USLE (*Universal Soil-Loss Equation*). Essa equação (Equação 5-1) foi formulada no final da década de 50 por W. H. Wischmeier e D. D. Smith, pesquisadores do *Runoff and Soil-Loss Data Center*, do *Agricultural Research Service*, com sede na Universidade de Purdue (West Lafayette, Indiana, EUA).

$$A = R.K.LS.C.P$$

Equação 5-1

Onde:

A = perda média anual de solo (t/ha.ano)

a) Fatores que dependem das características naturais do meio físico:

R = fator erosividade (MJ.mm/ha.h.ano)

K = fator erodibilidade (t.h/MJ.mm)

LS = fator topográfico (adimensional)

b) Fatores relacionados às formas de ocupação e uso da solo (ação antrópica):

C = fator cultivo e manejo do solo (adimensional)

P = fator prática conservacionista (adimensional)

Muitos autores (FONSECA FILHO et al., 1999; RIBEIRO et al., 1999; CASTRO & VALÉRIO FILHO, 1997; ROSA, 1995; CAVALIERI et al., 1997; CARVALHO & JACQUES, 1997; BURIN & RIEDEL, 1997), denominam o valor encontrado, multiplicando-se somente os fatores que dependem das características naturais do meio físico (R.K.LS), “Potencial Natural de Erosão (PNE)”, e a multiplicação deste com os fatores antrópicos (PNE.C.P) “Expectativa de Perda de Solo ou de Erosão (A)”. Essas denominações foram também adotadas no presente trabalho.

Conforma cita PRANDI (1996), essa equação foi desenvolvida a partir de observações em talhões experimentais no Meio-Oeste Americano. Seus resultados referem-se a um talhão padrão de 22,1m de comprimento e 9% de declividade.

Trata-se de um modelo consagrado, testado em diversas pesquisas e aplicado em diferentes situações, tais como: na simulação de transportes de nutrientes e biocidas (DONOSO et al., 1999); na determinação da aptidão agrícola de terras (FONSECA FILHO et al., 1999 e RIBEIRO et al., 1999); na avaliação de diferentes manejos agropecuários e florestais (DE MARIA, 1995; CASTRO & VALÉRIO FILHO, 1997); na identificação de áreas susceptíveis a processos erosivos laminares (JACQUES, 1997 e ROSA, 1995); em estudos de degradação do solo (CAVALIERI et al., 1997); na análise funcional da paisagem e manejo de microbacias (BURIN & RIEDEL, 1997); etc.

CARVALHO & JACQUES (1997) também avaliaram a incerteza dos fatores da EUPS, aplicada através do SIG IDRISI, identificando uma variação de cerca de dois dígitos percentuais no cálculo da perda de solo, dentro das condições experimentais.

De maneira geral, conforme os autores acima citados, a EUPS é sempre aplicada em microbacias hidrográficas, utilizando-se Sistemas de Informações Geográficas, sistemas que se apresentam como poderosa ferramenta computacional, facilitadora desse processo. A seguir cada fator da equação é discutido sucintamente.

5.2.1. Fator Erosividade

É o fator que quantifica a capacidade da chuva de provocar erosão (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992). Esse fator é o único não calculado através da parcela padrão de WISCHMEIER & SMITH (1978).

O índice de erosividade ou fator R, inicialmente proposto por WISCHMEIER & SMITH (1978), foi o EI_{30} , calculado como sendo o produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima ocorrida num intervalo de 30min consecutivos (Equação 5-2).

$$EI_{30} = EC \cdot I_{30}$$

Equação 5-2

Onde:

EI_{30} = índice de erosividade (MJ.mm/ha.h)

EC = energia cinética da chuva (MJ/ha.mm)

I_{30} = intensidade de chuva máxima ocorrida em 30min (mm/h)

Outros autores propuseram diferentes índices como o $KE > 25$ e $KE > 10$, também baseados na energia cinética da chuva ou ainda o PI_m , calculado através do produto da quantidade de chuva máxima precipitada, pela intensidade máxima ocorrida num período de “m” minutos. Por exemplo, CASSOL et al. (1980) *apud* JACQUES (1997) cita ainda a Equação 5-3, baseada nesse modelo, adaptado às condições de Guaíba-RS.

$$PI_{30} = Q \cdot I_{30} \cdot 0,0213$$

Equação 5-3

Onde:

PI_{30} = índice de erosividade

Q = quantidade de chuva simulada

I_{30} = intensidade de chuva máxima ocorrida em 30min

MARQUES et al. 1997a, comparou esses diferentes índices e verificou

que o EI₃₀, continua sendo um bom estimador para a erosividade, na região estudada (Sete Lagoas-MG). Esse mesmo autor comparou as duas equações mais utilizadas no cálculo da energia cinética da chuva (Equação 5-4 e Equação 5-5) e verificou que não houve diferença significativa entre ambas.

$$EC = 0,119 + 0,0873.\log.I \text{ (WISCHMEIER \& SMITH, 1958)}$$

Equação 5-4

$$EC = 0,153 + 0,0645.\log.I \text{ (WAGNER \& MASSAMBANI, 1988)}$$

Equação 5-5

Onde, para ambas as equações:

EC = energia cinética da chuva (MJ/ha.mm)

I = intensidade da chuva (mm/h)

Conforme verificamos pelas equações acima exibidas, há sempre a necessidade de dados de intensidade de chuva, fornecidos por pluviômetros, equipamento ainda raro no Brasil.

Sendo assim, autores buscaram modelos empíricos, através da correlação entre o fator R e dados mais acessíveis, como a precipitação média mensal. Dentro deste contexto, a Equação 5-6 descreve a proposta de LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER (1980) *apud* BERTONI & LOMBARDI NETO (1992). Nesse modelo, o fator R é calculado como a média dos valores anuais do Índice de Erosão (EI) ao longo de um período de no mínimo vinte anos.

$$R = \Sigma EI = \Sigma \{67,355.(p^2/P)^{0,85}\}$$

Equação 5-6

Onde:

R = Erosividade anual da área (MJ.mm/ha.h.ano)

EI = índice médio de erosividade mensal (MJ.mm/ha.h.mês)

p = precipitação média mensal (mm)

P = precipitação média anual (mm)

O modelo acima citado foi obtido através de uma análise de correlação e tem sido largamente utilizado (FONSECA FILHO et al., 1999; RIBEIRO et al., 1999; CASTRO & VALÉRIO FILHO, 1997; ROSA, 1995; CAVALIERI et al., 1997; CARVALHO & JACQUES, 1997; BURIN. & RIEDEL, 1997). Algumas vezes, são utilizadas adaptações regionais, como em JACQUES (1997) que adaptou a Equação 5-7 às condições de Paty do Alferes-RJ (CARVALHO JUNIOR, 1996).

$$R = \sum EI = \sum \{89,823.(p^2/P)^{0,759}\}$$

Equação 5-7

Onde:

R = Erosividade anual da área (MJ.mm/ha.h.ano)

EI = índice médio de erosividade mensal (MJ.mm/ha.h.mês)

p = precipitação média mensal (mm)

P = precipitação média anual (mm)

Como também em PINTO (1991), que utilizou a Equação 5-8, adaptada às condições de Casa Branca-SP.

$$R = \sum EI = \sum \{68,86.(p^2/P)^{0,85}\}$$

Equação 5-8

Onde:

R = Erosividade anual da área (MJ.mm/ha.h.ano)

EI = índice médio de erosividade mensal (MJ.mm/ha.h.mês)

p = precipitação média mensal (mm)

P = precipitação média anual (mm)

Em pesquisa conduzida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS-EMBRAPA), localizado em Sete Lagoas-MG, verificou-se que a estimativa da erosividade através da precipitação mensal, como preconizam os modelos acima descritos, poderia ser empregada na região estudada, sem grandes discrepâncias com relação aos modelos mais precisos que utilizam os dados de intensidade.

5.2.2. Fator Erodibilidade

Esse fator indica a maior ou menor facilidade com que as partículas são destacadas do solo e transportadas, portanto, reflete a suscetibilidade à erosão de determinado tipo de solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992; VILLAR & PRANDI, 1993).

Existem, como indica MIRANDA et al. (1999), três maneiras básicas de determinar a erodibilidade de um solo (fator K). A primeira, e mais precisa, é a obtenção desse valor de maneira direta, através da montagem em campo da parcela padrão de WISCHMEIER & SMITH (1978). O segundo método é indireto e baseia-se em regressões múltiplas que contenham, como variáveis, propriedades físico-química dos solos, correlacionadas com K. O terceiro método, também indireto, baseia-se na análise de propriedades intrínsecas do solo e no contexto de sua ocorrência.

Conforme MARQUES et al. (1997a), no Brasil, já existe um grande número de solos em que o valor de K foi determinado através de parcelas experimentais. Um dos trabalhos precursores da determinação de K de

maneira direta, foi realizado por LOMBARDI NETO & BERTONI (1975a), que obtiveram esses valores para os principais solos do estado de São Paulo, adaptando a metodologia de MIDDLETON (1930). Uma síntese desses resultados encontra-se na Tabela 5-1, e esses valores têm sido muito utilizados em diferentes trabalhos que envolvem a EUPS (FONSECA FILHO et al., 1999; RIBEIRO et al., 1999; CASTRO & VALÉRIO FILHO, 1997; ROSA, 1995; CAVALIERI et al., 1997; CARVALHO & JACQUES, 1997; BURIN & RIEDEL, 1997).

Tabela 5-1: Valores de K obtidos experimentalmente para horizontes superficiais, para alguns solos do estado de São Paulo

Classe de Solo (Classificação de 1960)	K (t.h/MJ.mm)
Solos Podzólicos com cascalho	0,055
Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Marília	0,049
Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Lins	0,035
Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras	0,043
Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba	0,028
Podzólico Vermelho Amarelo orto	0,034
Mediterrâneo Vermelho Amarelo	0,023
Terra Roxa Estruturada	0,018
Latossolo Vermelho Amarelo orto	0,022
Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa	0,017
Latossolo Vermelho Amarelo, fase rasa	0,017
Latossolo Vermelho Escuro orto	0,015
Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa	0,013
Latossolo Vermelho Amarelo, fase terraço	0,012
Latossolo Vermelho Amarelo húmico	0,011
Latossolo Roxo	0,012
Solos de Campos de Jordão	0,015

Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (1992)

Muitos outros trabalhos em parcelas experimentais têm sido desenvolvidos, como o de DENARDIN (1978), que determinou o valor de 0,029t.h/MJ.mm para o Latossolo Vermelho álico (unidade de mapeamento Passo Fundo) em Passo Fundo-RS; o de JACOBS (1995), que determinou a erodibilidade de dois Latossolos Roxos; ou ainda, como o trabalho de MARQUES et al. 1997, que determinou a erodibilidade de dois solos representativos da região de Sete Lagoas (MG): Latossolo Vermelho-Escuro (álico, A moderado textura muito argilosa, fase cerrado tropical, subcaducifólio, relevo ondulado) com o valor de K igual a 0,002t.h/MJ.mm e o Podzólico Vermelho-Amarelo (Tb álico [Epidistrófico], textura argilosa/muito argilosa, fase tropical subperenifólia, relevo ondulado) com valor de K de 0,033t.h/MJ.mm.

DENARDIM (1990), cita que a erodibilidade de solos com horizonte B latossólico encontra-se entre 0,002 e 0,034t.h/MJ.mm (valores classificados como muito baixo a baixo) e para solos com horizonte B textural os valores estão entre 0,004 e 0,044t.h/MJ.mm (valores classificados como baixo a moderado). Existe uma tendência de solos mais intemperizados, como os latossolos, a apresentarem menores valores de erodibilidade (MARQUES et al., 1997a).

Valores de erodibilidade para Argissolos e Cambissolos podem também ser encontrados em JACQUES (1997), que apresentou em seu trabalho uma longa compilação desses valores.

Os métodos diretos de determinação de K são trabalhosos e quando não se utilizam simuladores de chuva, tornam-se ainda mais morosos, requerendo uma rigorosa padronização. Sendo assim, muitos autores têm tentado estabelecer correlações entre características físico-químicas dos solos com o fator K, de maneira a evitar a implantação e manutenção das parcelas de campo.

O método direto mais conhecido de determinação de K é o monograma de WISCHMEIER et al. (1971), inadequado, contudo, às condições brasileiras. DENARDIM (1990), dentre outros autores, procurou estabelecer modelos de determinação indireta de K através de regressões múltiplas.

MARQUES et al. (1997b) testou treze desses métodos em solos com horizonte B textural, chegando à conclusão de que nenhum deles seria adequado para a estimativa da erodibilidade. O mesmo autor, em outro trabalho (MARQUES et al., 1997c), propôs um método que apresentou resultados mais satisfatórios.

O terceiro e último método de determinação da erosividade, baseado na análise de propriedades intrínsecas do solo e de seu contexto de ocorrência, foi adotado por MIRANDA et al. (1999), que mapeou a erodibilidade potencial dos solos do estado de Tocantins.

Esse autor criou e utilizou um mapa de declividades e informações relativas ao solo (textura, transição de horizontes, permeabilidade, etc.), analisadas dentro de um contexto de ecodinâmica da paisagem (balanço entre pedogênese e morfogênese) para gerar o mapa de classes qualitativas de erodibilidade potencial, não se atendo somente à classificação pedológica do solo nessa determinação, pois, conforme EL-SWAIFY & DANGLER (1982) *apud* MIRANDA et al. (1999) e MARQUES et al. (1997a), a variação da erodibilidade de solos tropicais é tamanha que outros elementos devem ser considerados nessa determinação, e não, unicamente, sua classificação taxonômica.

5.2.3. Fator Topográfico

O fator topográfico (LS) é o fator que relaciona a intensidade de perdas esperadas de solo em um comprimento e declive qualquer, em relação à parcela padrão de 25m de comprimento e 9% de declividade (que possui LS=1,0). Dessa maneira, o fator LS mensura o grau de influência da topografia do terreno na perda de solo.

Esse fator é composto de dois parâmetros, o comprimento (L) e a declividade da vertente (S); porém a aplicação desse fator na EUPS é efetuada de maneira conjunta, através do valor de LS. Em BERTONI & LOMBARDI NETO (1992), encontramos um dos modelos (Equação 5-9) para o cálculo de LS.

$$LS = 0,01.L^{0,5}.(1,36+0,97.S+0,1385.S^2)$$

Equação 5-9

Onde:

LS = fator topográfico (adimensional)

L = comprimento médio das vertentes (m)

S = declividade média das vertentes (%)

A equação acima citada, considera o comprimento e a declividade uniformes ao longo da vertente, portanto, despreza sua concavidade e convexidade. BERTONI (1959), após cerca de dez anos de observações em talhões de diferentes comprimentos e declividades, propôs um modelo (Equação 5-10), de maneira a corrigir essa questão da concavidade e convexidade da encosta.

$$LS = 0,00984.L^{0,63}.S^{1,18}$$

Equação 5-10

Onde:

LS = fator topográfico (adimensional)

L = comprimento médio das vertentes (m)

S = declividade média das vertentes (%)

Esse modelo acima descrito, tem sido largamente utilizado em trabalhos que envolvem a EUPS (FONSECA FILHO et al., 1999; RIBEIRO et al., 1999; CASTRO & VALÉRIO FILHO, 1997; ROSA, 1995; CAVALIERI et al., 1997; CARVALHO & JACQUES, 1997; JACQUES, 1997; BURIN. & RIEDEL 1997).

Conforme já citado, o fator LS é um dos mais importantes da EUPS, visto que influi de maneira mais acentuada na variação da perda de solo do que qualquer um dos demais fatores, exceto o fator manejo do solo (WILLIAMS & BERNDT, 1977 *apud* ROCHA et al., 1997).

Dessa maneira, a determinação desse fator tem sido alvo de constante pesquisa, pois, apesar da intensificação do uso de SIGs e de suas ferramentas de superposição de cartas e análise espacial, o fator LS, conforme ROCHA et al. (1997), continuou se apresentando como dificultoso em termos de manuseio e muitos autores continuam a determiná-lo de forma manual (ROSA, 1995; BURIN & RIEDEL, 1997).

Devido aos fatos acima descritos, ROCHA et al. (1997) propôs uma metodologia de cálculo de LS adaptada ao SIG IDRISI, sistema esse, muito utilizado na aplicação da EUPS. Cabe ressaltar que essa metodologia tem sido utilizada em diferentes trabalhos de pesquisa como em JAQUES (1997), RIBEIRO et al. (1999), CAVALIERI et al. (1997) e FONSECA FILHO et al. (1999). Ainda dentro dessa mesma linha de pesquisa, VALERIANO (1999) desenvolveu o programa LS30.iml como uma ferramenta a ser incorporada ao SIG IDRISI, para cálculo do fator topográfico de maneira mais automatizada.

5.2.4. Fator Uso e Manejo do Solo

Até o presente momento, foram considerados somente os fatores que influem na perda de solo ligados às condições ambientais: chuva (R), solo (K) e a topografia do terreno (LS). Agora serão considerados os fatores ligados à ação antrópica, isto é, ao uso e manejo do solo (C) e à prática conservacionista utilizada na área (P).

As perdas de solo, ocorridas em um terreno permanentemente descoberto, é dada pelo produto de R.K.LS. Quando esse terreno estiver vegetado, seja cultivado ou com sua vegetação natural, essa perda irá ser reduzida. Sendo assim, o uso e manejo do solo (fator C) representa a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado, em determinadas condições, e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto (fator C=1,0).

Esse fator possui uma variação acentuada, pois depende do tipo de cobertura vegetal. Caso essa cobertura seja alguma cultura, irá também depender do seu estágio de crescimento e de seu *stand*, visto que o grau de cobertura do solo em função destes será alterado.

O grau de proteção despendido pela cobertura oriunda de culturas, irá também depender da fertilidade do solo, da intensidade das chuvas ocorridas e do manejo cultural, como a rotação de culturas, que poderá contribuir na redução deste fator, visto que, dependendo da rotação empregada, poderão ficar palhadas residuais sobre o solo. Por exemplo, em trabalhos experimentais realizados em parcelas, no IAC, foram avaliados os

efeitos de perdas de solo em função do sistema de manejo, em diferentes estágios culturais. Foi encontrado, um valor médio para C de 0,1376, numa rotação de culturas de quatro anos (pasto/pasto/milho/soja), em diferentes estágios de desenvolvimento (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992).

Conforme a discussão nos parágrafos anteriores, concluímos que existe uma grande variação do valor de C e, para dar uma ordem de grandeza deste fator em diferentes situações de uso e manejo do solo, a Tabela 5-2 exibe uma compilação de valores encontrados em literatura.

Tabela 5-2: Valores do fator C encontrados em literatura

Classes de Uso e Manejo	C	Fonte
Vegetação Natural e Reflorestamento, manejo convencional	0,00004	(1)
Mata	0,004	(2)
Mata	0,0005	(3)
Decíduas	0,01	(4)
Vegetação Natural	0,00004	(5)
Eucalipto fase plantio (0% cobertura)	0,9	(6)
Eucalipto fase intermediária (60% cobertura)	0,28	(6)
Eucalipto fase final (90% cobertura)	0,05	(6)
Cobertura nativa	0,004	(6)
Pastagem, manejo convencional	0,01	(1)
Pastagem	0,4	(2)
Pastagem	0,001	(3)
Pastagem/Gramado	0,05	(4)
Pastagem	0,001	(5)
Culturas Perenes	0,05	(5)
Cafezal	0,9	(2)
Culturas Semi-perenes	0,1	(5)
Culturas anuais	0,48	(5)
Algodão	26,6	(2)
Áreas agrícolas, manejo convencional	0,2165*	(1)
Agricultura	0,1	(3)
Culturas em linhas	0,18	(4)
<i>Farmstead</i>	0,04	(4)
Afloramento rochoso	1,0	(3)
Urbano	0,9**	(1)
Urbano	1,0	(3)
Área urbana	0,003	(5)
Solos expostos	1,00	(5)
Sem dados/sem vegetação	0,03	(4)

* Valor ponderado de acordo com a proporção de cada cultura em Conchal-SP

** Valor estimado para urbanização

(1) FONSECA FILHO *et al.* (1999)

(2) JACQUES (1997)

(3) PINTO (1991), DONZELI (1992) e BACELAR (1994) *apud* JACQUES (1997)

(4) Exercício de aplicação da EUPS na homepage da Purdue University

(5) BURIN & RIEDEL (1997)

(6) CASTRO & VALÉRIO FILHO (1997)

5.2.5. Fator Prática Conservacionista

A prática conservacionista (fator P) é o outro fator antrópico da perda de solo. Relaciona a intensidade de perdas esperadas entre uma cultura em que se empregou uma determinada prática conservacionista e outra sem nenhum cuidado conservacionista, isto é, na qual o cultivo foi feito no sentido do declive (fator P=1,0). Portanto, à medida que se adotam práticas mais rigorosas, o valor de P diminui. Na Tabela 5-3 são exibidos alguns valores obtidos experimentalmente, no IAC, para o fator P (MARQUES et al., 1961).

Tabela 5-3: Valores do fator P obtidos experimentalmente

Prática Conservacionista	P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de capinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2

Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (1992)

WISCHMEIER & SMITH (1978), considerando a forte relação entre a declividade de um terreno e a sua aptidão à mecanização, classificaram o fator P em função de intervalos de declividade (Tabela 5-4).

Tabela 5-4: Valores do fator P em função de classes de declividades

Declividade (%)	P
1 - 2	0,50
3 - 5	0,50
6 - 8	0,50
9 - 12	0,60
13 - 16	0,70
17 - 20	0,80
21 - 25	0,90

Fonte: WISCHMEIER & SMITH (1978)

CASTRO & VALÉRIO FILHO (1997) adotaram um conceito misto, uniram a prática conservacionista à declividade do terreno para a determinação do valor de P, em área de plantio de eucalipto (Tabela 5-5).

Tabela 5-5: Valores do fator P adotados em função da prática conservacionista e da declividade, em área de eucalipto

Prática Conservacionista	Declividade P	
Nenhuma	-	1,0
Plantio em nível + técnicas convencionais de preparo de solo (aração e gradagem)	< 3%	0,5
Plantio em nível + técnicas convencionais de preparo de solo (aração e gradagem)	> 12%	1,0
Plantio em nível + plantio direto por coveamento	< 3%	0,01
Plantio em nível + plantio direto por coveamento	> 12%	0,2

Fonte: CASTRO & VALÉRIO FILHO (1997)

5.3. TOLERÂNCIA DE PERDA DE SOLO

A tolerância de perda de solo, aqui simbolizada pela letra "T", é a quantidade de solo que pode ser perdida por processos erosivos, expressa em toneladas por área e por ano, mantendo a capacidade produtiva do solo em níveis economicamente viáveis e ao longo dos anos. A determinação dessa tolerância pode ser dimensionada pela velocidade de formação do solo. Nos EUA, por exemplo, estimou-se em 300 anos, em média, para ocorrer a formação de 25 mm de solo, porém, devido a ação de lavagem e perturbações de aeração oriundas das operações de preparo de solo, esse tempo pode ser reduzido para 30 anos, o que corresponderia aproximadamente a uma perda tolerável de 12,5 ton/ha.ano (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992).

LOMBARDI NETO & BERTONI (1975b) estabeleceram, mediante a profundidade do solo e algumas propriedades físicas, a tolerância da perda de solo para os principais solos do estado de São Paulo (Tabela 5-6)

Tabela 5-6: Tolerância de perdas por erosão para alguns solos do estado de São Paulo

Classe de Solo (Classificação de 1960)	Amplitude (t/ha)	Média Ponderada em relação à Profundidade (t/ha.ano)
Solos Podzólicos com cascalho	2,1 a 6,6	5,7
Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Marília	3,0 a 8,0	6,0
Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Lins	3,8 a 5,5	4,5
Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras	6,9 a 13,4	9,1
Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba	3,4 a 11,2	7,9
Podzólico Vermelho Amarelo orto	5,2 a 7,6	6,6
Mediterrâneo Vermelho Amarelo	9,8 a 12,9	12,1
Terra Roxa Estruturada	11,6 a 13,6	13,4
Latossolo Vermelho Amarelo orto	11,5 a 13,3	12,3
Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa	13,4 a 15,7	15,0
Latossolo Vermelho Amarelo, fase rasa	4,3 a 12,1	9,8
Latossolo Vermelho Escuro orto	11,5 a 13,3	12,3
Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa	13,4 a 15,7	15,0
Latossolo Vermelho Amarelo, fase terraço	11,1 a 14,0	12,6
Latossolo Vermelho Amarelo húmico	10,9 a 11,5	11,2
Latossolo Roxo	10,9 a 12,5	12,0
Solos de Campos de Jordão	4,6 a 11,3	9,6
Litossolo	1,9 a 7,3	4,2
Regossolo	9,7 a 16,5	14,0

Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (1992)

Outros trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de obter o valor de T. Como por exemplo, MARQUES et al. (1997a) estabeleceu a tolerância para dois solos da região de Sete Lagoas-MG, Latossolo Vermelho-Escuro (állico, A moderado textura muito argilosa, fase cerrado tropical, subcaducifólio, relevo ondulado) e Podzólico Vermelho-Amarelo (Tb álico [Epidistrófico], textura argilosa/muito argilosa, fase tropical subperenifólia, relevo ondulado), com valores de 12,72t/ha.ano e 10,44t/ha.ano, respectivamente.

Quando comparamos o valor de T para uma determinada área, com o valor da perda de solo, considerando todos os fatores que fazem parte da EUPS, podemos verificar se essa perda esta dentro ou não de uma margem aceitável. Já, quando comparamos T com o valor da perda de solo calculada somente com os fatores ligados ao meio físico (Potencial Natural de Erosão - PNE), podemos verificar que nível de ação antrópica pode ser administrada a fim de colocar a perda de solo em níveis adequados.

Dentro do contexto descrito no parágrafo anterior, FONSECA FILHO et al. (1997) propõe o cálculo, que ele denomina, "Capacidade de Uso e Manejo Permissível (UMP)" (Equação 5-11), que seria o uso e manejo mais adequados para uma determinada área, dentro de uma determinada prática conservacionista.

$$UMP = \frac{T}{PNE.P}$$

Equação 5-11

Onde:

UMP = capacidade de uso e manejo permissível

T = perdas permissíveis para cada classe de solo

PNE = potencial natural de erosão

P = fator práticas conservacionistas

5.4. GERAÇÃO DE CARTAS DE PROCESSOS EROSIVOS LAMINARES ATRAVÉS DA EUPS

A geração de cartas temáticas, para a representação de processos erosivos laminares, constitui um recurso de extrema utilidade no planejamento conservacionista, pois permite estabelecer zoneamentos, classificando áreas com maior ou menor suscetibilidade a esse tipo de erosão.

Na Figura 5-1 encontramos um fluxograma genérico da obtenção de cartas de processos erosivos através da EUPS, temos a elaboração da Carta de Potencial Natural de Erosão (PNE) e a de Expectativa de Perda de Solo (A).

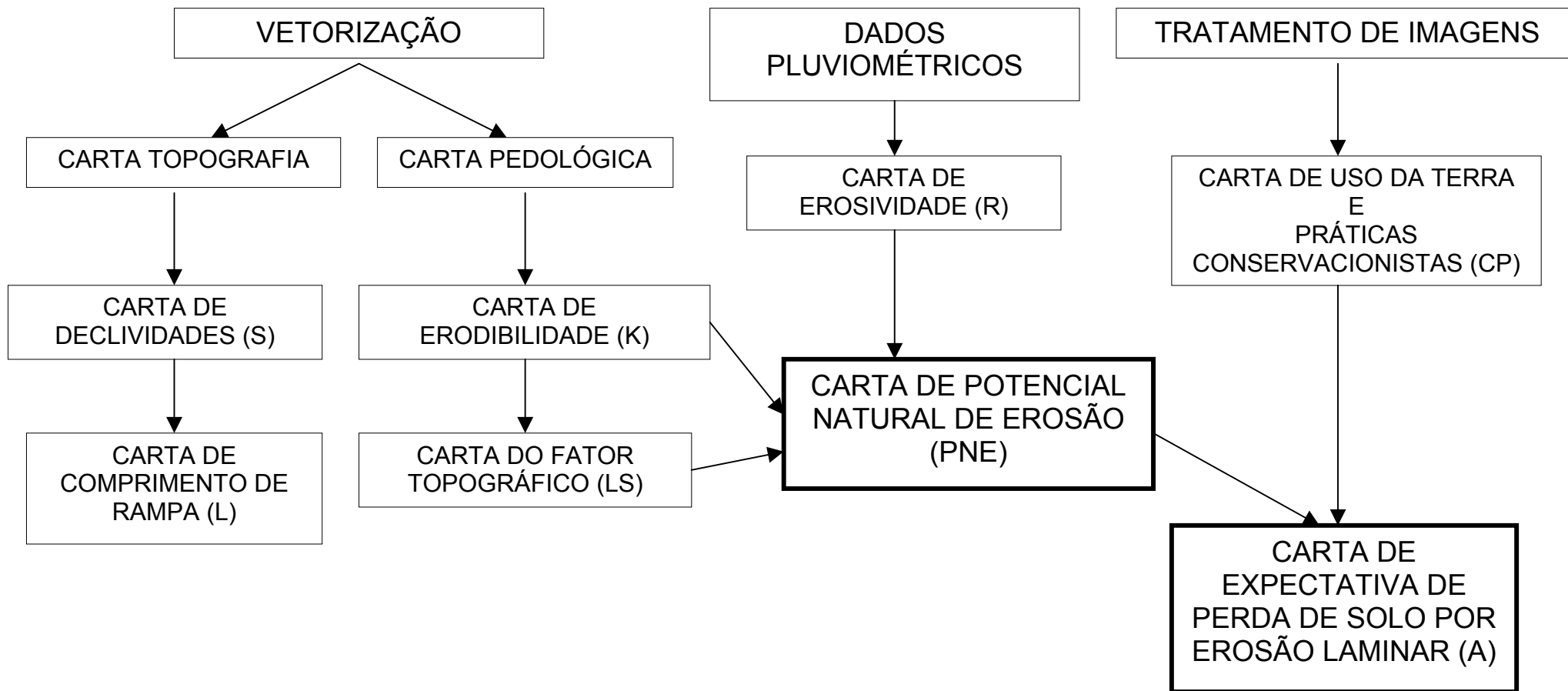


Figura 5-1: Fluxograma de elaboração de cartas de processos erosivos laminares através da EUPS
 Fonte: organizado por David L. Rosalen (2002)

A metodologia proposta por SÃO PAULO IPT (1992) (Figura 5-2) segue, aproximadamente, o esquema geral apresentado na Figura 5-1. Inicia-se também com a preparação das bases cartográficas, nas escalas 1:500.000 e 1:250.000 (topográfica/drenagem, geológica, geomorfológica e pedológica). Posteriormente, temos a elaboração da Carta Preliminar de Suscetibilidade à Erosão Laminar, obtida via cruzamento da Carta de Erodibilidade (oriunda da Carta Pedológica) e da Carta de Declividade (obtida da Carta Topográfica).

Após essa etapa, temos um reconhecimento de campo e a versão final da **Carta de Suscetibilidade à Erosão Laminar** que é elaborada através de sobreposição da Carta de Comprimento de Rampa (obtida da Carta Topográfica) à Carta de Erosividade (elaborada a partir de dados de postos pluviométricos). Finalmente, a Carta de Suscetibilidade é sobreposta à Carta de Uso e Ocupação Atual do Solo, obtendo-se assim a **Carta de Potencial à Erosão Laminar**.

É conveniente esclarecer que, na metodologia do IPT, Suscetibilidade à Erosão Laminar é um termo equivalente a “Potencial Natural de Erosão (PNE)” e Potencial à Erosão Laminar é equivalente a “Expectativa de Perda de Solos (A)”.

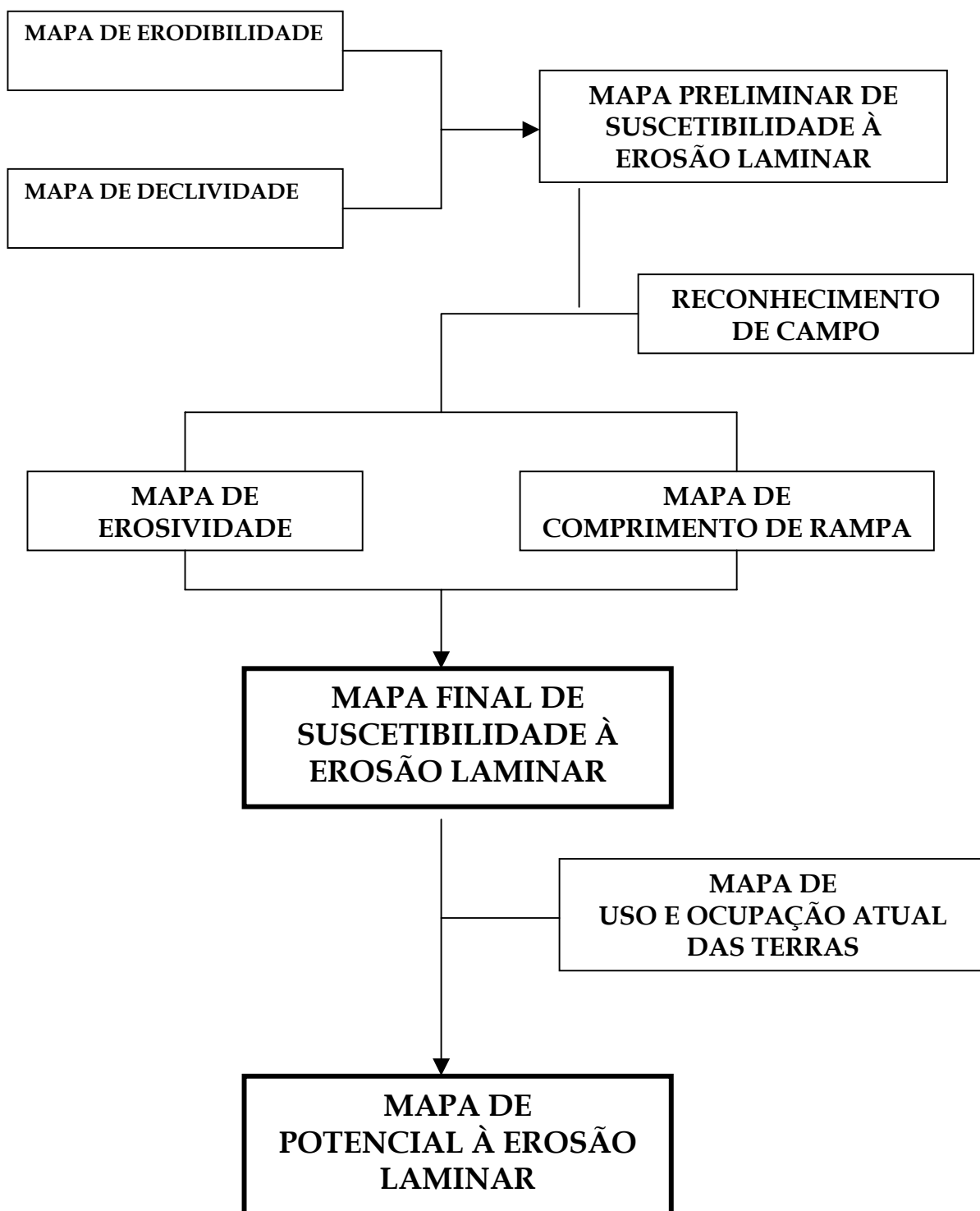


Figura 5-2: Fluxograma para obtenção do mapa de suscetibilidade e de potencial à erosão laminar, conforme metodologia do IPT
 Fonte: Adaptado de SÃO PAULO IPT (1992)

Conforme observamos pelos fluxogramas metodológicos, na geração de cartas de processos erosivos laminares, são confeccionadas cartas intermediárias e, tanto na elaboração da carta final como na das intermediárias, devem ser definidas as respectivas classes temáticas.

No processo de geração dessas classes temáticas, são geralmente adotados três critérios. O primeiro é uma exigência metodológica, isto é, a metodologia pede a criação de determinadas classes devido a uma questão operacional, de *software*, etc. O segundo critério envolve a geração de classes que sejam voltadas para um determinado objetivo da pesquisa, geralmente auxiliar em zoneamentos (ambiental, urbano, aptidão agrícola, uso da terra, etc.). Finalmente, o terceiro critério seria o estatístico, isto é, a amplitude de valores é dividida em classes mais ou menos uniformes.

O primeiro caso pode ser exemplificado com ROCHA et al. (1997), que propôs uma metodologia de determinação do fator LS para o SIG IDRISI, em que são geradas oito classes de orientação de vertentes (0-45°; 45-90°; 90-135°; 135-180°; 180-225°; 225-270°; 270-315°; 315-360°).

Também no caso da metodologia proposta por SÃO PAULO IPT (1992), as classes foram definidas em função de procedimentos metodológicos (Tabela 5-7), pois, como observamos, os dados são cruzados de maneira a serem obtidas as classes de Suscetibilidade e de Potencial à Erosão Laminar (Tabela 5-8). Destacamos que, para ambas as classes, foram estabelecidos valores qualitativos e não quantitativos.

Tabela 5-7: Classes de atributos do meio físico adotadas conforme metodologia do IPT

Classe	Erodibilidade	Erodibilidade relativa
K1	0,54 - 0,43	10,0 - 8,1
K2	0,43 - 0,32	8,0 - 6,1
K3	0,32 - 0,21	6,0 - 4,1
K4	0,21 - 0,10	4,0 - 2,1
K5	0,10 - 0,00	2,0 - 0,00

Classe	Declividade (%)
S1	> 20
S2	12 - 20
S3	6 - 12
S4	< 6

Classe	Suscetibilidade À Erosão Laminar
i	Muito alta
ii	Alta
iii	Moderada
iv	Baixa
v	Nula

Classe	Porte da Cobertura Vegetal	Ação Antrópica	Atividade
C1	Baixo a Médio (BM)	Intensa (I)	Culturas anuais Estradas Áreas urbanizadas
C2	Baixo a Médio (BM)	Moderada (M)	Culturas perenes Cana-de-açúcar Pastagens
C3	Baixo a Médio (BM)	Reduzida (R)	Pasto sujo Campo cerrado
C4	Médio a Alto (MA)	Muito Reduzida (MR)	Reflorestamento Capoeirão Floresta
C5	-	-	Espelhos d'água Várzeas

Classe	Potencial à Erosão Laminar	Uso da terra
I	Alto Potencial	Incompatível
II	Médio Potencial	Incompatível, mas erosão controlável
III	Baixo Potencial	Compatível

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de SÃO PAULO IPT (1992)

Tabela 5-8: Cruzamento de dados para a determinação das classes de suscetibilidade e de potencial à erosão laminar adotadas pelo IPT

Classes de Erodibilidade	Classes de Declividade			
	1	2	3	4
1	i	i	ii	ii
2	i	ii	ii	iii
3	ii	iii	iii	iv
4	iii	iv	iv	v
5	-	-	-	v

Suscetibilidade a Erosão	Uso e Ocupação do solo				
	1	2	3	4	5
i	I	I	I	II	-
ii	I	II	II	III	-
iii	II	II	II	III	-
iv	II	III	III	III	-
v	III	III	III	III	III

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de SÃO PAULO IPT (1992)

O segundo critério de classificação é, geralmente, utilizado em cartas de declividade. Nessa classificação, os valores limites considerados são correlacionados com as limitações que a declividade impõe aos diferentes usos da terra.

Normalmente esses valores, como encontrados em JACQUES (1997) e FRANCISCO (1995), são oriundos de trabalhos de pesquisa e/ou legislações vigentes, tais como a Lei Federal 6766/79 que rege o Parcelamento do Solo Urbano, que coloca como limite de urbanização sem restrições, o valor de 30% e o Código Florestal Brasileiro, que determina áreas de preservação em regiões de declividades acima de 100%.

Ainda dentro desse critério, pode-se definir classes de declividade de acordo com a classificação do relevo, para fins de mapeamento pedológico, como descrito por EMBRAPA (1999) ou como um dos parâmetros para a determinação das classes de Capacidade de Uso da Terra definidas por LEPSCH (1983). BURIN & RIEDEL (1997) adotaram esse último critério na sua classificação de declividades.

De maneira similar à declividade, a Expectativa de Perda de Solo (A) pode também ser classificada de acordo com um padrão utilitário. Esse padrão é geralmente a tolerância à perda de solo na área de estudo. Como por exemplo, ROSA (1995), que obteve duas classes de expectativa de perda de solo na região de Uberlândia-MG: maior e menor do que a tolerância de 1400t/ha.ano. CAVALIERI et al. (1997) também adotou esse mesmo critério na sua classificação da expectativa de perda em sua área de pesquisa

(Espírito Santo do Pinhal-SP).

O terceiro e último critério é utilizado geralmente para variáveis que possuem uma maior amplitude e um caráter contínuo, como é o caso da declividade, comprimento de rampa, fator topográfico e perda de solo.

Para declividade, podemos citar FONSECA FILHO et al. (1999) que adotou as seguintes classes: 0-1,7%, 1,7-3,5%, 3,5-5,2% (valores que denotam uma área de topografia bem suave).

Para comprimento de Rampa, temos CASTRO & VALÉRIO FILHO (1997), que adotaram as seguintes classes: 0-50, 50-100, 100-200, 200-500 e >500m. Podemos citar também JACQUES (1997), com as classes de 2-100, 100-270 e >270m, e BURIN & RIEDEL (1997) que geraram uma amplitude de comprimento de rampa de <254 a >4764m.

Para o fator LS, encontramos ROSA (1995), com as classes de <3, 3-6, >6, e também JACQUES (1997), com as classes de <1, 1-5, 5-10, 10-20 e >20.

Para a classificação do PNE, encontramos FONSECA FILHO et al. (1999), que classificou sua área de estudo conforme a Tabela 5-9, adotando o critério de proporcionalidade à amplitude de ocorrência da variável. ROSA (1995) usou esse mesmo critério e JACQUES (1997) também, tanto para o PNE, como para a expectativa de perda de solo (A).

Tabela 5-9: Classes de potencial à erosão laminar adotadas na região de Conchal - SP

Potencial Natural de Erosão	Classes (t/ha.ano)
Baixo	000 - 300
Moderado	300 - 600
Alto	600 - 800
Muito alto	800 - 2300

Fonte: FONSECA FILHO et al. (1999)

No caso de erosividade, raramente a encontramos classificada em classes, como em ROSA (1995). Na maioria dos casos, apresenta um ou dois valores para toda a área de estudo. O mesmo se aplica à erodibilidade, visto que seus valores são também pouco variáveis e descontínuos.

Os fatores P e C apresentam as mesmas características de variação descontínua e/ou baixa amplitude, portanto, são raramente classificados em classes. Porém, FONSECA FILHO et al. (1999) classificaram o fator C em classes como ilustra a Tabela 5-10.

Tabela 5-10: Classes de uso e manejo do solo para região de Conchal – SP

Atividade	Classe	Valores de C
Agricultura	1	1 - 0,05
Pastagem	2	0,05 - 0,01
Vegetação natural / reflorestamento	3	0,01 - 0

Fonte: FONSECA FILHO et al. (1999)

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

6.1.1. Localização

A área de estudo localiza-se em uma região de Mata Atlântica, pertencente à APA da Serra da Mantiqueira, criada pelo Decreto nº 91.304 de 3 de Junho de 1985 (SÃO PAULO, 1992; SÃO PAULO, 2000). Abrange seis microbacias hidrográficas, totalizando 83,4 Km², localizados em sua maior parte no município de Santo Antônio do Pinhal e uma pequena parcela no município de Campos do Jordão. Tanto Santo Antônio, como Campos do Jordão, estão localizados na Região Administrativa de São José dos Campos (vale do Paraíba), estado de São Paulo.

A sede municipal de Santo Antônio do Pinhal situa-se em torno da latitude de 22°48'45"S e da longitude de 45°39'23"W, com uma altitude média de 1143m. O principal acesso a Santo Antônio se dá através da rodovia estadual SP-123, que liga a Via Dutra a Campos do Jordão. Na Figura 6-1 encontramos a localização geográfica dessa região.

A cidade de Santo Antônio do Pinhal dista cerca de 160Km de São Paulo, 19Km de Campos do Jordão, 25Km de Pindamonhangaba, 32Km de São Bento do Sapucaí, 29Km de Taubaté, 83Km de São José dos Campos e 126Km de Ubatuba.



Figura 6-1: Localização geográfica de Santo Antônio do Pinhal

6.1.2. Clima

A área de estudo localiza-se numa Zona Tropical, porém devido ao efeito da altitude, o clima adquire características de subtropicalidade. É classificado, de acordo com o sistema de Köppen, como do tipo Cfb, isto é, subtropical de altitude, mesotérmico e úmido. Ocorrendo temperaturas mínimas anuais em torno de 0,8°C e máximas anuais em torno de 25,3 a 30°C.

Apesar da subtropicalidade do clima, o regime pluviométrico é tipicamente tropical, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Numa série temporal de 1943 a 1997, Janeiro apresentou-se como o mês mais chuvoso, com média de 277,58mm e Julho, como o mais seco, com uma média de 27,76mm; segundo dados do posto pluviométrico de Rio Preto (SÃO PAULO, 1997).

6.1.3. Vegetação Natural

A vegetação típica da região é constituída basicamente por campos de altitude, matas latifoliadas sub-tropicais, matas de araucárias e podocarpos e por associação entre mata latifoliada e araucária/podocarpos.

Os campos de altitude, geralmente, ocupam o topo dos morros e o terço superior das vertentes, enquanto que as matas ocupam os terços médio e inferior e os vales.

6.1.4. Hidrografia

As seis microbacias da área de estudo pertencem todas à Bacia da Mantiqueira, que abrange os Municípios de Campo do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí, e têm, como principais rios, o Sapucaí e o Sapucaí-Mirim.

A Bacia da Mantiqueira está localizada, em toda sua extensão, no estado de São Paulo e é a sua menor unidade hidrográfica, com uma área de aproximadamente 642Km² (SÃO PAULO CERH, 1990). Em nível Nacional, a Bacia da Mantiqueira faz parte da Bacia do Rio Paraná.

A área de estudo é rica em mananciais e, devido à topografia acidentada possui uma rede hidrográfica complexa. Tem, como principais cursos d'água, o Ribeirão do Lageado e o Rio da Prata, que atravessa a pequena malha urbana do município de Santo Antônio do Pinhal.

6.1.5. Geologia

Conforme mapa geológico elaborado por CUNHA et al. (1979), a área de estudo teve sua litologia inserida cronologicamente no período geológico Pré-Cambriano e encontra-se localizada no Complexo Paraisópolis (predominância de granitos e granitóides) e também no Complexo Piquete (predominância de Migmatitos).

6.1.6. Geomorfologia

Conforme mapa geomorfológico elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (ROSS & MOROZ, 1997) a área de estudo localiza-se dentro da unidade Morfoestrutural denominada de Cinturão Orogênico do Atlântico. Esse cinturão é um dos mais extensos do Brasil, de natureza poliorogênica e vai do Uruguai até o norte da Bahia.

Inserida dentro desta unidade Morfoestrutural, temos o Planalto Atlântico, como unidade morfoescultural e que por sua vez abrange o Planalto e Serra da Mantiqueira, que constitui a unidade morfológica específica da área de estudo.

A Serra da Mantiqueira possui dois níveis, alto (> 900m) e médio (800-900m). Na área de estudo temos a predominância do nível alto, com declividades superiores a 30%. Também temos a predominância de formas de relevo denudacionais, com modelado basicamente constituídos por escarpas e morros altos com topos aguçados e convexos. O grau de entalhamento dos vales vai de menos 20m a 160m e a dimensão interfluvial vai de menos 250m até 3750m. Finalmente, sua drenagem é bastante dissecada, com uma fortíssima rugosidade topográfica, apresentando o padrão dendrítico. Na Figura 6-2 encontramos uma feição típica da área. (ROSS & MOROZ, 1997).



*Figura 6-2: Feição típica da área de estudo
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*

6.1.7. Pedologia

O mapa pedológico da região (OLIVEIRA et al. 1999) indica que, na área de estudo, temos a ocorrência das seguintes categorias de solos, classificadas conforme o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999): ARGISSOLOS Vermelho-Amarelos (PVA), CAMBISSOLOS Háplicos (CX), LATOSSOLOS Vermelho-Amarelos (LVA) e CAMBISSOLOS Húmicos (CH). Na nova classificação de solos, os “Podzólicos” receberam a nova denominação de “Argissolos”.

6.1.8. Uso e Ocupação da Terra

O município de Santo Antônio do Pinhal, de acordo com o último censo (BRASIL IBGE, 2000), possui uma população residente de apenas 6311 habitantes, 3025 na área urbana (47,9%) e 3286 na área rural (52,1%). Sua principal atividade econômica é o turismo, que tem apresentado uma crescente expansão. Por exemplo, ao longo dos últimos anos tem ocorrido um aumento significativo no número de pousadas, atingindo, na época da coleta de dados (Janeiro/2001), algo em torno de 50 estabelecimentos.

Além do turismo, a região desenvolve uma atividade agropecuária pequena, com gado de corte e leite e, agricultura de subsistência. A área antropotizada pela agricultura ocupa cerca de 47% da área total do município de Santo Antônio do Pinhal, sendo que a área média para cada estabelecimento rural é de 58ha (BRASIL IBGE, 2000).

Destacamos ainda a presença de olarias, fruticultura, olericultura,

artesanato e piscicultura como atividades comerciais, sendo que esta última presta-se também como atrativo turístico através da criação de trutas.

A ocupação do solo divide-se entre pastagens, cultivos e vegetação natural. Nos últimos anos houve uma acentuada reposição da vegetação natural, devido ao êxodo rural e conseqüente abandono das propriedades.

6.2. METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia adotada no presente trabalho e suas respectivas etapas, são exibidas resumidamente pela Figura 6-3, e nos próximos itens cada uma dessas etapas serão descritas.

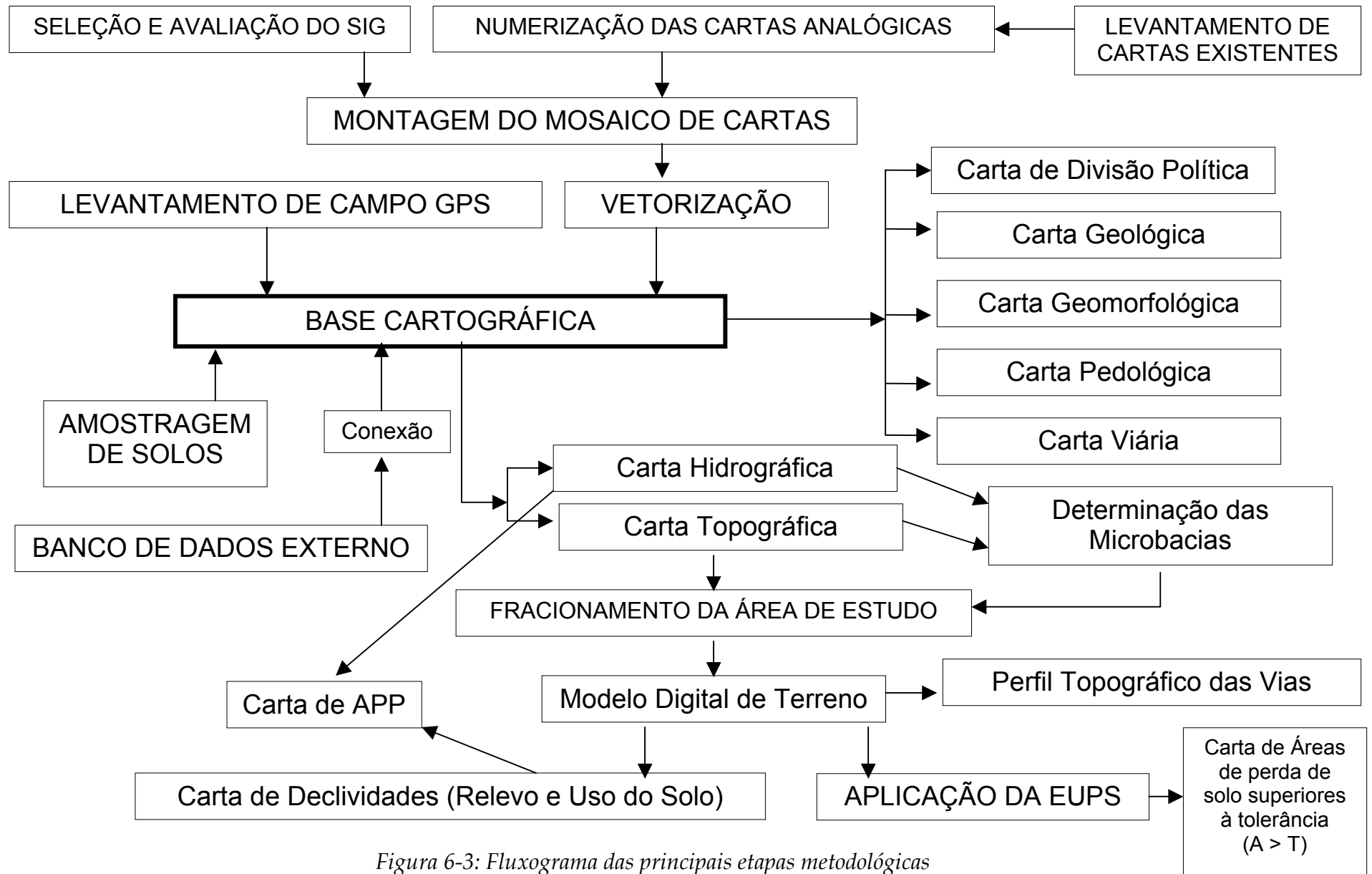


Figura 6-3: Fluxograma das principais etapas metodológicas

6.2.1. Seleção e Avaliação do Sistema de Informações Geográficas

O primeiro passo no desenvolvimento do trabalho foi a seleção do Sistema de Informações Geográficas (SIG) a ser adotado. Esse sistema deveria atender a uma série de requisitos:

- Trabalhar com o formato vetorial, permitindo, inclusive, a manipulação de entidades dessa natureza. Dessa forma o SIG deveria trabalhar dentro de um ambiente CAD;
- Permitir a inserção de imagens raster, para proceder a vetorização destas, pois toda a base cartográfica do trabalho encontrava-se originalmente em formato analógico (papel);
- Conter módulos de engenharia e topografia que trabalhassem em conjunto com o sistema e que permitissem a importação de dados de receptores GPS, modelagem digital de terrenos e geração de perfis topográficos;
- Permitir a integração com banco de dados externos, de maneira fácil e rápida;
- Finalmente, possuir ferramentas típicas de SIGs, que possibilitassem a geração de topologias (tipo polígono e rede) e de análises topológicas (*overlay* e *buffer*).

O SIG selecionado para o presente trabalho foi o AutoCAD Map 3.0 da Autodesk, pois atendeu de maneira geral às exigências acima descritas.

O AutoCAD Map opera em ambiente AutoCAD R14, podendo assim utilizar todas as ferramentas CAD de manipulação de objetos vetoriais deste ambiente, fato esse que leva a uma grande flexibilidade e rapidez no desenho e edição de Cartas. Além deste ferramental próprio, o sistema permite o desenvolvimento de rotinas computacionais personalizadas através das linguagens AutoLISP ou ADS (*AutoCAD Developing System*).

O AutoCAD Map, além das rotinas inerentes a SIGs (geração e operação de topologias), possui módulos adicionais para a obtenção de modelos digitais de terrenos e importação de arquivos ASCII, gerados por receptores GPS. O módulo que gera o MDT permite também a criação de cartas de declividade, verificação do sentido do *runoff* no terreno e a elaboração de perfis topográficos.

Com relação à conexão com bancos de dados, o AutoCAD Map permite a vinculação de entidades gráficas tanto com bancos de dados internos como externos ao sistema. No caso de bancos de dados externos, esse sistema permite trabalhar com os seguintes bancos de dados, sem prévia

configuração via ODBC: Access, Oracle, DBase, Fox Pro, Paradox e Excel. O fato do AutoCAD Map permitir a utilização de uma planilha eletrônica como o Excel foi importante, pois este foi o banco de dados externo selecionado no presente trabalho.

6.2.2. Banco de Dados Externo

No presente trabalho, optou-se por armazenar os dados alfanuméricos em um banco de dados externo, apesar do AutoCad Map possuir um banco de dados próprio, conforme citado anteriormente.

Essa opção foi feita devido a maior versatilidade que um banco de dados externo promove, principalmente quando se trabalha com arquivos DWG muito extensos, como o caso deste trabalho. Arquivos extensos demandam um tempo maior para serem abertos no AutoCad e toda vez que fosse necessário utilizar o banco de dados, para alguma consulta ou cálculo independente do desenho, teríamos que aguardar esse tempo maior de acesso ao arquivo.

O banco de dados externo utilizado foi a planilha eletrônica Excel 5.0, devido à sua grande facilidade e versatilidade de uso, e ao volume não muito grande de dados a serem processados.

A base de dados foi estruturada dentro da planilha eletrônica na forma de tabelas e, em seguida, caso houvesse necessidade da realização de pesquisas, seriam estabelecidas conexões entre os registros destas tabelas com seus respectivos centróides na base cartográfica digital. Essa conexão é realizada através de chaves de identificação.

6.2.3. Levantamento das Cartas Existentes

Uma vez selecionado o sistema computacional, a próxima etapa do trabalho foi a coleta de dados. Essa coleta foi iniciada pelo levantamento das cartas existentes, que abrangem a área de estudo.

As cartas existentes são poucas e em escala pequena (com exceção da carta topográfica), e o mesmo ocorre com as fotografias aéreas. Um dos motivos a que se deve essa escassez de trabalhos de mapeamento na região, é o relevo acentuado da área, que dificulta de sobremaneira a coleta de dados no terreno e inclusive, graças à altitude média elevada, acaba por também por prejudicar a execução de aerolevantamentos.

A carta topográfica adotada é de publicação do IGC e faz parte do plano cartográfico do estado de São Paulo (SÃO PAULO IGC, 1978), escala 1:10.000, com equidistância vertical das curvas de nível igual a 10m.

Em termos de cartas geológicas, foram encontradas: uma carta na escala 1:500.000 publicada pelo IPT e outra na escala de 1:250.000 (BRASIL DNPM, 1979), sendo que esta última foi a selecionada, por se tratar de uma escala maior.

Para a geomorfologia, foi adotada uma carta geomorfológica de publicação recente pelo IPT (ROSS & MOROZ, 1997) na escala de 1:500.000.

Finalmente, assim como para geologia e geomorfologia, são também escassos os trabalhos de mapeamentos pedológicos na área. Foram encontrados alguns mapeamentos em áreas específicas, como o mapeamento do Parque Estadual de Campos do Jordão (OLIVEIRA, 1975) e de uma área de aproximadamente 500ha, de interesse ecológico, situada em Tremembé (BALLESTERO, 2000).

A carta pedológica adotada (OLIVEIRA et al., 1999) consiste numa compilação realizado pelo IAC, de uma série de cartas pedológicas do estado de São Paulo, tendo como base o Mapa de Solos do Estado de São Paulo (BRASIL SNPA, 1960). Tanto a carta adotada, como o mapa de 1960, abrangem todo o estado e se encontram também na escala de 1:500.000.

6.2.4. Numerização e Montagem do Mosaico das Cartas Analógicas

Como todas as cartas existentes são analógicas, isto é, somente existem impressas, foi necessário submetê-las a um processo de numerização via *scanner*.

As primeiras cartas numerizadas foram as topográficas, envolvendo um total de oito folhas, todas numerizadas em *scanner* de rolo, devido ao seu tamanho. Uma vez numerizadas, foram inseridas como imagem dentro do AutoCAD Map e georreferenciadas, formando o mosaico.

As cartas temáticas (geológica, geomorfológica e pedológica) foram numerizadas somente na região de interesse e, devido ao seu tamanho mais reduzido (escala original bem inferior a das cartas topográficas), em *scanner* de mesa. Foram inseridas também como imagem, no mesmo arquivo DWG das cartas topográficas e georreferenciadas.

6.2.5. Vetorização das Cartas Analógicas

Uma vez numerizadas todas as cartas, procedeu-se à vetorização destas através de ferramentas do AutoCAD Map. Todo o processo de vetorização foi manual e feito a partir das imagens inseridas no sistema.

Os elementos vetorizados das cartas topográficas foram:

- Quadras urbanas
- Construções de maior importância
- Eixo de vias rodoviárias e férreas
- Divisas municipais
- Divisas estaduais
- Rede hidrográfica
- Curvas de nível mestras (EV = 50m)
- Curvas de nível secundárias (EV = 10m)

Com relação às cartas temáticas, os elementos vetorizados foram as linhas delimitadoras das diferentes categorias temáticas que compõem cada uma delas. Cada uma das categorias dos elementos vetorizados foi colocada em *layers* específicos do AutoCAD Map, de maneira a facilitar a posterior criação das cartas temáticas.

Após o processo de vetorização, a base cartográfica digital da área de estudo ficou praticamente pronta, restando proceder ao seu enriquecimento através do levantamento de campo e das amostragens de solo.

6.2.6. Levantamento de Campo

O levantamento de campo teve como principal objetivo o cadastramento do viário da área de estudo. Apesar da maioria das vias já estarem representadas na carta topográfica vetorizada, fez-se necessário promover a identificação delas em campo. Além disso, existiam também algumas trilhas e/ou trechos de vias que não estavam representados nessa carta.

Foram cadastradas tanto as vias utilizadas diretamente na prática do ecoturismo como aquelas que servem como vias de circulação dentro da área de estudo. Além do cadastramento das vias, foram cadastrados também alguns pontos de interesse para esta pesquisa, tais como cachoeiras, mirantes, etc.

Todo o levantamento de campo foi realizado com receptor GPS de navegação GARMIN III, e os pontos observados tiveram suas coordenadas transformadas no mesmo Datum da base cartográfica, sendo posteriormente inseridos nessa base em *layers* específicos.

6.2.7. Amostragem de Solos

Ao longo das vias ecoturísticas da área de estudo, foram coletadas amostras de solos deformadas, com o objetivo da determinação das massas específicas e de suas respectivas curvas granulométricas. Também foram coletadas algumas amostras em vias não utilizadas diretamente na prática do ecoturismo, mas que davam acesso a elas.

O critério de coleta de amostras foi baseado na coloração dos barrancos ao longo das vias. Sempre que ocorria uma alteração maior em sua coloração uma amostra era coletada. A coleta foi feita na profundidade de 0-30cm em barrancos livres de depósitos superficiais, formigueiros e outras alterações produzidas por animais, poeira de estradas e contaminações de qualquer natureza, como recomenda EMBRAPA (1995). Os pontos de amostragens (PA) foram georreferenciados através do receptor GPS Garmin III, para posterior locação destes na base cartográfica.

As amostras coletadas foram analisadas em laboratório de acordo com as metodologias prescritas pelas seguintes normas:

- Amostras de Solo - Preparação para ensaios de Compactação e de Caracterização, NBR n.º 6457 (ABNT, 1983);
- Grãos de Solos que passam na Peneira de 4,8mm - Determinação da Massa Específica, NBR n.º 6508 (ABNT, 1982a);
- Análise Granulométrica de Solos, NBR n.º 7181 (ABNT, 1982b).

Através da curva granulométrica foi possível determinar a composição textural de cada ponto amostrado. Foi adotada a Escala Textural de Atterberg e a Classificação Textural Simplificada descrita por EMBRAPA (1999). Optou-se pela Classificação Textural Simplificada pelo fato dessa classificação ter sido utilizada na carta pedológica adotada na área de estudo.

6.2.8. Elaboração das Cartas Hidrográfica e Topográfica e Delimitação das Microbacias

A Carta Hidrográfica e a Topográfica fazem parte, juntamente com a Carta de Divisão Política, a Carta Viária e as cartas temáticas (Geológica, Geomorfológica e Pedológica), do conjunto de cartas básicas elaboradas, englobando a área de estudo como um todo. Essas duas cartas básicas foram obtidas diretamente da vetorização das cartas topográficas do IGC. Depois da elaboração destas, tornou-se possível a delimitação dos divisores de águas das microbacias que compõem a área de estudo.

Os divisores foram desenhados em *layer* próprio, manualmente, observando as regras do modelado topográfico, delimitando todas as

microbacias que contivessem vias ecoturísticas cadastradas. A união de todas essas microbacias definiu a área de estudo.

6.2.9. Elaboração das Cartas Temáticas, Carta de Divisão Política e Carta Viária

Após a delimitação das microbacias e, conseqüentemente, da área de estudo, foram elaboradas as três cartas temáticas (Geológica, Geomorfológica e Pedológica), a Carta de Divisão Política e a Carta Viária.

As cartas temáticas foram elaboradas a partir das respectivas cartas analógicas e, a partir da carta topográfica original e do levantamento de campo, a Carta de Divisão Política e Viária.

6.2.10. Cruzamento das Informações

Com o conjunto de cartas básicas elaborado, foi possível promover um cruzamento de informações com o objetivo de uma avaliação preliminar das vias ecoturísticas, verificando o posicionamento geográfico destas frente às diferentes unidades temáticas.

Esse cruzamento consistiu simplesmente na sobreposição dos diferentes *layers* elaborados e a geração de uma carta híbrida. O primeiro cruzamento de informações foi a sobreposição das amostras de solos e suas respectivas classes texturais com a carta pedológica da área de estudo. Os demais cruzamentos foram:

- Vias Ecoturísticas + Divisão Política
- Vias Ecoturísticas + Geomorfologia
- Vias Ecoturísticas + Pedologia
- Vias Ecoturísticas + Classe Textural das Unidades de Mapeamento de Solos + Classes Texturais dos Pontos de Amostragem de Solos

6.2.11. Fracionamento da Área de Estudo

Foi realizada uma partição da área de estudo antes da criação do modelo digital de terrenos. Essa divisão foi necessária pois, através de testes preliminares, o *software*, ao gerar cartas de declividades para área de estudo como um todo, gerava arquivos muito extensos, que praticamente tornavam inviável seu acesso e manipulação para as análises posteriores.

Para solucionar essa questão foi testado primeiramente, gerar o MDT com um menor número de pontos de amostragem nas curvas de nível, porém essa opção levou a uma perda de qualidade no modelo gerado.

Portanto, foi realizada a divisão da área de estudo, de modo a diminuir a quantidade de informações geradas e, conseqüentemente, o tamanho do arquivo.

Num processo de divisão de uma área de estudo, é importante sempre respeitar as microbacias. No presente trabalho isso foi possível, porque o sistema (entende-se aqui por sistema o conjunto de *hardware* e *software* juntos) conseguiu processar de maneira satisfatória até mesmo a maior microbacia (MB5), que abrange cerca de 43% da área total. Destacamos que, além da divisão da área de estudo, foi necessário também aumentar a memória RAM do computador utilizado, de 128MB para 512MB.

Uma vez dividida a área de estudo e gerados arquivos DWG para cada uma das microbacias, passou-se para a etapa seguinte, que foi a criação do MDT para uma delas. Após a criação desse modelo, foi possível a elaboração das cartas de declividade, a Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP), a geração dos perfis topográficos das vias e, finalmente, a aplicação da EUPS e conseqüente elaboração da Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar, exibindo as áreas de perdas superiores à tolerância.

6.2.12. Criação do Modelo Digital de Terreno

O modelo digital de terreno, gerado pelo sistema computacional selecionado, é formado por uma rede irregular de triângulos, obtidos através do algoritmo de Delaunay, cujos vértices são os pontos amostrados. Dessa maneira, proporciona todas as vantagens anteriormente descritas, inerentes a esse tipo de modelagem.

No processo de geração do MDT, os pontos de amostragem foram obtidos através de duas fontes: a primeira e principal, as curvas de nível e, a segunda, os pontos de altitudes conhecidas. Ambas as fontes são oriundas da carta topográfica vetorizada. Os pontos isolados são importantes na modelagem do terreno, visto que delimitam locais topologicamente estratégicos, tais como cumes de elevações e gargantas.

Após a obtenção do MDT em cada microbacia, foi realizada uma conferência geral, de maneira a verificar possíveis falhas na rede TIN, muito comuns de ocorrer quando a maioria dos pontos amostrados são oriundos de curvas de nível, tal como no presente trabalho. Após a verificação, caso houvesse necessidade, a rede seria editada alterando-se os triângulos que não estivessem respeitando as regras básicas de topologia.

6.2.13. Elaboração das Cartas de Declividade

No presente trabalho, devido à facilidade de geração de cartas de

declividade com diferentes intervalos de classes, optou-se por gerar duas cartas, com intervalos ligeiramente diferentes, de maneira a atender dois sistemas padrões no tocante à pedologia: um ligado à determinação do relevo, para fins de classificação pedológica, e outro utilizado na classificação da capacidade de uso da terra, com uma pequena alteração citada a seguir.

A primeira carta de declividade foi gerada levando em consideração as classes de declividade adotadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Essas classes são exibidas na Tabela 6-1.

Tabela 6-1; Classes de declividade adotadas na Carta de Declividade - Relevo

Relevo	Intervalo (%)
Plano	< 3
Suave Ondulado	[3 - 8)
Ondulado	[8 - 20)
Forte Ondulado	[20 - 45)
Montanhoso	[45 - 75]
Escarpado	> 75

Fonte: EMBRAPA (1999)

A segunda carta de declividade foi gerada considerando as classes de declividade utilizadas para fins de classificação da Capacidade de Uso da Terra (LEPSCH, 1983). Adaptou-se a essa classificação, mais uma classe, dentro da Classe G, com o objetivo de distinguir locais considerados como áreas de preservação permanente (APP), conforme Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 4.771 de 15/09/65, alterada pela Lei n.º 7.803 de 18/07/89). Essas classes são exibidas na Tabela 6-2.

Tabela 6-2: Classes de declividade adotadas na Carta de Declividade - Uso da Terra

Classe	Intervalo (%)	Classe de Capacidade de Uso da Terra							
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X
C	[5 - 10)			X	X	X	X	X	X
D	[10 - 15)				X	X	X	X	X
E	[15 - 45)					X	X	X	X
F	[45 - 70]						X	X	X
G	(70 - 100]							X	X
G -APP	> 100							X	X

Fonte: LEPSCH (1983)

Cabe ressaltar que as classes de I a IV definem o Grupo A de uso da terra, grupo destinado a culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento

e vida silvestre. As classes de V a VII definem o Grupo B, destinado somente a pastagens, reflorestamento e vida silvestre. Finalmente, o Grupo C que é definido pela classe VIII, é restrito ao uso exclusivo de preservação da vida silvestre.

Ambas as cartas de declividade foram geradas de forma automatizada, através de módulos específicos do sistema computacional adotado.

6.2.14. Elaboração das Cartas de Áreas de Preservação Permanentes (APP)

No processo de geração das cartas de áreas de preservação nas microbacias, foram necessárias duas etapas. A primeira foi a criação das cartas de declividade (uso da terra) e a conseqüente delimitação de áreas de preservação, devido à declividade (classe G - APP, com declividades superiores a 100%).

A segunda etapa foi delimitação das áreas de preservação ao longo de cursos d'água, também prescritas pelo Código Florestal Brasileiro. Essa delimitação foi obtida através da geração de uma topologia composta pelos eixos da rede hidrográfica da microbacia e, depois, foi criado um *buffer* em torno desta, isto é, foi gerada uma região de *offset* igual a 30m. A faixa de 30m é prescrito pelo Código Florestal para cursos d'água de largura inferior a 10m, categoria em que se enquadram todos os cursos d'água da área de estudo.

A topologia e o *buffer* foram também gerados de forma automatizada, através de módulos específicos do sistema computacional adotado.

6.2.15. Aplicação da EUPS e Elaboração da Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Erosão Laminar

A metodologia adotada, para a aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), em cada uma das microbacias que compõem a área de estudo, encontra-se representada através de um fluxograma na Figura 6-4.

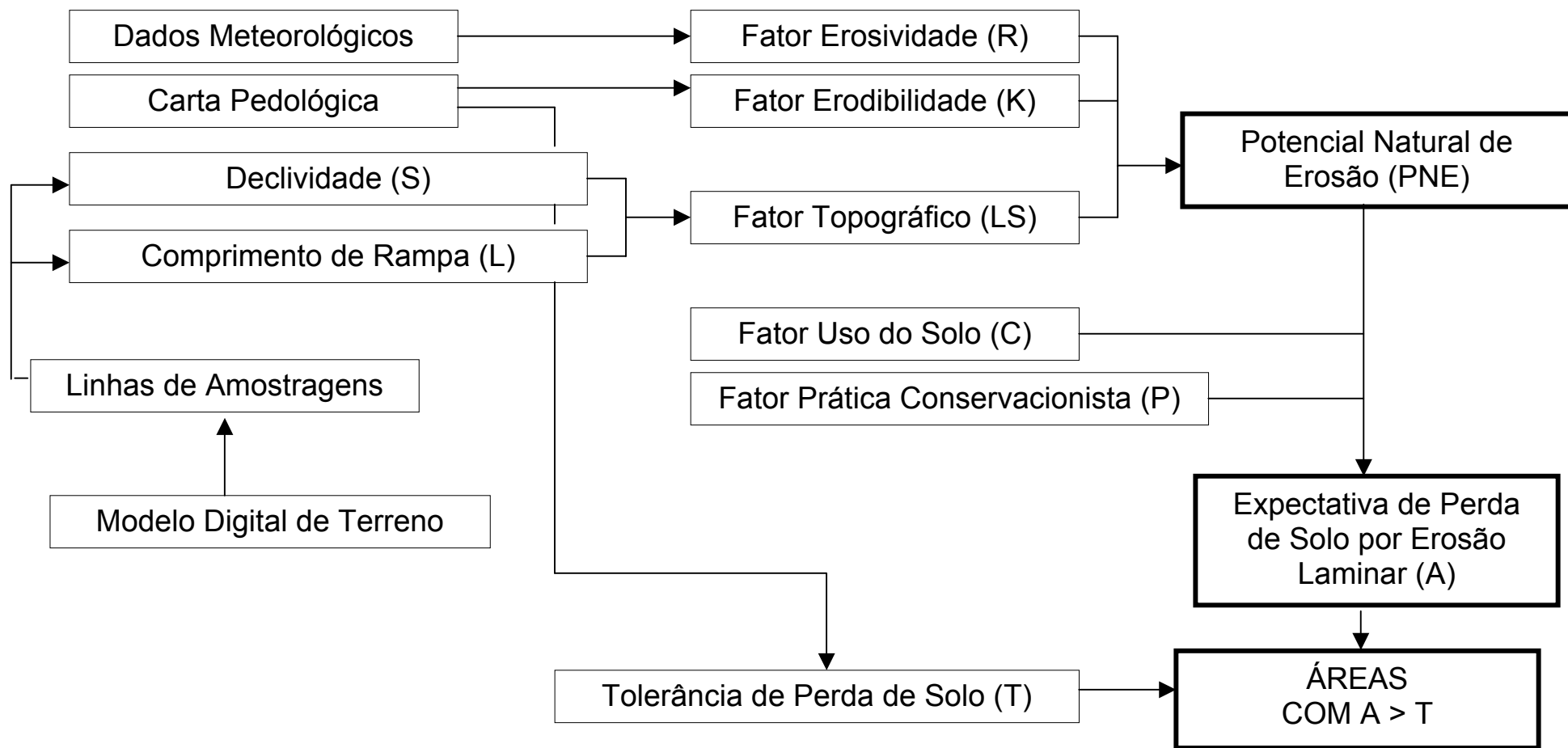


Figura 6-4: Fluxograma da aplicação da EUPS na área de estudo

6.2.15.1. Modelo Adotado

Adotou-se no presente trabalho, para o cálculo da perda de solo por processos erosivos laminares, a Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS), modelo esse descrito pela Equação 6-1 e Equação 6-2.

$$PNE = R.K.LS$$

Equação 6-1

Onde:

PNE = potencial natural de erosão (t/ha.ano)

R = fator erosividade (MJ.mm/ha.h.ano)

K = fator erodibilidade (t.h/MJ.mm)

LS = fator topográfico (adimensional)

$$A = PNE.C.P$$

Equação 6-2

Onde:

A = expectativa de perda de solo por erosão laminar (t/ha.ano)

C = fator cultivo e manejo do solo (adimensional)

P = fator prática conservacionista (adimensional)

6.2.15.2. Determinação da Erosividade (R)

O valor da erosividade (R) adotado foi único para toda a área de estudo e é igual a 8.265,7 MJ.mm/ha.h.ano. Foi calculado através do modelo proposto por LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER (1980) *apud* BERTONI & LOMBARDI NETO (1992) (Equação 6-3).

$$R = \sum EI = \sum [67,355.(p^2/P)^{0,85}]$$

Equação 6-3

Onde:

R = erosividade anual da área (MJ.mm/ha.h.ano)

EI = índice médio de erosividade mensal (MJ.mm/ha.h.mês)

p = precipitação média mensal (mm)

P = precipitação média anual (mm)

Os valores da precipitação média mensal e anual foram obtidos a partir de uma série de 22 anos (1970 a 1992) de dados consistentes, oriundos do posto meteorológico D2-029/DAEE (SÃO PAULO, 1997), localizado no município Santo Antônio do Pinhal (SP).

6.2.15.3. Determinação da Erodibilidade (K) e da Tolerância Anual de Perdas de Solo por Processos Erosivos Laminares (T)

O fator K foi obtido mediante a classificação pedológica das unidades de mapeamento, dentro da área de pesquisa. Os valores de K destas unidades foram determinados através da correlação com os valores deste coeficiente para diferentes classes de solo listados na Tabela 5-1. Para realizar essa correlação foi necessário utilizar a Tabela 3-1, que traça uma correspondência entre a classificação pedológica de 1960 com a classificação atual.

Na unidade de mapeamento PVA63 foi adotado o valor de K de 0,028, pois correlacionou-se essa unidade com o Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba (Classificação de 1960), correspondente a Podzólico Vermelho Amarelo distrófico ou álico Ta ou Tb abrupto A moderado textura arenosa/argilosa ou média/argilosa ou argilosa/argilosa (Classificação 3^a Aproximação).

No caso das unidades CX4 e CH1, o valor adotado de 0,015 é correspondente ao Solo de Campos de Jordão (Classificação de 1960), que equivale a um conjunto de solos na 3^a aproximação (Latosolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo câmbico ou Cambissolo, todos álicos textura média ou argilosa), pois somente nesta classe de solos encontramos um valor de K que engloba Cambissolos.

Finalmente, na unidade LVA10, adotou-se o valor de K igual a 0,012, pois essa unidade foi correlacionada com Latossolo Vermelho Amarelo, fase terraço (Classificação de 1960), correspondente a Latossolo Vermelho Amarelo álico textura argilosa.

Na Tabela 6-3 observamos as unidades de mapeamento e seus respectivos valores para o coeficiente de erodibilidade. Nessa mesma tabela, observa-se também os valores da tolerância anual de perda de solo por erosão laminar (vide Tabela 5-6).

Tabela 6-3: Unidades de mapeamento de solos e seus respectivos valores de K e T

UM	Classificação taxonômica predominante	K (t.h/MJ.mm)	T (t/ha.ano)
PVA63	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	0,028	7,9
CX4	CAMBISSOLO HÁPLICO	0,015	9,6
CH1	CAMBISSOLO HÚMICO	0,015	9,6
LVA10	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	0,012	12,6

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de BERTONI & LOMBARDI NETO (1992) e OLIVEIRA et. al. (1999)

6.2.15.4.Determinação do Fator Topográfico (LS)

Obteve-se o fator topográfico mediante o desenho de linhas de amostragem que representam as principais vertentes da microbacia.

Para cada linha de amostragem foi calculada a declividade (S) e o comprimento de rampa (L), através da Equação 6-4 e da Equação 6-5, respectivamente.

$$S = (DZ/DH).100$$

Equação 6-4

Onde:

S = declividade (%)

DH = comprimento da linha de amostragem (m)

DZ = diferença de nível entre as extremidades da linha de amostragem (m)

$$L = (DH^2+DZ^2)^{1/2}$$

Equação 6-5

Onde:

L = comprimento da vertente (m)

DH = comprimento horizontal da linha de amostragem (m)

DZ = diferença de nível entre as extremidades da linha de amostragem (m)

O comprimento da linha de amostragem foi medido no desenho e o valor da diferença de nível obtida, através do modelo digital de terreno da microbacia.

Com os valores de S e L, foi calculado o respectivo valor do fator

topográfico através da Equação 6-6, proposta por BERTONI & LOMBARDI NETO (1992).

$$LS = 0,00984.L^{0,63}.S^{1,18}$$

Equação 6-6

Onde:

LS = fator topográfico (adimensional)

L = comprimento da vertente (m)

S = declividade da vertente (%)

6.2.15.5. Determinação dos Fatores Antrópicos (C e P)

O objetivo principal da aplicação da EUPS na área de estudo foi a identificação de áreas críticas, cuja perda de solo fosse superior aos limites tolerados. Para efetuar essa identificação, os valores da tolerância (T) deveriam ser comparados com os valores obtidos no cálculo da expectativa de perda de solo (A).

Os fatores R, K e LS já tiveram sua metodologia de obtenção descrita, restando agora os fatores antrópicos (fator Cultivo e Manejo do Solo - C e Fator Prática Conservacionista - P). O fator P adotado foi de 1,0 para toda a área de estudo, pois de maneira geral, não são adotadas práticas conservacionistas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992), restando agora, definir um valor para o fator C, ligado ao uso e manejo da terra.

O uso da terra na área de estudo, praticamente limita-se a pastagens, pastagens com vegetação em processo de regeneração e fragmentos florestais. Regiões ocupadas com atividades agrícolas são poucas e a área de estudo, de acordo com os resultados obtidos, apresenta escassas regiões com aptidão para essa atividade. Portanto, a AE teria dois valores para o fator C, um para mata e outro para pastagens.

Para regiões de mata, os valores encontrados para o fator C giram em torno de 0,004 a 0,00004. Caso fossem adotados tais valores no cálculo da EUPS, praticamente teríamos uma perda de solo muito pequena, não possibilitando, dessa maneira, identificar as áreas críticas, pois provavelmente atingiriam valores bem inferiores à tolerância. Sendo assim, decidiu-se não utilizar valores de C para mata, mas sim, somente valores de pastagem, possibilitando, inclusive, avaliar a que risco uma determinada área estaria sujeita, no caso de uma limpeza para fins de recuperação da pastagem. Também, a maioria das vias ecoturísticas encontram-se em áreas de pastagens.

Dos valores C encontrados para pastagem, foi selecionado o valor de 0,01 (FONSECA FILHO et al., 1999). A escolha desse valor deve-se ao fato de ele representar um meio-termo dos valores encontrados em literatura, pois valores como 0,4 ou 0,05 estariam, talvez, mais próximos à agricultura, enquanto que o valor de 0,001, também encontrado, estaria mais próximo a formações florestais, minimizando excessivamente a perda de solo.

6.2.15.6. Cálculo da Expectativa de Perda de Solo(A)

Para cada linha de amostragem, foi calculado o seu respectivo valor do Potencial Natural de Erosão (PNE) e o valor da Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A), através da Equação 6-1 e da Equação 6-2, respectivamente, utilizando-se os fatores acima descritos.

6.2.15.7. Elaboração da Carta de Expectativa de Perda de Solos por Erosão Laminar com áreas de $A > T$

Após a aplicação da EUPS, foi possível elaborar a Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar e delimitar as áreas de perdas superiores à tolerância anual ($A > T$), para cada uma das microbacias que compõem a área de estudo.

Essa carta foi elaborada através da delimitação manual de áreas em torno das linhas de amostragem, que apresentaram valores de perda inferiores aos tolerados. Os critérios para o desenho dessas áreas foram: homogeneidade do relevo (observado pelas curvas de nível) e da unidade de mapeamento pedológica.

6.2.16. APPs x Áreas de Perda de Solo

Após a geração da carta de expectativa de perda de solo, foi realizada uma análise do tipo *Overlay*, isto é, uma sobreposição de polígonos entre as APPs e as áreas de perdas dentro dos limites de tolerância.

Essa operação teve como objetivo principal, identificar as APPs que se encontram em áreas de perda não toleráveis e também as regiões não consideradas como APPs, porém com perdas toleráveis.

Para apresentação destes dados, foi gerada uma carta de expectativa de perda de solo com as APPs sobrepostas, no caso, somente as APPs localizadas ao longo dos cursos d'água, haja visto que áreas de declividade superior a 100%, com certeza teriam perdas de solo acima da tolerância.

6.2.17. APPs x Vias Ecoturísticas

Com o intuito de identificar os trechos de vias ecoturísticas localizados em APPs, foi realizada outra análise do tipo *Overlay*, porém sobrepondo agora polígonos (APPs) com linhas (vias). Através desta operação, foi possível mensurar os trechos das vias localizados nas APPs.

6.2.18. Áreas de Perda de Solo x Vias Ecoturísticas

Assim como no caso acima descrito, foi realizada de maneira similar mais uma operação de *Overlay*, mas agora com os polígonos delimitadores das regiões de perda de solo toleráveis. Permitindo, desta forma, também identificar e mensurar os trechos das vias localizados em regiões de perdas toleráveis.

Todas as análises de *Overlay* acima descritas foram realizadas através de ferramentas do SIG AutoCAD Map.

6.2.19. Elaboração dos Perfis Topográficos das Vias Ecoturísticas

Os perfis topográficos das vias ecoturísticas foram também gerados a partir do modelo digital de terreno, através de rotinas específicas do sistema computacional adotado.

Para cada trecho de via contido nas diversas microbacias, foi gerado seu respectivo perfil topográfico com um exagero vertical de cinco vezes. O tradicional exagero de 10 vezes seria demasiado, para uma área tão declivosa como a área de estudo.

A malha adotada no desenho dos perfis foi de 10m na vertical e de 100m na horizontal. Também foi anotado nos perfis as regiões de perda de solo superior e inferior à tolerância, $A > T$ e $A < T$, respectivamente.

Todos os perfis topográficos foram elaborados a partir da carta topográfica e, portanto não representam com exatidão o greide das vias, mas sim, com as devidas ressalvas, representam o perfil natural do terreno.

Porém, esse perfil elaborado nos fornece uma idéia até razoável do perfil das vias, pois, de maneira geral, nenhuma delas sofreu movimentos de terra muito acentuados, que levassem a um greide muito diverso do terreno natural.

Isso ocorre em estradas municipais, pois todas elas são estradas vicinais não pavimentadas e que acompanham aproximadamente o terreno natural. Aliás, esse fato é inclusive um dos problemas dessas vias, pois à medida que

acompanham o terreno natural, têm greides muito acentuados, que favorecem em demasia processos erosivos e que, também, prejudicam o tráfego, principalmente, em períodos chuvosos.

Para facilitar a compreensão dos perfis topográficos e também proporcionar um visão detalhada da área onde se encontra inserida a via, foi elaborada uma figura a partir da carta topográfica da área de estudo. Essa figura contém, além da via ecoturística devidamente estaqueada a cada 100m e das curvas de nível (principais e secundárias), as APPs e as regiões de perda de solo.

Com o objetivo de avaliar a variação do desnível do terreno nas vias, foram calculadas, através do perfil topográfico, a diferença de nível entre a altitude máxima e mínima encontradas na via (Equação 6-7) e a diferença de nível entre o ponto inicial e o ponto final da via (Equação 6-8). O primeiro valor nos fornece a amplitude máxima de variação do relevo na via, e o segundo nos fornece o quanto descemos ou subimos do início ao final da via.

$$DZM = ZM - Zm$$

Equação 6-7

Onde:

DZM = diferença de nível máxima da via (m)

ZM = altitude ortométrica máxima da via (m)

Zm = altitude ortométrica mínima da via (m)

$$DZv = Zf - Zi$$

Equação 6-8

Onde:

DZv = diferença de nível da via (m)

ZM = altitude ortométrica do ponto final da via (m)

Zm = altitude ortométrica do ponto inicial da via (m)

Através dos desníveis acima calculados, foi possível obter duas declividades. A primeira (Equação 6-9) foi chamada de declividade máxima e calculada através do desnível máximo e do comprimento total da via. Esse valor foi utilizado como um parâmetro de comparação entre as vias no sentido de verificar qual via seria mais declivosa ou menos declivosa.

$$dM = (DZM/LH).100$$

Equação 6-9

Onde:

dM = declividade máxima da via (%)

LH = comprimento horizontal total da via (m)

DZM = diferença de nível máxima da via (m)

A segunda declividade (Equação 6-10), denominada simplesmente de declividade da via e calculada através do desnível inicial/final e do comprimento total da via, quantifica o declive entre o ponto inicial e o ponto final. Não foi usado como um parâmetro de comparação, pois a via poderia ser bem declivosa, mas ter pontos inicial e final situados em mesma altitude. Esse parâmetro é apenas um dado complementar.

$$dv = (DZv/LH).100$$

Equação 6-10

Onde:

dv = declividade da via (%)

LH = comprimento horizontal total da via (m)

DZv = diferença de nível da via (m)

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

Conforme descrito no capítulo anterior, foi elaborado um conjunto de cartas envolvendo a área de estudo como um todo, sendo esse conjunto composto pelas seguintes cartas:

- Carta Hidrográfica
- Carta de Divisão Política
- Carta Topográfica
- Carta Geológica
- Carta Geomorfológica
- Carta Pedológica
- Carta Viária

Essas cartas são apresentadas a seguir separadamente, primeiro para não sobrecarregar o nível de informações contidas nas respectivas figuras e segundo para particionar a discussão sobre esses aspectos gerais da área de estudo. No Anexo “Carta de Perda de Solo e de APPs da Área de Estudo” encontramos parte dessas cartas sobrepostas, onde podemos observar um melhor detalhamento graças a maior escala desta.

7.1.1. Carta Hidrográfica

A primeira carta, a hidrográfica encontra-se representada pela Figura 7-1, onde podemos observar as seis microbacias que compõem a **área de estudo (AE)**.

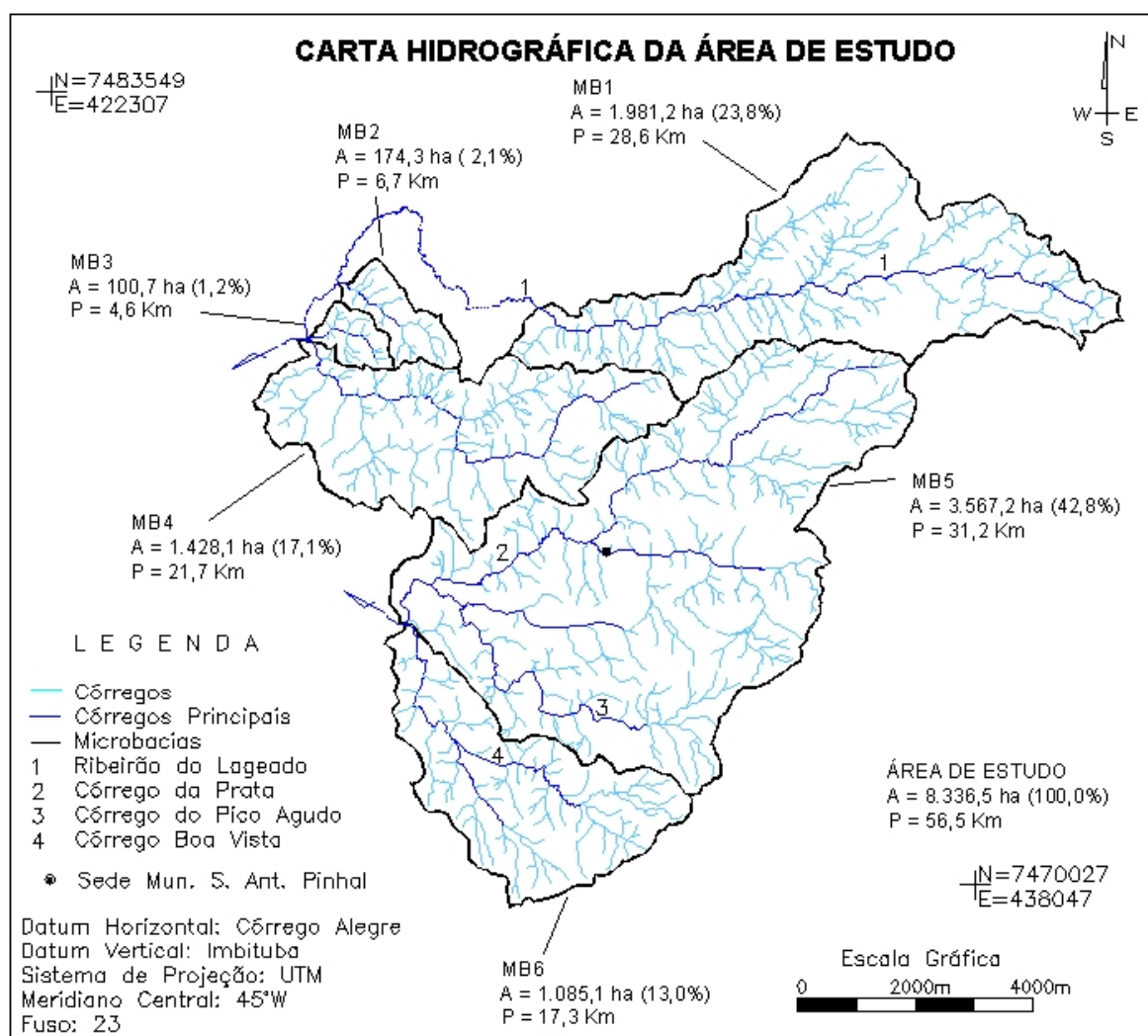


Figura 7-1: Carta Hidrográfica e as respectivas microbacias que a compõem da AE
Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de SÃO PAULO IGC (1978)

Na Tabela 7-1 encontramos uma descrição sumária das microbacias, exibindo seus respectivos perímetros, áreas, ordem e principais cursos d'água. A ordem foi determinada de acordo com o padrão de drenagem introduzido por HORTON e modificado por STRAHLER *apud* FRANCO & LENCASTRE (1984).

Tabela 7-1: Microbacias que compõem a área de estudo

Microbacia	Principais Cursos d'água	Perímetro Km	Ordem	Área			
				ha	alq. (*)	Km ²	%
MB1	Ribeirão do Lageado	28,62	3 ^a	1981,2	818,7	19,81	23,8
MB2	-	6,74	3 ^a	174,3	72,0	1,74	2,1
MB3	-	4,60	3 ^a	100,7	41,6	1,01	1,2
MB4	-	21,72	4 ^a	1428,1	590,1	14,28	17,1
MB5	Ribeirão da Prata e Córrego do Pico Agudo	31,20	4 ^a	3567,2	1474,1	35,67	42,8
MB6	Córrego Boa Vista	17,35	4 ^a	1085,1	448,4	10,85	13,0
TOTAL				8336,6	3444,8	83,37	100,0

(*) Alqueires Paulistas, equivalente a 2,42 ha

Conforme observamos pela citada figura e tabela, a maior microbacia da área de estudo é a MB5, que compreende quase metade da área (42,8%). Nessa microbacia encontra-se também os principais cursos d'água: o Ribeirão da Prata e o Córrego do Pico Agudo.

O Ribeirão da Prata corta a área urbana do município de Santo Antônio do Pinhal e assim como o Rio Capivari que atravessa a malha urbana de Campos do Jordão, tiveram durante o processo de povoamento, a ocupação de suas margens, devido em parte ao relevo acentuado destas áreas. Esse processo deve ser contido, pois contribui para a diminuição da qualidade ambiental e de vida da população.

Em Santo Antônio do Pinhal têm ocorrido pendências judiciais nesse sentido, onde o poder público tem procurado fazer respeitar o Código Florestal, que não permite a construção numa faixa de 30m ao longo de cursos d'água com até 10m de largura, como é o caso do Ribeirão da Prata. Mas não basta simplesmente impedir a implantação de novas construções ao longo do rio, mas também tentar verificar as possibilidades da remoção e/ou minimização do impacto das obras já existentes nesse ecossistema urbano.

Em Santo Antônio temos algumas áreas verdes próximas ao Ribeirão da Prata, uma delas consiste numa pequena praça, onde se situa uma fonte de água potável que serve a população. Essa praça encontra-se separada do córrego por uma rua.

Também ao longo do córrego temos a ocorrência de várias casas que praticamente encostam no curso d'água, muitas delas com entulho acumulado, tornando a paisagem visualmente muito desagradável, além da questão ambiental já citada. A resolução deste problema torna-se um grande desafio para o poder público e a sociedade pinhalense, principalmente quando se deseja um maior desenvolvimento turístico do município.

Na tocante ao saneamento da cidade, existe uma ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) e no período em que foi realizada a presente pesquisa, cogitava-se em implantar melhorias significativas nessa questão.

O Córrego do Pico Agudo nasce nas proximidades do pico homônimo e assim como o Córrego Boa Vista, desagua no Ribeirão da Prata, conforme ilustra a carta hidrográfica.

O Córrego Boa Vista pertence a microbacia MB6 (13,0% da AE), que junto com a MB4 (17,1%), consistem nas duas microbacias de tamanho intermediário da AE. Esse córrego atravessa o bairro de mesmo nome e também está próximo a uma das estradas utilizadas para a prática do Ecoturismo na região, estrada essa que possui belo cenário campestre.

A segunda maior microbacia é a MB1 (23,8% da AE), que engloba terras tanto do município de Santo Antônio, como de Campos do Jordão, conforme veremos na carta de divisão política.

Essa microbacia possui um grande curso d'água, o Ribeirão do Lageado, no qual desaguam os principais cursos d'água que cortam as microbacias MB4, MB3 e MB2. Na MB1 não foram delimitados todos os afluentes da margem direita do Ribeirão do Lageado, pois, além desses abrangerem uma área muito extensa, não há nenhuma via de interesse imediato à prática do Ecoturismo nessa região.

As MB2 e MB3 são muito pequenas (2,1% e 1,2 % da AE, respectivamente). Na MB3 não encontramos nenhuma via de interesse ecoturístico, porém devido a sua localização limítrofe as MB2 e MB4 e sua pequena área, acabou por ser incluída na AE.

Todas as microbacias, com exceção da MB5 têm maior comprimento no sentido Leste/Oeste e também todos os cursos d'água principais correm nesse mesmo sentido. Portanto, as vertentes principais direitas têm face sul, enquanto que as vertentes esquerdas têm face Norte. Já as vertentes secundárias possuem face Leste e Oeste predominantemente (vertente direita e esquerda, respectivamente).

A rede hidrográfica é bem densa devido ao relevo movimentado da área, com a presença de muitas nascentes e possuem alta densidade hídrica, como indica a Tabela 7-2. Observando essa tabela notamos que os valores giram em torno de 4,0Km/Km², considerados elevados como indica FRANCO & LENCASTRE (1984). Geralmente valores de densidade hídrica elevados demonstram, dentre outras coisas, bacias com certa propensão a cheias.

Tabela 7-2: Densidade hídrica apresentada pelas microbacias que compõem a AE

Microbacia	Área Total Km ²	Comprimento total de córregos		Densidade Hídrica (Km/Km ²)
		Km	%	
MB1	19,81	76,71	24,0	3,9
MB2	1,74	7,20	2,3	4,1
MB3	1,01	5,24	1,6	5,2
MB4	14,28	55,56	17,4	3,9
MB5	35,67	129,84	40,6	3,6
MB6	10,85	45,29	14,2	4,2
TOTAL	83,37	319,8	100,00	3,8

7.1.2. Carta Política

A carta política da área de estudo encontra-se na Figura 7-2, onde observamos que a maior parte da AE pertence ao município de Santo Antônio do Pinhal, limitando-se ao Norte com os municípios de Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí, ao Sul com o Município de Monteiro Lobato, a Leste com o município de Pindamonhangaba e finalmente à oeste com o município de Santo Antônio do Pinhal e o estado de Minas Gerais (município de Sapucaí-Mirim).

Destacamos que a divisa municipal de Santo Antônio do Pinhal com Pindamonhangaba e Monteiro Lobato, assim como parte da divisa com o estado de Minas Gerais coincidem com os divisores de água da MB5, MB6 e MB4, respectivamente.



Figura 7-2: Carta Política da Área de Estudo

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de SÃO PAULO IGC (1978)

A Tabela 7-3 nos indica que somente a MB1 possui área localizada dentro do Município de Campos do Jordão, área essa que abrange cerca de 19,4% da área de estudo. As demais microbacias estão todas localizadas no município de Santo Antônio do Pinhal, totalizando os restantes 80,6% da área de estudo. Na microbacia MB5 encontramos a sede e a área urbanizada deste município.

Tabela 7-3: Municípios que compõem a Área de Estudo

Município	MB	Área	
		Km ²	%
Campos do Jordão	1	16,19	19,4
Santo Antônio do Pinhal	1, 2, 3, 4, 5 e 6	67,18	80,6
TOTAL		83,37	100,0

O município de Campos do Jordão já é reconhecidamente um importante centro turístico nacional, voltando para o turismo de inverno.

O município de Santo Antônio do Pinhal constituiu também, legalmente, numa estância climática. Esse município possui um número acentuado de pequenas pousadas, que visam alojar turistas que procuram um local mais tranquilo do que Campos do Jordão no período da alta temporada (que ocorre no inverno). Porém, esse mesmo turista costuma dormir em Santo Antônio e passar o dia em Campos do Jordão devido aos inúmeros atrativos que essa oferece, daí, Santo Antônio vem tentando deixar de ser somente uma cidade dormitório de Campo do Jordão, mas desenvolver de maneira mais acentuada seus próprios atrativos turísticos, principalmente na área de Ecoturismo.

O município de São Bento do Sapucaí, assim como Santo Antônio, está também procurando desenvolver seu turismo, pois como toda a região possui belos cenários e clima ameno devido ao efeito da altitude.

Pensando em termos de gerenciamento ambiental e tomando como unidades de gerenciamento as microbacias que comportam as vias utilizadas na prática do Ecoturismo, temos no presente caso, a feliz situação de que quase todas se localizam numa única unidade administrativa municipal. Principalmente a MB5 que engloba a sede do município, o principal curso d'água deste e o acesso ao Pico Agudo, importante ponto turístico da região.

O fato acima citado facilita de sobremaneira esse tipo de gerenciamento, pois a política ambiental e seus respectivas diretrizes têm que ser implantadas somente numa única administração. No presente caso, porém, esbarramos na questão orçamentária, pois o município de Santo Antônio possui uma arrecadação pequena e portanto, para a implantação de eventuais projetos ambientais e turísticos demanda verbas exclusivamente externas.

No caso de verbas oriundas do próprio estado ou do governo federal, existe o ponto positivo de estarmos dentro de uma região importante em termos de turismo nacional e em termos ambientais, já que situa-se em área de Mata Atlântica, que possui extrema importância sob o ponto de vista conservacionista, visto a grande degradação que esta sofreu ao longo do processo de colonização e ocupação de nosso litoral. Restando atualmente, conforme BRASIL IBAMA (2002) apenas 7,3% de sua cobertura florestal original.

Porém, devido a proximidade geográfica do Município de Santo Antônio com Campos do Jordão, esse último pode em dados momentos capitalizar as verbas públicas destinadas à região, visto se tratar de um município com uma população bem maior, possuir uma intensa atividade turística e também ter problemas ambientais bem mais sérios. Dessa maneira,

município pequenos como Santo Antônio podem muitas vezes ficar em segundo plano.

7.1.3. Carta Topográfica

Na Figura 7-3 encontramos a carta topográfica da área de estudo, onde observamos as curvas de nível desenhadas com uma equidistância vertical de 50m. As curvas intermediárias, com equidistância vertical de 10m foram omitidas para não sobrecarregar a figura, visto a topografia acentuada da área e consequentemente a grande proximidade entre as linhas de contorno.

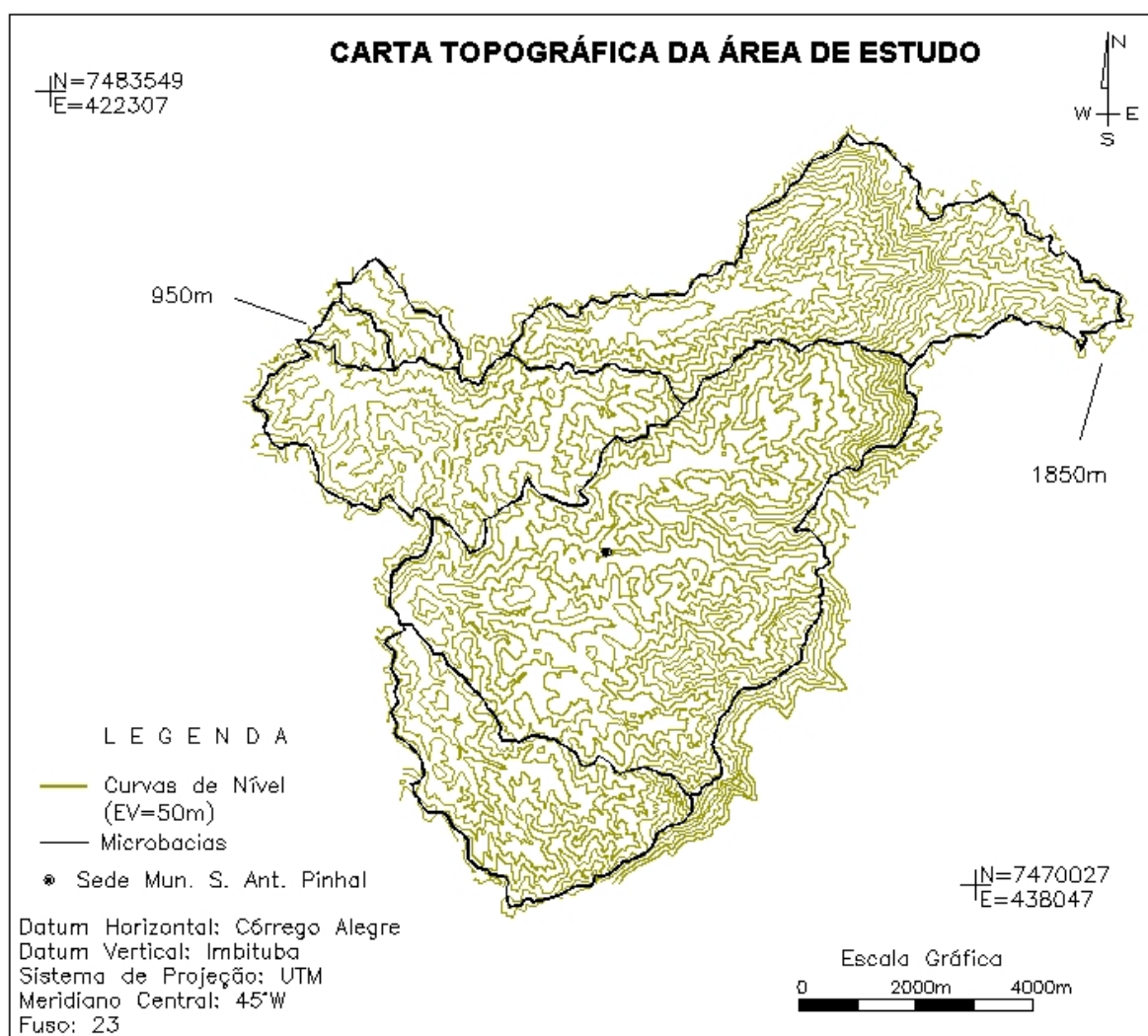


Figura 7-3: Carta Topográfica da Área de Estudo

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de SÃO PAULO IGC (1978)

Notamos também, que de maneira geral, o relevo é mais acentuado no lado leste da área, suavizando a medida que avançamos para oeste. A curva mais alta possui uma altitude de 1850m e a mais baixa 950m, obtendo uma diferença de nível máxima de 900m dentro da área de estudo.

O estudo do relevo da área, conforme já comentado na metodologia, foi realizado separadamente para cada microbacia devido ao acentuado volume de dados a serem processados. Esse estudo será apresentado no ítem microbacias deste capítulo.

7.1.4. Carta Geológica

Na Figura 7-4 encontramos a carta geológica da área de estudo, onde podemos observar a distribuição espacial das unidades geológicas que fazem parte da mesma.

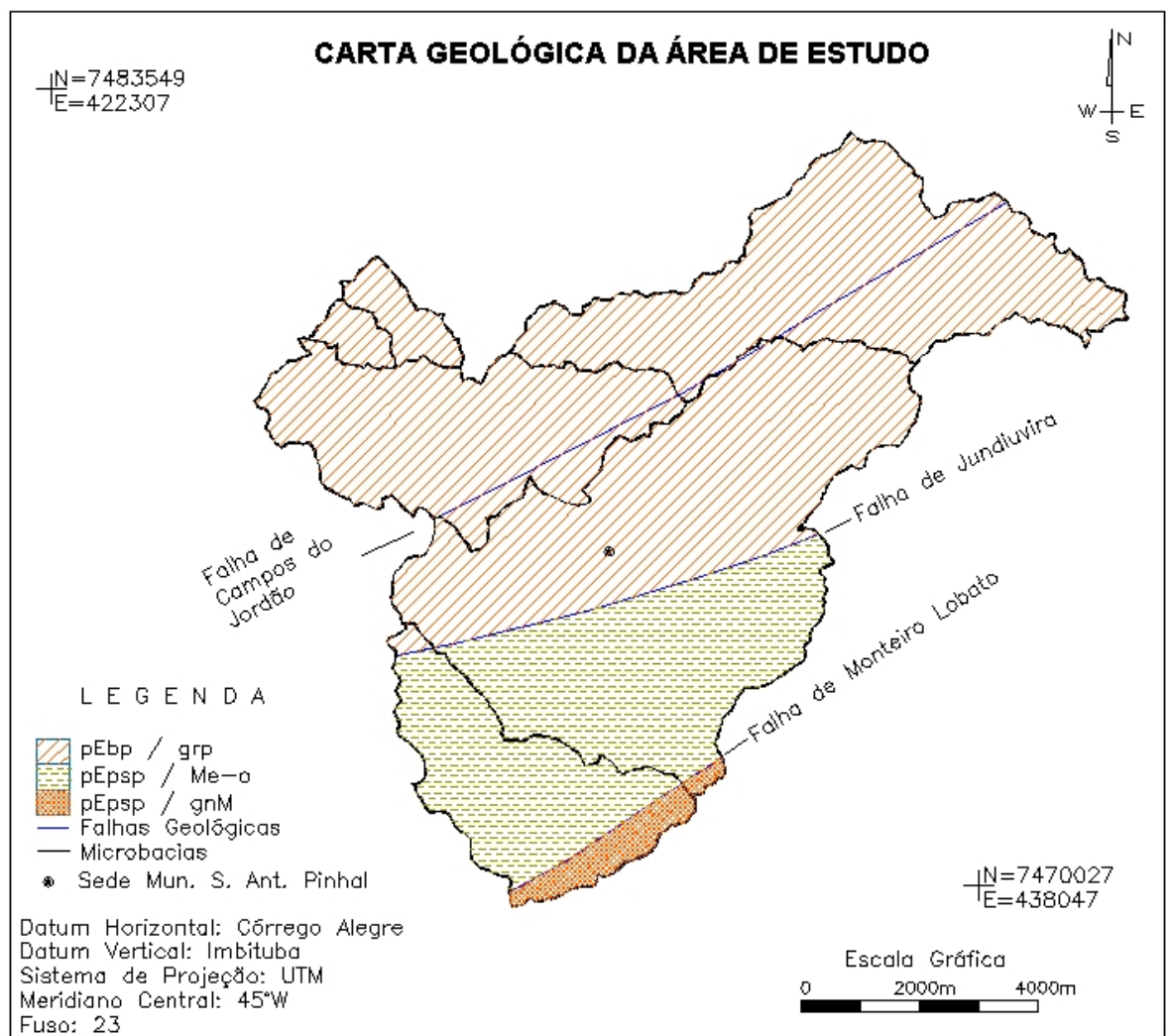


Figura 7-4: Carta Geológica da Área de Estudo

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de BRASIL DNPM (1979)

Na Tabela 7-4 encontramos a distribuição das unidades geológicas em termos quantitativos, onde a unidade pEbp/grp cobre a maior parte da AE (cerca de 70%), abrangendo a totalidade das MB1, MB2, MB3, MB4 e pouco mais da metade da MB5. Essa unidade tem como litologia predominante

granitos e granitóides.

Todas as unidades pertencem ao período pré-Cambriano, sendo que a pEbp/Me-o e a pEbp/gnM se distinguem somente pela litologia predominante, Migmatitos e Biotita-gnaisses, respectivamente. A unidade pEbp/Me-o abrange quase a totalidade da MB6, restando somente uma pequena parcela desta pertencente a pEbp/gnM.

Do ponto de vista da geologia estrutural, ocorrem na área segundo BRASIL DNPM (1979), grandes falhas responsáveis pela compartimentação dos conjuntos litológicos em diversos blocos estruturais, às vezes com distintos conteúdos rochosos.

As principais falhas (Campos do Jordão, Jundiuvira e Monteiro Lobato), pertencem ao Sistema de Falhas da Serra da Mantiqueira e apresentam as seguintes características: são de caráter transcorrente e originárias de antigos esforços compressivos, posteriormente reativados em setores localizados, sob regime de falha distensiva.

Tabela 7-4: Unidades geológicas que fazem parte da área de estudo

	Descrição	MB	Área	
			Km ²	%
pEbp/grp	<ul style="list-style-type: none"> - Período Pré-Cambriano/ Cambriano - Associação Barbacena - Complexo Paraisópolis - Litologia predominante de granitos e granitóides porfiroblásticos 	1, 2, 3, 4 e 5	58,24	69,9
pEsp/Me-o	<ul style="list-style-type: none"> - Período Pré-Cambriano/ Cambriano - Associação Paraíba do Sul - Complexo Piquete - Litologia predominante de Migmatitos estromáticos encerrando níveis porfiroblásticos 	5 e 6	23,06	27,7
pEsp/gnM	<ul style="list-style-type: none"> - Período Pré-Cambriano/ Cambriano - Associação Paraíba do Sul - Complexo Piquete - Litologia predominante de Biotita-gnaisses, níveis micaxistosos, migmatitos estromáticos e, subordinadamente, anfibolitos 	5 e 6	2,07	2,4
TOTAL			83,37	100,0

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de BRASIL DNPM (1979)

7.1.5. Carta Geomorfológica

Na Figura 7-5 encontramos a carta geomorfológica da área de estudo, onde se nota que existe uma grande homogeneidade em termos de unidades geomorfológicas, predominando a unidade Da25 em todas as microbacias, com exceção da MB1, que possui uma parcela pertencente a unidade Da34.

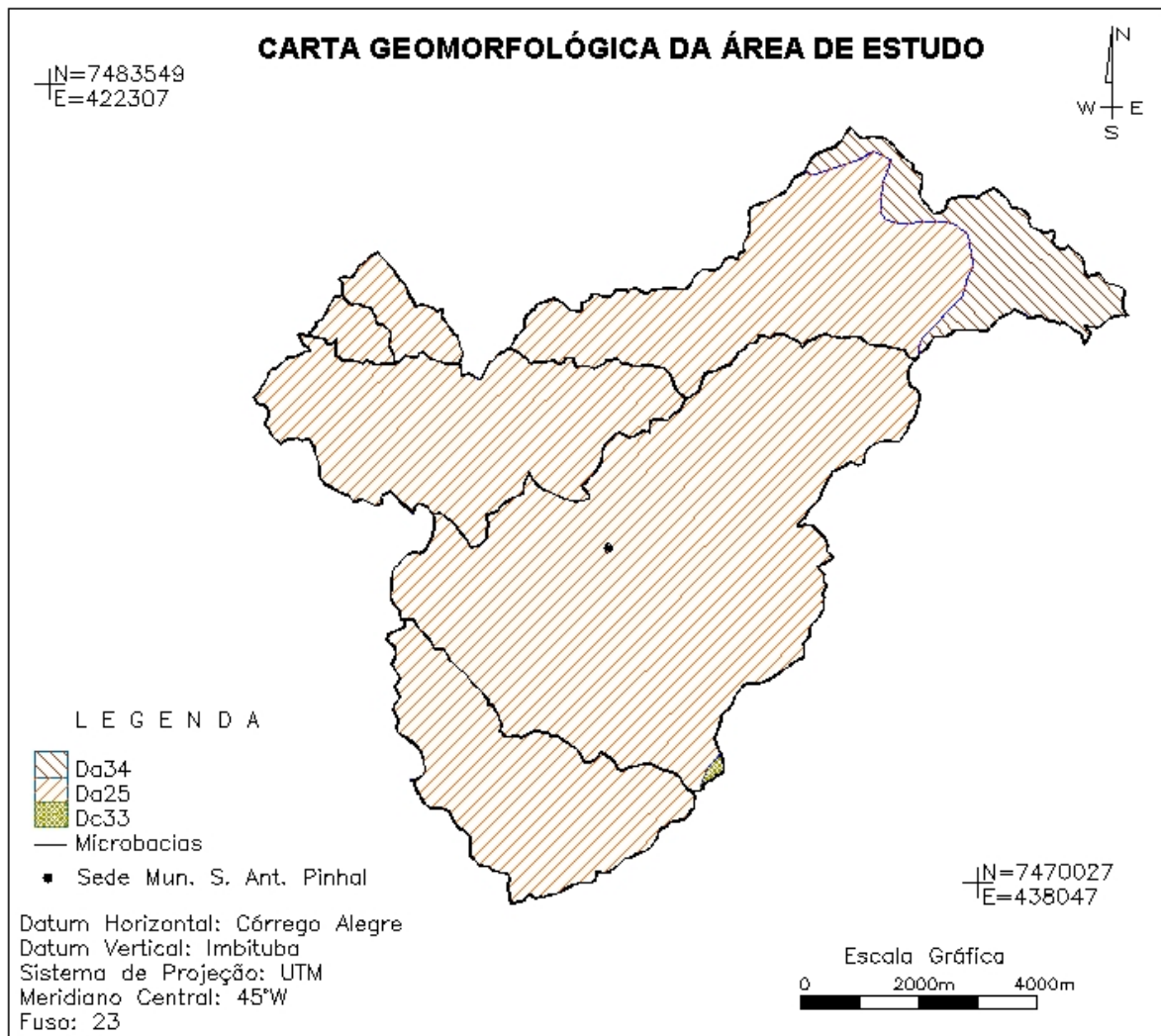


Figura 7-5: Carta Geomorfológica da Área de Estudo
Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de ROSS & MOROZ (1997)

Na Tabela 7-5 podemos verificar a descrição das unidades geomofológicas e suas respectivas áreas de abrangência. Conforme já citado, a unidade Da25 cobre quase a totalidade da área (93%), a unidade Da34 uma pequena parcela de

6,8% ao norte da AE e a área restrita à unidade Dc33 é praticamente desprezível (0,1%).

As unidades Da25 e Da 34 são bem similares, diferindo um pouco em dois aspectos. O primeiro deles, refere-se a dimensão interfluvial, na Da25 encontramos uma dimensão classificada como Muito Pequena ($\leq 250\text{m}$) e na Da34, ao norte, a dimensão é classificada como Pequena (250 a 750m).

O segundo aspecto é muito importante, refere-se ao nível de fragilidade potencial, na Da25 essa fragilidade é classificada como Muito Alta, estando sujeita a processos erosivos agressivos, com a probabilidade de ocorrência de movimento de massa e erosão linear em voçorocas; na Da34 esse nível é classificado como Alto. Essa fragilidade alta ou muito alta, é devida as formas de relevo muito dissecadas, elevada densidade de drenagem e vertentes muito inclinadas.

Dessa maneira, em termos geomorfológicos, praticamente toda a AE constituiu numa área potencialmente frágil e isso será confirmado, como veremos posteriormente, através da aplicação da EUPS em termos de processos erosivos laminares.

Tabela 7-5: Unidades geomorfológicas que fazem parte da área de estudo

	Descrição	MB	Área	
			Km ²	%
Da34	<ul style="list-style-type: none"> - Unidade Morfoestrutural: Cinturão Orogênico do Atlântico - Unidade Morfoescultural: Planalto Atlântico (Planalto e Serra da Mantiqueira) - Modelado Dominante: Escarpas e Morros Altos - Morfologia: Forma de Topo Aguçado - Grau de Entalhamento dos Vales: Médio (40 a 80 m) - Dimensão Interfluvial Média: Pequena (250 a 750 m) - Nível de Fragilidade Potencial: Alta (Área sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas) 	1	5,67	6,8
Da25	<ul style="list-style-type: none"> - Unidade Morfoestrutural: Cinturão Orogênico do Atlântico - Unidade Morfoescultural: Planalto Atlântico (Planalto e Serra da Mantiqueira) - Modelado Dominante: Escarpas e Morros Altos - Morfologia: Forma de Topo Aguçado - Grau de Entalhamento dos Vales: Fraco (20 a 40 m) - Dimensão Interfluvial Média: Muito Pequena (≤ 250 m) - Nível de Fragilidade Potencial: Muito Alta (Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa) 	1, 2, 3, 4, 5 e 6	77,60	93,1
Dc33	<ul style="list-style-type: none"> - Unidade Morfoestrutural: Cinturão Orogênico do Atlântico - Unidade Morfoescultural: Planalto Atlântico (Planalto e Serra da Mantiqueira) - Modelado Dominante: Escarpas e Morros Altos - Morfologia: Forma de Topo Convexo - Grau de Entalhamento dos Vales: Médio (40 a 80 m) - Dimensão Interfluvial Média: Média (750 a 1750 m) - Nível de Fragilidade Potencial: Média (Área sujeitas a forte atividade erosiva) 	5	0,10	0,1
TOTAL			83,37	100,0

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de ROSS & MOROZ (1997)

7.1.6. Carta Pedológica

A Figura 7-6 exibe a carta pedológica da área de estudo, onde observamos a ocorrência de quatro unidades de mapeamento, predominando nesta a unidade LVA10, que engloba praticamente a totalidade das MB2, MB3, MB4 e MB6, a maior parte da MB5 e parte da MB1.

A unidade PVA63 ocorre na região noroeste da AE, abrangendo a maior parcela da MB1 e parte da MB5. As unidades CX4 e CH1 ocupam poucas regiões da AE.

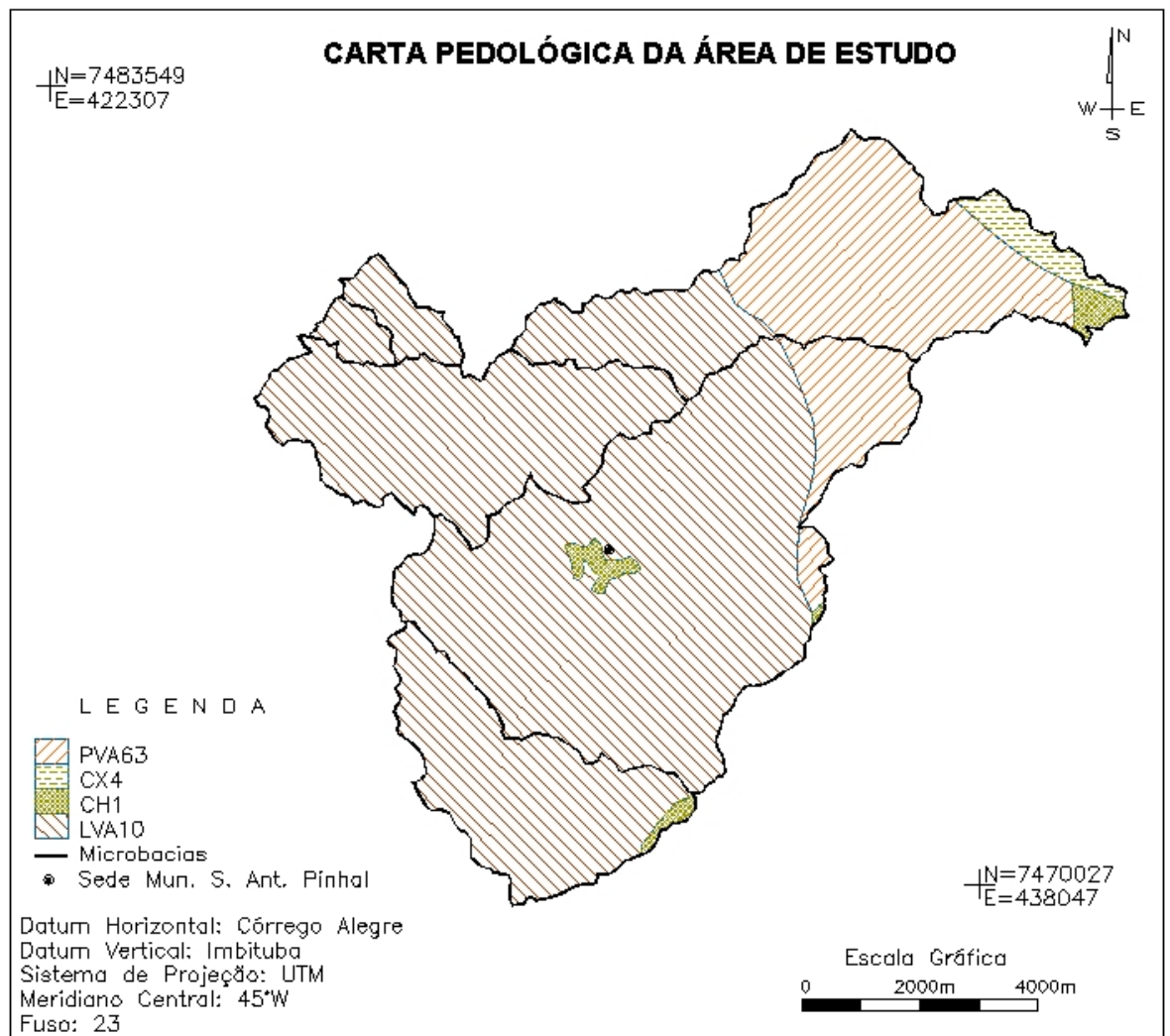


Figura 7-6: Carta Pedológica da Área de Estudo

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de OLIVEIRA et al. (1999)

Na Tabela 3-1 encontramos a legenda expandida das unidades de mapeamento e as respectivas áreas de abrangência destas frente a AE.

Observando a tabela acima citada, verificamos que a maior parte da AE (80%) é abrangida por uma unidade de mapeamento simples, composta de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, dando assim um certo caráter homogêneo a AE.

Já a segunda unidade de mapeamento de maior abrangência (20,8%) é uma unidade combinada, formada por Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico. As unidades CX4 e CH1 também são combinadas, porém abrangem uma área bem restrita, atingindo as duas cerca de 3,2% da AE.

Tabela 7-6: Unidades pedológicas que fazem parte da área de estudo

UM	Ordem	Sub-ordem	Legenda Expandida das unidades taxonômicas que compõem a unidade de mapeamento (UM)	MB	Área		
					Km ²	%	
PVA63	ARGISSOLO	Argissolo Vermelho-Amarelo	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado e proeminente text. média/argilosa fase não rochosa e rochosa rel. montanhoso e forte ondulado ou ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico A moderado text. média/argilosa fase não rochosa e rochosa rel. montanhoso e forte ondulado	1 e 5	17,35	20,8	
CX4	CAMBISSOLO	Cambissolo Háplico	CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico A proeminente e moderado text. média e argilosa rel. forte ondulado e montanhoso ou CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico text. média e argilosa rel. forte ondulado e montanhoso	1	1,38	1,7	
CH1	CAMBISSOLO	Cambissolo Húmico	CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico text. argilosa e média rel. montanhoso escarpado ou CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico A proeminente e moderado text. argilosa e média rel. montanhoso escarpado	1, 5 e 6	1,29	1,5	
LVA10	LATOSSOLO	Latossolo Vermelho-Amarelo	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado e proeminente text. argilosa rel. forte ondulado	1, 2, 3, 4, 5 e 6	63,35	76,0	
TOTAL						83,37	100,0

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de OLIVEIRA et al. (1999)

7.1.7. Carta Viária

A Figura 7-7 exibe a carta viária da área de estudo, onde se observa as diferentes vias que a cruzam. Essas vias foram classificadas em dois grupos principais: Vias Diversas e Vias Ecoturísticas, descritos a seguir. No Anexo “Carta de Perda de Solo e de APPs da Área de Estudo” o leitor poderá visualizar, numa escala maior, um melhor detalhamento destas vias.

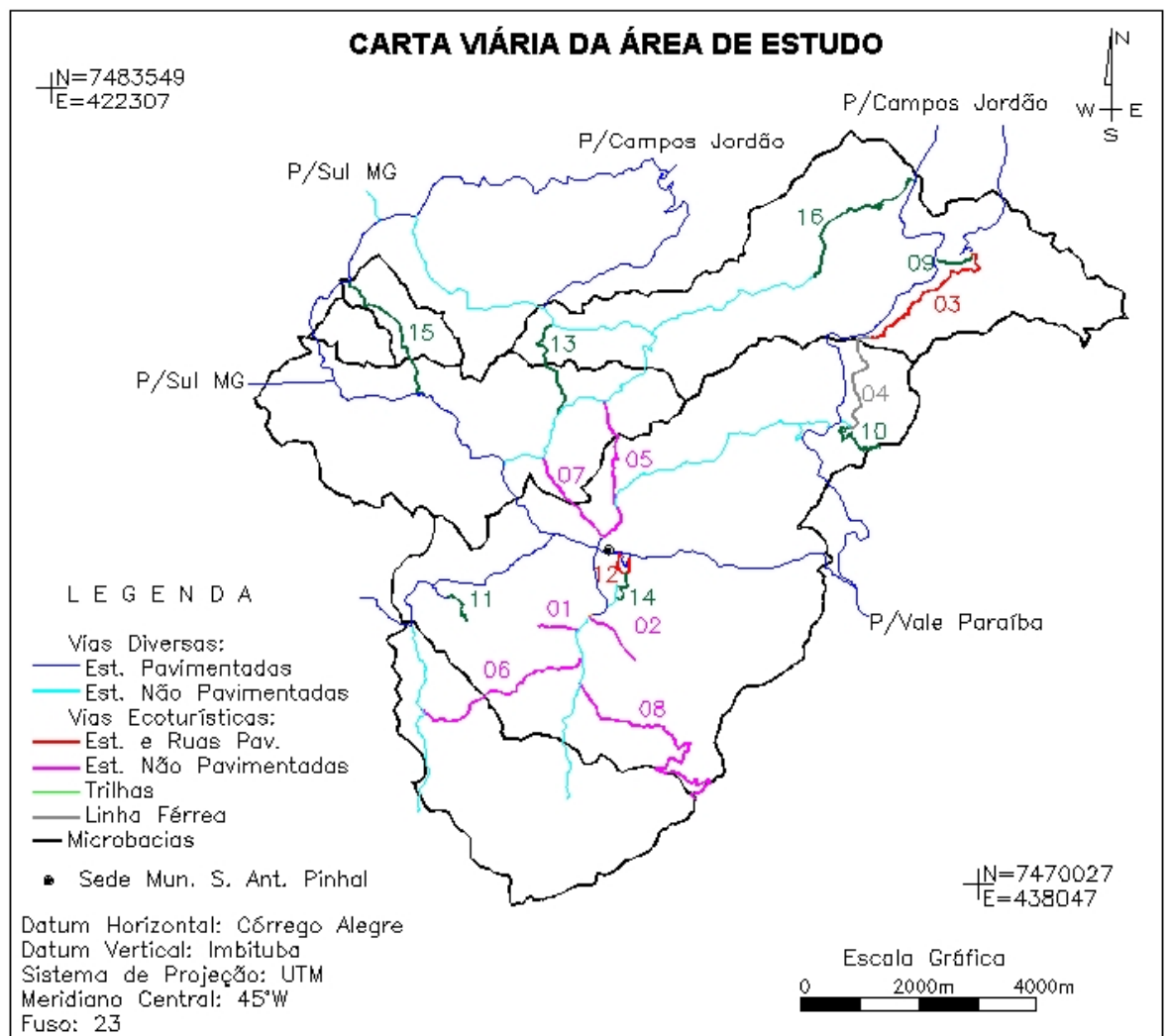


Figura 7-7: Carta Viária da Área de Estudo

Fonte: Adaptado por David L. Rosalen (2002) de SÃO PAULO IGC (1978)

7.1.7.1. Vias Diversas

São as vias que não são utilizadas de maneira mais intensa ou de forma direta na prática do Ecoturismo. Nessa categoria temos duas distinções: estradas ou ruas pavimentadas e estradas não pavimentadas. Essas vias são

constituídas pelas principais estradas que promovem o acesso e a circulação de veículos no município de Santo Antônio do Pinhal.

Destacamos três rodovias principais pavimentadas, a primeira delas é a SP-123 que interliga o Vale do Paraíba a Campos do Jordão. Essa rodovia corta a área de estudo na sua porção noroeste, atravessando a MB5 e a MB1. É a principal via da região, sendo a única delas que possui terceira faixa em alguns trechos.

Da SP-123 parte a SP-46 que atravessa a área urbana de Santo Antônio do Pinhal, tornando a principal rua da cidade. Essa rodovia serve para dar acesso ao Sul do Estado de Minas Gerais e corta toda a área de estudo no sentido Leste/Oeste, atravessando a MB5 e a MB4.

Na rodovia SP-46, logo na entrada da cidade, existe a estação ferroviária Eugênio Lefèvre (Figura 7-8), essa linha ferroviária inicia-se na referida estação (veja Figura 7-9, onde observamos a rotunda para manobra do vagão) e tem como ponto final Campos do Jordão, passando por outras pequenas estações tais como a estação Lenz e Renópolis, porém não parando em nenhuma delas. Essa linha foi reformada e tornou-se um passeio turístico da região.



*Figura 7-8: Estação Ferroviária Eugênio Lefèvre
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*



*Figura 7-9: Rotunda para manobra do vagão ferroviário
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*

Ainda nesse local encontra-se o Mirante Nossa Senhora Auxiliadora (Figura 7-10), situado junto a divisa de Santo Antônio do Pinhal e Pindamonhangaba.



*Figura 7-10: Mirante Nossa Senhora Auxiliadora
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*

Da rodovia SP-46, parte uma estrada municipal, asfaltada, que interliga essa rodovia com a terceira rodovia de destaque da área, a SP-50, que faz a ligação entre São José dos Campos e Campos do Jordão. Essa via corta uma pequena parcela situada a Oeste da área de estudo, pertencente a MB4. É na SP-50 que desemboca a Trilha do Tropeiro, como veremos a seguir e próximo a esse cruzamento, na SP-50 encontramos um importante ponto turístico do município, a Cachoeira do Cassununga; essa cachoeira fica fora dos limites da AE, não pertencendo portanto a nenhuma microbacia.

O acesso rodoviário à área de estudo pode ser realizado através das três vias acima citadas, pela SP-123, a partir da Via Dutra, na altura da cidade de Pindamonhangaba; pela SP-50 também a partir da Dutra, porém, na altura da cidade de São José dos Campos; e, finalmente, vindo do estado de Minas Gerais, acessando a SP-46.

O autor durante a coleta de dados, vindo do interior do estado de São Paulo, experimentou o acesso através de Minas Gerais e o caminho mais convencional, através da SP-123. Esse último mostrou-se mais rápido e seguro, o outro, mais pitoresco e na época da viagem, havia a vantagem da haver menor número de postos de pedágio.

O grande problema viário na área, é o fato da SP-46 cruzar a malha urbana, onde o tráfego local da pequena cidade se soma ao tráfego rodoviário, na maioria da vezes pesado, visto a grande quantidade de caminhões de carga que fazem o trajeto de São Paulo/Minas Gerais, muitas vezes com destino a USIMINAS. Esse fato gera sérios problemas de trânsito, pois se trata de uma pista simples, que tem seu fluxo ainda mais estrangulado, já que uma vez dentro da cidade, carros são estacionados ao longo dela.

Toda essa problemática é ainda mais acentuada no período de alta temporada em julho, com a intensificação do fluxo de turistas que buscam as montanhas. Além do problema de trânsito, esse tráfego intenso polui o ambiente urbano e atrapalha o fluxo de pedestres, onde observamos que em alguns trechos desta via, a calçada chega a medir menos do que 1,0m.

Todos esses fatos, contribuem para a degradação deste ambiente e assim como a questão do Ribeirão do Prata, anteriormente apresentada, tornam a paisagem desagradável, prejudicando, inclusive, um maior desenvolvimento turístico do município.

Podemos citar ainda como rodovias pavimentadas, a estrada que liga a SP-46 à SP-50, já mencionada acima e que atravessa bairros mais afastados da região central da cidade de Santo Antônio, possuindo também em alguns trechos construções bem próximas a via. Outra rodovia que podemos citar é a “Estrada dos Melos”, que atravessa o bairro de mesmo nome, fica fora da área de estudo e dentro do município de Campos do Jordão. Essa estrada faz a ligação entre a SP-50 e estrada do Alto do Lageado, que dá acesso ao município de Santo Antônio pelo norte.

Dentro desta categoria de vias diversas, temos ainda as rodovias não pavimentadas, que são municipais e servem de acesso aos diferentes bairros do município. Essas vias, de maneira geral, foram aparentemente implantadas em antigos trajetos de trilhas e/ou buscando resolver alguns

problemas locais de circulação, sem um planejamento mais elaborado em termos de desenvolvimento urbanístico ou mesmo projeto geométrico de traçado, haja visto que muitas delas possuem greide bem acentuado, devido a própria topografia local.

Podemos citar dentro desta categoria, a estrada do Lageado, que dá acesso a bairro homônimo, situada na MB4 e MB1 e que desemboca na Estrada do Alto Lageado e a própria Estrada do Alto Lageado que atravessa parte da MB1 no sentido Leste/Oeste.

Próximo ao entrocamento da estrada do Lageado e do Alto Lageado, encontramos nessa última, um importante ponto turístico do município de Santo Antônio do Pinhal, a Cachoeira do Lageado (Figura 7-11). Para visitação da referida cachoeira existe a cobrança de uma pequena taxa.



*Figura 7-11: Cachoeira do Lageado (início do período de estiagem)
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*

Finalizando, existe ainda, a via que se inicia no marco zero da cidade e segue em direção ao Bairro do Trabiju, dando acesso a região meridional da área de estudo e atravessando no sentido Norte/Sul a MB1 até atingir a MB6; essa estrada possui seu trecho inicial asfaltado e foi denominada no presente trabalho de “Estrada do Trabiju”.

7.1.7.2.Vias Ecoturísticas

As vias classificadas como Ecoturísticas, foram aquelas que são tradicionalmente utilizadas na região, para a prática do ecoturismo através de caminhadas. Muitas dessas vias são estradas municipais não pavimentadas e outras são trilhas oriundas de antigas rotas de transporte. No caso das vias constituídas pelas estradas municipais a largura média gira em torno de 6,0m e no caso das trilhas a largura varia de 1,0 a 5,0m.

Foram cadastradas no total 16 vias ecoturísticas, sendo que algumas delas apesar de não serem utilizadas tradicionalmente para a prática de caminhadas, foram também cadastradas, pois, o autor achou que essas teriam algum potencial ecoturístico a ser explorado. A seguir será dado um detalhamento maior para cada uma das vias cadastradas.

7.1.7.2.1.Estrada da Aparecida

É a via codificada como 1, situa-se na MB5 e constitui numa estrada relativamente pequena (cerca de 686m), não pavimentada e que dá acesso ao bairro de mesmo nome, situado no município de Santo Antônio do Pinhal.

A Estrada da Aparecida é uma trilha sem grandes atrativos em nível de cenários, também não utilizada regularmente para a prática de caminhadas, porém o autor resolveu cadastrá-la como uma opção a mais, visto que a mesma possui um trajeto de baixo grau de dificuldade, devido a sua declividade bem suave. Tornando-se assim, talvez, uma opção para caminhadas que envolvem indivíduos com limitações físicas e/ou que queiram simplesmente realizar uma caminhada leve. O acesso a essa trilha se dá através da Estrada do Trabiju.

7.1.7.2.2.Estrada da Fazenda Serrana

É a via codificada como 2, situa-se na MB5 (município de Santo Antônio do Pinhal), possui cerca de 1101m de comprimento, não pavimentada e é a estrada que dá acesso à fazenda de mesmo nome. Não é uma estrada comumente utilizada para prática de caminhadas, mas foi cadastrada devido a bela vista cênica que possui; principalmente quando se atinge o seu final, onde se encontra um obelisco na entrada da fazenda. Houve, inclusive, no passado, uma proposta de se realizar um loteamento nas terras desta fazenda devido ao belo cenário do entorno. O acesso a essa trilha se dá através da Estrada do Trabiju.

Na Figura 7-12 podemos observar o trecho inicial da estrada da Fazenda Serrana e notamos um “companheiro” extra de trabalho. É interessante comentar que existem muitos cachorros soltos na região, geralmente de grande porte, pois proprietários de chácaras de recreio criam esses animais para segurança e que acabam escapando e circulando pela

região. No período em que o autor coletava os dados não houve nenhuma notícia de acidentes, envolvendo pedestres com cães, mas houve alguns casos de cachorros entrarem em chácaras vizinhas para roubar comida.



*Figura 7-12: Trecho inicial da Estrada da Fazenda Serrana
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

Na Figura 7-13 observamos o final da trilha e o referido obelisco. Nesse local há uma bela vista cênica, onde se observa todo o vale situado ao lado da via.



*Figura 7-13: Final da Estrada da Fazenda Serrana
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

7.1.7.2.3. Trilha do Alto Lageado

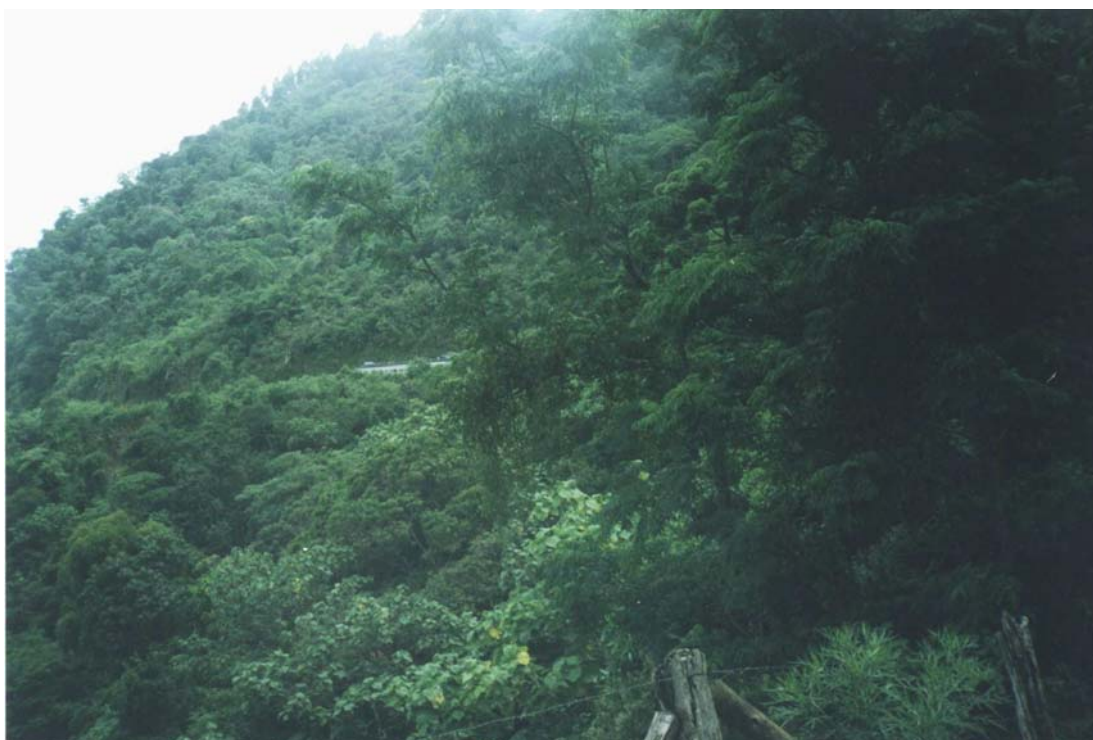
A Trilha do Alto Lageado é dividida em três trechos consecutivos, o primeiro codificado como 3, situa-se na MB1 (município de Campos do Jordão), possui cerca de 2907m de extensão e é pavimentado, pois trata-se de um antigo trecho da rodovia que dava acesso a Campos do Jordão. Esse trecho inicia-se nas proximidades da Fazenda Lens, ponto turístico situado no município de Campos do Jordão, onde se encontra famoso mirante.

Na Figura 7-14 observamos as proximidades do início deste trecho, onde a antiga estrada de Campos do Jordão corta a linha férrea na altura da estação ferroviária Lens. Posteriormente, essa estrada irá novamente se encontrar com essa mesma linha de trem, dando início ao segundo trecho da Trilha do Alto Lageado, trecho esse descrito na sequência.



*Figura 7-14: Proximidades do início do primeiro trecho da Trilha do Alto do Lageado, onde a antiga estrada de Campos do Jordão corta a via férrea
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

Ao longo de toda essa trilha podemos verificar várias cenários de grande beleza e pelo fato desta ser pavimentada, é de fácil percurso. O acesso a essa trilha pode ser feito através de Campos do Jordão, via Fazenda Lenz. A Figura 7-15 exibe uma vista cênica observada deste trecho, onde nota-se ao fundo a atual estrada de Campos do Jordão.



*Figura 7-15: Vista cênica do primeiro trecho da Trilha do Alto Lageado
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

O segundo e o terceiro trecho desta trilha abrange parte da estrada de ferro turística que liga Santo Antônio do Pinhal a Campos do Jordão. É interessante citar que próximo a esse local encontra-se o ponto ferroviário mais alto do Brasil (Figura 7-16).



Figura 7-16: Vista da estrada de linha ferroviária turística que liga Santo Antônio do Pinhal e Campos do Jordão, a direita placa ilustrativa indicando: “Alto do Lajeado – Ponto Culminante Ferroviário do Brasil, Altitude de 1743m”

Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)

A diferença entre o segundo e o terceiro trecho é que o primeiro encontra-se na MB1 (município de Campos do Jordão) e o segundo na MB5 (município de Santo Antônio do Pinhal). O segundo trecho codificado como 4A, possui cerca de 239m de extensão e o terceiro codificado como 4B, 1960m, totalizando 2199m de extensão.

O trajeto a pé ao longo da via ferroviária é bem agradável, com belas vistas cênicas e pitoresco, já que devido ao leito férreo ser estreito na maior parte do trajeto, o pedestre é obrigado “a andar na linha”, isto é, tem que caminhar dentro da linha férrea, sobre dormentes, trilhos e brita. A Figura 7-17 exhibe a passagem do trem turístico nesse trecho. Essa etapa do trajeto termina da estação ferroviária dentro da Fazenda Lens, onde próximo a ela, existe uma loja com diversos produtos artesanais feitos na própria fazenda e uma casa de chá; destacamos que o trem não para na referida estação. Caso o caminhante ainda tenha disposição e esteja com um guia poderá fazer outra trilha situada dentro da fazenda, a Trilha da Fazenda Lens.



*Figura 7-17: Segundo trecho da Trilha do Alto Lageado, onde observamos a passagem do trem turístico
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

7.1.7.2.4. Estrada do Barreiro

A Estrada do Barreiro é dividida em dois trechos, 5A e 5B, situados respectivamente na MB5 e MB4, ambos pertencentes ao município de Santo Antônio do Pinhal. O trecho 5A possui cerca de 2009m e o trecho 5B 676m, totalizando 2685m de extensão. É uma estrada municipal, não pavimentada que dá acesso ao bairro de mesmo nome. Tem belas paisagens rurais como a exibida na Figura 7-18 e também dá acesso a algumas pousadas. Essa trilha inicia-se próximo ao centro de Santo Antônio.



*Figura 7-18: Vista cênica da Estrada do Barreiro
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

7.1.7.2.5. Estrada do Boa Vista

A Estrada do Boa Vista é uma via longa, perfazendo 3374m de extensão total, é também uma estrada rural que dá acesso ao bairro homônimo. Atravessa uma bonita região rural do município de Santo Antônio, com um relevo não tão acentuado, como ilustra a Figura 7-19.



*Figura 7-19: Vista cênica da Estrada do Boa Vista
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

O acesso a essa via se dá através da Estrada do Trabiju; possui como na via anterior dois trechos, o primeiro dentro da MB5 (codificado como 6A, 2028m de extensão) e o segundo dentro da MB6 (trecho com 1346m de extensão), ambos pertencentes ao município de Santo Antônio do Pinhal. Essa estrada termina numa outra estrada municipal, que dá acesso as Termas do Vale (clube de veraneio da região).

7.1.7.2.6. Estrada do Morro Frio

A Estrada do Morro Frio é como as anteriores uma pequena estrada municipal, não pavimentada e bem declivosa, que se inicia dentro da área urbana da cidade e vai até a Estrada do Lageado, possuindo um total de 1753m de extensão.



*Figura 7-20: Trecho da Estrada do Morro Frio
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

Essa via foi também dividida em dois trechos mais ou menos equivalentes em extensão, o primeiro codificado como 7A dentro da MB5, com 815m de extensão e o segundo, codificado como 7B e 938m, ambos pertencentes ao município de Santo Antônio do Pinhal. É uma trilha bem interessante, pois situa-se bem próxima a cidade e é de agradável percurso. Num dado ponto da via, encontramos um local onde foi depositados lixo e depois removido (Figura 7-20); esse local deveria receber um processo de recuperação, pois destoa bastante dos arredores, bem arborizados, como se vê na figura citada.

7.1.7.2.7. Estrada do Pico Agudo

A Estrada do Pico Agudo, localizada no município de Santo Antônio do Pinhal, é uma das suas mais importantes estradas municipais, existindo inclusive, um projeto para sua futura pavimentação. É também a via de maior percurso, com um total de 5174m. Sua importância reside no fato de dar acesso ao pico de mesmo nome, ponto culminante do município com aproximadamente 1700m de altitude.



*Figura 7-21: Vista panorâmica do Alto do Pico Agudo
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

O pico agudo é um importante ponto turístico da região, pois, além da belíssima vista cênica que o mesmo proporciona (Figura 7-21), é também local da prática de vôo livre, como nos mostra a Figura 7-22, onde podemos observar a rampa de salto. É interessante citar que alguns moradores antigos da região, afirmam que esse pico não é mais tão agudo como fora no passado, pois sofreu processos de terraplanagem para ampliar a área de seu topo e melhor acomodar o fluxo turístico, criando inclusive, maior espaço para o estacionamento de veículos; isso de certa maneira descaracterizou a toponímia do local.



*Figura 7-22: Rampa de salto para vôo livre localizada no topo do Pico Agudo
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*

A Estrada do Pico Agudo, além de dar acesso ao referido acidente geográfico, é também utilizada para a prática de caminhadas, daí a razão de seu cadastramento, inclusive proporciona uma caminhada bastante vigorosa, devido a sua extensão e relevo bem acentuado. A maior parte de seu trajeto (5065m) localiza-se dentro da MB5 e recebeu a codificação de 8A e seu trecho final fica no divisor de águas entre a MB5 e MB6, com uma pequena extensão, de aproximadamente 106m dentro da MB6, trecho esse codificado como 8B.

7.1.7.2.8.Trilha da Fazenda Lens (Mirante)

A Trilha da Fazenda Lens é uma pequena trilha de 668m de extensão, não pavimentada, que situa-se na MB1, dentro da própria Fazenda Lens. Essa Fazenda é um tradicional ponto turístico de Campos do Jordão, onde encontra-se o Hotel Lens e uma lanchonete que comercializa produtos da região.

A trilha, codificada como 9, possui topografia plana, de fácil trajeto e tem no final o famoso mirante que proporciona uma vista cênica fabulosa, conforme podemos verificar na Figura 7-23, onde observamos uma vista panorâmica da estrada de acesso a Campos do Jordão.



*Figura 7-23: Vista panorâmica à partir do mirante situado no final da Trilha da Fazenda Lens
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

Após visitar o mirante, o caminhante pode dar continuidade ao passeio, caso esteja disposto e fazer a Trilha do Lageado anteriormente citada.

7.1.7.2.9. Trilha da Fazenda Renópolis

A Trilha da Fazenda Renópolis é não explorada na região, mas possui grande potencial ecoturístico, devido sua beleza cênica desta, existir em local próximo uma pequena infra-estrutura (loja e casa de chá da Fazenda Renópolis) e também estar situada no final de outra trilha já explorada, a Trilha do Alto do Lageado.

Essa trilha, codificada como 10, possui cerca de 1558m de extensão e se encontra inserida na MB5, no município de Santo Antônio do Pinhal. O acesso a mesma pode ser feito através da Trilha do Alto do Lageado, ou a partir da Fazenda Renópolis, cujo acesso se dá através da SP-123 (estrada de Campos do Jordão) ou através de uma estrada municipal não pavimentada.

A Trilha da Fazenda Renópolis possui um grau de dificuldade maior visto a topografia acentuada do local, conforme exhibe a Figura 7-24. No trajeto efetuado pelo autor não foi atingido o topo do Morro Renópolis, que seria o ponto culminante da trilha, pois como a trilha ainda não era visitada com frequência, a vegetação estava bem densa nessa parte.



*Figura 7-24: Vista da Trilha da Fazenda Renópolis com o Morro Renópolis ao fundo
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

Mesmo não atingindo o topo desta trilha, o ponto até onde se conseguiu

chegar, proporcionou uma vista panorâmica muito bonita, como exhibe a Figura 7-25, de onde era possível, inclusive, visualizar a Pedra do Baú, importante ponto turístico da região.



*Figura 7-25: Vista panorâmica do alto da Trilha da Fazenda Renópolis, à direita temos a presença de mais um “companheiro” extra de trabalho
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

7.1.7.2.10. Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas

A Trilha da Pousada Recanto das Águas, codificada como 11, situa-se na MB5, possui cerca de 653m de comprimento e situa-se dentro da Fazenda Recanto das Águas. A Fazenda Recanto das Águas é uma pousada situada no município de Santo Antônio do Pinhal, cujo acesso se dá através da SP-46.

A referida trilha, tem seu percurso bem demarcado e passa ao largo de um fragmento florestal que acompanha um pequeno córrego. Dessa trilha partem dois acessos que levam a duas pequenas quedas d’água, como nos mostra a Figura 7-26. É uma trilha plana, pequena e de fácil trajeto, utilizada como passeio para os hóspedes da pousada.



*Figura 7-26: Placa sinalizando o acesso a cachoeira na Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

7.1.7.2.11. Trilha das Cruzes

A Trilha das Cruzes, codificada como 12, situa-se na MB5, possui cerca de 782m de comprimento e é pavimentada com bloquetes de concreto. Essa trilha localiza-se dentro da cidade de Santo Antônio do Pinhal.

A Trilha das Cruzes é uma das mais tradicionais, sendo percorrida pela maioria dos turistas que visitam Santo Antônio. Seu percurso também é utilizada como trajeto para procissão na Semana Santa e Corpus Christi, festividades Católicas tradicionais. Seu nome é devido ao fato de que ao longo dela existem uma série de cruzeiros com as passagens da Paixão de Cristo, finalizando no Cruzeiro (Figura 7-27) localizado no ponto mais alto da trilha.



*Figura 7-27: Vista do Cruzeiro localizado no ponto mais alto da Trilha da Cruzes
Fonte: foto de David L. Rosalen (Abr/2000)*

O trajeto desta trilha é formado por um arco, onde de um lado encontra-se o cemitério da cidade e do outro um caminho também pavimentado com bloquetes de concreto que leva até o Cruzeiro, onde existe uma pequena praça e de onde pode-se ter uma bela vista panorâmica da cidade. O restante da trilha que se inicia no Cruzeiro e termina na rua do cemitério, não era pavimentada com bloquetes e sua respectiva pavimentação foi iniciada, aproximadamente, no período da coleta de dados. Esse fato gerou por parte de setores da sociedade pinhalense certo descontentamento, pois essa intervenção, segundo eles, levou a uma descaracterização desta trilha, tão tradicional, onde muitos a faziam descalços esse trajeto na ocasião das festividades religiosas.

7.1.7.2.12.Trilha do Cambraia

A Trilha do Cambraia possui cerca de 1997m de extensão total e seu acesso se dá através da estrada municipal do Lageado. Essa trilha é um antigo caminho de tropeiros e durante o cadastramento desta, foram encontrados um grande número de romeiros, vindos do Estado de Minas Gerais com destino a Aparecida do Norte.

A Trilha do Cambraia em algum momento de seu histórico, sofreu um processo de terraplanagem para a passagem de veículos. Porém, com a falta de manutenção e de outros cuidados, estava na época da coleta de dados intransitável em alguns trechos, devido aos problemas acentuados de erosão que a mesma tem apresentava. Na Figura 7-28 podemos observar um perfil de solo nessa trilha, onde nota-se o corte realizado para terraplenagem e marcas de processos erosivos superficiais.



*Figura 7-28: Perfil de solo na Trilha do Cambraia
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

A Trilha do Cambraia é uma trilha agradável de percorrer, porém em alguns pontos devido a erosão exige um pouco mais de cuidado por parte do caminhante. Essa trilha foi dividida em dois trechos, o primeiro codificado como 13A, situado na MB4, com 1039m de extensão e o segundo trecho, codificado como 13B, situado na MB1 e com 958m de extensão. Ambos os trechos situados no município de Santo Antônio do Pinhal.

7.1.7.2.13.Trilha do Colotário

A Trilha do Colotário, codificada como 14, é uma trilha antiga, tradicional e possui cerca de 671m de extensão. Situa-se na MB5 e faz uma ligação entre a Trilha das Cruzes e a estrada municipal que acessa a parte Sul do Município de Santo Antônio do Pinhal (Estrada do Trabiju).

Essa trilha, assim como a anterior, sofreu também processo de terraplanagem, estando um pouco mais conservada como a Figura 7-29 nos mostra. Porém, sua ligação com a Trilha das Cruzes estava destruída no período da coleta de dados, devido a acentuados processos erosivos.



Figura 7-29: Trecho da Trilha do Colotário
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)

A Trilha do Colotário é uma trilha de grau médio de dificuldade e trilha muito interessante, pois situa-se muito próxima a cidade e possui num dado trecho, um povoamento com exemplares frondosos de *Araucaria angustifolia*, provavelmente remanescentes da vegetação nativa.

7.1.7.2.14. Trilha do Tropeiro

A Trilha do Tropeiro é bastante similar a Trilha do Cambraia, pois também, como o próprio nome diz, foi uma antiga e importante rota de tropa. Também sofreu processo de terraplanagem e na data de seu cadastramento, encontrava-se em muitos trechos intransitável para veículos normais, apresentando sérios problemas de erosão. É mais extensa do que a Trilha Cambraia, com um total de 2690m de extensão e não se situa numa única microbacia, mas sim em duas: MB4 (trecho 15A, 745m de extensão) e MB2 (trecho 15B, 1945m de extensão). Na Figura 7-30 é exibido um trecho desta trilha.



*Figura 7-30: Trecho da Trilha do Tropeiro
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

A Trilha do Tropeiro inicia-se numa estrada municipal asfaltada (que faz a ligação entre a SP-46 e a SP-50) e termina numa estrada estadual, a SP-50. Essa trilha em seu trecho final, atravessa uma região do município de Santo Antônio onde se localizam diversas olarias. É uma trilha muito agradável de ser percorrida e não tem grande grau de dificuldade, além do condicionamento físico necessário para percorrê-la.

7.1.7.2.15. Trilha do Zig Zag

A Trilha do Zig-Zag, codificada como 16, possui cerca de 3114m de extensão e seu acesso se dá através da rodovia SP-123. Essa trilha encontra-se inserida na MB1, município de Campos do Jordão. A Figura 7-31 exhibe o trecho inicial desta trilha.



*Figura 7-31: Trecho inicial da Trilha do Zig-Zag
Fonte: foto de David L. Rosalen (Jan/2001)*

A Trilha do Zig-Zag é bastante heterogênea em seu trajeto, pois inicia-se em uma estrada não pavimentada, como ilustra a figura acima, depois adentra numa trilha propriamente dita até que alcança um dado trecho onde o nome Zig-Zag se faz valer, pois encontramos uma boa sequência de curvas. Essa sequência é devida a descida de um morro, até que se atinge o final da trilha, numa pequena várzea. Ao continuarmos o percurso após a várzea, iremos encontrar uma ponte que dá acesso a uma estrada municipal que cobre a região do Alto do Lageado.

A trilha do Zig-Zag é de grande beleza cênica e também, parece ser, muita utilizada para a prática de enduro motociclístico. Fato que, provavelmente, está contribuindo para acentuar a ocorrência de processos erosivos.

A descrição detalhada das principais trilhas e estradas utilizadas na prática do Ecoturismo na região de Santo Antônio do Pinhal se encerra aqui e para uma melhor visão de conjunto deste assunto, a Tabela 7-7 apresenta uma síntese de todas essas vias, incluindo duas pertencentes ao município de Campos do Jordão.

Tabela 7-7: Trilhas ecoturísticas da área de estudo

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	CLA ⁵	PAV ⁶	GD ⁷	Observações
1	Estrada da Aparecida	SA	5	686	EST	TER	B	Acesso ao bairro Aparecida, plana
2	Estrada da Fazenda Serrana	SA	5	1101	EST	TER	B	Vista cênica interessante no final
3	Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)	CJ	1	2907	EST	ASF	B	Vista cênica
4A	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho A	CJ	1	239	EST	BRI	M	Vista cênica, pitoresca
4B	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho B	SA	5	1960	EST	BRI	M	Vista cênica, pitoresca
5A	Estrada do Barreiro Trecho A	SA	5	2009	EST	TER	B	Próxima a cidade, acesso a diversas pousadas
5B	Estrada do Barreiro Trecho B	SA	4	676	EST	TER	B	Próxima a cidade, acesso a diversas pousadas
6A	Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	5	2028	EST	TER	M	Ambiente rural
6B	Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	6	1346	EST	TER	B	Ambiente rural
7A	Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	5	815	EST	TER	B	Próxima a cidade
7B	Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	4	938	EST	TER	B	Próxima a cidade

¹ CD - codificação da via

² MU - município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB - microbacia onde está inserida a via

⁴ LH - comprimento horizontal total da via, em metros

⁵ CLA - Classe da via, temos duas classes: EST que são as vias constituídas por estradas municipais não pavimentadas e TRI que são as trilhas

⁶ PAV - É o pavimento da via, pode ser terra (TER), asfalto (ASF), brita (BRI) ou bloquete de concreto (BLO)

⁷ GD - Grau de dificuldade, pode ser alto (A), médio (M) ou baixo (B). Esse critério é um critério subjetivo, dado pelo autor mediante a maior ou menor dificuldade encontrada ao se percorrer as diferentes trilhas

(Continuação da Tabela anterior)

CD ¹ Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	CLA ⁵	PAV ⁶	GD ⁷	Observações
8A Estrada do Pico Agudo Trecho A	SA	5	5065	EST	TER	A	Acesso a rampa de vôo livre
8B Estrada do Pico Agudo Trecho B	SA	6	109	EST	TER	A	Acesso a rampa de vôo livre
9 Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	1	668	TRI	TER	B	Vista cênica excelente no final, bem utilizada
10 Trilha da Fazenda Renópolis	SA	5	1558	TRI	PAS	A	Vista cênica excelente no final, não aberta
11 Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	5	653	TRI	TER	B	Acesso a pequena cachoeira
12 Trilha das Cruzes	SA	5	782	TRI	BLO	B	Dentro da cidade, procissão Semana Santa
13A Trilha do Cambraia Trecho A	SA	4	1039	TRI	TER	M	Trilha de romaria para Aparecida do Norte
13B Trilha do Cambraia Trecho B	SA	1	958	TRI	TER	M	Trilha de romaria para Aparecida do Norte
14 Trilha do Colotário	SA	5	671	TRI	TER	B	Próxima a cidade, presença de Araucárias
15A Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	4	754	TRI	TER	M	Antiga trilha de tropa, acesso às olarias
15B Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	2	1945	TRI	TER	M	Antiga trilha de tropa, acesso às olarias
16 Trilha do Zig Zag	CJ	1	3114	TRI	TER	M	Utilizada para enduro, boa vista cênica

¹ CD - codificação da via

² MU - município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB - microbacia onde está inserida a via

⁴ LH - comprimento horizontal total da via, em metros

⁵ CLA - Classe da via, temos duas classes: EST que são as vias constituídas por estradas municipais não pavimentadas e TRI que são as trilhas

⁶ PAV - É o pavimento da via, pode ser terra (TER), asfalto (ASF), brita (BRI) ou bloquete de concreto (BLO)

⁷ GD - Grau de dificuldade, pode ser alto (A), médio (M) ou baixo (B). Esse critério é um critério subjetivo, dado pelo autor mediante a maior ou menor dificuldade encontrada ao se percorrer as diferentes trilhas

7.2. COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLOS

Conforme citado na metodologia, foram coletadas amostras deformadas de solos ao longo das vias, com o objetivo de determinar a textura na profundidade de 0-30cm.

Dos 38 pontos amostrados (PA), 4 foram coletadas na unidade de mapeamento (UM) PVA63 e 34 na LVA10 (Tabela 7-8). Verifica-se na referida tabela, que a maior parte das amostras coletadas ou são de textura Média (22 amostras) ou de textura Argilosa (11 amostras); são encontradas ainda 2 amostras de textura Arenosa e 2 de Média-Argilosa e somente 1 amostra de textura Argilosa-Muito Argilosa. Na referida tabela, encontramos também a microbacia (MB) e a massa específica (ρ_s) das amostradas.

Tabela 7-8: Resultados das amostras de solos coletadas de 0 a 30cm de profundidade

PA	MB	UM	ρ_s (g/cm ³)	% (Escala Textural de Atterberg)			Textura (EMBRAPA, 1979)
				Argila	Silte	Areia	
1	5	PVA63	2,345	35	15	50	Média a Argilosa
5	5	LVA10	2,640	50	10	40	Argilosa
6	4	LVA10	2,574	30	30	40	Média
7	5	LVA10	2,536	9	11	80	Arenosa
8	4	LVA10	2,599	38	14	48	Argilosa
9	5	LVA10	2,644	38	17	45	Argilosa
10	5	LVA10	2,698	28	22	50	Média
11	5	LVA10	2,602	28	17	55	Média
12	6	LVA10	2,608	58	7	35	Argilosa
13	6	LVA10	2,668	60	10	30	Argilosa a Muito Argilosa
14	5	LVA10	2,545	30	12	58	Média
15	5	LVA10	2,488	18	10	72	Média
16	4	LVA10	2,655	30	12	58	Média
17	4	LVA10	2,605	31	12	57	Média
18	4	LVA10	2,657	35	15	50	Média a Argilosa
19	4	LVA10	2,626	18	12	70	Média
20	2	LVA10	2,712	11	17	72	Média
21	2	LVA10	2,723	18	10	72	Média
26	1	LVA10	2,618	15	11	74	Média
27	1	LVA10	2,651	11	7	82	Arenosa
28	1	LVA10	2,654	42	15	43	Argilosa
29	5	LVA10	2,604	28	17	55	Média
30	5	PVA63	2,560	24	15	61	Média
31	5	LVA10	2,626	36	15	49	Argilosa
33	1	LVA10	2,857	31	12	57	Média
34	1	PVA63	2,600	41	15	44	Argilosa
37	4	LVA10	2,598	49	11	40	Argilosa
38	5	LVA10	2,599	39	14	47	Argilosa
39	1	PVA63	2,640	11	18	71	Média
40	5	LVA10	2,565	39	12	49	Argilosa
41	5	LVA10	2,605	32	10	58	Média
42	6	LVA10	2,636	26	13	61	Média
43	5	LVA10	2,520	10	11	79	Média
44	5	LVA10	2,578	15	13	72	Média
45	5	LVA10	2,610	15	15	70	Média
46	5	LVA10	2,591	28	21	51	Média
47	5	LVA10	2,612	15	16	69	Média
48	5	LVA10	2,739	45	10	45	Argilosa

A localização geográfica dos pontos de amostragem (PA) e suas respectivas texturas sobrepostos à Carta Pedológica da AE, encontram-se na Figura 7-32. Na região meridional da área de estudo verificamos que a maioria das amostras coletadas possuem textura Média e as amostras

coletadas em torno da mancha da unidade de mapeamento CH1, no centro da área de estudo, são na maioria Argilosas.

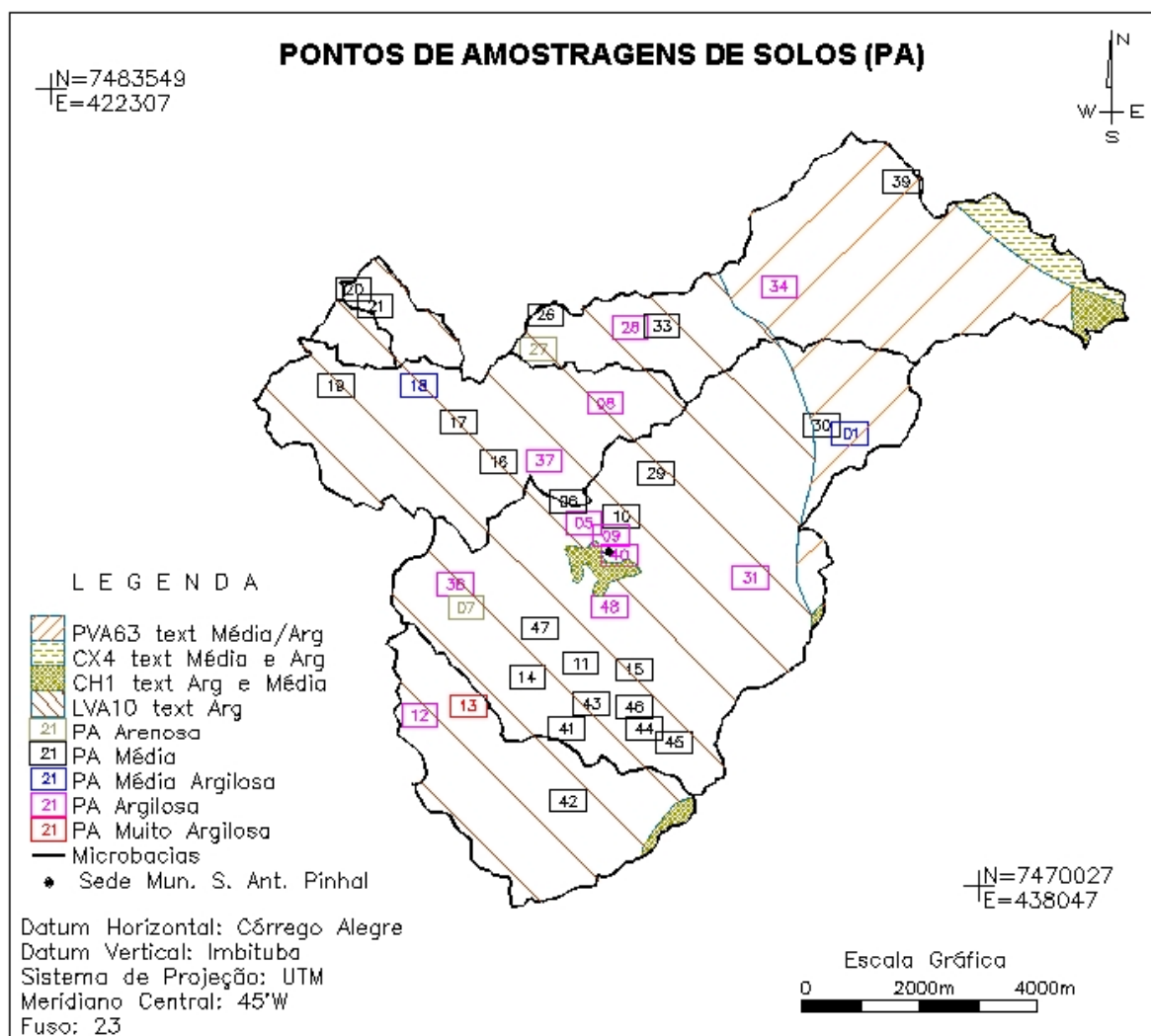


Figura 7-32: Pontos de Amostragem de Solos

7.3. CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Com o objetivo de verificar a localização geográfica das vias ecoturísticas frente a divisão política, geologia, geomorfologia, pedologia e textura do solo, foram cruzadas diferentes cartas e os resultados são descritos a seguir.

7.3.1. Vias + Divisão Política

O primeiro cruzamento de informações foi a sobreposição das vias ecoturísticas com a carta de divisão política da área de estudo. Na descrição anterior das vias ecoturísticas já foi notificado ao leitor a situação geográfica

das vias frente a divisão política da área de estudo, porém para efeito de complementação, a Figura 7-33 permite ao leitor uma visualização melhor desta situação.

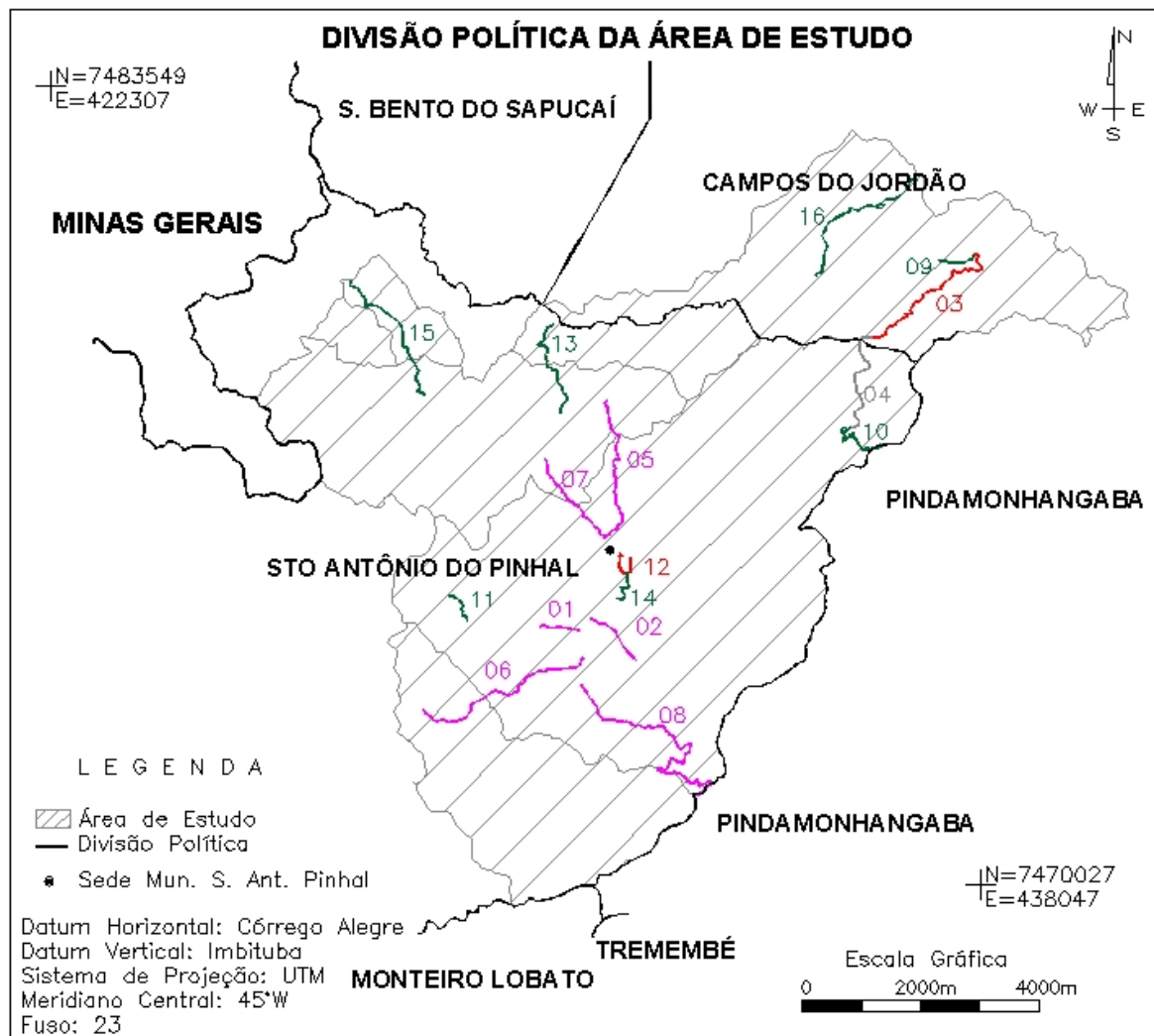


Figura 7-33: Vias Ecoturísticas sobrepostas à Carta de Divisão Política da AE

7.3.2. Vias + Geologia

O segundo cruzamento de informações foi a sobreposição das vias ecoturísticas com a carta geológica da área de estudo. A carta resultante encontra-se na Figura 8-34.

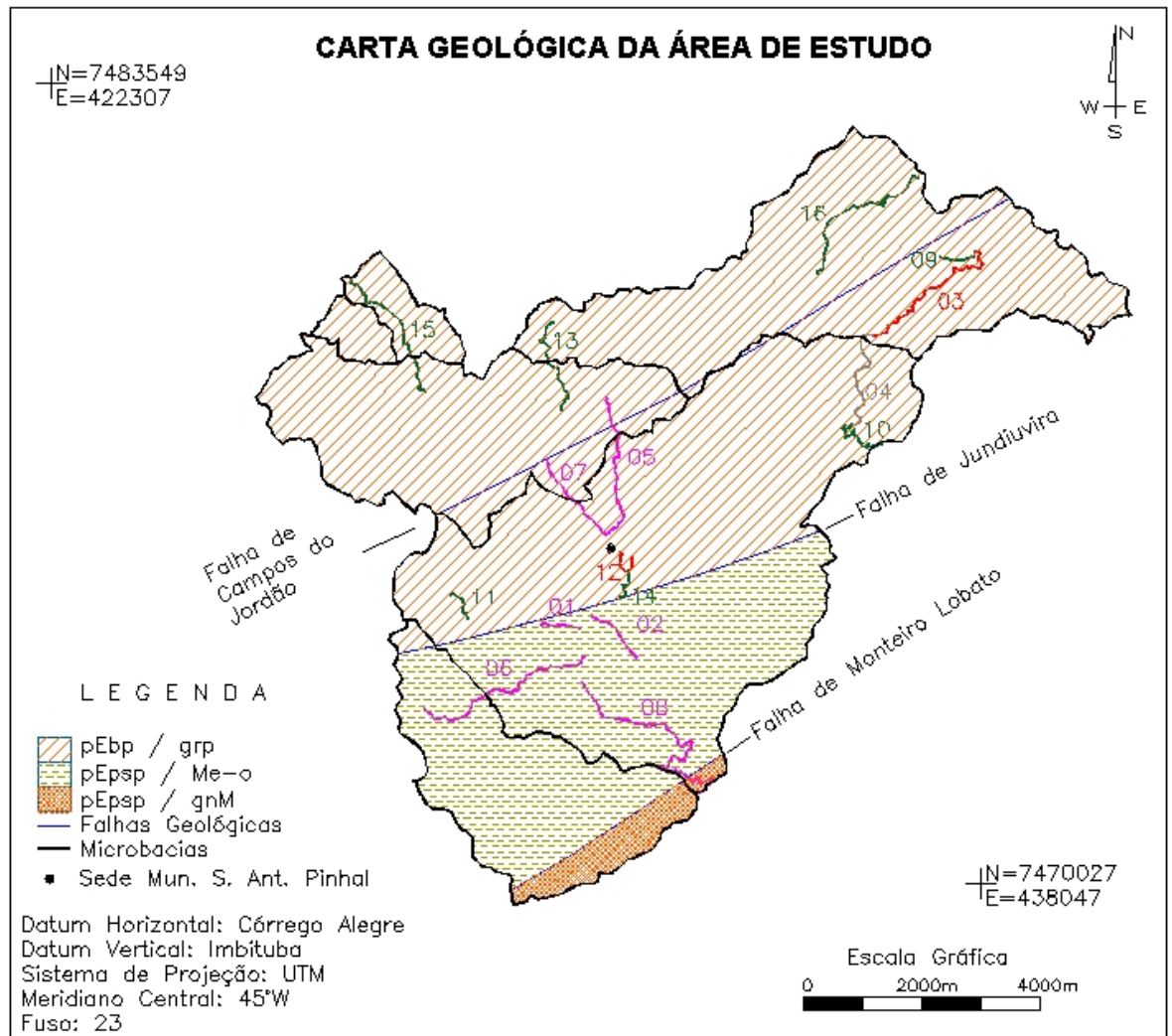


Figura 7-34: Vias Ecoturísticas sobrepostas à Carta Geológica da Área de Estudo

Conforme observamos na figura anterior, a maioria das vias ecoturísticas (codificadas como 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16) situam-se na unidade pEbp/grp e as vias codificadas como 1, 2, 6 e 8 situam-se na unidade pEpsp/Me-o; uma pequena parcela da Estrada do Pico Agudo (via 8) situa-se na unidade pEbp/gnM.

Pelo fato de ocorrerem rochas cataclásticas em alguns trechos na linha das falhas anteriormente citadas, podem surgir corredeiras nos cursos d'água nesses locais.

7.3.3. Vias + Geomorfologia

O terceiro cruzamento de informações foi a sobreposição das vias ecoturísticas com a carta geomorfológica da área de estudo. A carta resultante encontra-se na Figura 7-35.

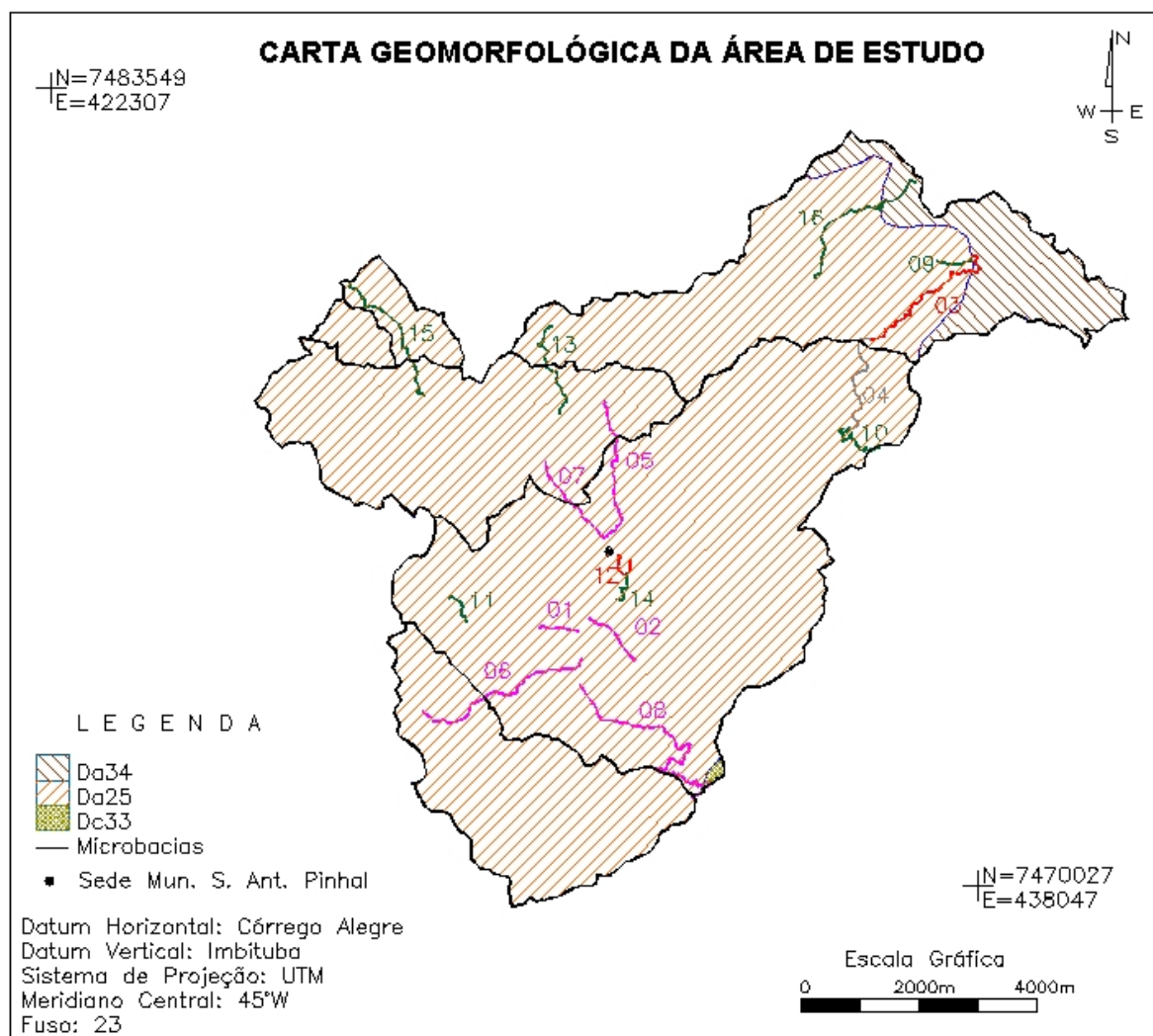


Figura 7-35: Trilhas Ecoturísticas sobrepostas à Carta de Geomorfológica da AE

Praticamente todas as vias ecoturísticas, exceção de um trecho da Trilha do Zig-Zag (n.º 16) e de um pequeno trecho da Trilha do Alto Lageado (n.º 3) estão localizadas na unidade Da25. Essa unidade é a de maior nível de fragilidade potencial, considerada como Muito Alta (áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa).

7.3.4. Vias + Pedologia

O quarto cruzamento de informações foi a sobreposição das vias ecoturísticas com a carta pedológica da área de estudo. A carta resultante encontra-se na Figura 7-36.

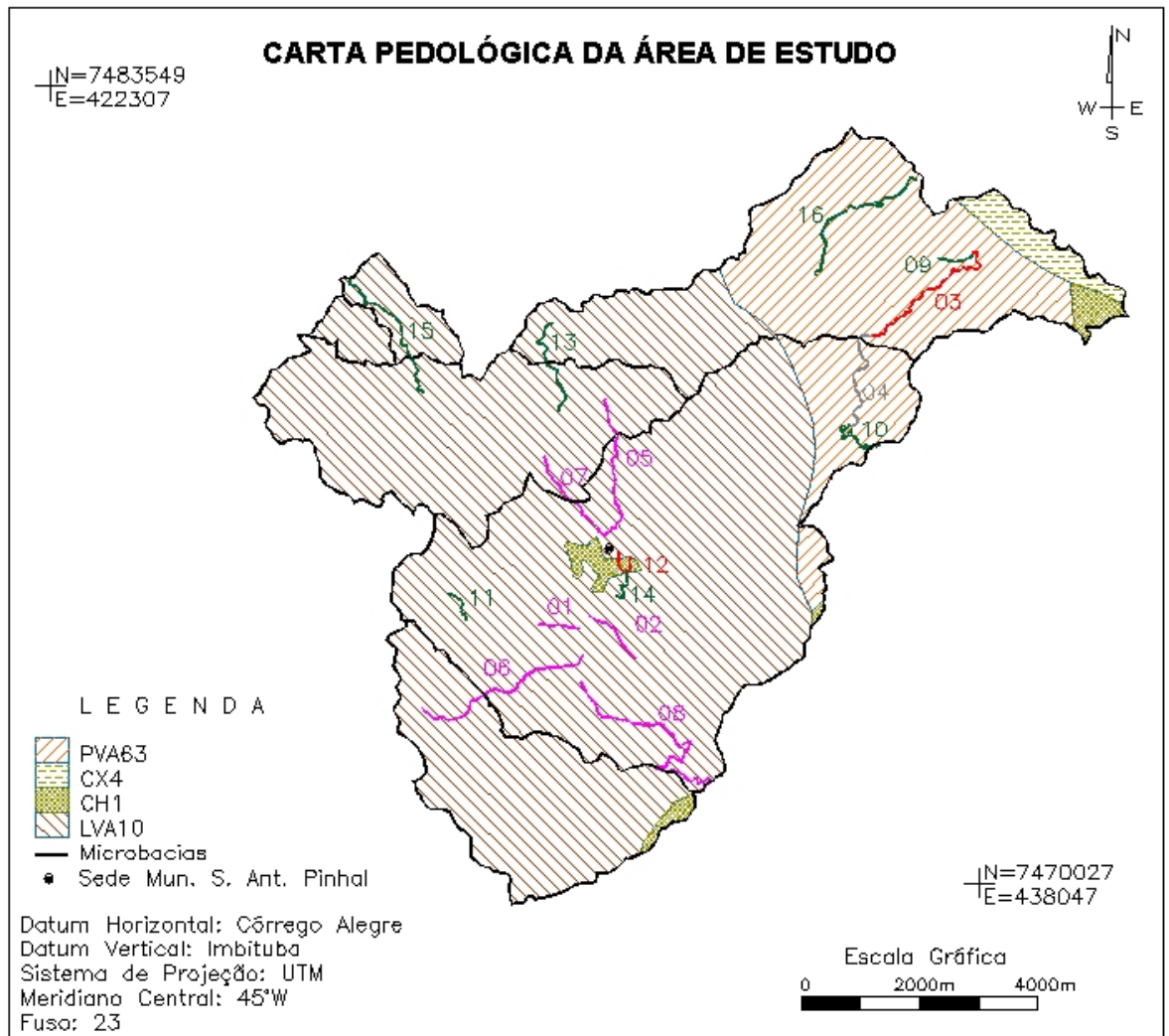


Figura 7-36: Trilhas Ecoturísticas sobrepostas à Carta Pedológica da Área de Estudo

As vias codificadas como 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 14 e 15 estão localizadas na unidade LVA10 e as vias codificadas como 3, 4, 9, 10 e 16 estão na unidade PVA63. Na unidade CH1 temos somente a via de número 12. Em termos de suscetibilidade a processos erosivos de maneira geral a unidade PVA63 é a mais susceptível, depois a CH1 e finalmente a LVA10.

7.3.5. Vias + Textura Solos + Textura dos Pontos de Amostragem

O quinto e último cruzamento de informações foi a sobreposição das vias ecoturísticas com a textura superficial de 0-30cm (dadas pelos pontos de amostragens) e a textura subsuperficial, dadas pela Carta Pedológica da área de estudo. Na Figura 7-37 encontra-se o resultado deste cruzamento.

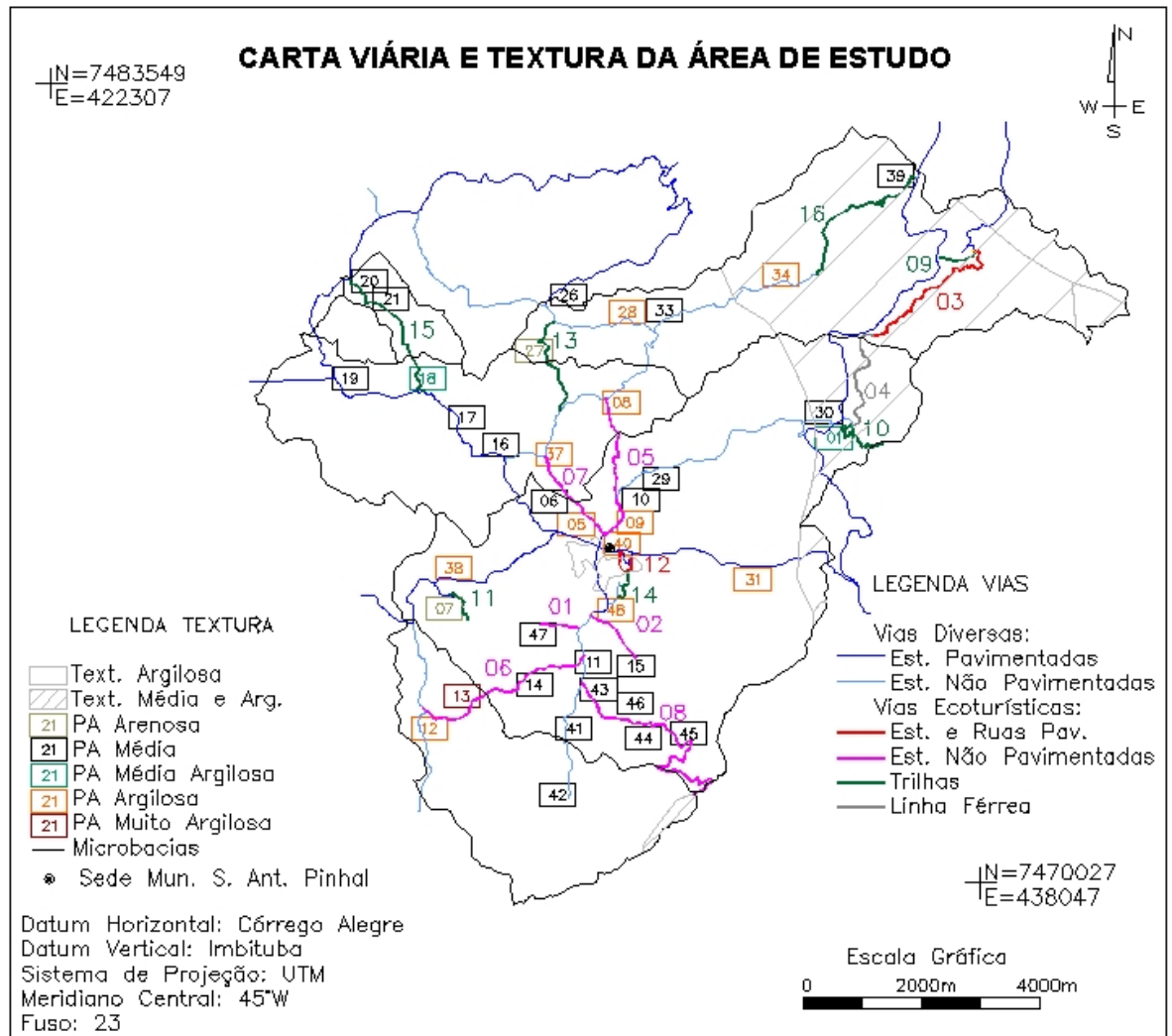


Figura 7-37: Pontos de Amostras (PA) e Textura sobrepostas à Carta Viária da AE

Através da figura acima, foi possível montar tabelas que exibem os pontos de amostragens (PA) ao longo das vias e suas respectivas texturas. Esses resultados com relação as trilhas ecoturísticas serão descritos no próximo item.

Para efeito de complementação desses resultados, na Tabela 7-9 temos a distribuição dos pontos de amostragens (PA) nas vias que não são utilizadas diretamente e/ou comumente na prática do ecoturismo.

Tabela 7-9: Distribuição dos PA nas vias não utilizadas na prática do ecoturismo

NOME	PA*				
Estrada do Alto Lageado		26	28	33	34
SP-46	38			31	
Trecho asfaltado que liga a SP-46 a SP-50	16	17	18	19	
Estrada do Trabiju			41	42	
Estrada da Fazenda Renópolis	29	30			

* PA - número do ponto de amostragem superficial (0-30cm) e respectiva textura dada pelo seguinte código de cores:

- Média
- Média-Argilosa
- Argilosa

7.3.6. Síntese dos Resultados- Cruzamento das Informações

Com base do cruzamento das informações acima descritas, foi possível elaborar a Tabela 7-10 que resume todos os esses resultados.

Tabela 7-10: Síntese dos resultados obtidos no cruzamento da carta geológica, geomorfológica, pedológica, viária e dos pontos de amostragem de solos (PA)

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	DH ⁴	GEL ⁵	GEM ⁶	PED ⁷	TEX ⁸	PA ⁹
1	Estrada da Aparecida	SA	5	686	pEpsp/Me-o	Da25	LVA10	Argilosa	47
2	Estrada da Fazenda Serrana	SA	5	1101	pEpsp/Me-o	Da25	LVA10	Argilosa	15
3	Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)	CJ	1	2907	pEbp/grp	Da25	PVA63	Média / Argilosa	
4A	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho A	CJ	1	239	pEbp/grp	Da25	PVA63	Média / Argilosa	
4B	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho B	SA	5	1960	pEbp/grp	Da25	PVA63	Média / Argilosa	
5A	Estrada do Barreiro Trecho A	SA	5	2009	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa	9 10
5B	Estrada do Barreiro Trecho B	SA	4	676	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa	8
6A	Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	5	2028	pEpsp/Me-o	Da25	LVA10	Argilosa	11 14
6B	Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	6	1346	pEpsp/Me-o	Da25	LVA10	Argilosa	13 12
7A	Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	5	815	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa	5
7B	Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	4	938	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa	6 37

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ DH – distância horizontal do trecho em metros

⁵ GEL – unidade de mapeamento geológica onde está inserida a via

⁶ GEM - unidade de mapeamento geomorfológica onde está inserida a via

⁷ PED - unidade de mapeamento pedológica onde está inserida a via

⁸ TEX – textura subsuperficial dada pela carta pedológica

⁹ PA – número do ponto de amostragem superficial (0-30cm) e respectiva textura dada pelo seguinte código de cores:

- Arenosa
- Média
- Média a Argilosa
- Argilosa
- Argilosa a Muita Argilosa

(Continuação da Tabela anterior)

CD ¹ Nome	MU ²	MB ³	DH ⁴	GEL ⁵	GEM ⁶	PED ⁷	TEX ⁸	PA ⁹			
8A Estrada do Pico Agudo Trecho A	SA	5	5065	pEpsp/Me-o	Da25	LVA10	Argilosa	43	46	44	45
8B Estrada do Pico Agudo Trecho B	SA	6	109	pEpsp/Me-o	Da25	LVA10	Argilosa				
9 Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	1	668	pEbp/grp	Da25	PVA63	Média / Argilosa				
10 Trilha da Fazenda Renópolis	SA	5	1558	pEbp/grp	Da25	PVA63	Média / Argilosa	1			
11 Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	5	653	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa		7		
12 Trilha das Cruzes	SA	5	782	pEbp/grp	Da25	CH1	Argilosa e Média	40			
13A Trilha do Cambraia Trecho A	SA	4	1039	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa				
13B Trilha do Cambraia Trecho B	SA	1	958	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa		27		
14 Trilha do Colotário	SA	5	671	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa	48			
15A Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	4	754	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa	18			
15B Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	2	1945	pEbp/grp	Da25	LVA10	Argilosa		20	21	
16 Trilha do Zig Zag	CJ	1	3114	pEbp/grp	Da25/Da34	PVA63	Média / Argilosa				39

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ DH – distância horizontal do trecho em metros

⁵ GEL – unidade de mapeamento geológica onde está inserida a via

⁶ GEM - unidade de mapeamento geomorfológica onde está inserida a via

⁷ PED - unidade de mapeamento pedológica onde está inserida a via

⁸ TEX – textura subsuperficial dada pela carta pedológica

⁹ PA – número do ponto de amostragem superficial (0-30cm) e respectiva textura dada pelo seguinte código de cores:

- Arenosa
- Média
- Média a Argilosa
- Argilosa
- Argilosa a Muita Argilosa

As vias codificadas como 3, 4 e 9 não sofreram amostragem de solos. A justificativa é que no caso das vias 3 e 4 tratavam-se de uma estrada asfaltada e de uma linha férrea, respectivamente. Daí essas vias já estão consolidadas e que não poderiam, por exemplo, ter seu traçado alterado. Obviamente, isso não implica que as mesmas não estejam sujeitas a processos erosivos de maneira geral

No caso da estrada velha de Campos do Jordão (via n.º 3) um ponto importante é a questão de movimentos de massa. Talvez fosse interessante avaliar, que não é o caso do presente trabalho, de maneira mais detalhada a suscetibilidade a esse tipo de processo, visto que pessoas a frequentam e podem estar sujeitas a algum tipo de acidente.

No período da coleta de dados foi observado em alguns pontos da via acima citada, trechos parcialmente obstruídos com material oriundos de deslizamentos e essa situação se agrava pelo fato de que como se trata de uma estrada abandonada, o poder público teria pouco interesse em fazer obras de manutenção, principalmente por se tratar de uma região do estado com problemas desta natureza, em áreas de maior importância sob o ponto de vista social. Isso tudo pode levar talvez a uma futura interdição desta via, fato que seria lamentável pois o trajeto pela mesma é bastante agradável.

Com relação a via de número 9, a trilha da Fazenda Lens, também não sofreu processo de amostragem de solos, pois trata-se de uma trilha de maneira geral bem cuidada, pequena, seu trajeto está consolidado e possui uma topografia relativamente plana.

Em termos geomorfológicos, conforme já visto, cerca de 97% da área de estudo é considerada de nível Muito Alto frente a processos erosivos e os remanescentes 7% considerados têm nível considerado como Alto. Quando consideramos as vias ecoturísticas, essa situação se agrava, visto que praticamente todas elas situam-se dentro da área considerada de alto risco.

Quando unimos as informações geomorfológicas com as pedológicas, temos que dar uma especial atenção as vias situadas em áreas de Argissolos (unidade de mapeamento PVA63), visto que são solos mais susceptíveis a processos erosivos quando comparados aos outros solos encontrados nas demais unidades de mapeamento (latossolos na LVA10 e cambissolos na CH1). Nessas áreas de maior fragilidade sob o ponto de vista pedológico, encontramos as vias 3, 4, 9, 10 e 16. Conforme já vimos, as trilhas 3, 4 e 9 seriam pouca influenciadas pelo fator solo. Porém com as vias 10 (Trilha da Fazenda Renópolis) e 16 (Trilha do Zig-Zag), a situação altera-se bastante.

A Trilha da Fazenda Renópolis é uma trilha que ainda não se encontra implantada, o que permite que no processo desta implantação, esses fatores de risco acima citados recebam especial atenção, ainda mais que essa trilha está situada numa área de relevo bastante movimentado.

A Trilha do Zig-Zag também deveria receber uma melhor atenção pois até agora os dados indicam seu elevado nível de fragilidade. Conforme já citado, essa trilha já está passando por processos erosivos acentuados, fato esse que comprova essa fragilidade e que algo deve ser feito em caráter de urgência para minizar esses processos. Há um outro agravante na situação desta via, que é seu uso dela como parte de trajetos para a realização de enduros com motocicletas, conforme verificou-se no local no período de coleta de dados.

É importante também lembrarmos que essa trilha situa-se no município de Campos do Jordão e não Santo Antônio, porém turistas oriundos de ambos municípios a visitam, então seria recomendável um trabalho conjunto das duas prefeituras para solucionar essa questão, principalmente devido ao acesso sul da trilha se dar através da estrada do Alto Lageado situada no município de Santo Antônio. Seria lastimável a degradação desta trilha, visto que a mesma é uma das mais tradicionais da área e estar situada numa região de grande beleza cênica, possuindo assim um elevado potencial para a prática do ecoturismo.

Fazendo um paralelo entre a textura superficial dada pela amostragem de solos com a textura subsuperficial dada pela carta pedológica, notamos que as vias 5, 7, 10, 12 e 14 apresentaram textura superficial semelhante a textura subsuperficial.

Por outro lado, as vias 1, 2, 6, 8, 11, 13 e 15 situadas na unidade de mapeamento LVA10 (de textura argilosa pelo carta pedológica), apresentaram pontos de amostragem em sua maioria de textura média. Inclusive na via 11 (Trilha da Pousada Recanto das Águas) e 13 (Trilha do Cambraia) apresentaram textura arenosa. Esse fato nos chama a atenção, pois talvez solo onde se localizam as referidas vias não tenha uma resistência a processos erosivos tão elevada como a esperada para o tipo de solo dada pela carta pedológica (LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, de erodibilidade igual a 0,012).

As vias 10 e 16 pertencentes a unidade de mapeamento PVA63, de textura subsuperficial Média/Argilosa, apresentaram texturas superficiais similares nos pontos amostrados.

É evidente que o número de amostras coletadas foi pequeno e não nos permite chegar a uma situação realmente conclusiva, porém, pode ser um

pequeno ponto de partida para futuros trabalhos de caráter mais detalhado.

7.4. ANÁLISE DAS MICROBACIAS

Conforme já mencionado anteriormente, para a obtenção do modelo numérico de terreno, houve a necessidade de particionar a área de estudo, pois no processo de geração das cartas de declividade, o sistema utilizado não foi capaz de processar os dados e permitir as diferentes análises. Por “sistema” entende-se aqui, o conjunto formado pelo *hardware* e *software*; também não sabemos precisar se a limitação maior foi por parte do *hardware* ou por parte do *software*.

Somente destacamos que com o aumento da memória RAM do computador utilizado, de 128MB para 512MB houve uma melhora significativa na manipulação dos arquivos DWG. Por outro lado, os arquivos gerados pelo AutoCAD eram bem grandes (mais do que 40MB) e, a medida que se gerava novas informações gráficas, esse arquivo ia se expandindo até tornar-se inviável sua manipulação. Daí a necessidade de quebrar a área de estudo em partes e criar vários modelos digitais e as várias cartas separadamente para cada uma destas unidades independentes. Foi possível utilizar como unidades independentes, as próprias microbacias, pois apesar da maior (a MB5) atingir perto de 43% da área de estudo, o sistema conseguiu processá-la de maneira satisfatória.

Com a criação do modelo digital de terreno e a posterior aplicação da EUPS nas respectivas microbacias da área de estudo, foram geradas as seguintes cartas:

- Carta de Classes de Declividade - Relevo
- Carta de Classes de Declividade - Uso da terra
- Carta de Áreas de Preservação Permanente - APP
- Carta de Expectativa de Perda de Solo

Além das cartas acima citadas, foram também gerados os perfis topográficos de cada trecho de via ecoturística situado dentro das microbacias.

No transcorrer do processo de criação do MDT nas diferentes microbacias da área de estudo (AE), ocorreram regiões onde esse modelo não se mostrou satisfatório, devido a ausência de pontos de amostragem adequados. Essa deficiência se deve a configuração geométrica das curvas de nível e/ou a falta de pontos de altitudes conhecidas.

A solução do problema acima descrito, seria a realização de um

levantamento de campo complementar, específico para esse fim. Essa parcela sem amostragem representou cerca de 11% da AE e foi denominada de “Não Classificada”, conforme ilustram as tabelas exibidas nos próximos ítems.

A seguir são apresentadas as cartas e tabelas obtidas nessa etapa do trabalho, assim como o perfil topográfico das vias ecoturísticas. No final desses resultados é também apresentada uma síntese, de maneira a proporcionar uma visão comparativa desses dados, entre as microbacias e também entre os perfis topográficos.

É importante lembrar que sempre que o leitor necessitar de um maior detalhamento e/ou uma melhor visão de conjunto, poderá recorrer ao Anexo “Carta de Perda de Solo e de APPs da Área de Estudo”.

7.4.1. Microbacia 1

A Microbacia 1 (MB1) possui 1981,2ha, é a segunda maior microbacia da AE, englobando 23,8% desta. Tem como principal curso d’água o Ribeirão do Lageado, que corre no sentido leste/oeste, portanto, a maioria de suas vertentes têm face leste ou oeste.

Nessa microbacia encontramos importantes vias de circulação da área de estudo, como a SP-123 que a corta em sua extremidade leste, no sentido norte a sul. É também a única microbacia que possui terras pertencentes ao município de Campos do Jordão.

Em termos de vias ecoturísticas, encontramos cinco delas nesta microbacia: Trilha do Alto Lageado (Est. Velha de Campos) - 03, Trilha da Faz. Lens (Mirante) - 09, Trilha do Zig-Zag - 16, Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) trecho A - 4A e a Trilha do Cambraia trecho B - 13B.

A descrição do relevo desta microbacia encontra-se na Tabela 7-11 e através desta tabela verifica-se que o relevo forte ondulado é predominante na microbacia (40,2%), totalizando 84,6% da área como relevo forte ondulado, montanhoso ou escarpado. Não possui praticamente relevo considerado plano (0,1%), e tem apenas 6,7% da área classificada como relevo suave ondulado ou ondulado. Esses dados refletem claramente a topografia acidentada da microbacia.

Tabela 7-11: Classificação do relevo da Microbacia 1 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999)

Relevo	Intervalo %	Área	
		%	ha
Não Classificada		8,6	170,4
Plano	< 3	0,1	2,3
Suave Ondulado	[3 - 8)	1,3	25,5
Ondulado	[8 - 20)	5,4	107,7
Forte Ondulado	[20 - 45)	40,2	796,3
Montanhoso	[45 - 75]	36,1	714,6
Escarpado	> 75	8,3	164,3
TOTAL		100,0	1981,2

A Figura 7-38 exibe a carta de classes de declividade (relevo). Essa carta permite a visualização da distribuição geográfica das classes de relevo, onde se nota que na porção centro-oeste da microbacia, o relevo é mais acentuado e se no extremo leste e a oeste, quando o vale do Ribeirão do Lageado se alarga.

Nessa região de alargamento do Ribeirão do Lageado é também onde ocorre a maior parte dos 8,6% das zonas “Não Classificadas”, isto é, locais em que o processo de modelagem de terreno não teve sucesso devido a poucos pontos de amostragem. Porém, observando as curvas de nível e a localização geográfica destas áreas, concluímos que essas em sua maior parte, seriam de relevo suave ondulado ou ondulado.

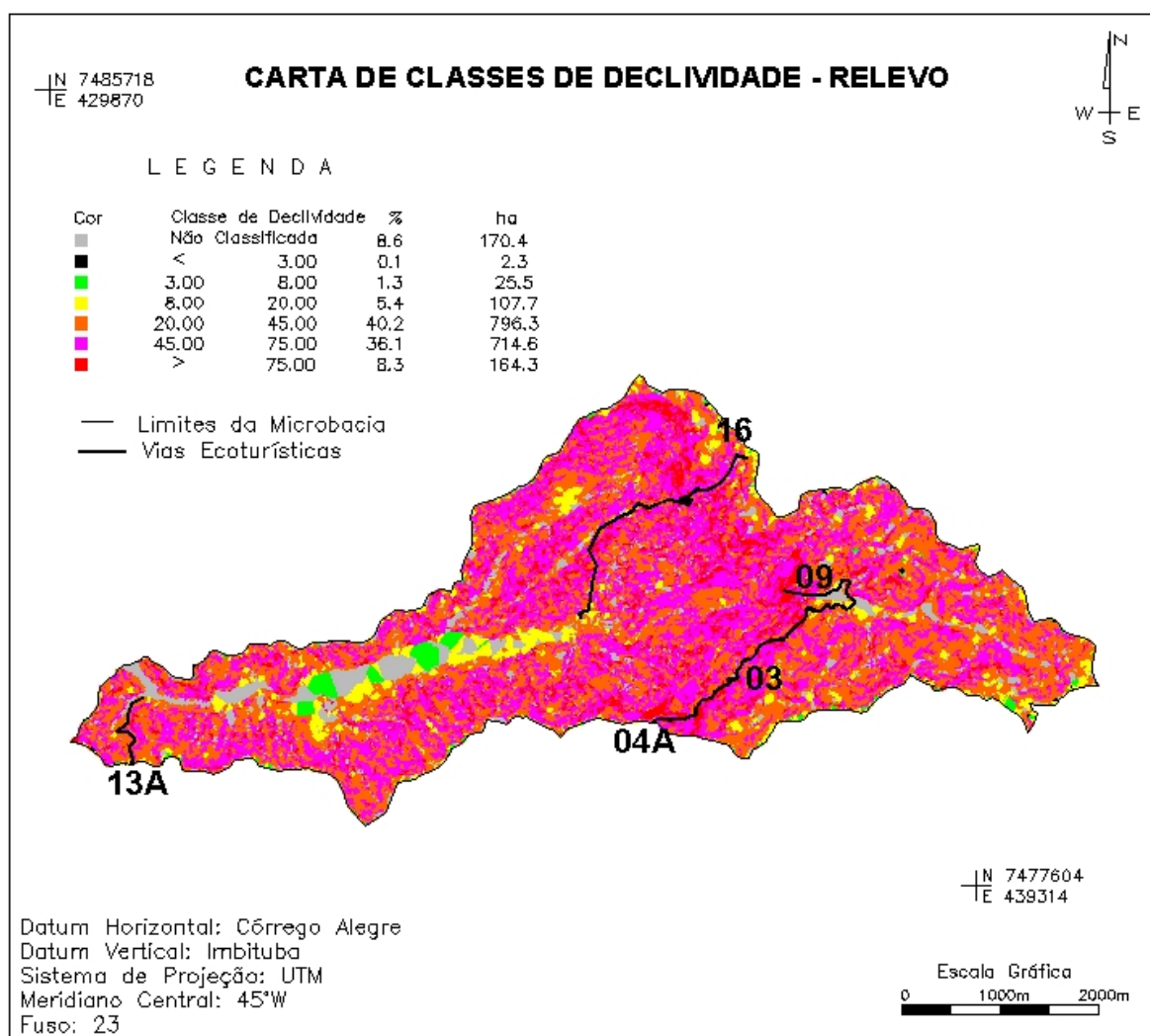


Figura 7-38: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB1

A Tabela 7-12 exibe a distribuição percentual nas diferentes classes de declividades utilizadas como um dos parâmetros na determinação da capacidade de uso da terra. A referida tabela nos mostra que apenas 68,1ha (3,5%) enquadram-se exclusivamente no Grupo A, apresentando, portanto, em termos de declividade, um percentual muito reduzido com aptidão agrícola.

Encontramos a maior parte da microbacia dentro dos Grupos “B” e “C”, destacando-se que 863,6ha (43,6%) pertencem exclusivamente à Classe de Declividade E, que inclui a Classe VI. A Classe VI de Capacidade de Uso da Terra abrange áreas destinadas a pastagens e/ou reflorestamento com problemas simples de conservação e que podem apenas em casos especiais, serem cultivadas com culturas protetoras do solo. O restante, 879,1ha (44,4%) pertence à Classe VII (áreas destinadas a pastagens e/ou reflorestamento com problemas complexos de conservação) ou à Classe VIII, destinada somente à recreação e preservação da vida silvestre, sendo que destes,

encontramos 31,4ha (1,6%) que são obrigatoriamente, por efeito de Lei, considerados como Área de Preservação Permanente (APP).

Tabela 7-12: Classes de declividades da Microbacia 1 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)

Classe	Intervalo (%)	Classe de Capacidade de Uso da Terra								Área	
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	ha
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X	8,6	170,4
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X	0,1	1,3
C	[5 - 10)			X	X	X	X	X	X	0,3	6,2
D	[10 - 15)				X	X	X	X	X	1,4	27,9
E	[15 - 45)					X	X	X	X	1,7	32,7
F	[45 - 70]						X	X	X	43,6	863,6
G	(70 - 100]						X	X	X	32,9	652,4
G -APP	> 100						X	X	X	9,9	195,3
Não Classificada										1,6	31,4
TOTAL										100,0	1981,2

A Figura 7-47 exibe a carta de classes de declividade (uso da terra), onde podemos visualizar a distribuição geográfica destas. Encontramos áreas com declividade compatível ao do Grupo "A" (terras passíveis de utilização agrícola) somente na região mais larga do vale do Ribeirão do Lageado.

Encontramos uma maior concentração de áreas dentro da Classe de Declividade E em torno do vale acima citado e na porção oriental da microbacia. No restante da microbacia temos a predominância de terrenos mais declivosos (Classes F e G).

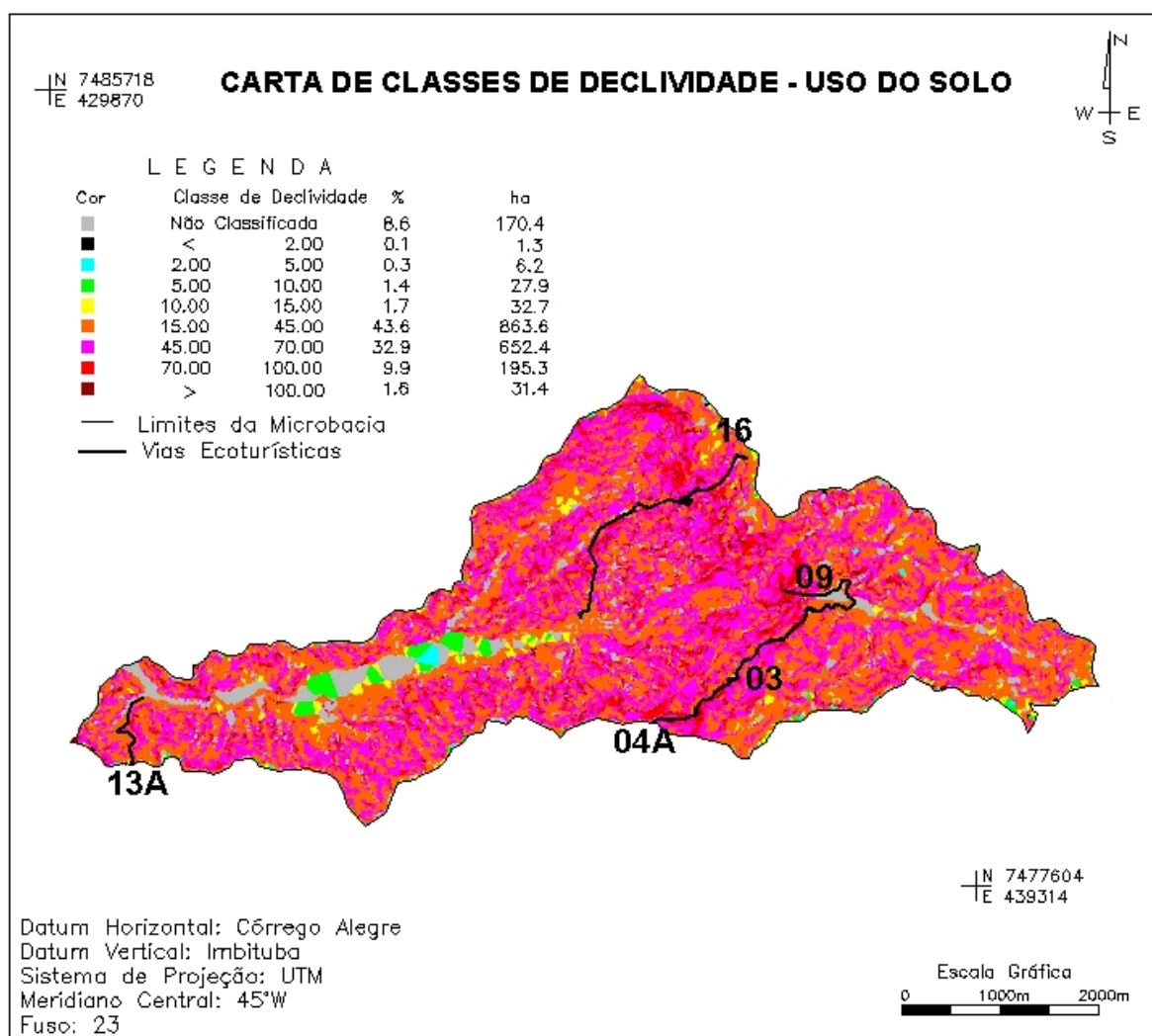


Figura 7-39: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB1

A Tabela 7-13 exhibe a tabulação das áreas de preservação permanente (APP) e nos mostra que 487,3ha (24,6%) desta microbacia são legalmente consideradas como APPs.

Tabela 7-13: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 1 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro

Descrição	Área	
	%	ha
APP localizada ao longo de cursos d'água e nascentes	23,0	455,9
APP localizada em regiões de declividade superior a 100%	1,6	31,4
TOTAL APP	24,6	487,3
Regiões não consideradas como APP	75,4	1493,9
TOTAL	100,0	1981,2

A Figura 7-40 exibe a carta de áreas de preservação permanente e observando a referida carta, notamos que devido a densidade hídrica elevada da microbacia, ocorre uma grande proximidade entre as faixas de proteção ao longo dos cursos d'água, principalmente na região sudoeste da microbacia, próxima a estrada municipal do Lageado. Esse fato poderia levar, na prática, num futuro planejamento ambiental da região, incorporar todas essas regiões de dimensão interfluvial pequena numa unidade de conservação (incluindo inclusive, a própria Cachoeira do Lageado).

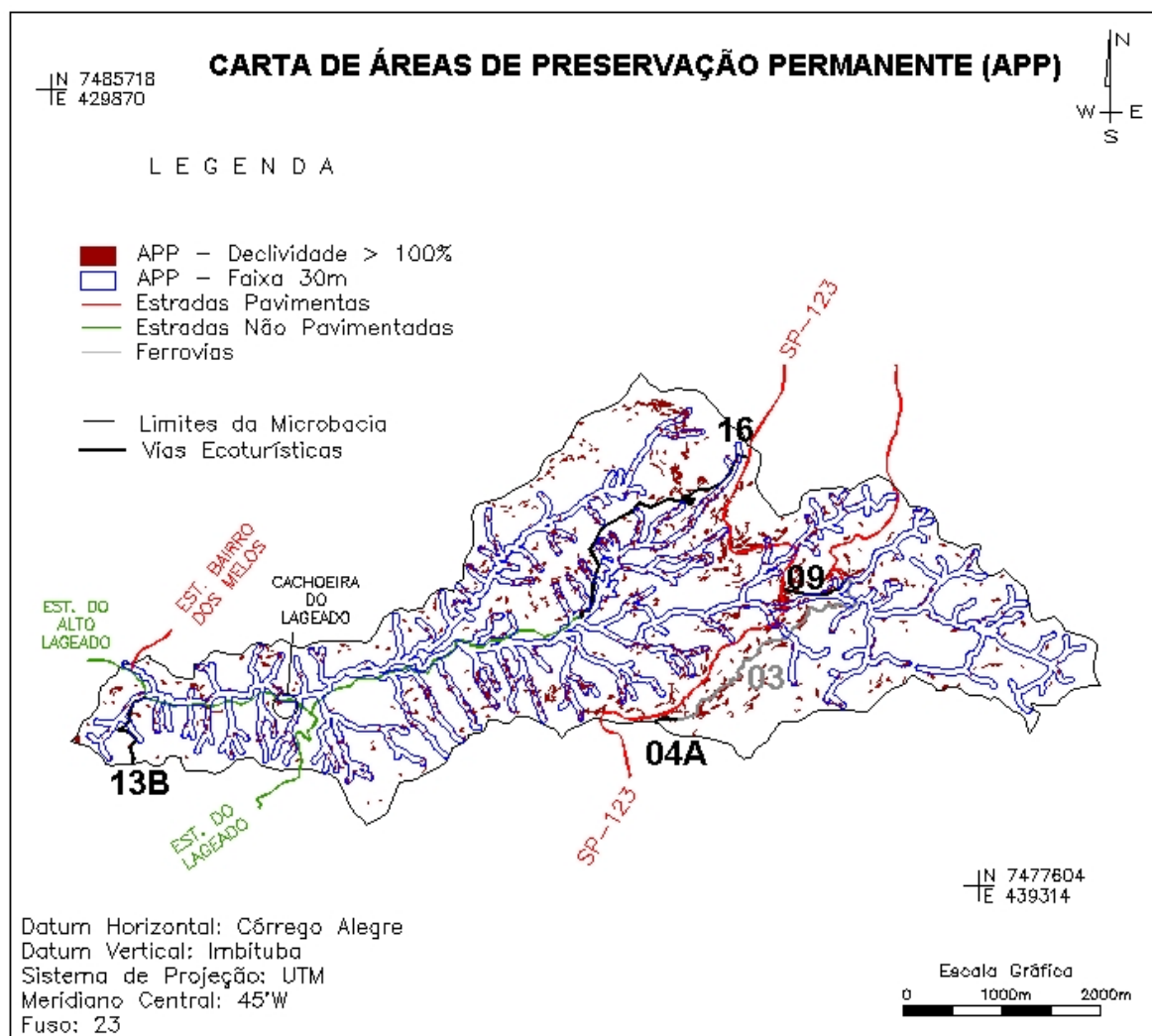


Figura 7-40: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB1

Na Figura 7-41 podemos observar com mais detalhes essa proximidade das faixas de APP, assim como a localização da Cachoeira do Lageado.

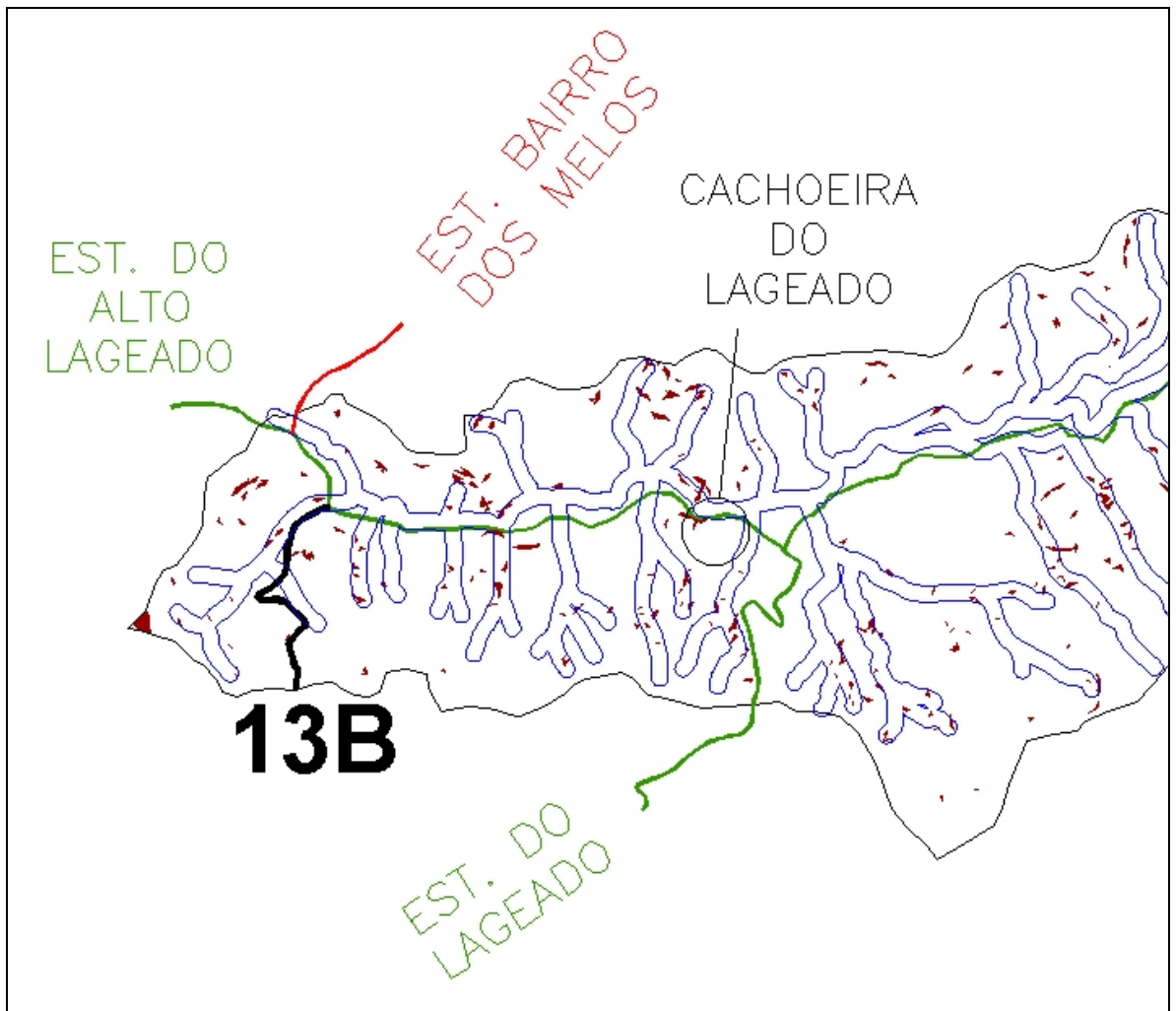


Figura 7-41: Detalhe da Carta de APPs da MB1 em sua porção oeste

A Figura 7-42 exhibe as APPs e as principais vias da região centro-leste da microbacia.

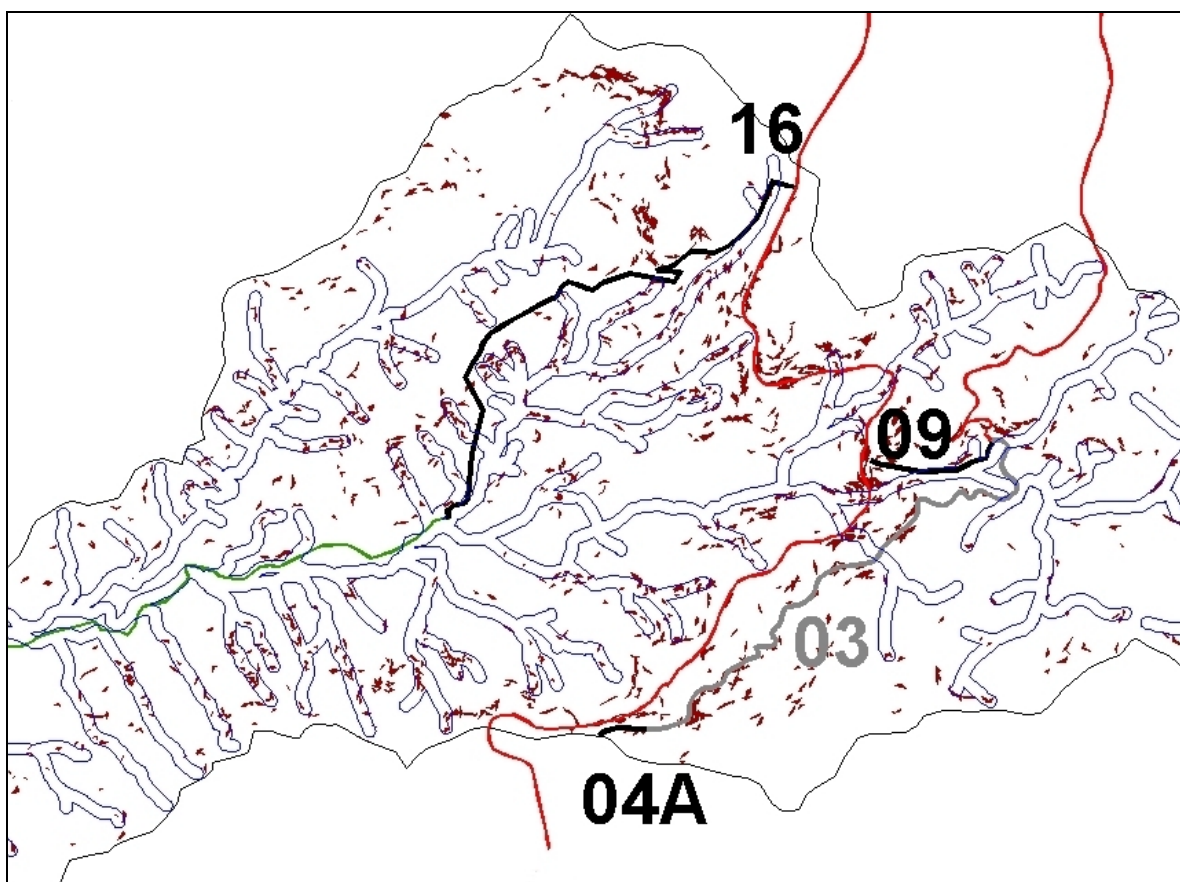


Figura 7-42: Detalhe da Carta de APPs da MB1 em sua porção centro-leste

Através da aplicação da EUPS, foi possível mapear as áreas de perda de solo dentro dos limites de tolerância. Como a Microbacia 1 abrange todas as unidades de mapeamento de solos, ela possui três limites distintos: 9,6t/ha.ano (CX4 e CH1), 12,6t/ha.ano (LVA10) e 7,9t/ha.ano (PVA63). As unidades CX4 e CH1 ocupam uma porção pequena da microbacia, no extremo leste. As unidades PVA63 e a LVA10 ocupam a maior parte da microbacia, a primeira a leste e a segunda a oeste. A Tabela 7-14 exibe os resultados encontrados.

Tabela 7-14: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 1 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)

Descrição	Área	
	%	ha
Regiões de Perda de Solo < Tolerância	4,2	83,0
Regiões de Perda de Solo > Tolerância	95,8	1898,2
TOTAL	100,0	1981,2

Conforme ilustra a referida tabela, temos cerca de 39,6ha (22,7%) da área total com uma expectativa de perda de solo inferior a tolerância anual

de perda. A Figura 7-43 exibe esses mesmo resultados através da Carta de Expectativa de Perda de Solo.

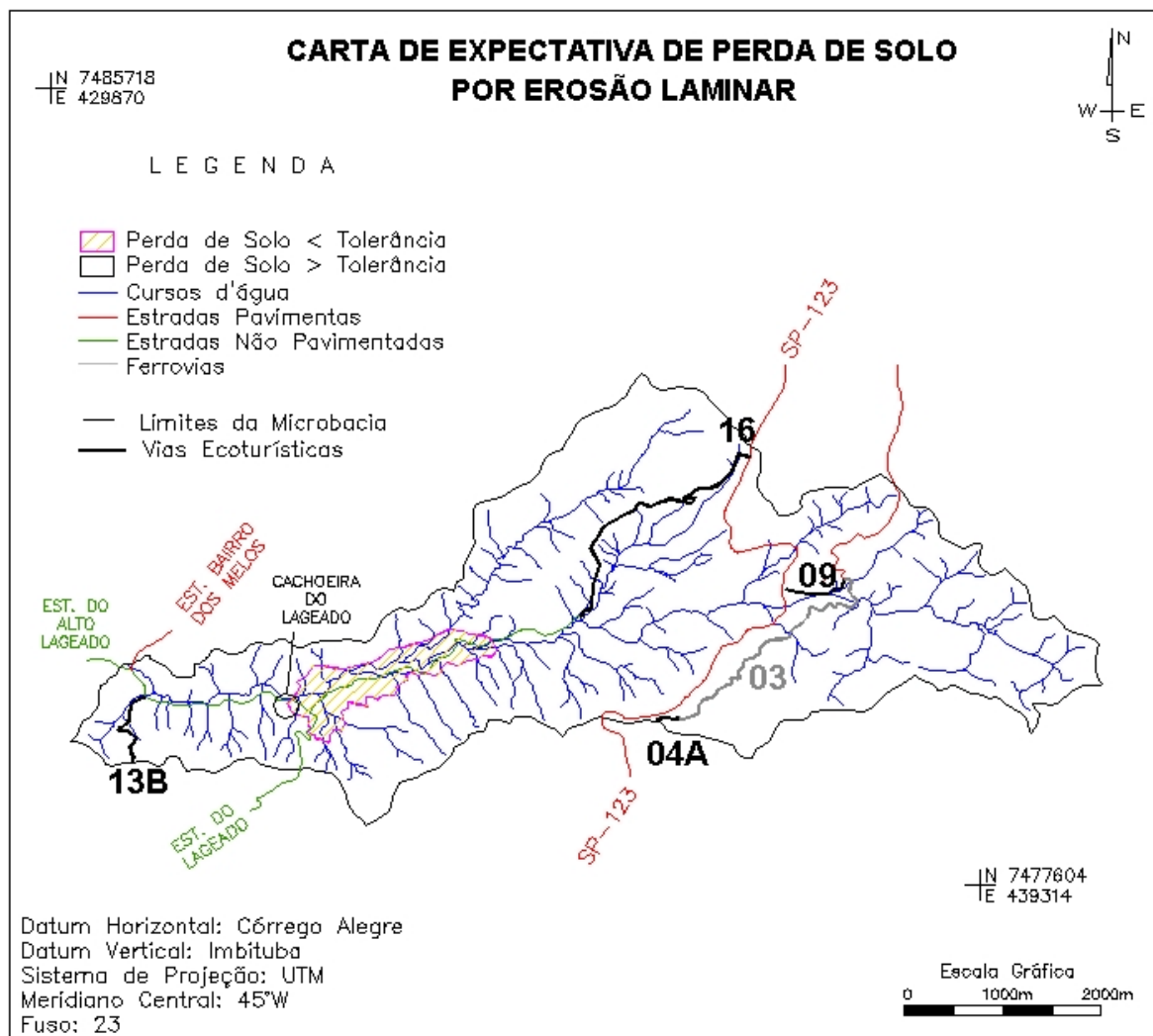


Figura 7-43: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB1

Através da figura acima citada, podemos observar que a pequena parcela de área com expectativa de perda de solo tolerável, encontra-se nas regiões mais planas da microbacia, isto é, ao longo da faixa mais larga do Ribeirão do Lageado. Essa área é ocupada pela unidade LVA10 e foi a única área de perda tolerável, visto a topografia acentuada das demais regiões e/ou a presença de argissolos (PVA63) a leste da microbacia, que possuem tolerância de perda de solo inferior a do LVA10.

A Tabela 7-15 exibe os resultados encontrados na sobreposição entre as áreas de preservação e as regiões de perda de solo.

Tabela 7-15: Resultados do cruzamento das APPs com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 1

Descrição	Área	
	%	ha
APP em regiões com $A < T$	1,8	35,3
APP em regiões com $A > T$	22,8	452,0
Regiões não consideradas como APP com $A < T$	2,4	47,6
Regiões não consideradas como APP com $A > T$	73,0	1446,3
TOTAL	100,0	1981,2

Verifica-se pela tabela acima citada que encontramos cerca de 22,8% da área total da microbacia, como APPs situadas em região de perda de solo superior a tolerância. Esses 22,8% correspondem a 92,8% do total das APPs.

Encontramos também, apenas 2,4% da microbacia como região de perda de solo dentro dos limites tolerados e não situada em área de preservação. Esse 2,4% correspondem a 57,4% do total das regiões de $A < T$.

Sendo assim, como também nos mostra a Figura 7-44, pouco menos da metade das regiões de $A < T$ situam-se em áreas de preservação permanente.

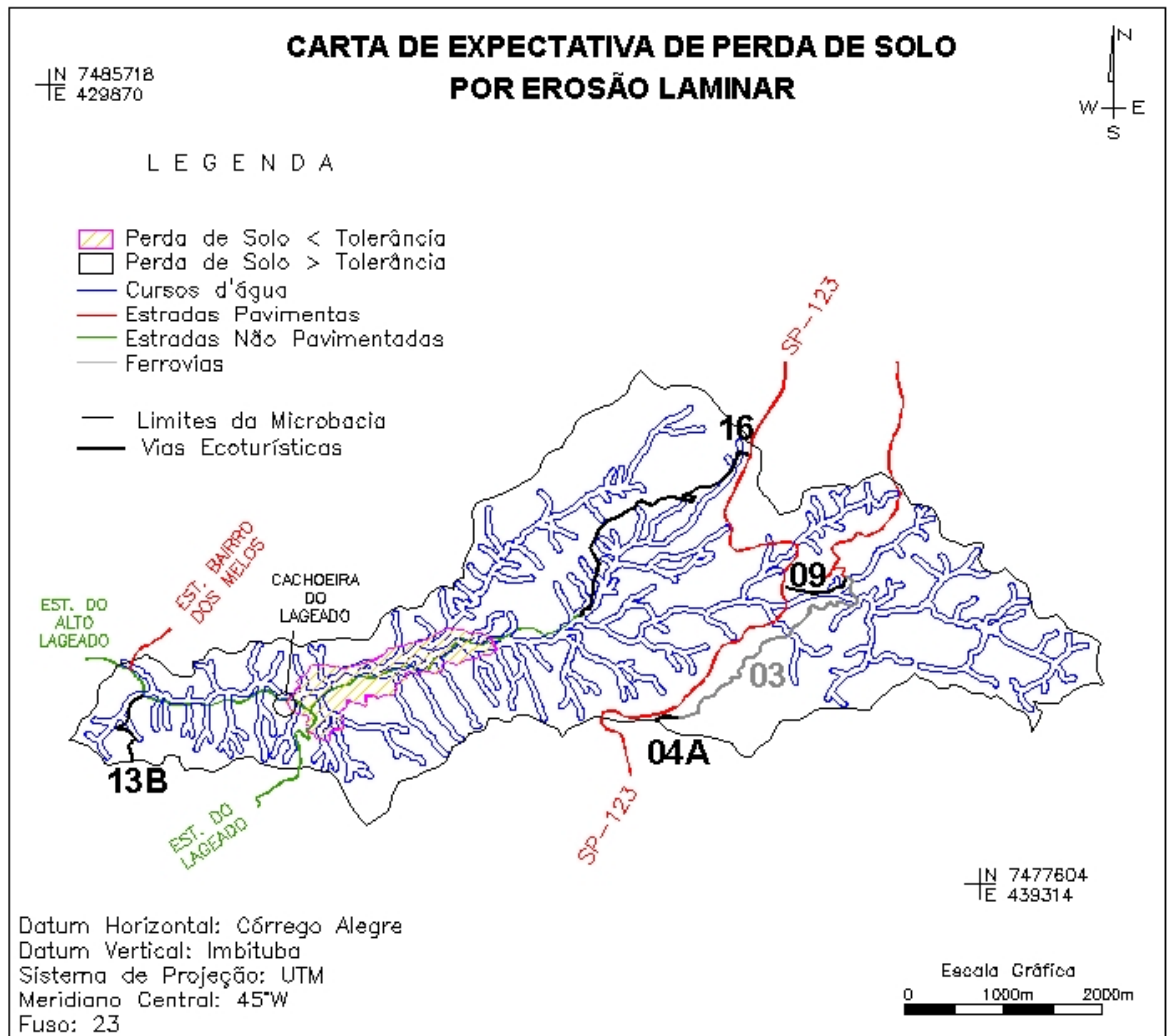


Figura 7-44: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB1 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

Na Figura 7-45, podemos visualizar um detalhe de toda a área de perda de solo dentro dos limites toleráveis sobreposta às APPs em torno dos cursos d'água, região essa situada à nordeste da Cachoeira do Lageado.

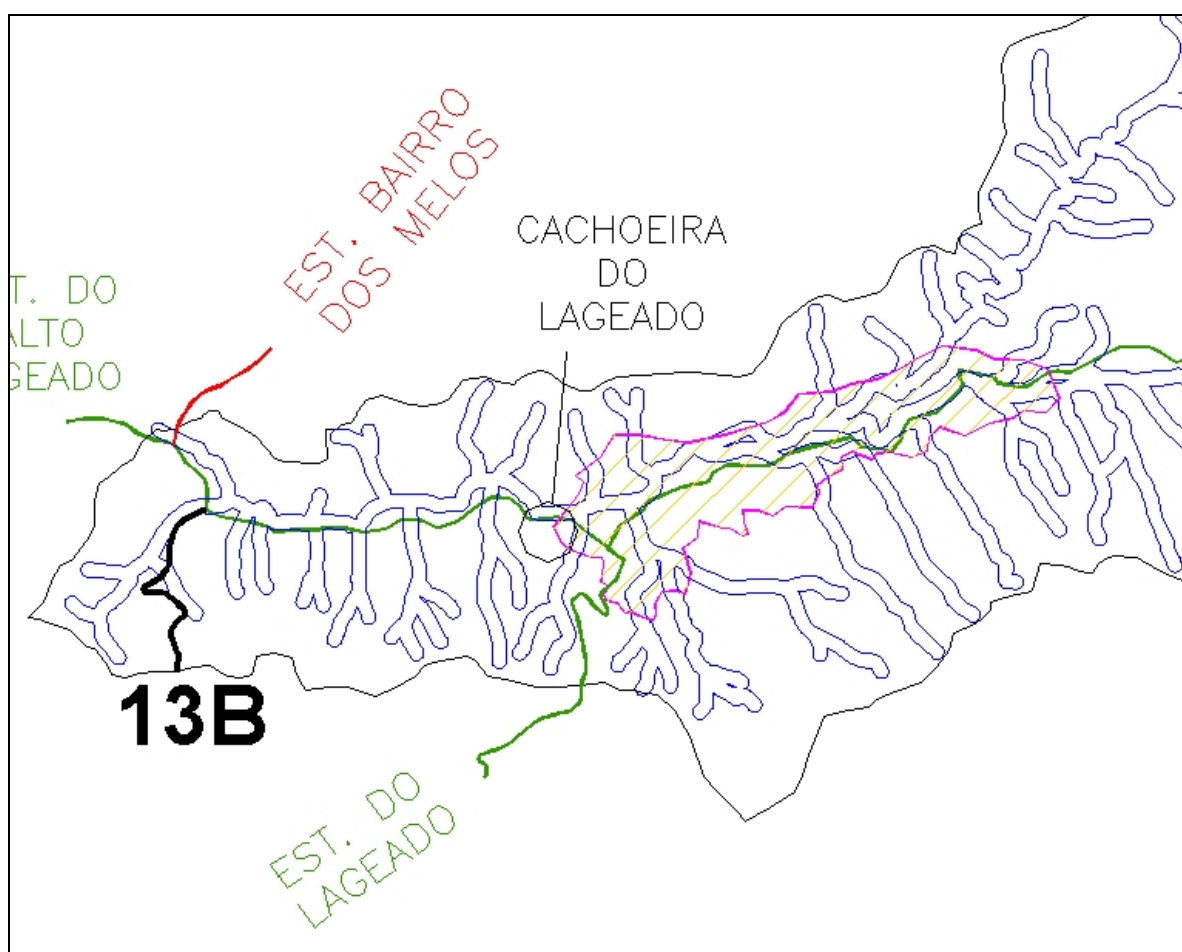


Figura 7-45: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB1 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

7.4.2. Microbacia 2

A Microbacia 2 possui 174,3ha, é a segunda menor microbacia da área de estudo, ocupando 2,1% desta. A trajetória de seu principal curso d'água é no sentido sudeste/noroeste, portanto a maioria de suas vertentes têm face noroeste ou sudeste.

Nessa microbacia não temos nenhuma via de importância à circulação de veículos na área de estudo. Encontramos apenas um pequeno trecho da SP-50 em sua extremidade noroeste, onde desemboca seu principal curso d'água. Também próximo a esse local encontramos a localização de diversas olarias, a maioria delas situadas dentro do vale do referido curso d'água.

A única via utilizada na prática do ecoturismo que se insere nessa microbacia, é a porção setentrional da Trilha dos Tropeiros (via 15B), que atravessa a microbacia no mesmo sentido de sua rede de drenagem principal.

Com relação ao relevo, na Tabela 7-16 encontramos os percentuais da microbacia contidos em cada classe de relevo prescritas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Nessa tabela verifica-se que mais da metade da área da microbacia situa-se na faixa de relevo classificado como forte ondulado, totalizando 67,8% da área como forte ondulado, montanhoso ou escarpado. Não possui praticamente relevo considerado plano (0,3%) e tem apenas 18,6% da área, classificada como relevo suave ondulado ou ondulado. Esses dados refletem claramente a topografia acidentada da área.

Tabela 7-16: Classificação do relevo da Microbacia 2 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999)

Relevo	Intervalo	Área	
		%	ha
Não Classificada		13,3	23,2
Plano	< 3	0,3	0,5
Suave Ondulado	[3 - 8)	4,1	7,2
Ondulado	[8 - 20)	14,5	25,3
Forte Ondulado	[20 - 45)	49,7	86,6
Montanhoso	[45 - 75]	15,3	26,7
Escarpado	> 75	2,8	4,9
TOTAL		100,0	174,3

Na Figura 7-46 temos a carta de classes de declividade (relevo), onde podemos visualizar a distribuição espacial destas classes. Nota-se claramente que na porção sudeste da microbacia o relevo é mais acentuado e se suaviza a partir de sua região central, quando adentra no vale de seu principal curso d'água, predominando nessa área, o relevo ondulado.

Na região acima citada, estão inseridos a maior parte dos 13,3% das zonas denominadas como "Não Classificadas", isto é, locais em que o processo de modelagem de terreno não teve sucesso, devido a poucos pontos de amostragem. Porém, observando as curvas de nível e a localização geográfica destas áreas, concluímos que essas em sua maior parte, seriam também de relevo ondulado.

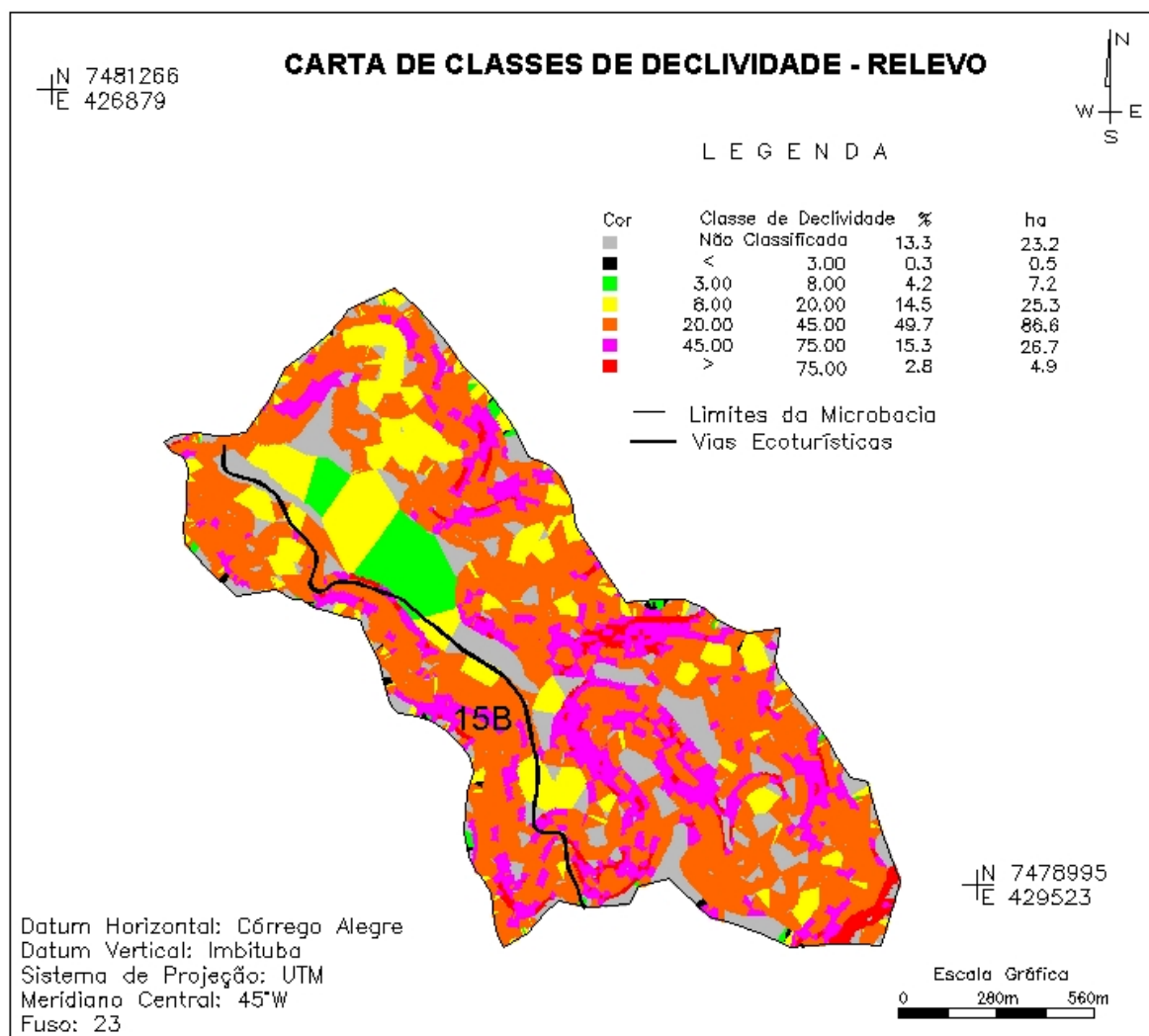


Figura 7-46: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB2

Na Tabela 7-17, encontramos a distribuição percentual das áreas situadas nas diferentes classes de declividades, utilizadas como um dos parâmetros na determinação da Capacidade de Uso da Terra. Nota-se nessa tabela que apenas 18,6ha (10,7%) enquadram-se exclusivamente no Grupo “A”, apresentando assim como a Microbacia 1, em termos de declividade, um percentual bem reduzido com aptidão agrícola.

Enquadrou-se também nesta microbacia, nos Grupos “B” e “C” a maior parte da área. Ressaltando-se que 100,9ha (57,9%) pertencem exclusivamente à Classe de Declividade E, que inclui a Classe VI (que abrange áreas destinadas a pastagens e/ou reflorestamento com problemas simples de conservação). O restante, 31,6ha (18,1%), pertence à Classe VII (áreas destinadas a pastagens e/ou reflorestamento com problemas complexos de conservação) ou à Classe VIII, destinada somente à recreação e preservação da vida silvestre, sendo que destes, apenas 1,7ha (1,0%) são

obrigatoriamente, por efeito de Lei, considerados como Área de Preservação Permanente (APP).

Tabela 7-17: Classes de declividades da Microbacia 2 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)

Classe	Intervalo %	Classe de Capacidade de Uso da Terra								Área	
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	ha
Não Classificada										13,3	23,2
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X	0,1	0,2
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X	1,2	2,1
C	[5 - 10)			X	X		X	X	X	5,3	9,2
D	[10 - 15)				X		X	X	X	4,1	7,1
E	[15 - 45)						X	X	X	57,9	100,9
F	[45 - 70]							X	X	14,4	25,2
G	(70 - 100]							X	X	2,7	4,7
G APP	> 100							X	X	1,0	1,7
TOTAL										100,0	174,3

Na Figura 7-47 é apresentada a Carta de Classes de Declividade - Uso da Terra, onde podemos visualizar a distribuição espacial destas classes. Nota-se claramente que somente no vale do principal curso d'água da microbacia, encontramos áreas com aptidão agrícola (cores azul, verde e amarela). No entorno deste vale, há predominância de regiões de coloração laranja com manchas de coloração magenta e vermelha (Classes E, F e G, respectivamente). Essas regiões teriam, portanto, de acordo com a declividade, aptidão para pastagens e refluorastamentos.

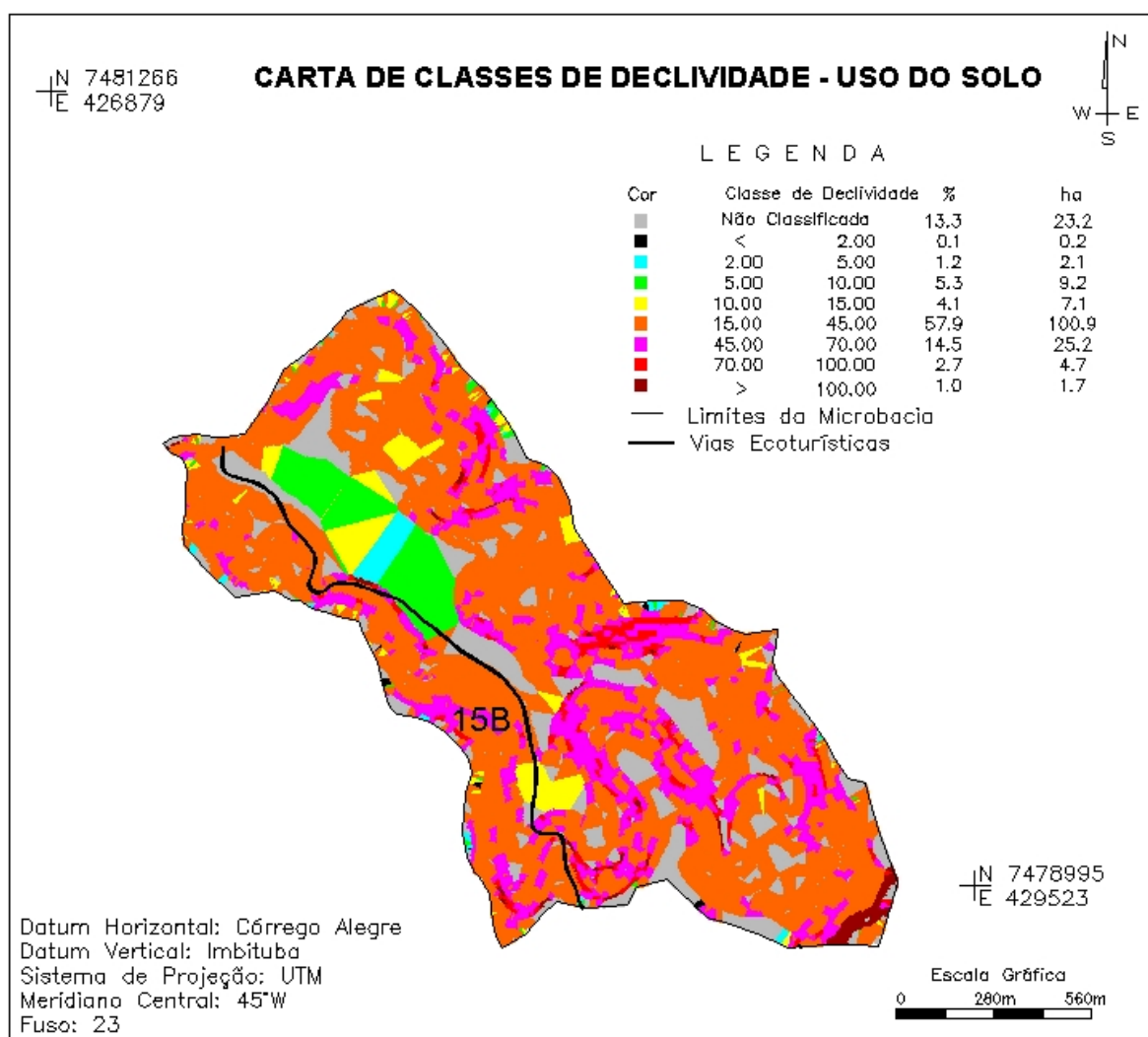


Figura 7-47: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB2

Na Tabela 7-18, tem-se um resumo das áreas de preservação permanente (APP), onde se verifica que 43,3ha (24,8%) são consideradas como APP.

Tabela 7-18: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 2 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro

Descrição	Área	
	%	ha
APP localizada ao longo de cursos d'água e nascentes	23,9	41,6
APP localizada em regiões de declividade superior a 100%	1,0	1,7
TOTAL APP	24,8	43,3
Regiões não consideradas como APP	75,2	131,0
TOTAL	100,0	174,3

Na Figura 7-48 encontramos a disposição espacial das APPs ao longo dos cursos d'água e das regiões de declividade superior a 100%.

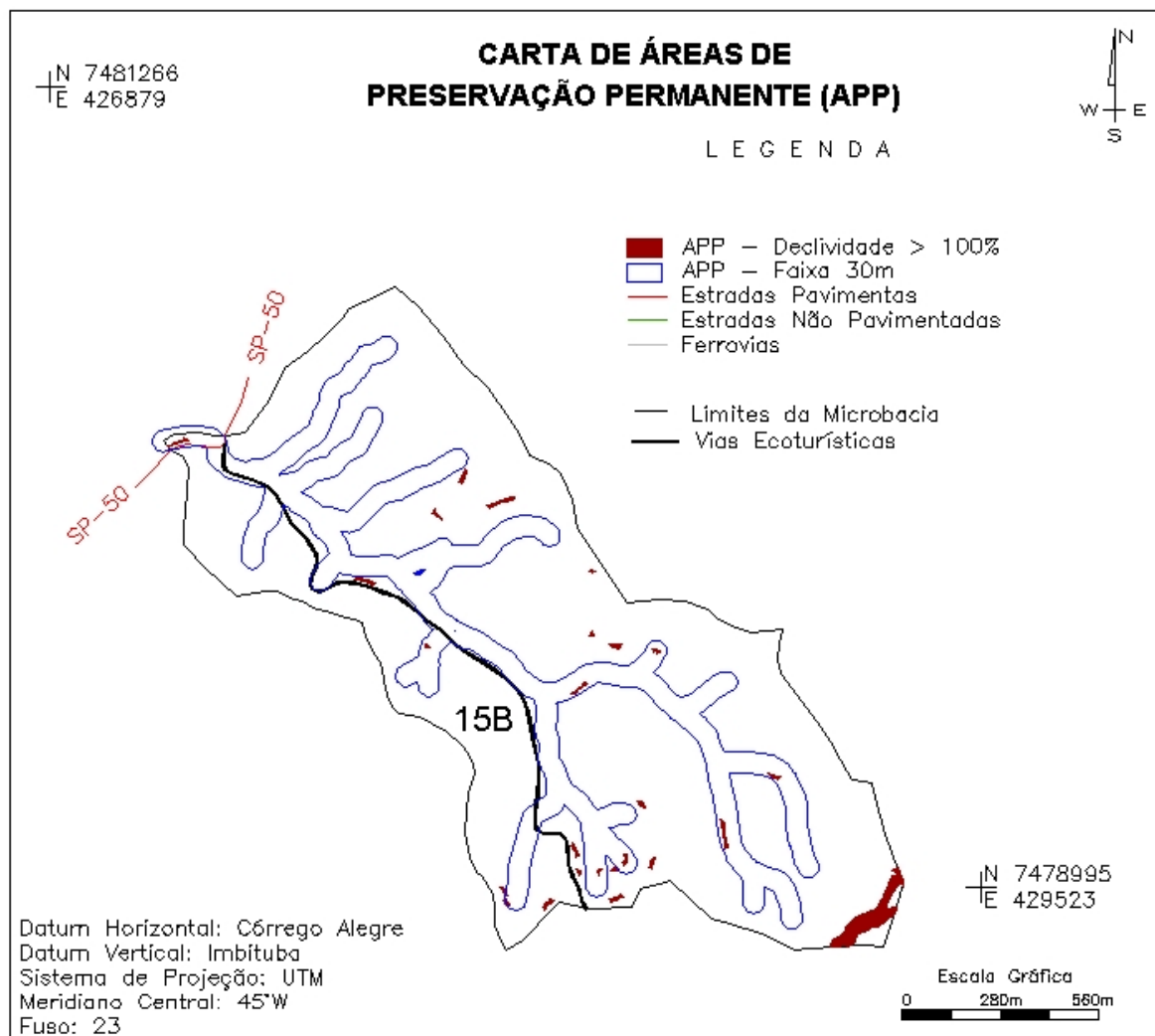


Figura 7-48: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB2

Na Tabela 7-19 encontramos os resultados do mapeamento das regiões de perda de solo através da EUPS. Conforme ilustra a referida tabela, encontramos cerca de 39,6ha (22,7%) da área total, com uma expectativa de perda inferior a sua tolerância de perda anual. Relembramos que essa microbacia encontra-se em sua totalidade inserida na unidade de mapeamento pedológico LVA10, que tem tolerância de perda anual igual a 12,6 t/ha.

Tabela 7-19: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 2 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)

Descrição	Área	
	%	ha
Regiões de Perda de Solo < Tolerância	22,7	39,6
Regiões de Perda de Solo > Tolerância	77,3	134,7
TOTAL	100,0	174,3

Na Figura 7-49, encontra-se a carta de expectativa de perda de solo por erosão laminar. Nota-se que a região de perda de solo inferior a tolerância, situa-se na metade setentrional da microbacia, abrangendo o vale do principal canal de drenagem e alguns pequenos córregos afluentes; isso se deve ao relevo mais ameno desta área.

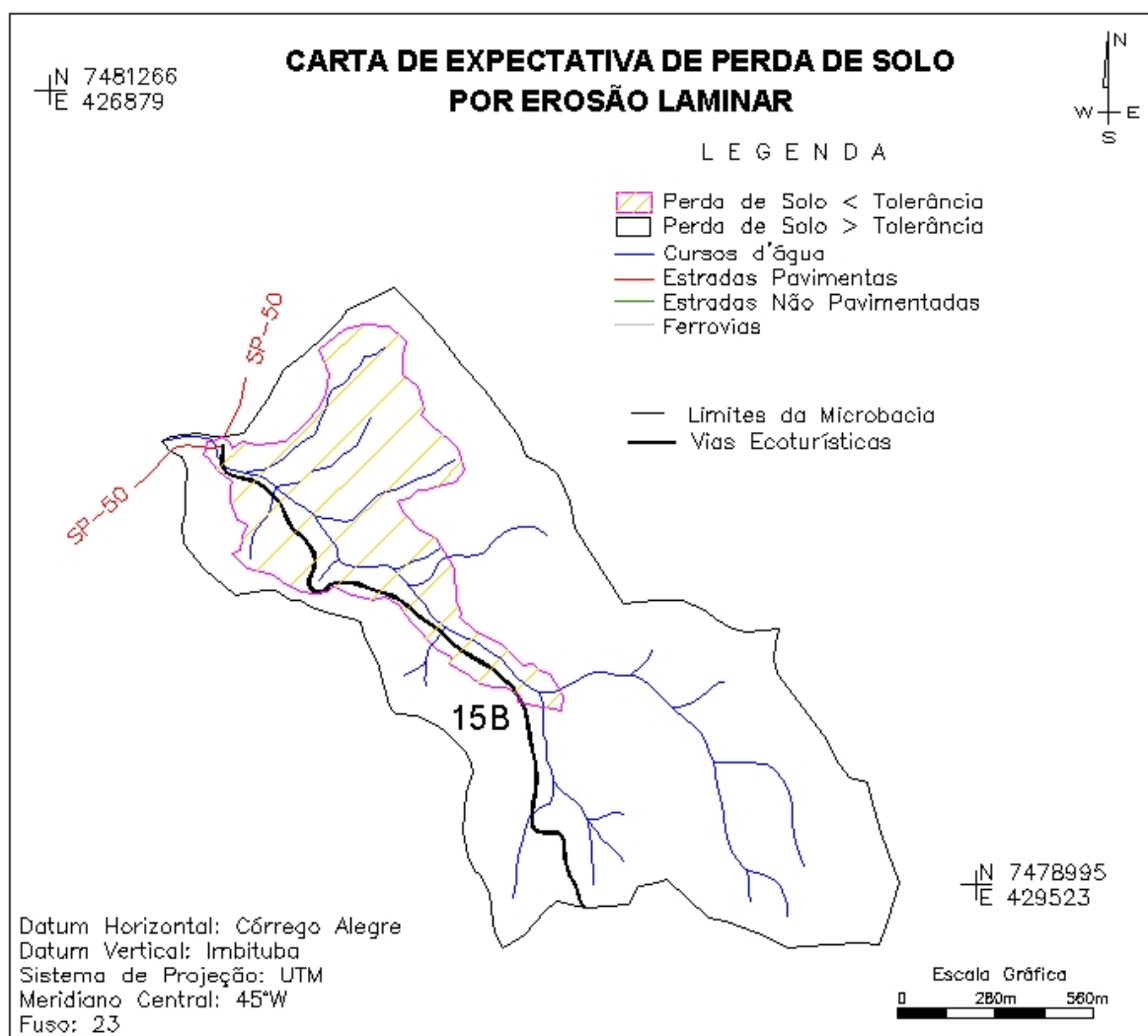


Figura 7-49: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB2

Na Tabela 7-20 encontramos os resultados da sobreposição entre as áreas de preservação e as regiões de perda de solo.

Tabela 7-20: Resultados do cruzamento das APPs com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 2

Descrição	Área	
	%	ha
APP em regiões com $A < T$	10,7	18,6
APP em regiões com $A > T$	14,1	24,7
Regiões não consideradas como APP com $A < T$	12,0	21,0
Regiões não consideradas como APP com $A > T$	63,1	110,0
TOTAL	100,0	174,3

Conforme podemos verificar pela referida tabela, temos 14,1% da área total da microbacia como APPs situadas em região de perda de solo superior a tolerância. Esses 14,1% correspondem a 56,9% da área total das APPs.

Por outro lado, encontramos somente 12% da microbacia como região de perda de solo dentro dos limites tolerados e não situada em área de preservação. Esse 12% correspondem a 52,9% do total das regiões de $A < T$.

Dessa maneira, conforme também ilustra a Figura 7-50, praticamente a metade das regiões de $A < T$ situam-se em áreas de preservação.

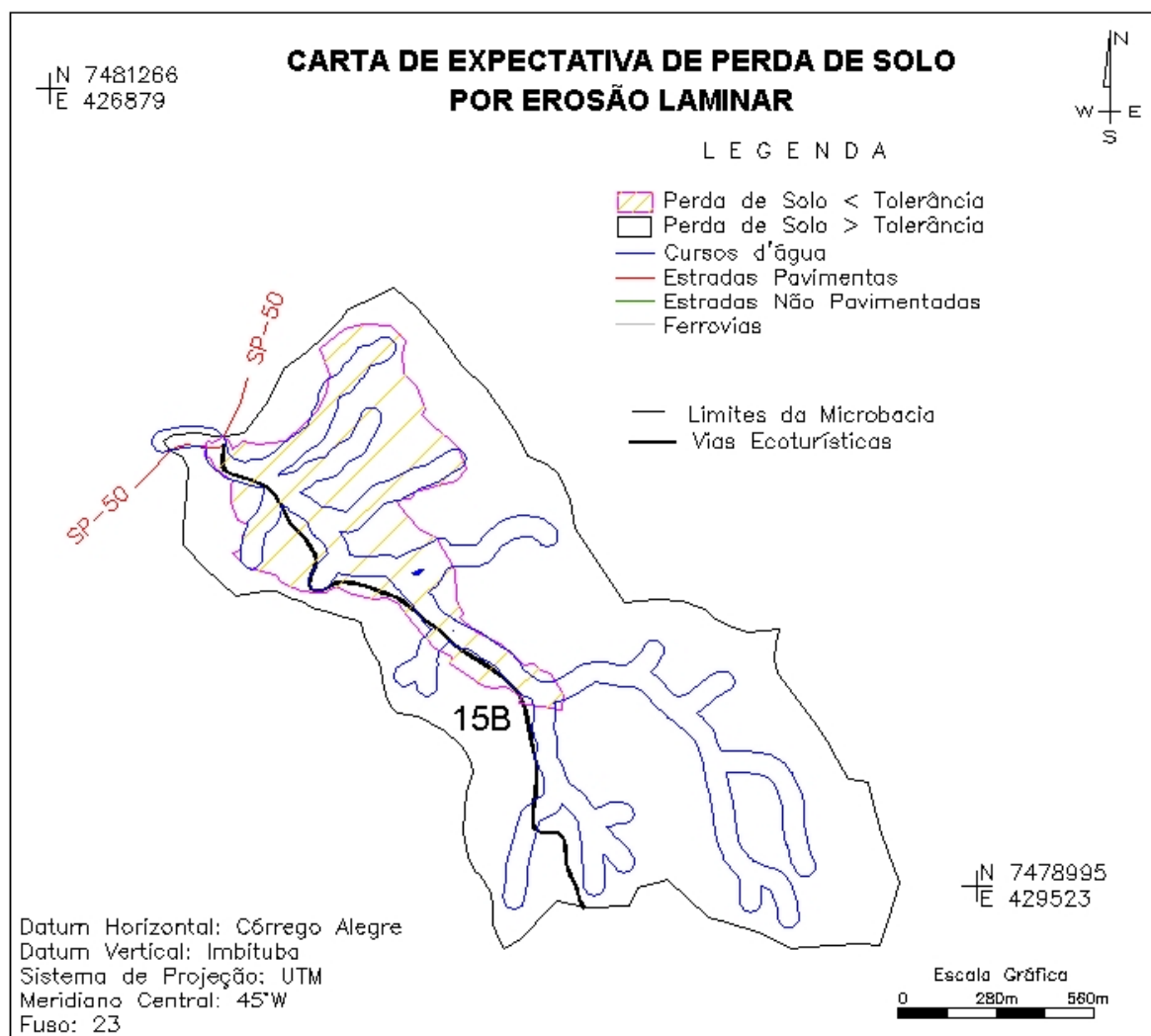


Figura 7-50: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB2 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

7.4.3. Microbacia 3

A Microbacia 3 (MB3) possui 100,7ha, é a menor microbacia da AE, abrangendo somente 1,2% desta. Possui, como a MB2, sua rede de drenagem escoando no sentido sudeste/noroeste, portanto a maioria de suas vertentes têm face noroeste ou sudeste.

Também assim como a MB2, nessa microbacia não há nenhuma via de importância à circulação de veículos na área de estudo e encontramos apenas um pequeno trecho da SP-50 em sua extremidade sudoeste, onde desemboca seu principal curso d'água. Não possui nenhuma via classificada como ecoturística.

A descrição numérica do relevo desta microbacia encontra-se na Tabela 7-21. Nessa tabela verificamos que cerca de 60% da microbacia situa-se na faixa de relevo classificado como forte ondulado, totalizando 77,7% da área como forte ondulado, montanhoso ou escarpado. Também não possui praticamente relevo considerado plano (0,5%) e tem apenas 6,5% da área classificada como relevo suave ondulado ou ondulado. Esses dados refletem mais uma vez a topografia acidentada da área.

Tabela 7-21: Classificação do relevo da Microbacia 3 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999)

Relevo	Intervalo %	Área	
		%	ha
Não Classificada		15,3	15,4
Plano	< 3	0,5	0,5
Suave Ondulado	[3 - 8)	0,5	0,5
Ondulado	[8 - 20)	6,0	6,0
Forte Ondulado	[20 - 45)	59,1	59,5
Montanhoso	[45 - 75]	16,6	16,7
Escarpado	> 75	2,0	2,0
TOTAL		100,0	100,7

Na Figura 7-51 encontramos a carta de classes de declividade (relevo) desta microbacia, onde se nota que não existe uma região de relevo mais suave, ocorrendo somente em pequenas manchas espalhadas pela microbacia. Provavelmente essa região ocorra na área “Não Classificada”, que se concentra ao longo de seu principal curso d’água.

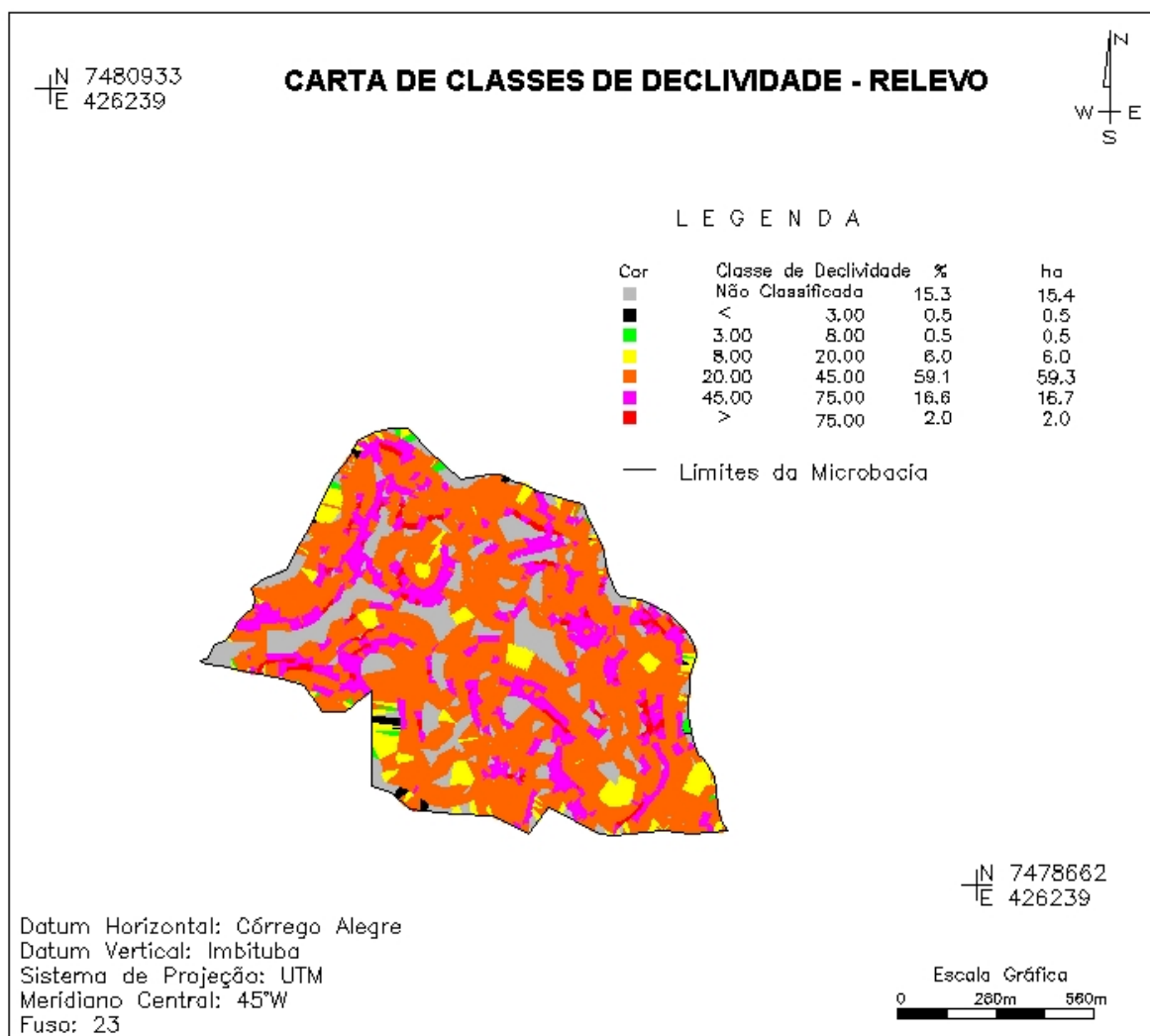


Figura 7-51: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB3

A distribuição percentual nas classes de declividade para uso da terra encontra-se na Tabela 7-22, onde se observa que apenas 2,5ha (2,5%) enquadram-se exclusivamente no Grupo "A". Sendo assim nessa microbacia, praticamente não ocorre áreas, em termos de declividade, com aptidão agrícola.

Assim como nas microbacias anteriores, temos a maior parte da área dentro dos Grupos "B" e "C", onde 64,0ha (63,5%) pertencem exclusivamente à Classe de Declividade E, que inclui a Classe VI de Uso da Terra e o restante, 18,7ha (18,6%) pertence à Classe VII. Sendo que destes, temos 0,5ha (0,5%) considerados como Área de Preservação Permanente (APP). Desta maneira, essa microbacia, em termos de declividade, possui terras mais adaptadas para formação de pastagens e/ou reflorestamentos.

Tabela 7-22: Classes de declividades da Microbacia 3 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)

Classe	Intervalo %	Classe de Capacidade de Uso da Terra								Área	
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	ha
Não Classificada										15,3	15,4
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X	0,2	0,2
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X	0,5	0,5
C	[5 - 10)			X	X	X	X	X	X	0,5	0,5
D	[10 - 15)				X	X	X	X	X	1,3	1,3
E	[15 - 45)					X	X	X	X	63,5	64,0
F	[45 - 70]						X	X	X	15,8	15,9
G	(70 - 100]						X	X	X	2,3	2,3
G APP	> 100						X	X	X	0,5	0,5
TOTAL										100,0	100,7

A Figura 7-52 exibe a carta de classes de declividade (uso da terra) da Microbacia 3 e verificamos por essa carta, que a distribuição das Classes de Declividade E, F e G (que indicam Classe B ou C de uso da terra) ocorrem de maneira uniforme pela microbacia.

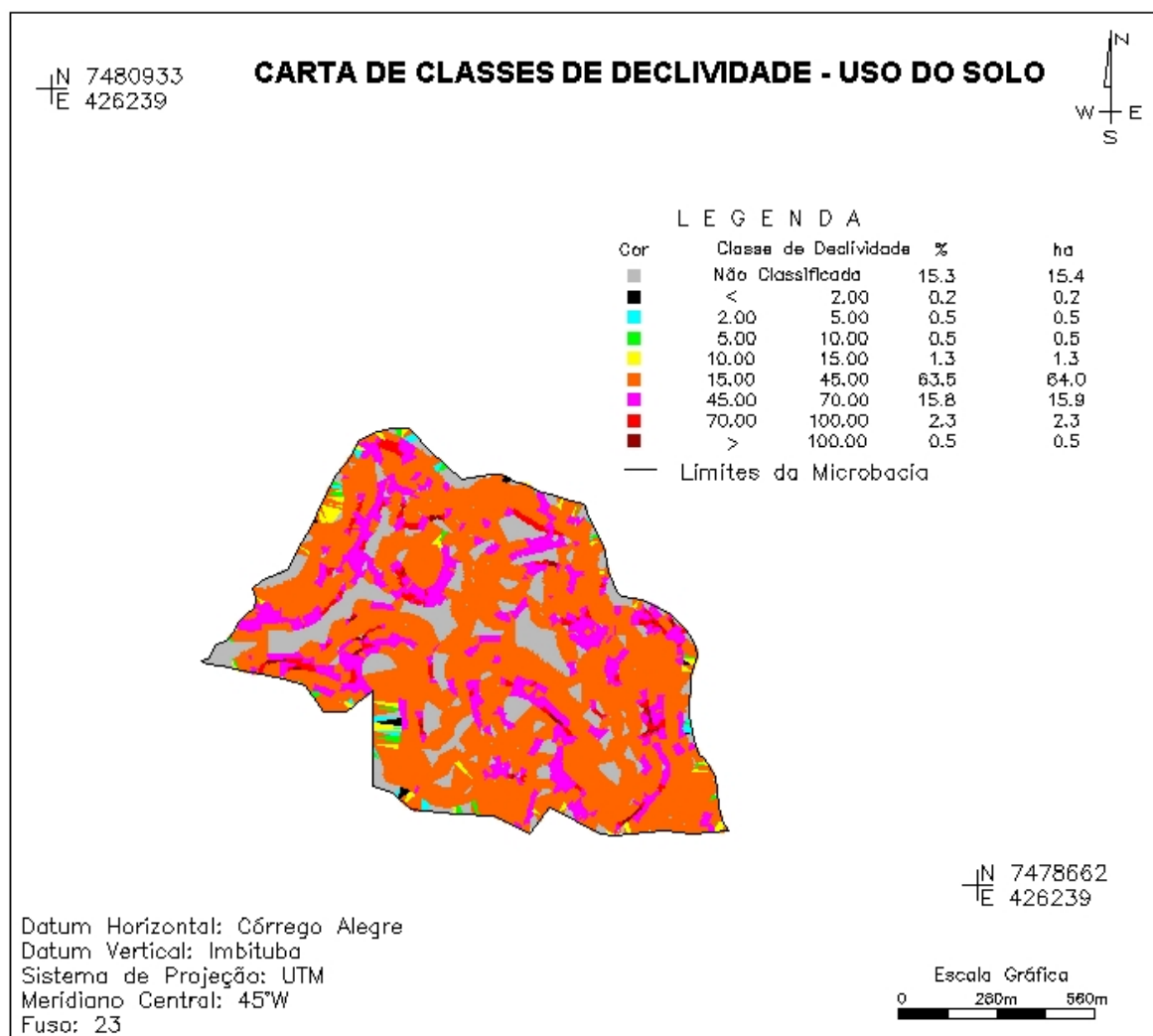


Figura 7-52: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB3

Na Tabela 7-23 encontramos as áreas de preservação permanente (APP) da Microbacia 3, onde 33,9ha (33,7%) desta microbacia são legalmente consideradas como APPs.

Tabela 7-23: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 3 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro

Descrição	Área	
	%	ha
APP localizada ao longo de cursos d'águas e nascentes	33,2	33,4
APP localizada em regiões de declividade superior a 100%	0,5	0,5
TOTAL APP	33,7	33,9
Regiões não consideradas como APP	66,3	66,8
TOTAL	100,0	100,7

Na Figura 7-53 (Carta de APPs), verifica-se que há duas regiões de nascentes, uma na parcela centro-sul e outra na parcela noroeste da microbacia, onde as faixas ao longo dos cursos d'água quase se sobrepõem.

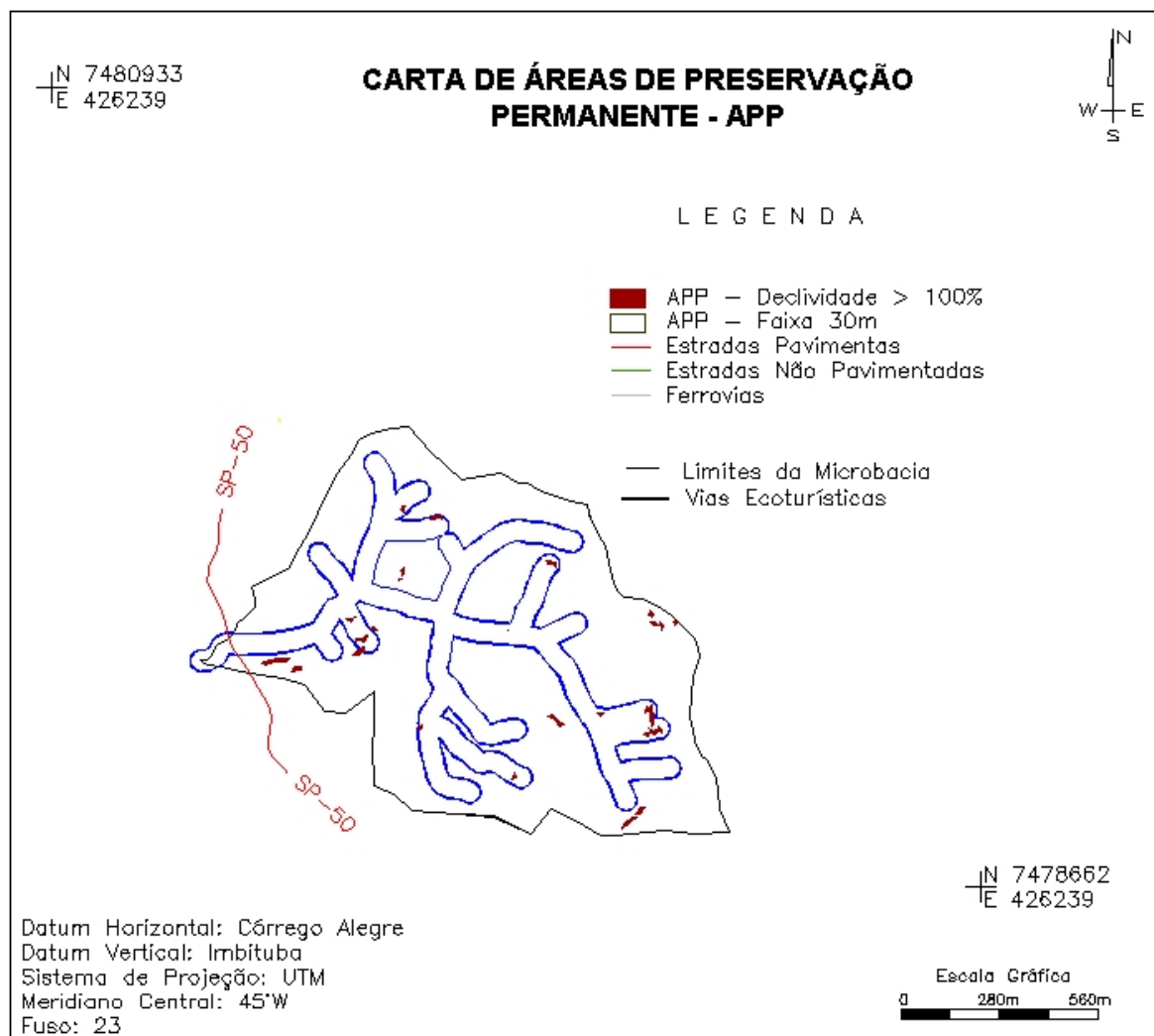


Figura 7-53: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB3

A Microbacia 3 não apresentou nenhuma região de perda de solo dentro dos limites toleráveis de 12,6t/ha (toda a microbacia se insere em área de LVA10), conforme nos mostra a Tabela 7-24 e a Figura 7-54.

Tabela 7-24: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 3 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)

Descrição	Área	
	%	ha
Regiões de Perda de Solo < Tolerância	0,0	0,0
Regiões de Perda de Solo > Tolerância	100,0	100,7
TOTAL	100,0	100,7

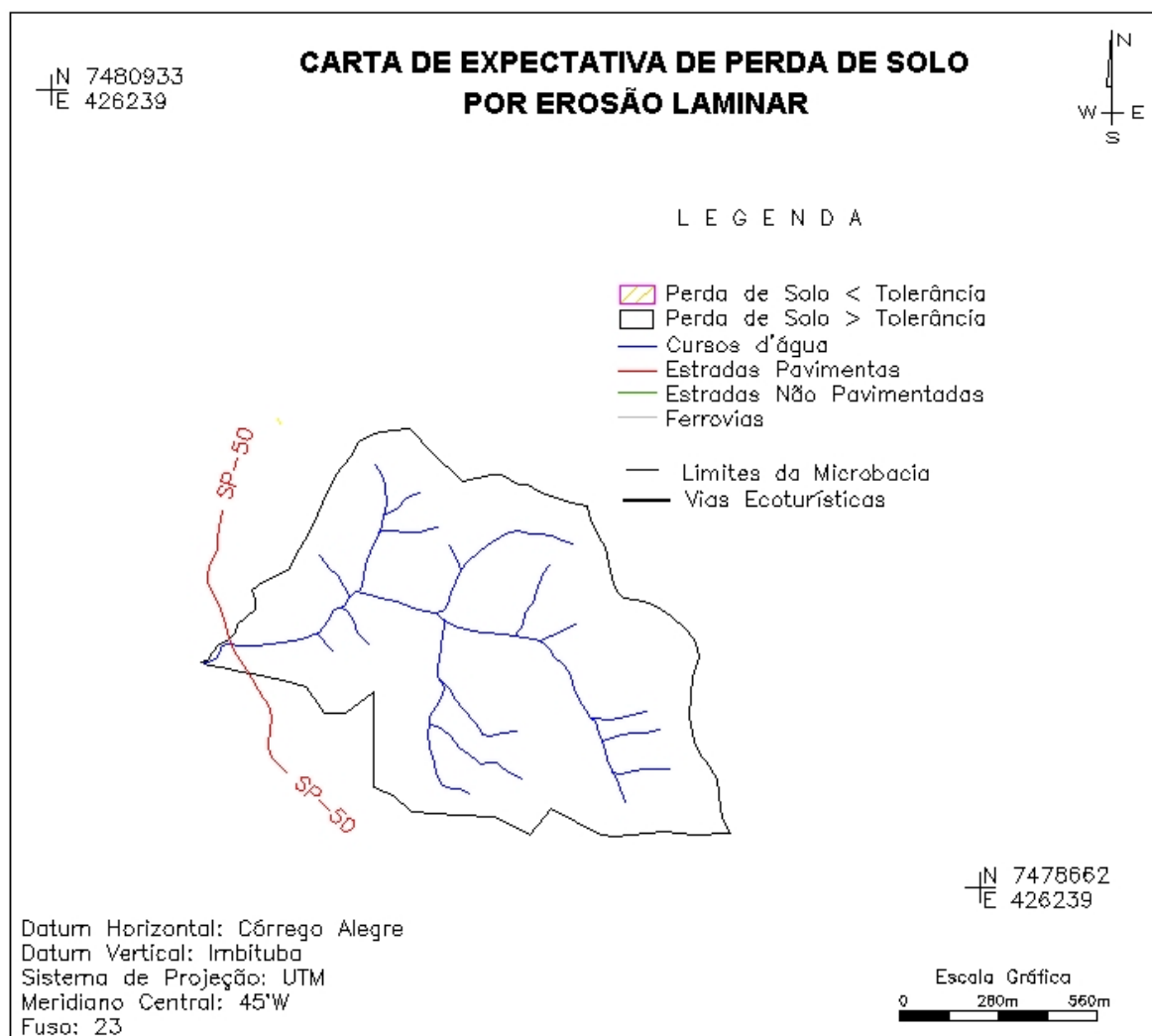


Figura 7-54: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB3

7.4.4. Microbacia 4

A Microbacia 4 (MB4) possui 1428,1ha e ocupa 17,1% da AE. O sentido de fluxo de sua rede de drenagem é leste/oeste, portanto a maioria de suas vertentes têm face leste ou oeste.

Nessa microbacia encontramos a Estrada do Lageado, estrada municipal asfaltada que liga a SP-46 a SP-50 e quatro vias ecoturísticas: Estrada do Barreiro Trecho B - 05B, Estrada do Morro Frio Trecho B - 07B, Trilha do Cambria Trecho A - 13A e a Trilha do Tropeiro Trecho A - 15A.

O relevo desta microbacia segue o mesmo padrão das anteriores conforme nos mostra a Tabela 7-25, onde o relevo forte ondulado também é predominante (50,5%), totalizando 75,5% da área como forte ondulado, montanhoso ou escarpado. Praticamente também não possui relevo plano (0,1%), e tem apenas cerca de 10,0% da área classificada como relevo suave ondulado ou ondulado.

Tabela 7-25: Classificação do relevo da Microbacia 4 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999)

Relevo	Intervalo %	Área	
		%	ha
Não Classificada		14,5	206,8
Plano	< 3	0,1	0,9
Suave Ondulado	[3 - 8)	0,4	5,5
Ondulado	[8 - 20)	9,6	137,2
Forte Ondulado	[20 - 45)	50,5	721,4
Montanhoso	[45 - 75]	21,2	302,7
Escarpado	> 75	3,8	53,6
TOTAL		100,0	1428,1

Na Figura 7-38 encontramos a carta de classes de declividade (relevo) desta microbacia, onde se observa que existem dois locais menos declivosos, um a oeste e outro a leste. Nesses locais, situados ao longo de cursos d'água, ocorrem algumas manchas de relevo ondulado, assim como a maior parte dos 14,5% das áreas "Não Classificadas".

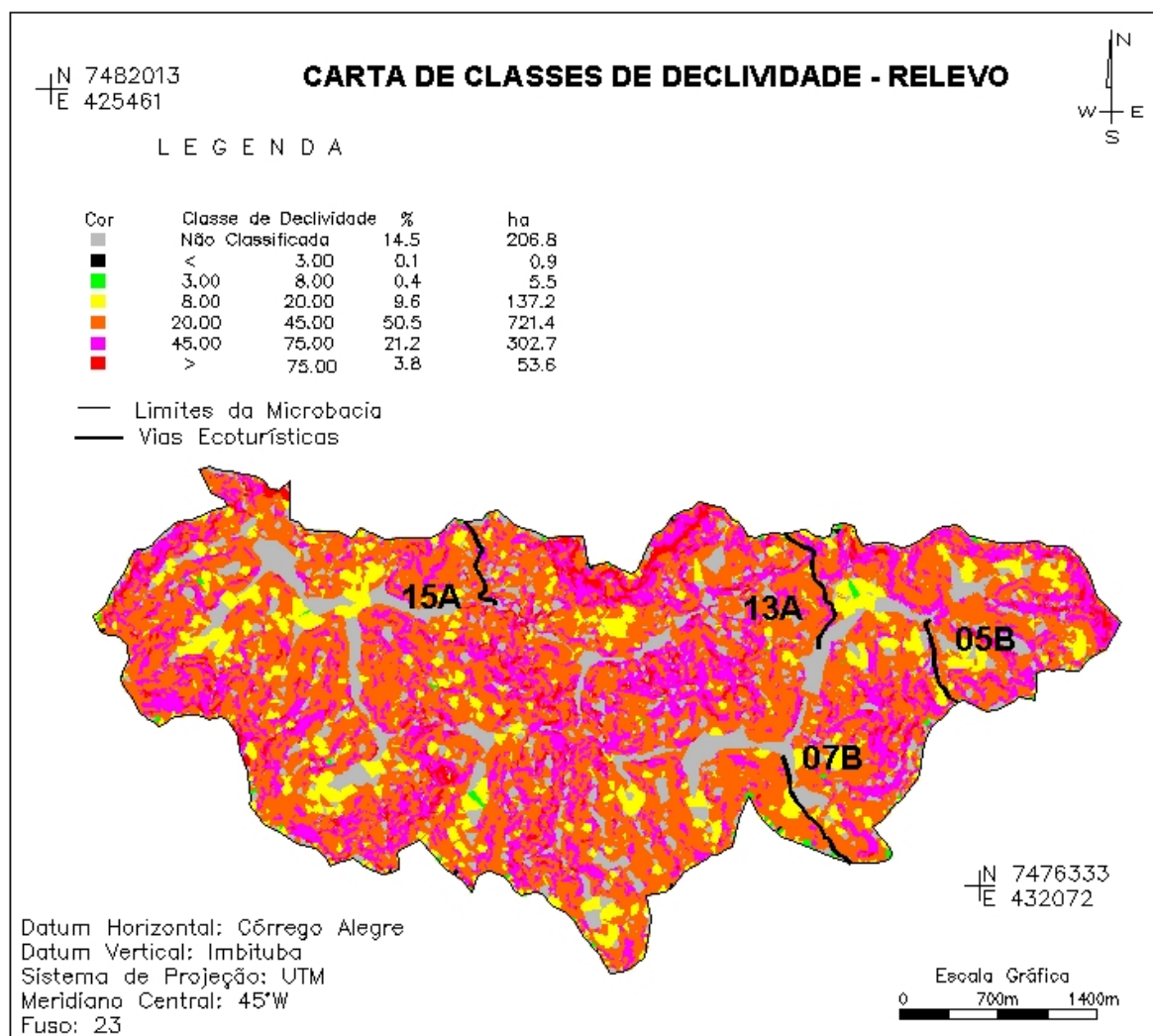


Figura 7-55: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB4

Essa microbacia apresentou resultados similares às demais na classificação de seu relevo para fins de uso da terra (Tabela 7-26). Observando a referida tabela encontramos 52,3ha (3,6%) com declividade que permite enquadrá-los no Grupo "A". Mais da metade da microbacia encontra-se dentro dos Grupos "B" e "C", destacando-se que 812,6ha (56,9%) podem ser incluídos na Classe de Declividade E, que inclui a Classe VI de Uso da Terra. O restante da área, 356,4ha (25,0%) pertence à Classe VII ou à Classe VIII e destes, temos somente 15,7ha (1,1%) com declividade superior a 100%, portanto, considerados como Área de Preservação Permanente (APP). Assim, também essa microbacia, possui em termos de declividade, terras mais adaptadas para formação de pastagens e/ou reflorestamentos.

Tabela 7-26: Classes de declividades da Microbacia 4 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)

Classe	Intervalo %	Classe de Capacidade de Uso da Terra								Área	
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	ha
Não Classificada										14,5	206,8
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X	0,0	0,5
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X	0,1	2,1
C	[5 - 10)			X	X	X	X	X	X	0,7	10,3
D	[10 - 15)				X	X	X	X	X	2,8	39,4
E	[15 - 45)					X	X	X	X	56,9	812,6
F	[45 - 70]						X	X	X	19,9	283,8
G	(70 - 100]						X	X	X	4,0	56,9
G APP	> 100						X	X	X	1,1	15,7
TOTAL										100,0	1428,1

Na Figura 7-56 encontramos a carta de classes de declividade (uso da terra), onde se observa a quase total ausência de terras passíveis de utilização com culturas anuais ou perenes.

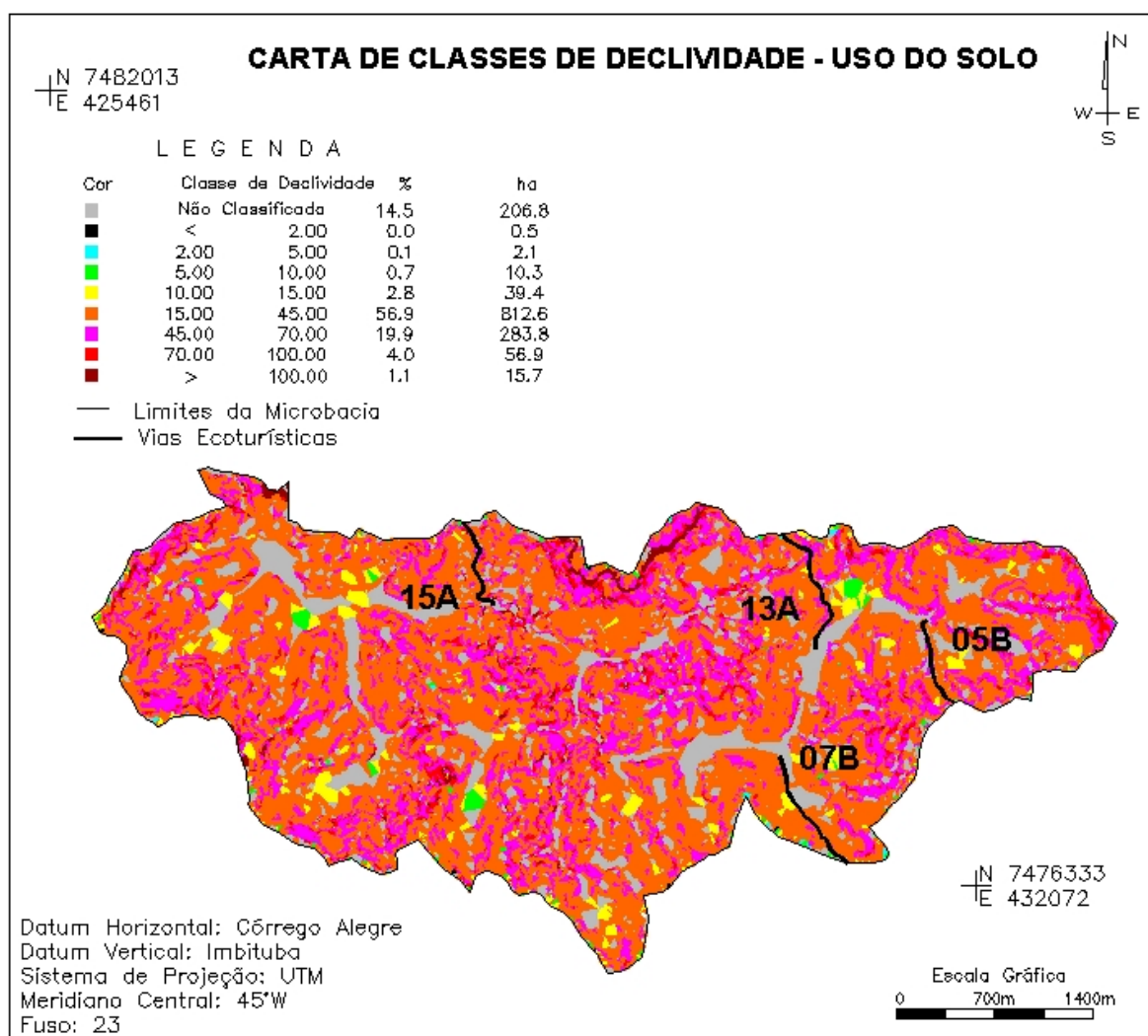


Figura 7-56: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB4

A Tabela 7-27 exhibe os resultados encontrados na classificação das APPs da Microbacia 4, sendo que esta possui cerca de 344,9ha (24,2%) de regiões consideradas como áreas de preservação.

Tabela 7-27: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 4 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro

Descrição	Área	
	%	ha
APP localizada ao longo de cursos d'água e nascentes	23,1	329,2
APP localizada em regiões de declividade superior a 100%	1,1	15,7
TOTAL APP	24,2	344,9
Regiões não consideradas como APP	75,8	1083,2
TOTAL	100,0	1428,1

A Figura 7-57 exibe a respectiva carta de áreas de preservação desta microbacia. Notamos aqui também, que em algumas áreas ocorre quase a sobreposição das faixas de preservação ao longo dos cursos d'água.

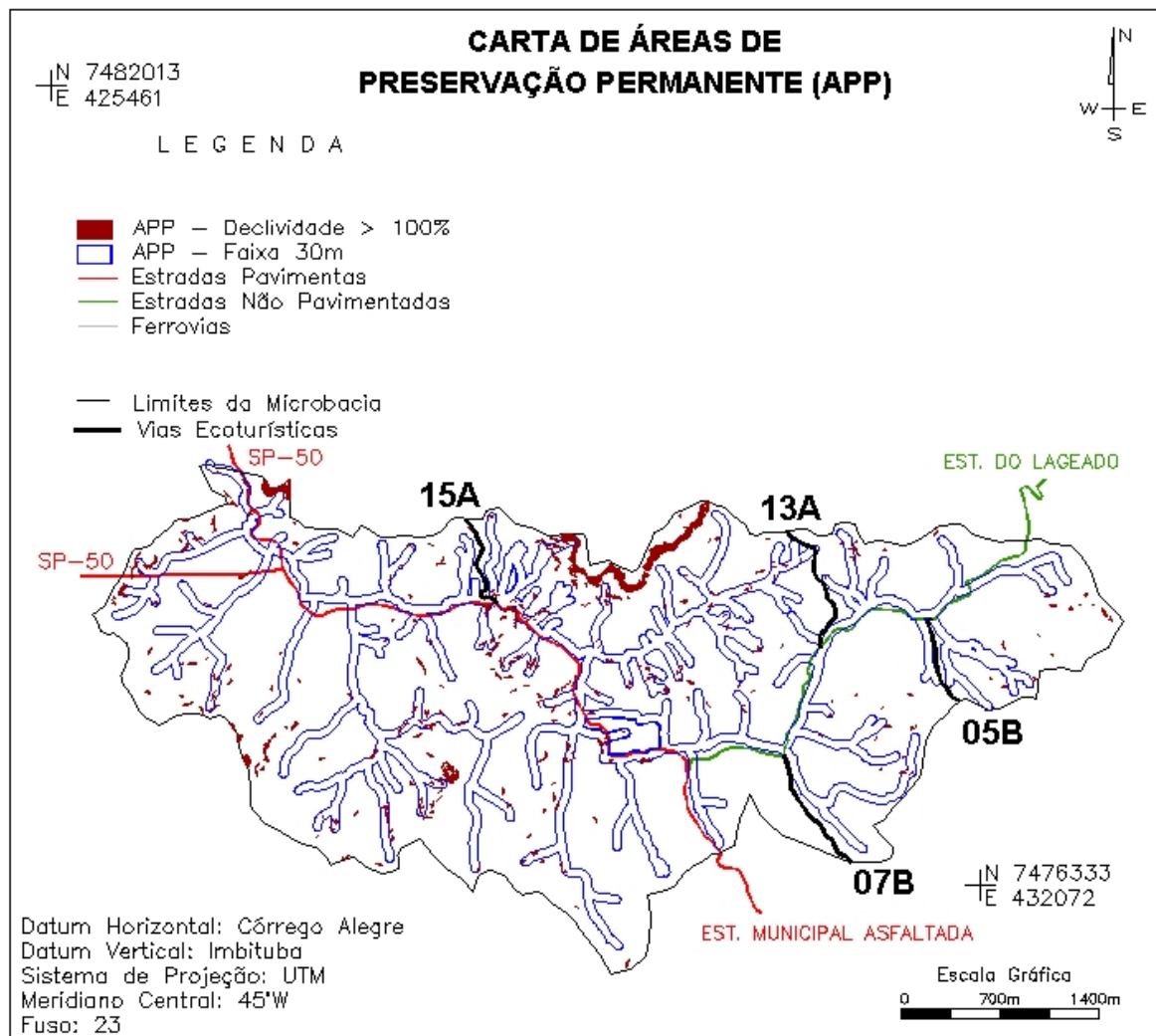


Figura 7-57: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB4

Os resultados da aplicação da EUPS nesta microbacia e a conseqüente identificação de áreas de perdas de solo, encontram-se na Tabela 7-28. Nessa tabela encontramos 174,9ha (12,2%) com perdas de solo inferiores ao limite de tolerância de 12,6t/ha.ano (toda a microbacia pertence a unidade LVA10).

Tabela 7-28: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 4 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)

Descrição	Área	
	%	ha
Regiões de Perda de Solo < Tolerância	12,2	174,9
Regiões de Perda de Solo > Tolerância	87,8	1253,2
TOTAL	100,0	1428,1

A Figura 7-58 exibe a Carta de Expectativa de Perda de Solo da Microbacia 4. Através desta, podemos verificar que as regiões dentro dos limites de tolerância, ocorrem na forma de 21 fragmentos, onde o maior possui 19ha e o menor 2ha. Desta maneira, em termos práticos, não temos na verdade uma área adequada ao uso agropastoril (nas condições em foi aplicada a EUPS).

A solução para essa questão seria aplicar práticas conservacionistas, de maneira a reduzir a perda de solo, possibilitando a reunião desses fragmentos e criando assim, uma área de maior continuidade.

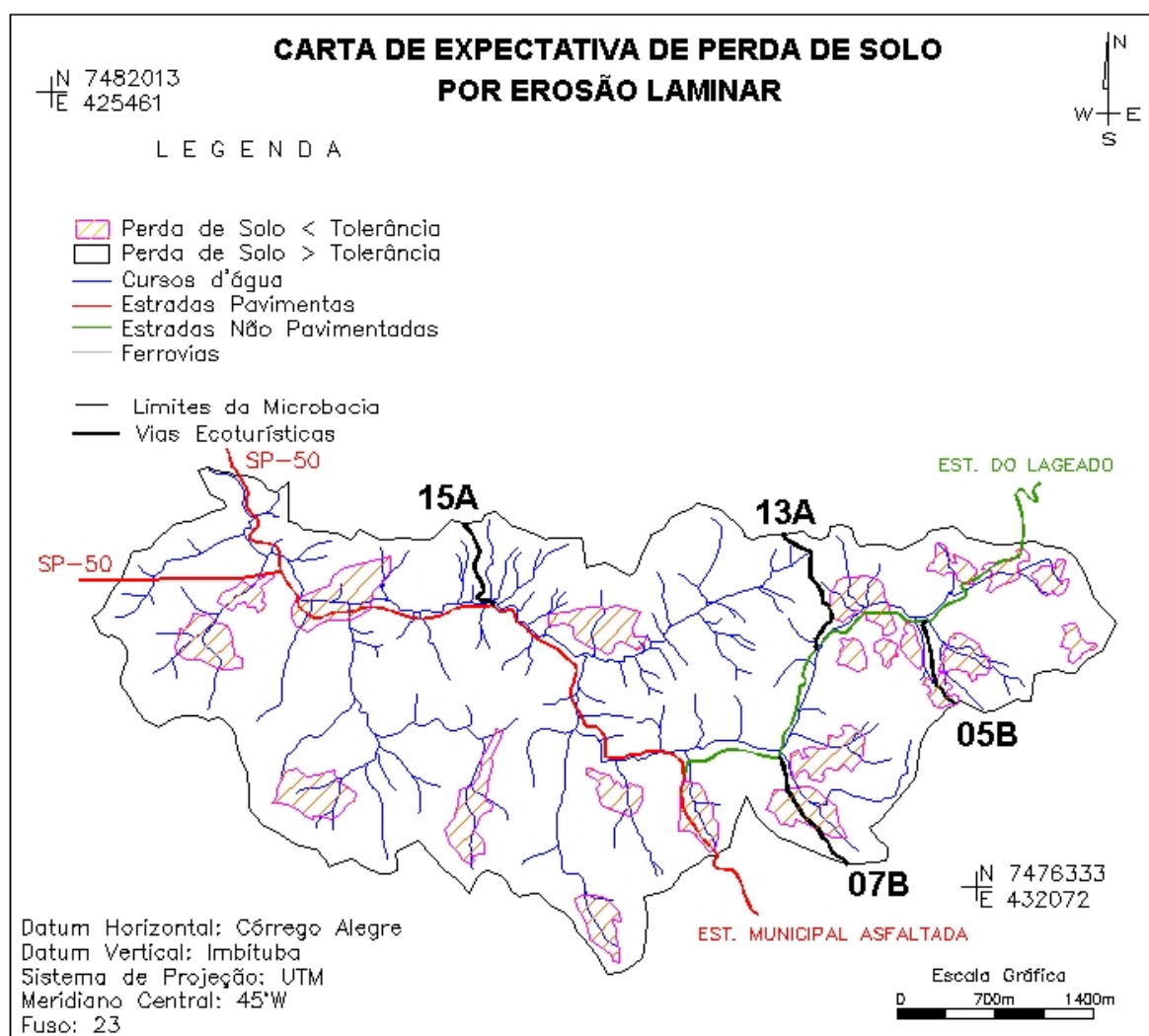


Figura 7-58: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB4

Na Tabela 7-29 exibe os resultados da sobreposição entre as áreas de preservação e as regiões de perda de solo na Microbacia 4.

Tabela 7-29: Resultados do cruzamento das áreas de APP com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 4

Descrição	Área	
	%	ha
APP em regiões com A < T	3,7	53,0
APP em regiões com A > T	20,4	291,9
Regiões não consideradas como APP com A < T	8,5	121,9
Regiões não consideradas como APP com A > T	67,3	961,3
TOTAL	100,0	1428,1

Observando a tabela acima citada, encontramos 20,4% da área total da microbacia, como APPs situadas em região de perda de solo superior a

tolerância. Esses 20,8% correspondem a 84,6% das APPs.

Temos 8,5% da microbacia como região de perda de solo dentro dos limites tolerados e não situada em área de preservação. Esses 8,5% correspondem a 69,7% das regiões de $A < T$.

A Figura 7-59 exhibe a carta de expectativa de perda de solo com as APPs ao longo dos cursos d'água sobrepostas.

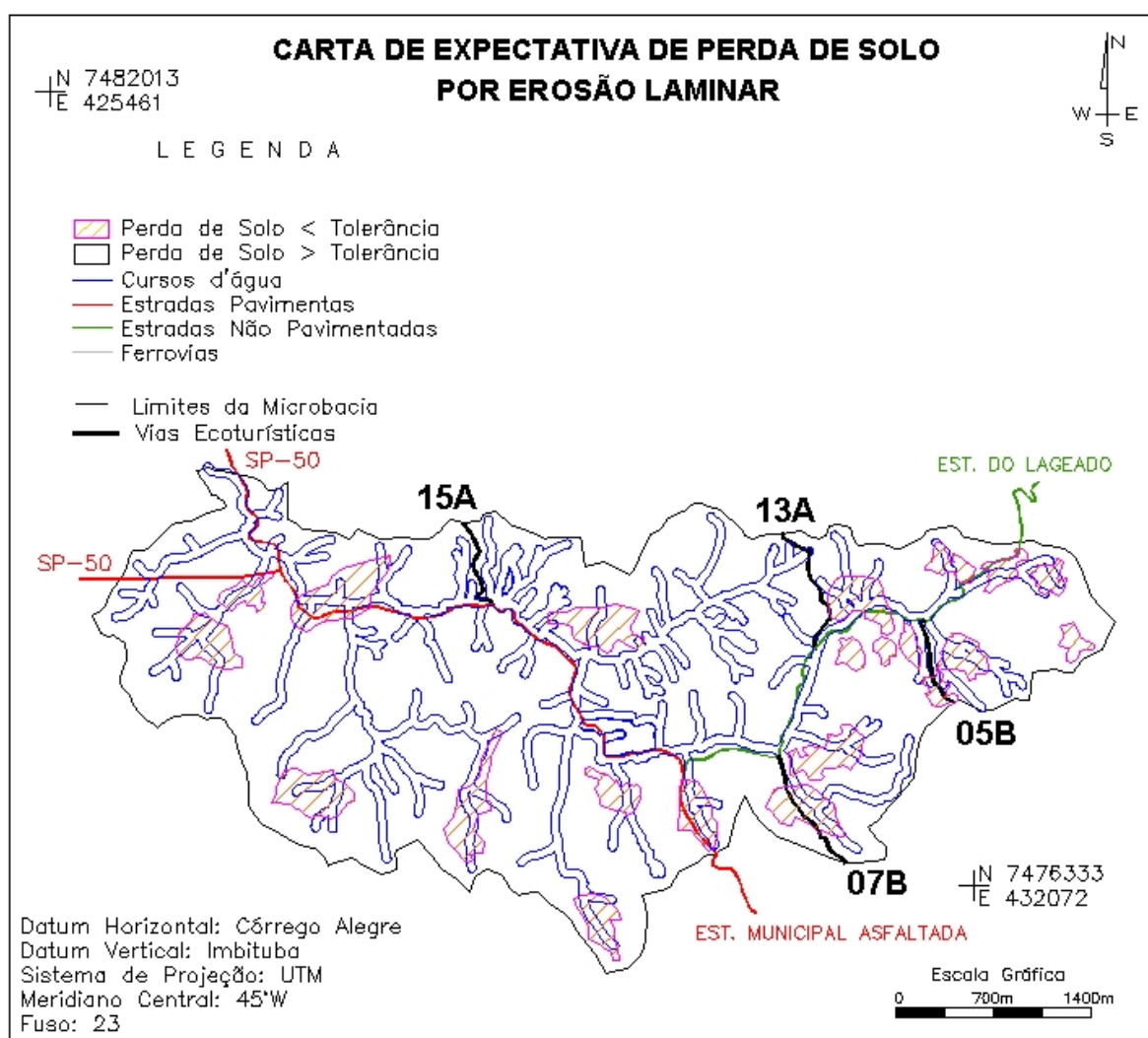


Figura 7-59: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

Na Figura 7-60 exhibe a carta acima citada com um detalhamento maior em sua porção oeste. Na referida figura notamos nas proximidades da Trilha do Tropeiro (15A), uma região de nascentes, com uma sobreposição das faixas de preservação. Também se observa com maior nitidez, que as regiões de perda toleráveis, além de pequenas, têm boa parte de sua área situada em APPs.

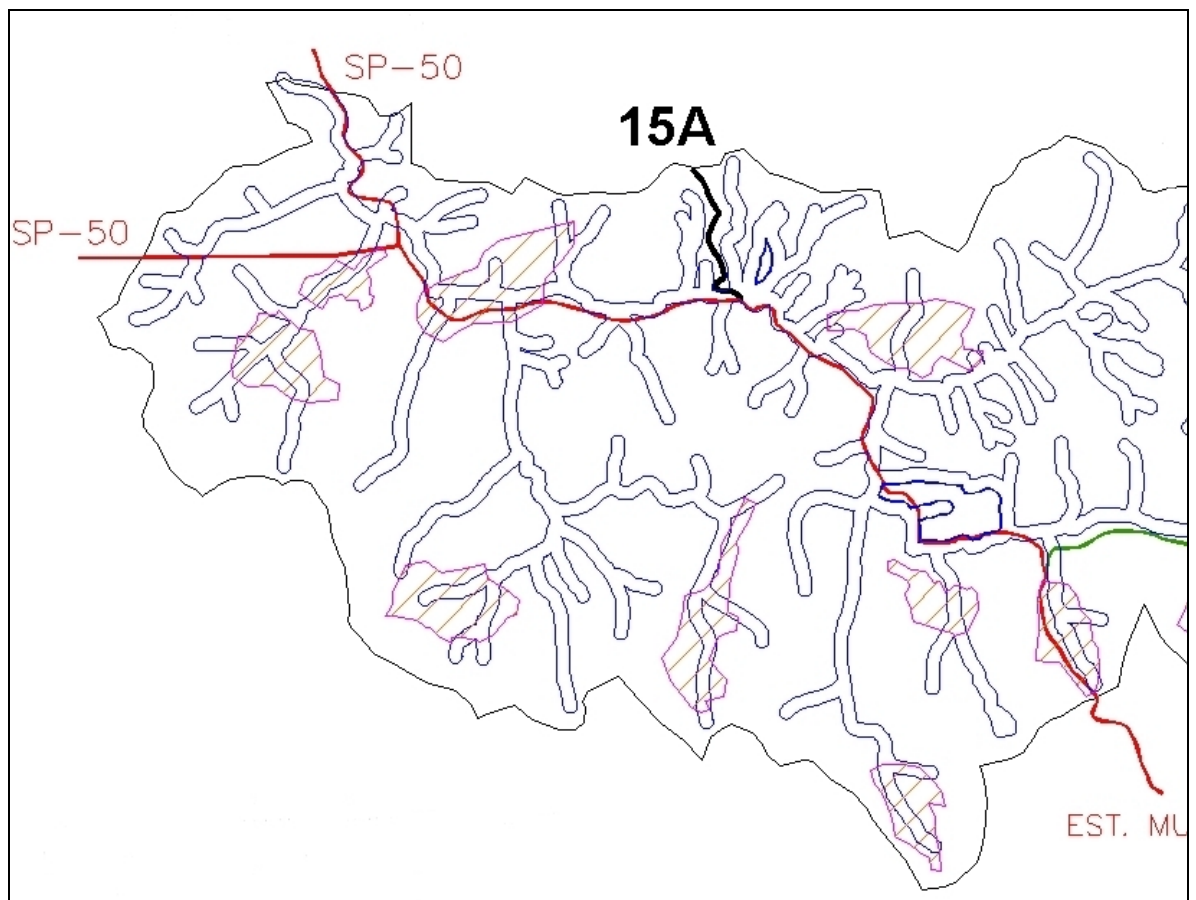


Figura 7-60: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção ocidental)

Na Figura 7-61, encontramos outro detalhamento da carta de expectativa de perda de solo + APPs, abrangendo agora a porção oriental da microbacia. Notamos que entre as vias 13A e 05B, temos alguns fragmentos de regiões de perda de solo toleráveis, talvez esses pequenos fragmentos poderiam ser expandidos de maneira a formar uma área contínua e maior, através da adoção de práticas conservacionistas.

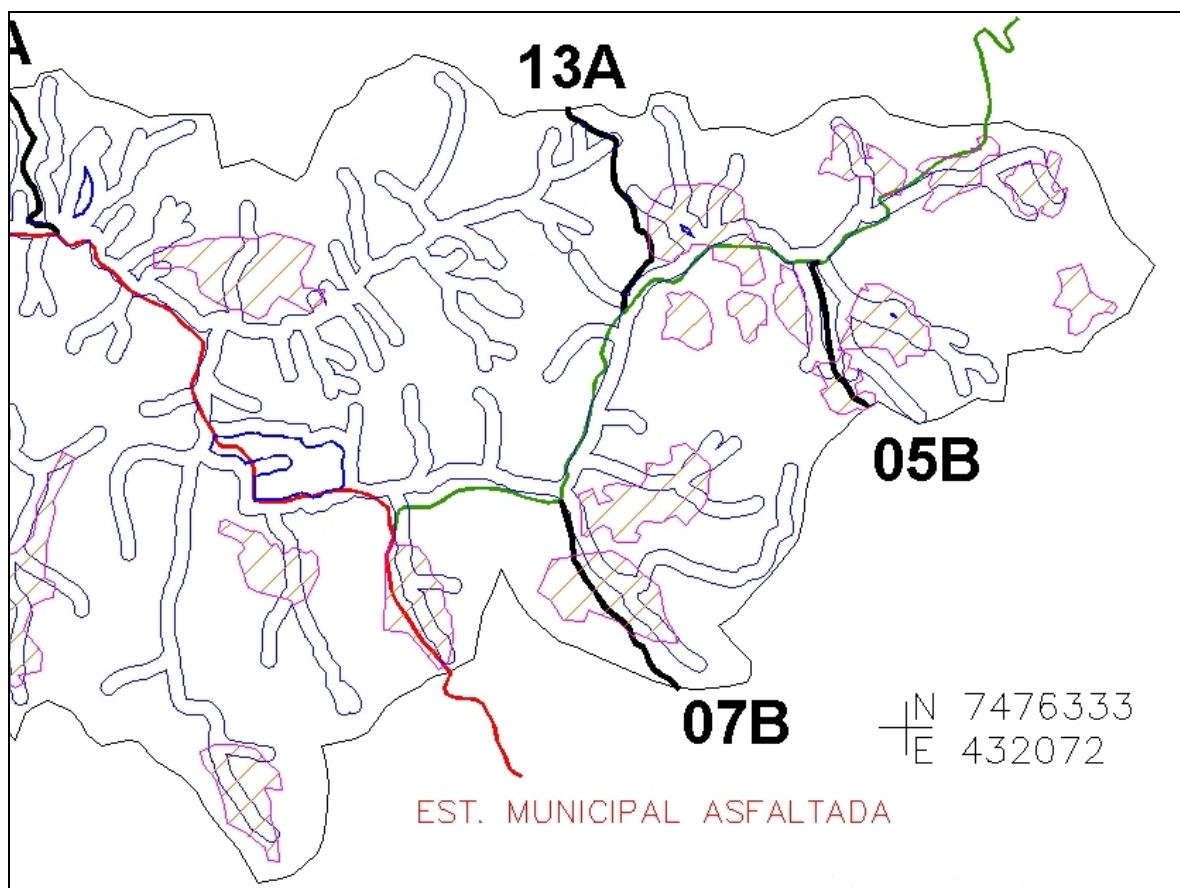


Figura 7-61: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB4 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção oriental)

7.4.5. Microbacia 5

A Microbacia 5 (MB5) possui 3567,2ha, é a maior microbacia da AE, totalizando 42,8% desta. Tem como principais cursos d'água o Córrego do Prata e o Córrego do Pico Agudo; ambos correm no sentido leste/oeste, portanto a maioria de suas vertentes têm face leste ou oeste. É importante destacar também, que nessa microbacia encontra-se um grande número de nascentes em sua porção leste.

Essa microbacia é a mais importante da AE, pois além de ser a maior, abriga a sede do município de Santo Antônio, abrange trechos das mais importantes vias de circulação (SP-46, SP-50, SP-123 e outras) e onze vias ecoturísticas:

- Estrada da Aparecida - 01
- Estrada da Fazenda Serrana - 02
- Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho B - 04B
- Estrada do Barreiro Trecho A - 5A
- Estrada do Boa Vista Trecho A - 6A
- Estrada do Morro Frio Trecho A - 7A
- Estrada do Pico Agudo Trecho A - 8A
- Trilha da Fazenda Renópolis -10
- Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas - 11
- Trilha das Cruzes - 12
- Trilha do Colotário - 14

O relevo desta microbacia segue o padrão das demais, conforme ilustra a Tabela 7-30. Praticamente não possui área de relevo plano (0,1%) e com apenas 8,5% de área com relevo suave ondulado ou ondulado. Predominância de relevo forte ondulado (44,8%), totalizando 80,8% de sua área como forte ondulado, montanhoso ou escarpado.

Tabela 7-30: Classificação do relevo da Microbacia 5 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999)

Relevo	Intervalo	Área	
		%	ha
Não Classificada		10,6	376,5
Plano	< 3	0,1	2,3
Suave Ondulado	[3 - 8)	0,3	11,3
Ondulado	[8 - 20)	8,2	293,2
Forte Ondulado	[20 - 45)	44,8	1597,1
Montanhoso	[45 - 75]	29,7	1060,5
Escarpado	> 75	6,3	226,4
TOTAL		100,0	3567,2

A Figura 7-62 exibe a carta de classes de declividade (relevo) desta microbacia. Nela observamos a ocorrência de três regiões que apresentam algumas manchas de relevo ondulado, uma ao norte, outra ao centro e a última ao sul. As duas primeiras ao longo do Córrego do Prata e a última ao longo do Córrego do Pico Agudo. Como ocorreu em todas as demais microbacias, foram também nessas regiões de topografia mais plana, que a maior parte dos 10,6% das zonas “Não Classificadas” apareceram.

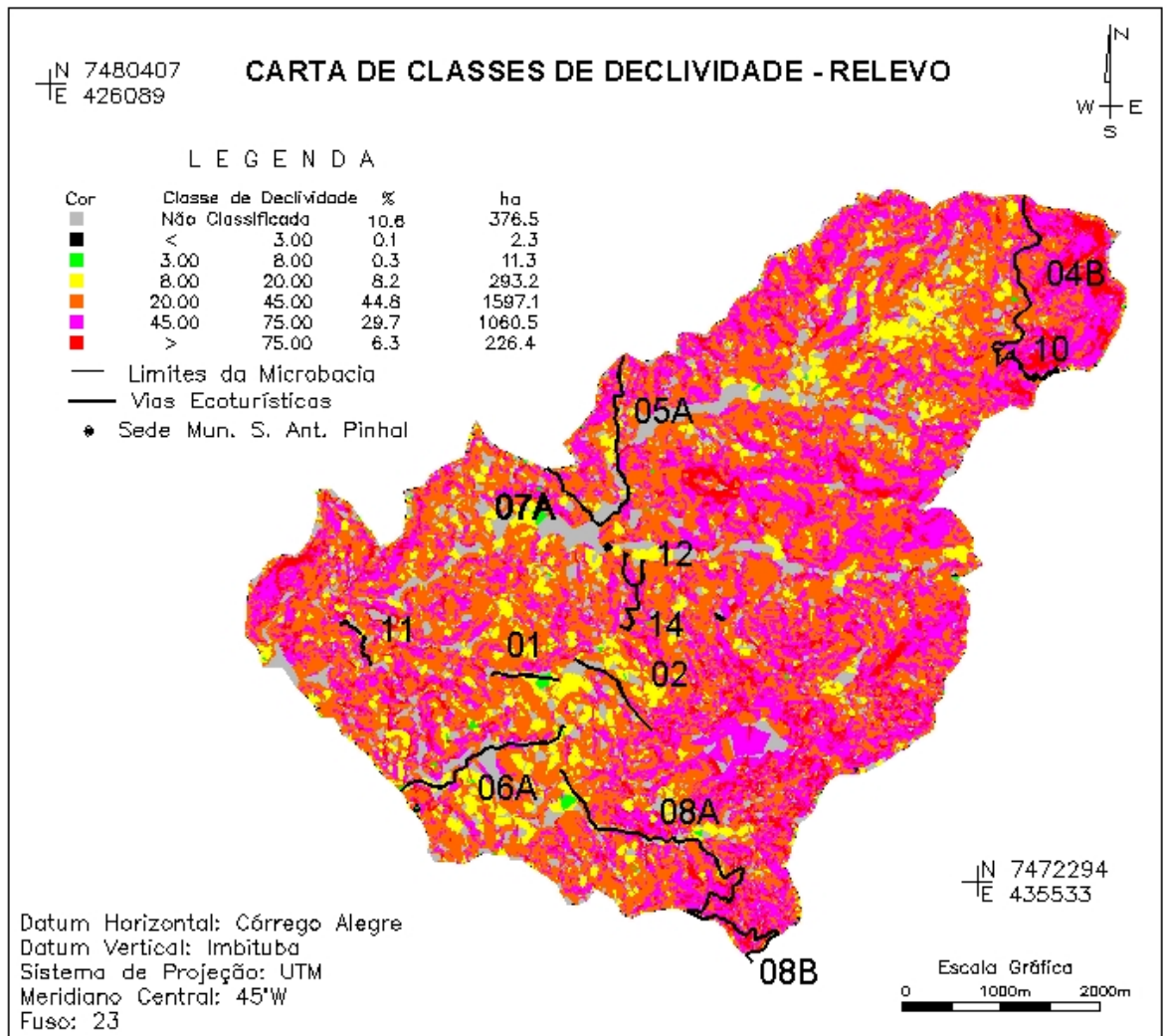


Figura 7-62: Carta de Classes de Declividade (Relevo) da MB5

A distribuição percentual das classes de declividades utilizadas na determinação da capacidade de uso da terra, desta microbacia, encontram-se na Tabela 7-31. Nela verificamos o mesmo padrão das outras microbacias, encontrando somente 121,1ha (3,4%) na Classe de Declividade D (que permite o enquadramento de áreas no Grupo "A" de uso da terra).

A maior parte da microbacia situa-se também, dentro dos Grupos "B" e "C", destacando-se que 1782,6ha (50,0%) pertencem exclusivamente à Classe de Declividade E, que possibilita a inclusão das áreas na Classe VI de Uso da Terra. No remanescente das áreas, temos 1286,7ha (36,0%) pertencente à Classe VII ou à Classe VIII. Sendo que destes, somente 51,9ha (1,5%) são considerados como APPs, devido a declividade superior a 100%.

Tabela 7-31: Classes de declividades da Microbacia 5 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)

Classe	Intervalo %	Classe de Capacidade de Uso da Terra								Área	
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	ha
Não Classificada										10,6	376,5
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X	0,0	1,3
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X	0,1	2,5
C	[5 - 10)			X	X	X	X	X	X	0,8	27,1
D	[10 - 15)				X	X	X	X	X	2,5	90,2
E	[15 - 45)					X	X	X	X	50,0	1782,6
F	[45 - 70]						X	X	X	27,3	976,9
G	(70 - 100]						X	X	X	7,2	257,9
G APP	> 100						X	X	X	1,5	51,9
TOTAL										100,0	3567,2

Na Figura 7-63 encontramos a carta de classes de declividade (uso da terra) da microbacia, onde verificamos a pouca ocorrência das Classes de Declividade C e D e a predominância da Classe E. Desta maneira, essa microbacia, assim como as demais e em termos de declividade, possui terras mais adaptadas para formação de pastagens e/ou reflorestamentos.

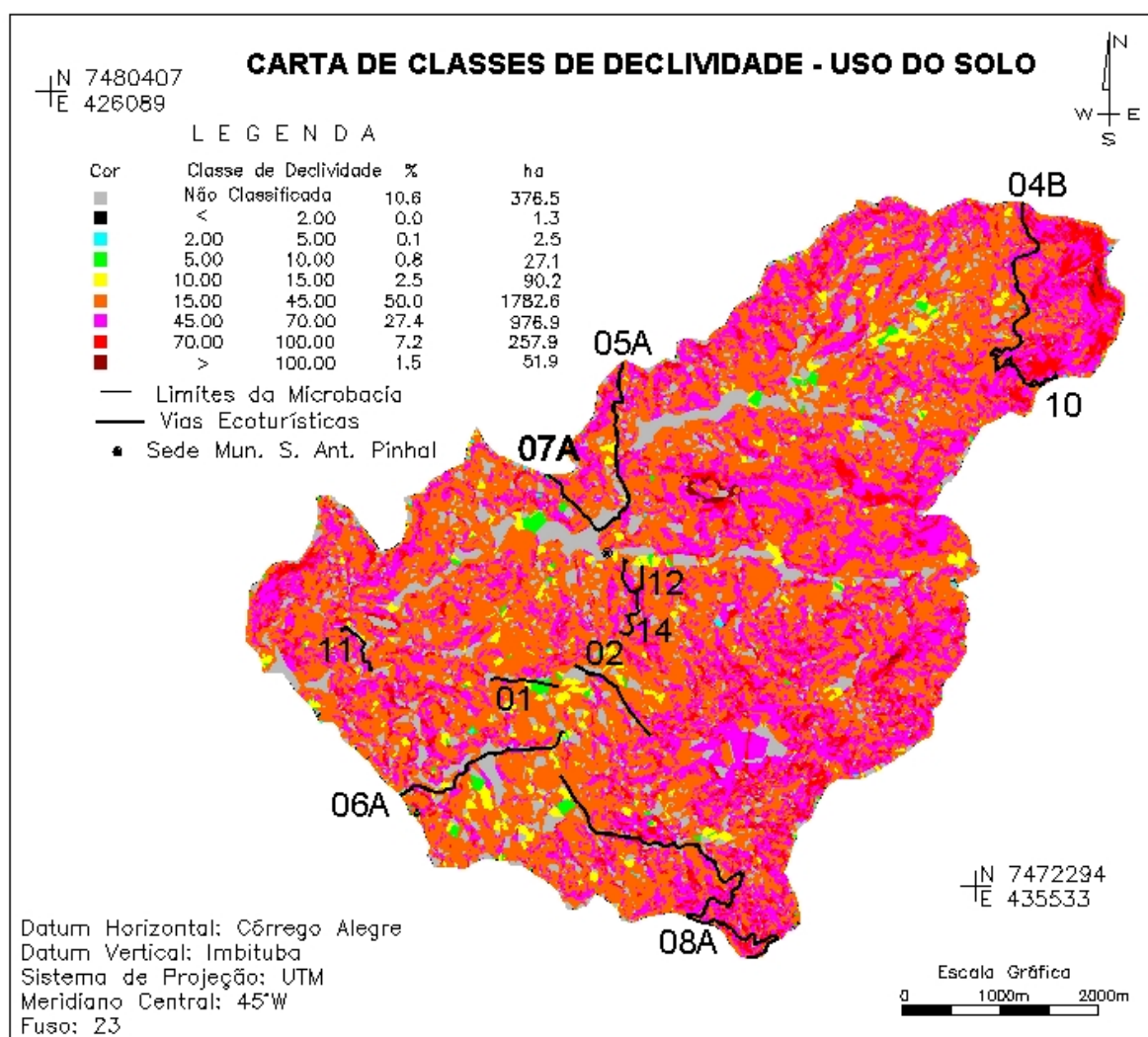


Figura 7-63: Carta de Classes de Declividade (Uso da Terra) da MB5

Na Tabela 7-32 encontramos 827,8ha (23,2%) classificados como Áreas de Preservação Permanente (APP). O valor percentual de APPs da Microbacia 5 segue o mesmo padrão das outras microbacias.

Tabela 7-32: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 5 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro

Descrição	Área	
	%	ha
APP localizada ao longo de cursos d'água e nascentes	21,8	775,9
APP localizada em regiões de declividade superior a 100%	1,5	51,9
TOTAL APP	23,2	827,8
Regiões não consideradas como APP	76,8	2739,4
TOTAL	100,0	3567,2

A Figura 7-64 exibe a carta de áreas de preservação permanente da Microbacia 5.

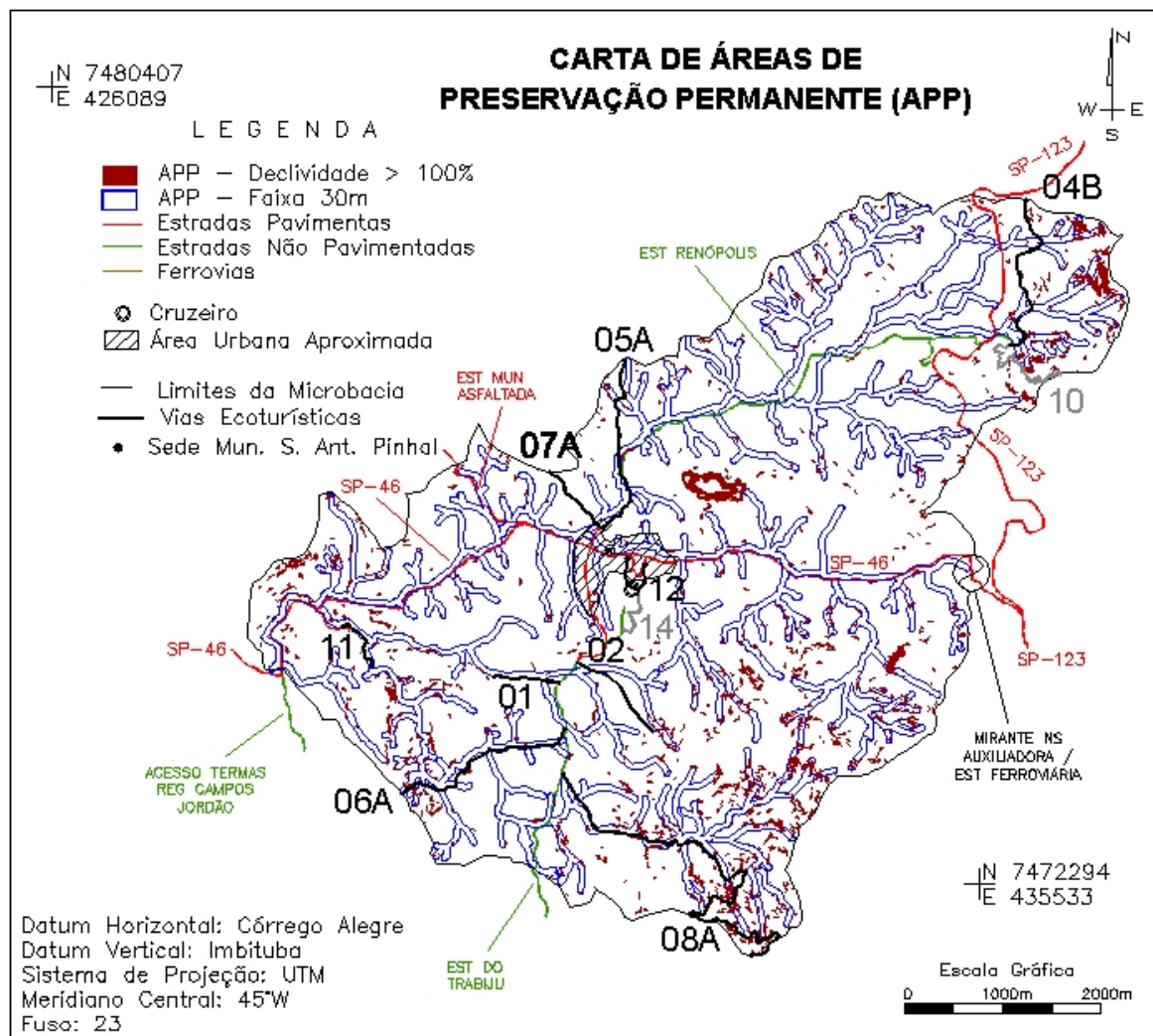


Figura 7-64: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB5

A Figura 7-65 exibe em detalhe o norte da carta de APP, onde verifica-se um trecho da Trilha do Alto Lageado (04B), a Trilha da Fazenda Renópolis (10) e os dois acessos à essas vias: a SP-123 e a Estrada Renópolis. Também nota-se no extremo oeste regiões com declividade acima de 100% (manchas em vermelho escuro). Essa região no extremo oeste, possui várias nascentes, principalmente a área situada no final da Trilha do Alto Lageado, logo acima da Trilha da Fazenda Renópolis.

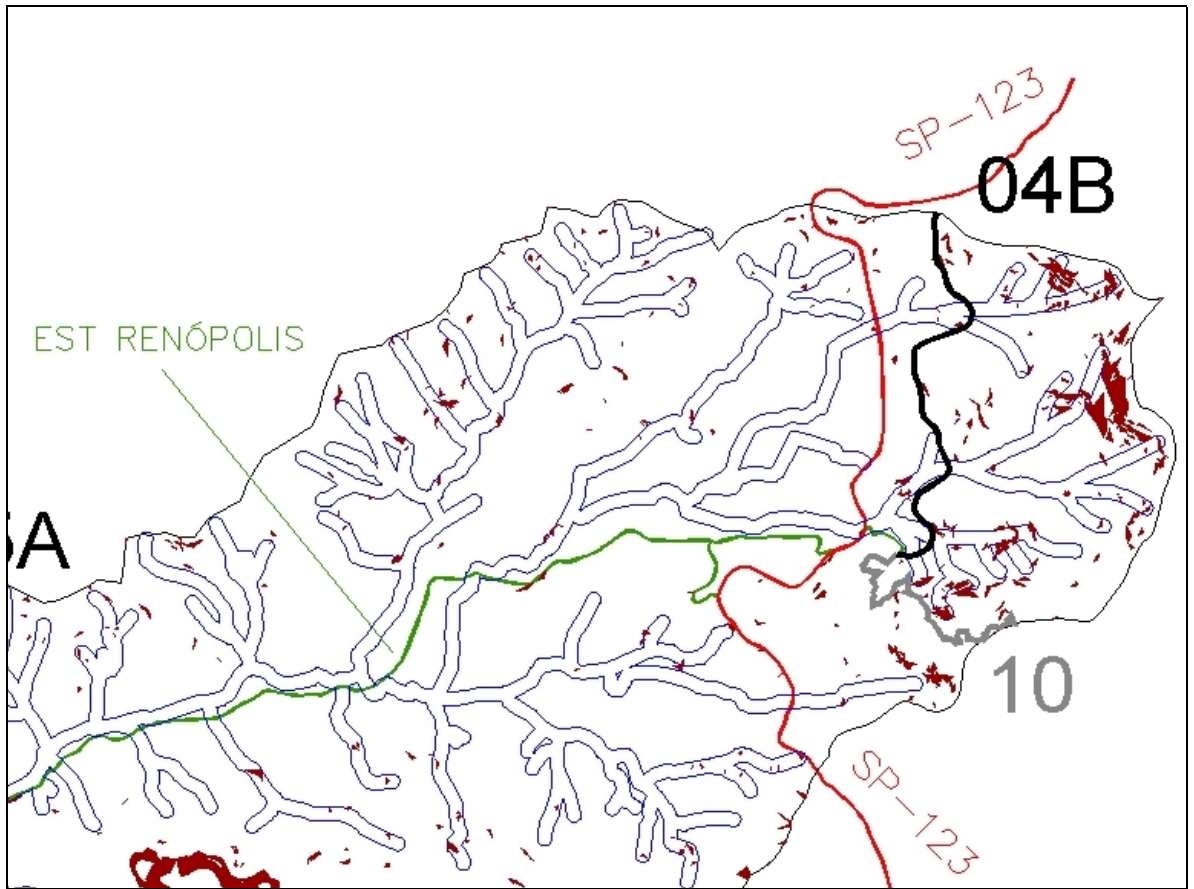


Figura 7-65: Detalhe norte da Carta de APPs da MB5

A Figura 7-66 exhibe outro detalhe da carta de APP, à leste, onde verifica-se a localização do Mirante Nossa Senhora Auxiliadora e da Estação Ferroviária “Eugênio Lefèvre” juntos à SP-46 que leva a Santo Antônio do Pinhal.

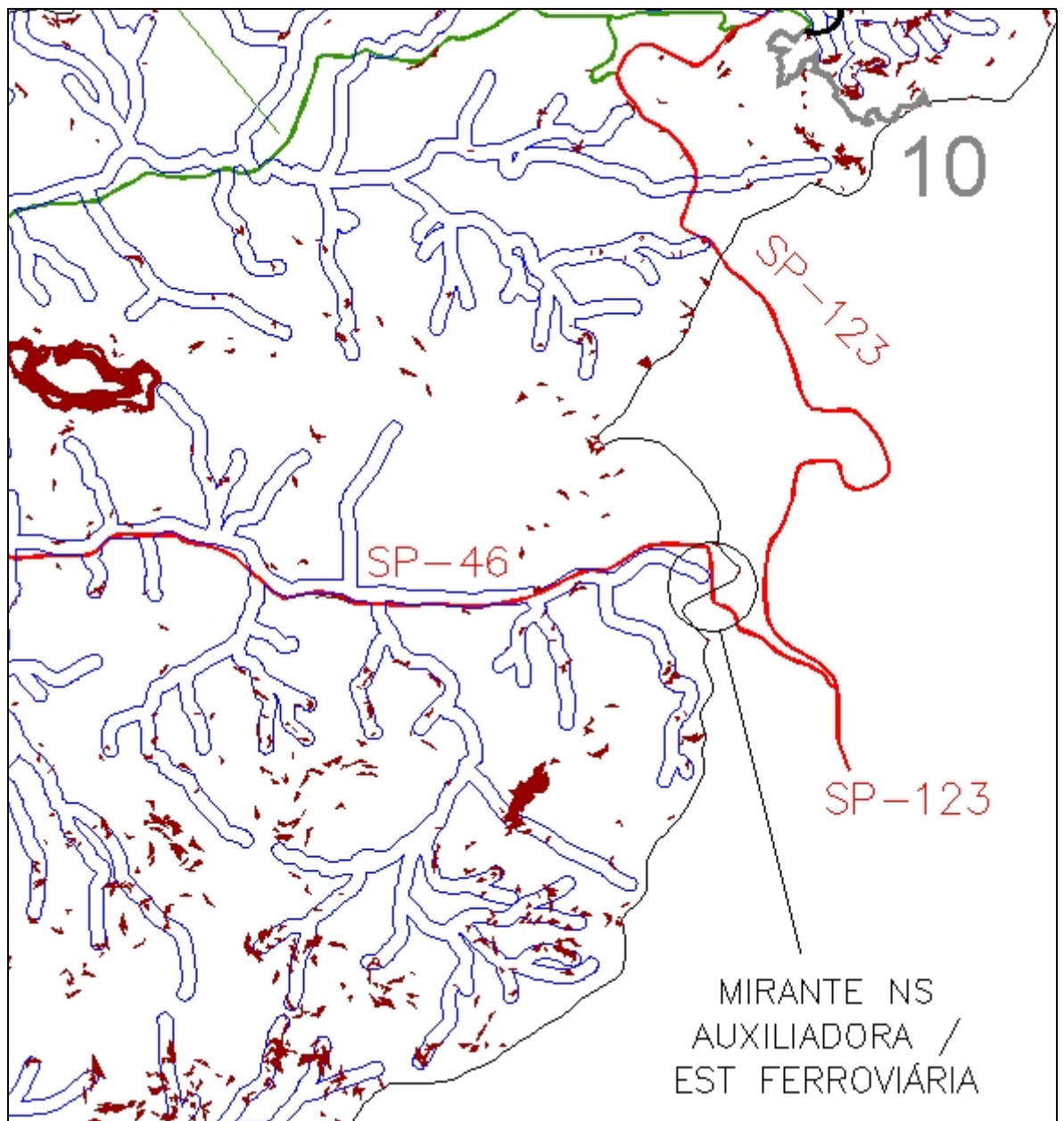


Figura 7-66: Detalhe leste da Carta de APPs da MB 5

A Figura 7-67 exibe detalhe da porção sudeste da carta de APPs, onde podemos verificar a localização da Estrada do Pico Agudo (08A), dentre outras vias.

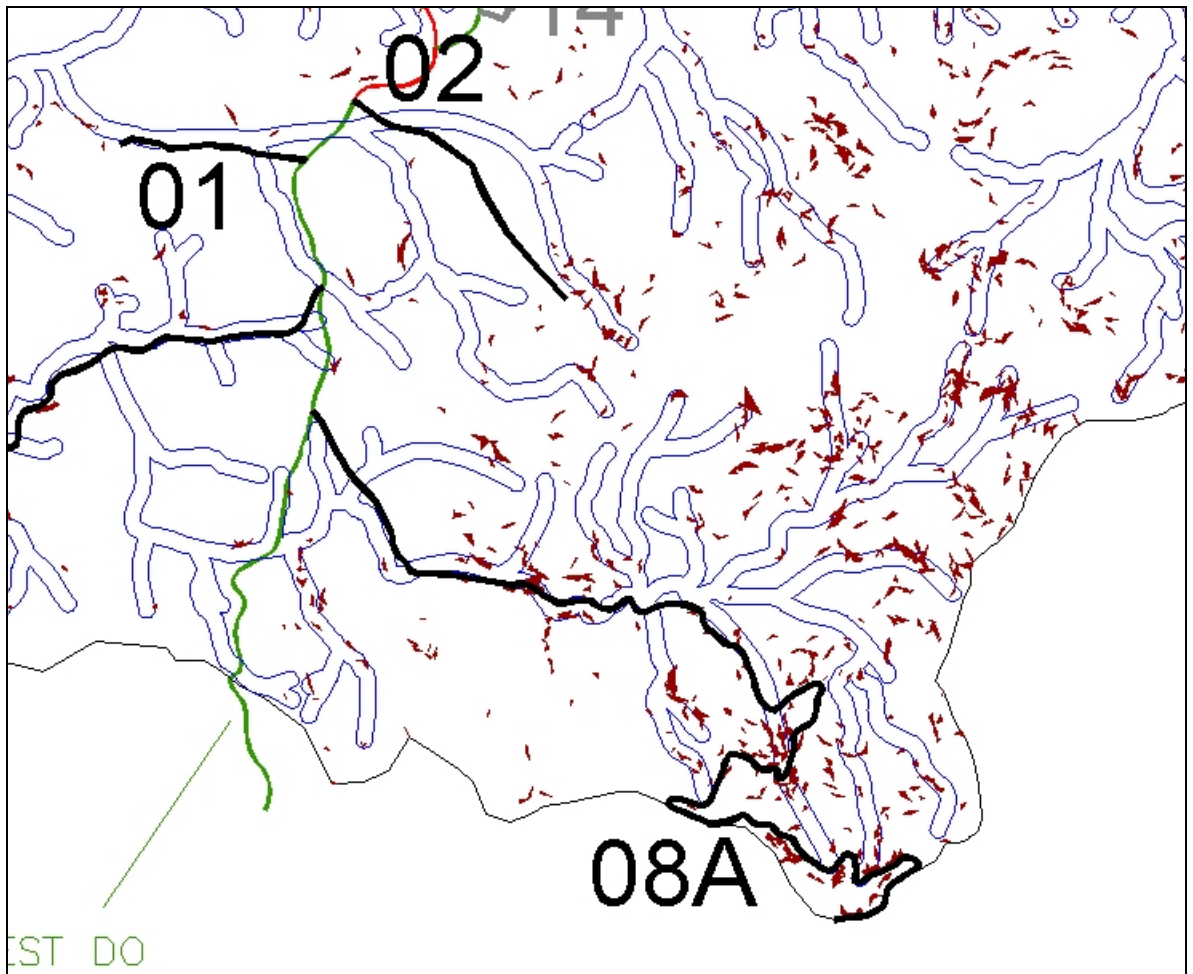


Figura 7-67: Detalhe sudeste da Carta de APPs da MB5

A Figura 7-68 exibe outro detalhe da carta de APP, agora da porção sudoeste da microbacia. Podemos verificar várias vias ecoturísticas e manchas de declividade superior a 100% ao sul e a oeste.

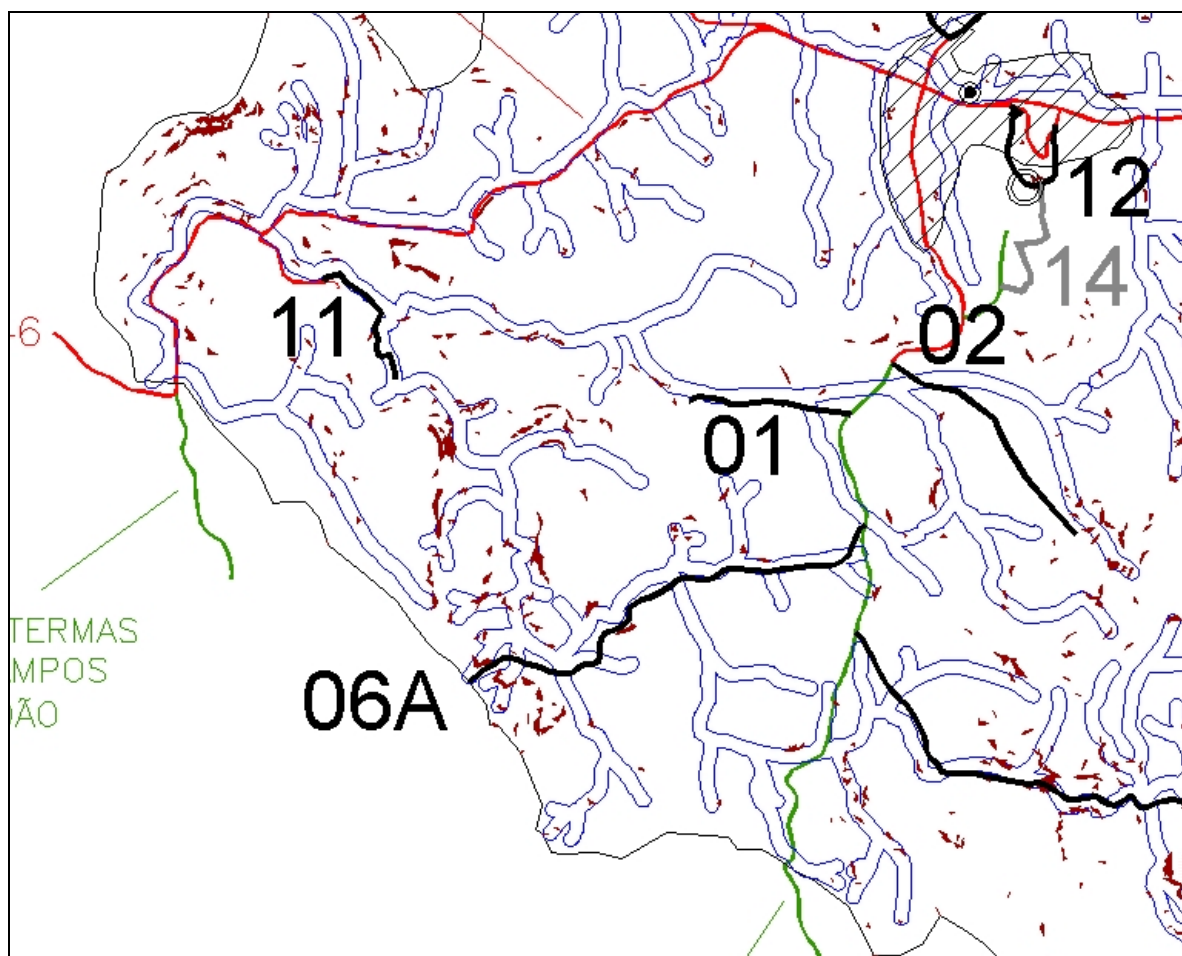


Figura 7-68: Detalhe sudoeste da Carta de APPs da MB5

A Figura 7-69 exibe a porção norte-centro da carta de APP da Microbacia 5, onde visualizamos a área urbanizada (hachurada), a Estrada do Barreiro (05A) e a Estrada do Morro Frio (07A). Também notamos a leste da figura, uma região com declividade acima de 100% na forma de uma elipse, que com certeza deve servir de nascente para afluentes do Córrego da Prata, que corta a cidade.

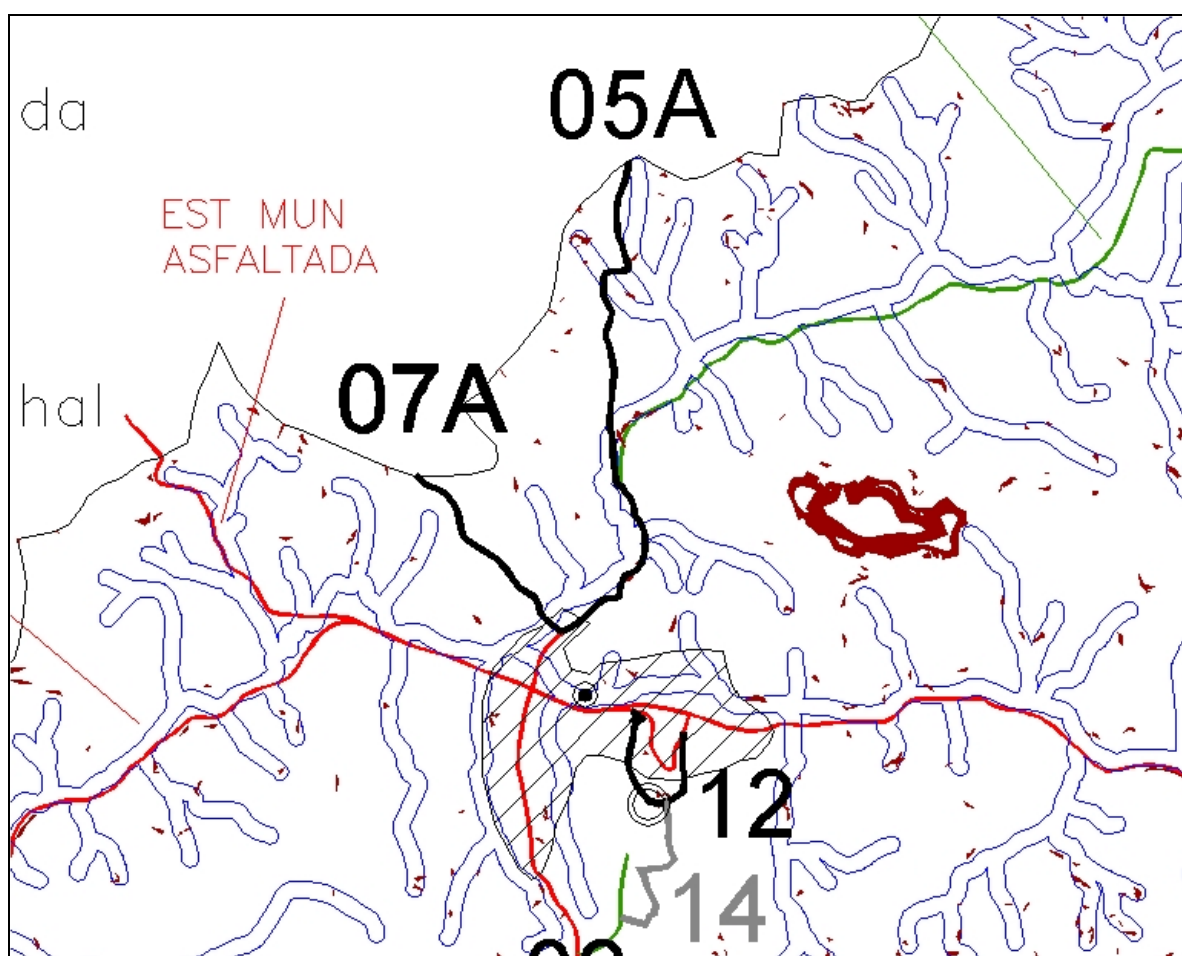


Figura 7-69: Detalhe da Carta de APPs da MB5 que abrange a área urbanizada e arredores

A Microbacia 5 abrange três unidades de mapeamento de solos, cada uma com os seus respectivos limites: CH1 (9,6t/ha.ano), LVA10 (12,6t/ha.ano) e PVA63 (7,9t/ha.ano). A unidade CH1 ocupa uma porção bem pequena da microbacia, a leste e na região urbanizada. A unidade PVA63 ocupa uma área maior, a leste e ao norte e a unidade LVA10 ocupa a maior parte da microbacia. A Tabela 7-33 exhibe os resultados encontrados na delimitação das áreas de perda de solo toleráveis mediante a aplicação da EUPS.

Tabela 7-33: Regiões de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 5 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)

Descrição	Área	
	%	ha
Regiões de Perda de Solo < Tolerância	10,0	357,6
Regiões de Perda de Solo > Tolerância	90,0	3209,6
TOTAL	100,0	3567,2

Conforme ilustra a referida tabela, encontramos 357,6ha (10,0%) da microbacia, dentro dos limites de tolerância de perda das diferentes unidade de mapeamento e nas condições em foi aplicaca a EUPS.

A Figura 7-70 exhibe a Carta de Expectativa de Perda de Solo, onde podemos visualizar dois locais principais que têm a perda de solo dentro dos limites toleráveis. O primeiro local, situa-se ao norte da microbacia e outro, um pouco maior, ao sul. Temos alguns outros fragmentos de regiões de perdas permissíveis, sendo um deles localizado próxima a área urbanizada.

As regiões acima citadas, são regiões situadas em sua maioria, em área de Latossolo (LVA10) e também, como nas demais microbacias, são locais próximos a cursos d'água, portanto de topografia mais amena.

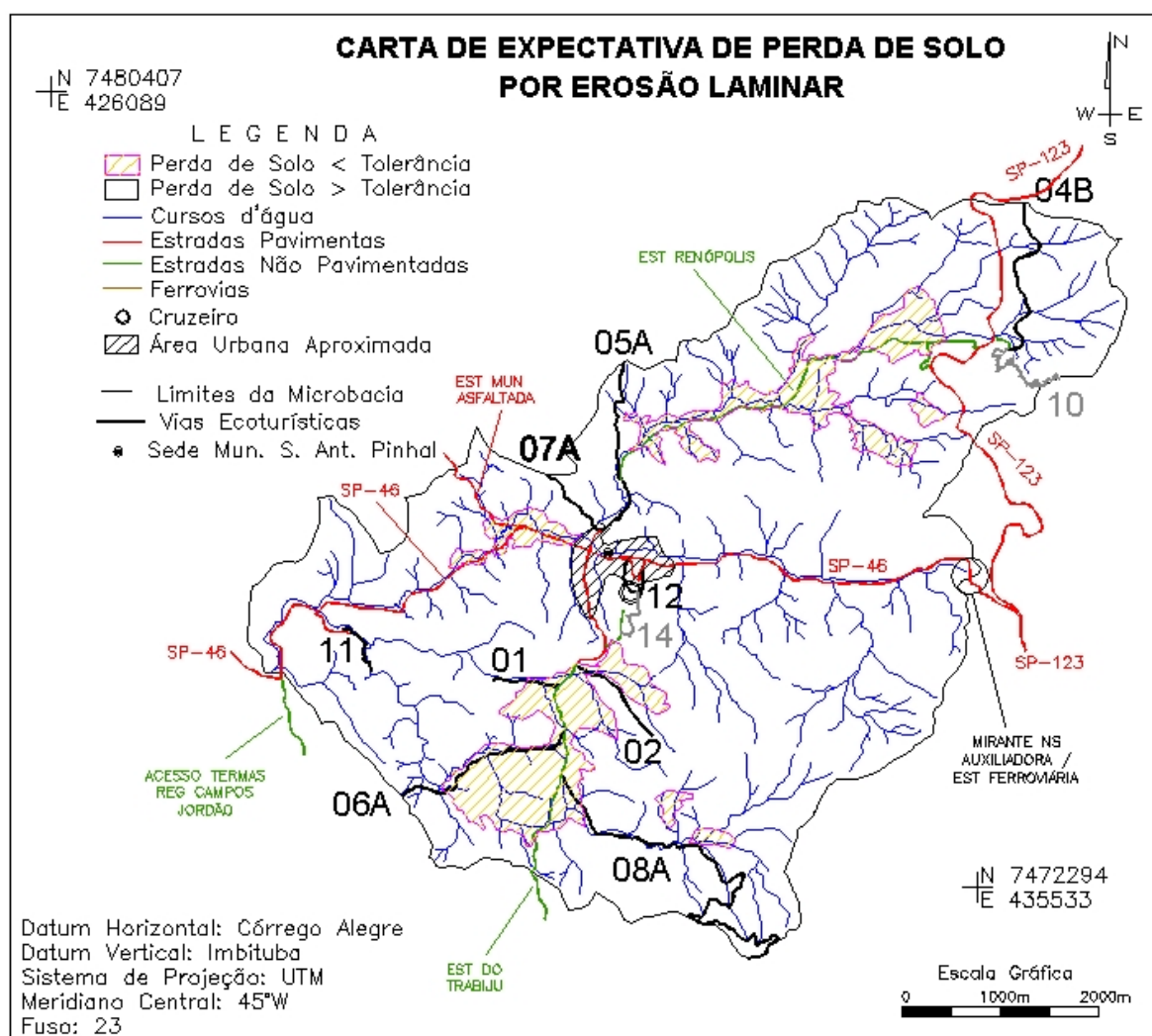


Figura 7-70: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB5

Na Tabela 7-34 encontramos os resultados do cruzamento das regiões de perda de solo,, com as áreas de preservação permanente.

Tabela 7-34: Resultados do cruzamento das áreas de APP com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 5

Descrição	Área	
	%	ha
APP em regiões com A < T	3,5	124,9
APP em regiões com A > T	19,7	702,9
Regiões não consideradas como APP com A < T	6,5	232,8
Regiões não consideradas como APP com A > T	70,3	2506,6
TOTAL	100,0	3567,2

Conforme nos indica a tabela acima citada, encontramos 19,7% da área total da Microbacia 5, como APPs situadas em região de perda de solo superior a tolerância. Esses 19,7% correspondem a 84,9% do total das APPs.

Também encontramos 6,5% da microbacia como região de perda de solo dentro dos limites tolerados e não situada em área de preservação. Esses 6,5% correspondem a 65,1% do total das regiões de A < T.

A Figura 7-71 exibe a carta de expectativa de perda de solo sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água.

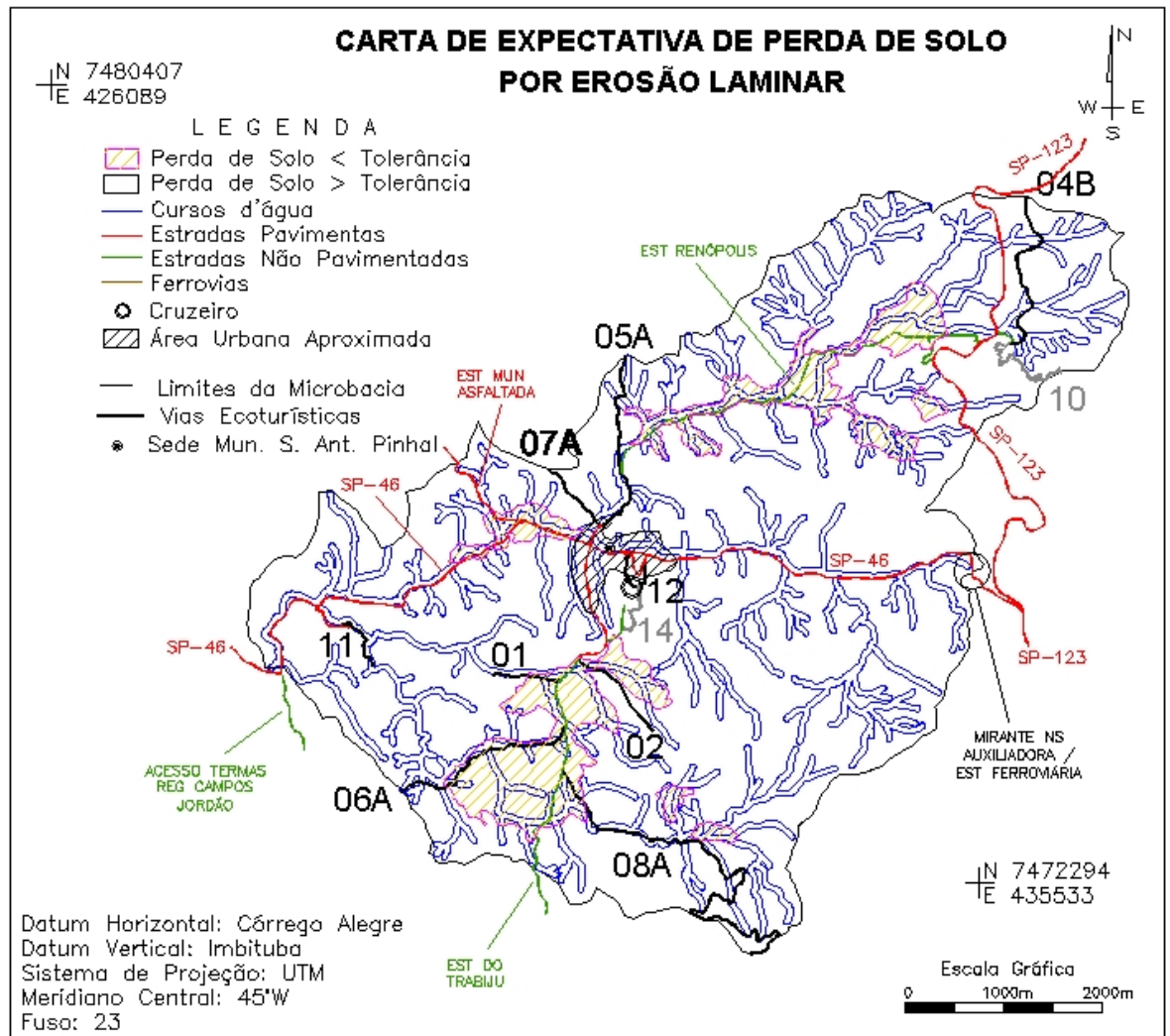


Figura 7-71: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

A Figura 7-72 exhibe um detalhe da carta acima citada, onde se observa as regiões de expectativa de perda de solo permissível (hachuradas em amarelo) e as APPs (em azul), situadas ao longo da estrada Renópolis (norte da microbacia).

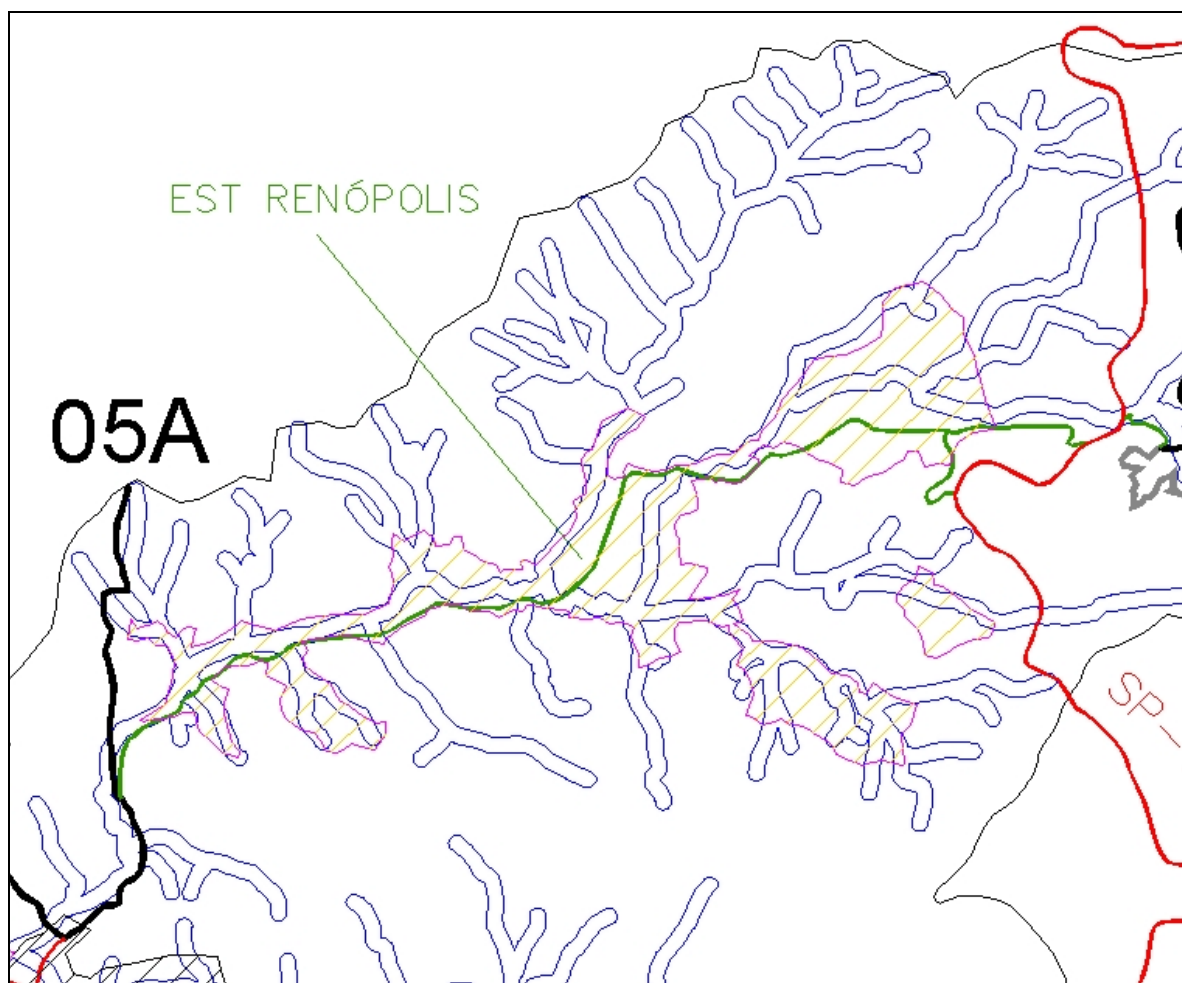


Figura 7-72: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção norte)

A Figura 7-73 exibe outro detalhe da referida carta, agora abrangendo a área urbanizada e o sul da microbacia. Notamos que área de perda tolerável nessa região é um pouco maior do que da figura acima. Porém, como ocorre com todas as microbacias da AE, as regiões de perdas permissíveis têm boa parte de sua área abrangida por APPs, visto que sempre ocorrem próximas a cursos d'água devido a topografia mais amena.

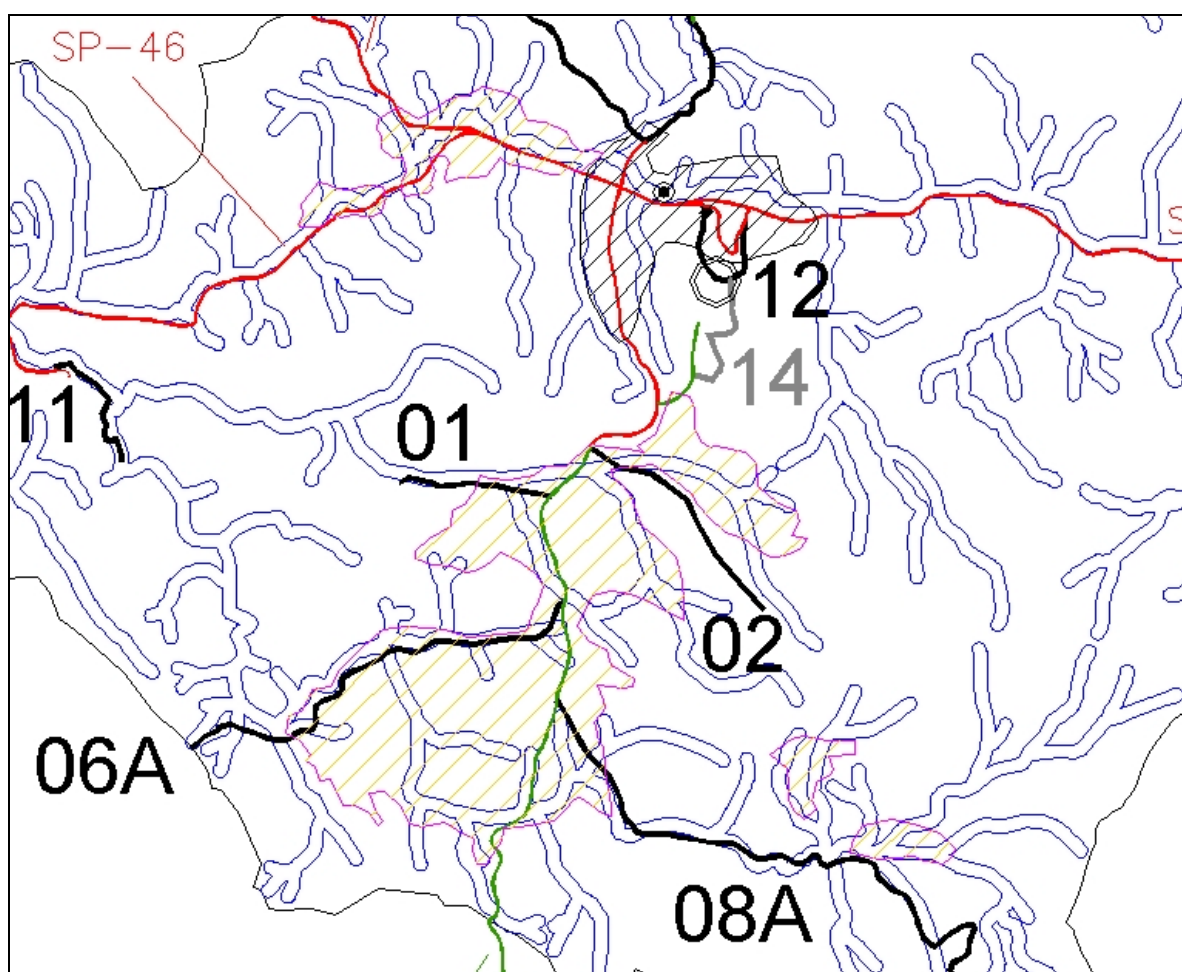


Figura 7-73: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB5 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água (porção centro-sul)

7.4.6. Microbacia 6

A Microbacia 6 (MB6) possui 1085,1ha, ocupando 13,0% da AE. Possui como principal curso d'água, o Córrego Boa Vista, que corre no sentido sudeste/noroeste, portanto a maioria de suas vertentes têm face nessas direções.

Na MB6 encontramos somente a Estrada do Trabiju e duas vias classificadas como ecoturísticas: Estrada do Boa Vista Trecho B - 6B e Estrada do Pico Agudo Trecho B - 8B

O relevo desta microbacia segue o padrão das demais, conforme ilustra a Tabela 7-35. Temos a predominância de relevo forte ondulado (43,0%), totalizando 81,9% da microbacia como forte ondulado, montanhoso ou escarpado. Também, praticamente, não possui relevo plano (0,3%) e tem apenas 6,3% da área classificada como relevo suave ondulado ou ondulado.

Tabela 7-35: Classificação do relevo da Microbacia 6 de acordo com as classes de declividades conforme prescreve o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999)

Relevo	Intervalo %	Área	
		%	ha
Não Classificada		11,6	126,3
Plano	< 3	0,1	1,0
Suave Ondulado	[3 - 8)	0,3	3,5
Ondulado	[8 - 20)	6,0	65,2
Forte Ondulado	[20 - 45)	43,0	467,1
Montanhoso	[45 - 75]	31,0	336,8
Escarpado	> 75	7,9	85,2
TOTAL		100,0	1085,1

Na Figura 7-74 encontramos a distribuição geográfica dessas classes de declividade na microbacia. Na Carta de Classes de Declividade - Relevo, identificamos três áreas principais de relevo ondulado, uma na porção centro-norte da microbacia e as outras à noroeste, próximas a Estrada do Boa Vista (06B) e ao longo do vale do córrego honônimo. Como nas demais microbacias, é também nessa região de relevo mais ameno que encontramos a maior parte dos 11,6% das chamadas zonas “Não Classificadas”.

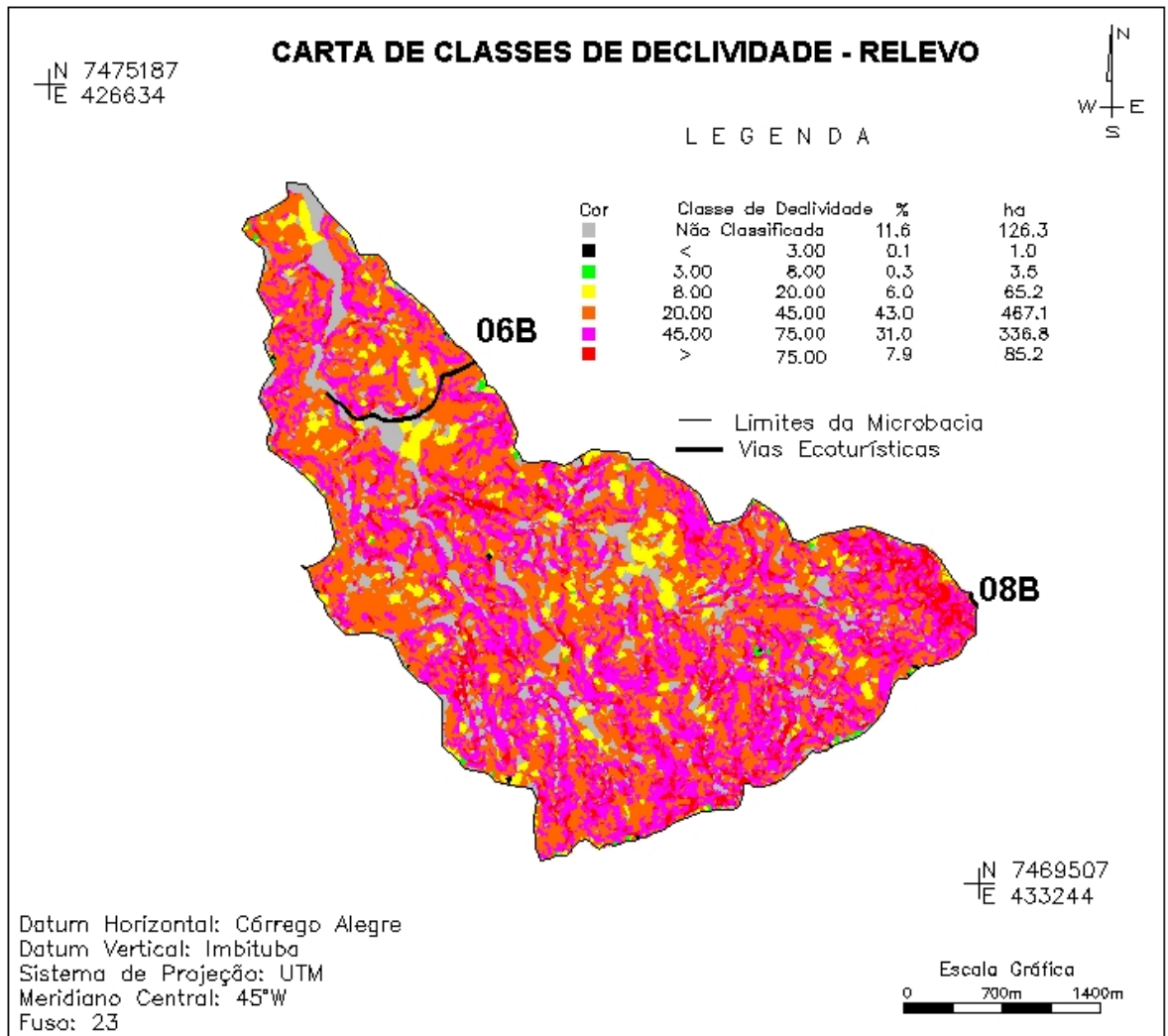


Figura 7-74: Carta de Classes de Declividade - Relevo da MB6

A Tabela 7-36 exhibe a distribuição das classes de declividade utilizadas na determinação da capacidade de uso da terra. Nesse caso também, a MB6 segue o padrão das microbacias anteriores, apresentando apenas 25,4ha (2,3%) de sua área com declividade adequada para o enquadramento no Grupo “A” de uso da terra.

A maior parte da microbacia encontra-se enquadrada nos Grupos “B” e “C”, destacando-se que 511,3ha (47,1%) pertencem exclusivamente à Classe de Declividade E, que permite a inclusão da área, em termos de declividade, na Classe VI de uso da terra. No restante da microbacia, temos 879,1ha (44,4%) pertencentes à Classe VII ou à Classe VIII. Destas áreas, 21,0ha (1,9%) são classificados como APPs devido a declividade maior do que 100%.

Tabela 7-36: Classes de declividades da Microbacia 6 utilizadas na determinação da Capacidade de Uso da Terra segundo LEPSCH (1983)

Classe	Intervalo %	Classe de Capacidade de Uso da Terra								Área	
		Grupo "A"				Grupo "B"			Grupo "C"		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	ha
Não Classificada										11,6	126,3
A	< 2	X	X	X	X	X	X	X	X	0,0	0,5
B	[2 - 5)		X	X	X	X	X	X	X	0,1	1,3
C	[5 - 10)			X	X	X	X	X	X	0,5	5,7
D	[10 - 15)				X	X	X	X	X	1,7	17,9
E	[15 - 45)					X	X	X	X	47,1	511,3
F	[45 - 70]						X	X	X	28,3	306,6
G	(70 - 100]						X	X	X	8,7	94,4
G APP	> 100						X	X	X	1,9	21,0
TOTAL										100,0	1085,1

A Figura 7-75 exibe a Carta de Classes de Declividade - Uso da Terra), onde encontramos áreas de declividade adequada ao Grupo A, em poucos fragmentos, sendo o maior deles, localizado ao longo da Estrada do Boa Vista (06B).

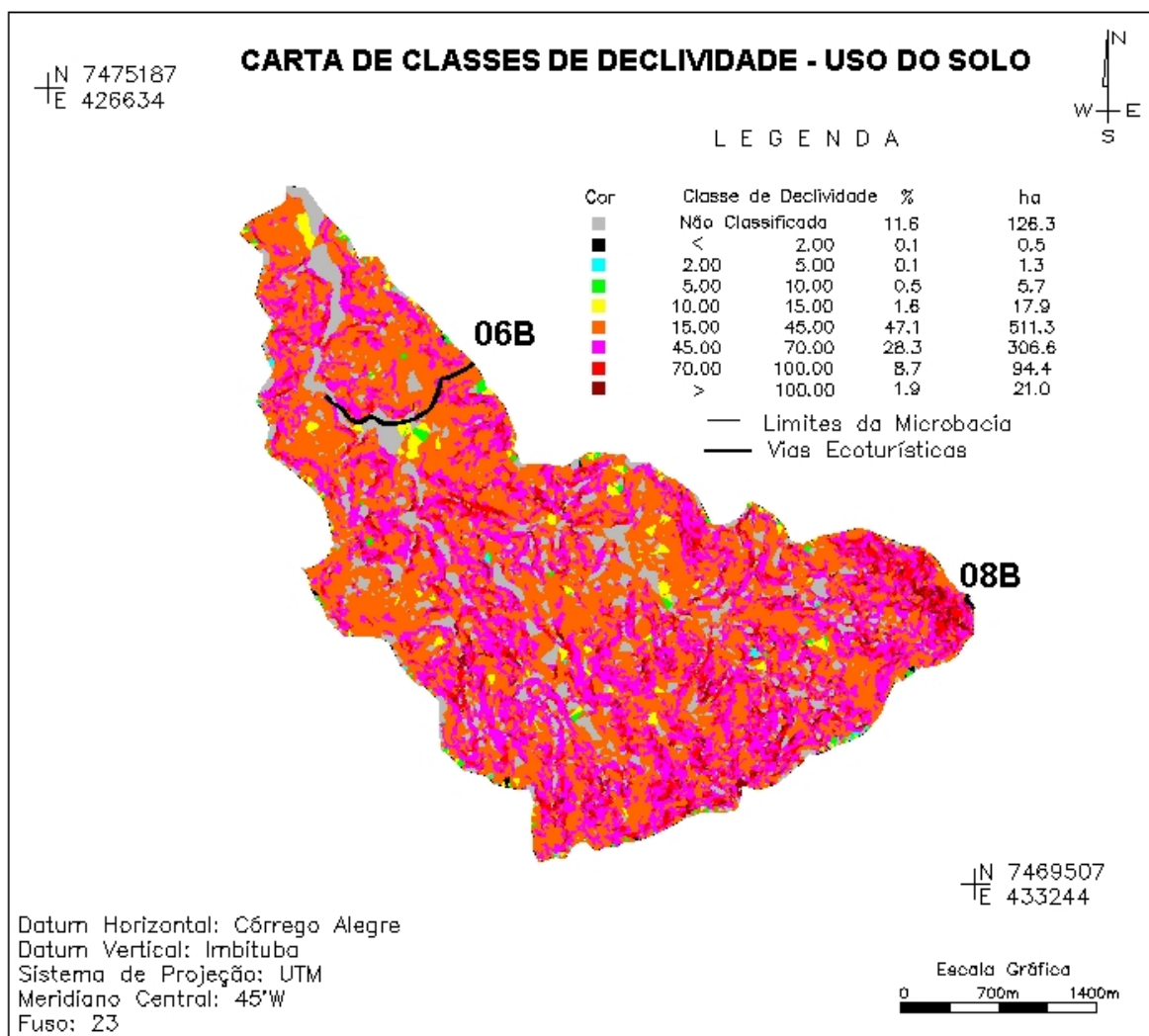


Figura 7-75: Carta de Classes de Declividade - Uso da Terra da MB6

A Tabela 7-37 exibe as APPs da MB6, onde encontramos 313,1ha (28,9%) classificados como áreas de preservação permanente.

Tabela 7-37: Áreas de Preservação Permanente (APP) da Microbacia 6 conforme prescrito no Código Florestal Brasileiro

Descrição	Área	
	%	ha
APP localizada ao longo de cursos d'águas e nascentes	26,9	292,1
APP localizada em regiões de declividade superior a 100%	1,9	21,0
TOTAL APP	28,9	313,1
Regiões não consideradas como APP	71,1	772,0
TOTAL	100,0	1085,1

A Figura 7-76 exibe a carta de APPs da MB6, onde destaca-se uma região bem declivosa e provavelmente de nascentes, ao redor do Pico Agudo, à leste da microbacia.

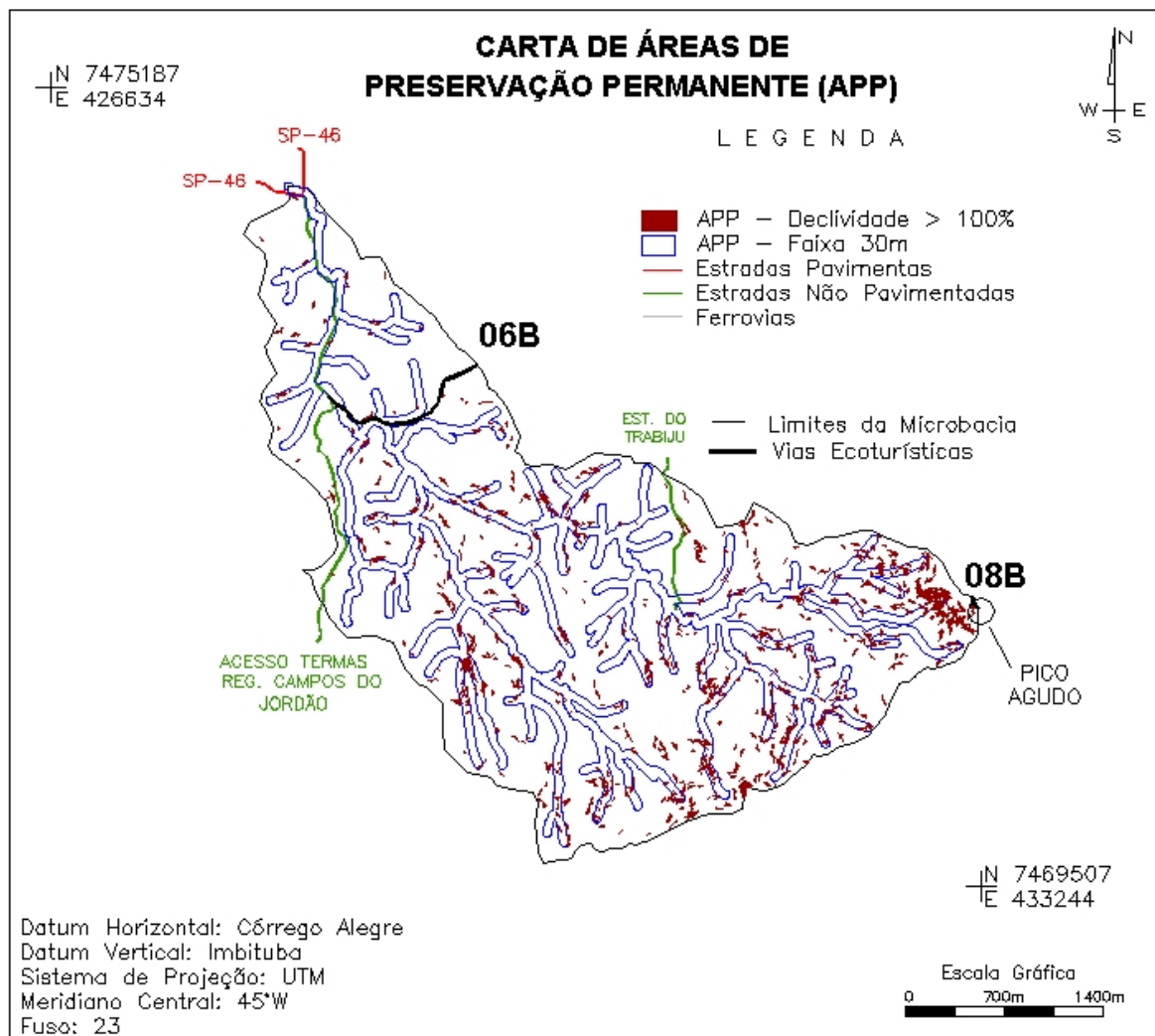


Figura 7-76: Carta de Áreas de Preservação Permanente (APP) da MB6

Na Figura 7-77 temos um detalhamento da carta de APPs, onde podemos visualizar a localização do Pico Agudo no extremo leste da microbacia.

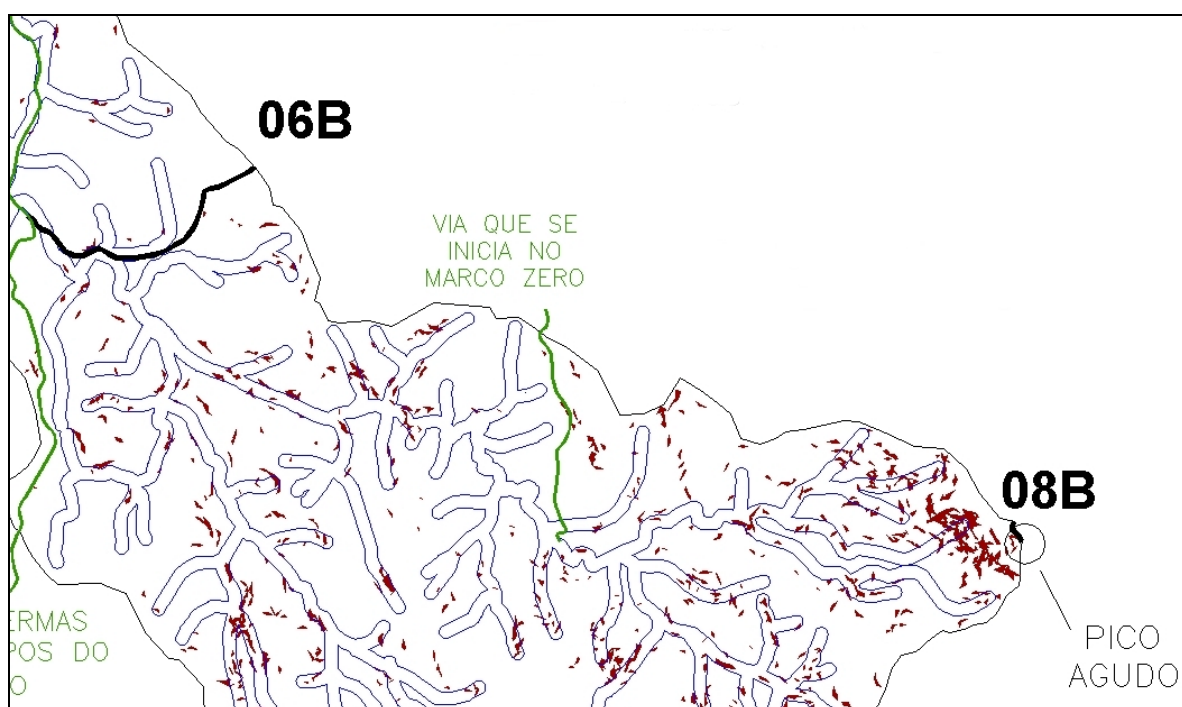


Figura 7-77: Detalhe da Carta de APPs da MB6 (porção leste)

Na MB6 encontramos duas unidades de mapeamento de solos: CH1 (com 9,6t/ha.ano de tolerância de perda de solo) e LVA10 (com 12,6t/ha.ano). A unidade CH1 ocupa uma porção muito pequena da microbacia, a leste. Dessa forma, a unidade LVA10 ocupa praticamente toda a microbacia. Na Tabela 7-38 encontramos os resultados da identificação da áreas de perda de solo toleráveis, mediante a aplicação da EUPS.

Tabela 7-38: Classes de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar (A) na Microbacia 6 frente à Tolerância de Perda Anual de Solo (T)

Descrição	Área	
	%	ha
Regiões de Perda de Solo < Tolerância	8,0	86,7
Regiões de Perda de Solo > Tolerância	92,0	998,4
TOTAL	100,0	1085,1

Conforme ilustra a citada tabela, temos 86,7ha (8,0%) da área da microbacia com perda de solo permissível, nas condição em que foi aplicada a EUPS. A Figura 7-78 exhibe esses mesmos resultados através da Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar.

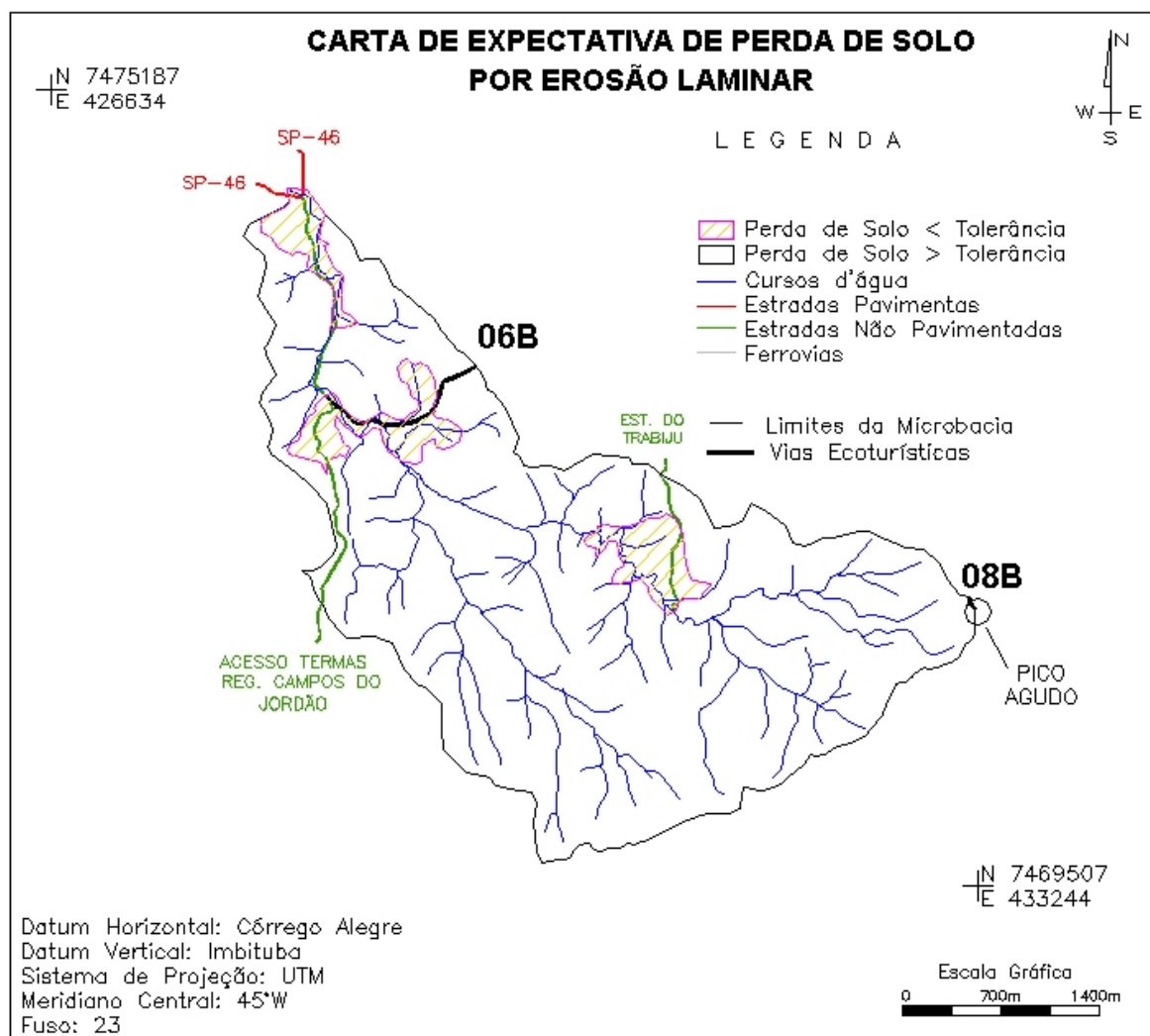


Figura 7-78: Carta de Expectativa de Perda de Solo por Erosão Laminar da MB6

Observando a figura acima, identificamos três fragmentos de tamanho médio igual a 29ha. Todos eles ocorreram nas regiões de relevo mais ameno, tal como nas demais microbacias.

Na Tabela 7-39 encontrados o resultado da sobreposição entre as áreas de preservação e as regiões de perda de solo na MB6.

Tabela 7-39: Resultados do cruzamento das áreas de APP com as Regiões de Perda de Solo na Microbacia 6

Descrição	Área	
	%	ha
APP em regiões com A < T	1,6	32,0
APP em regiões com A > T	14,2	281,1
Regiões não consideradas como APP com A < T	2,8	54,7
Regiões não consideradas como APP com A > T	36,2	717,3
TOTAL	54,8	1085,1

Na tabela acima citada, encontramos 14,2% da área total da microbacia, como APPs situadas em região de perda de solo não permissível. A cifra de 14,2% corresponde a 89,8% do total das APPs.

Encontramos também, somente 2,8% da microbacia como região de perda de solo dentro dos limites tolerados e não situada em área de preservação. Essa cifra de 14,2% corresponde a 63,1% do total das regiões de A < T.

Dessa maneira, como também ilustra a Figura 7-79, mais da metade das áreas perda de solo toleráveis, encontram-se em áreas de preservação permanente.

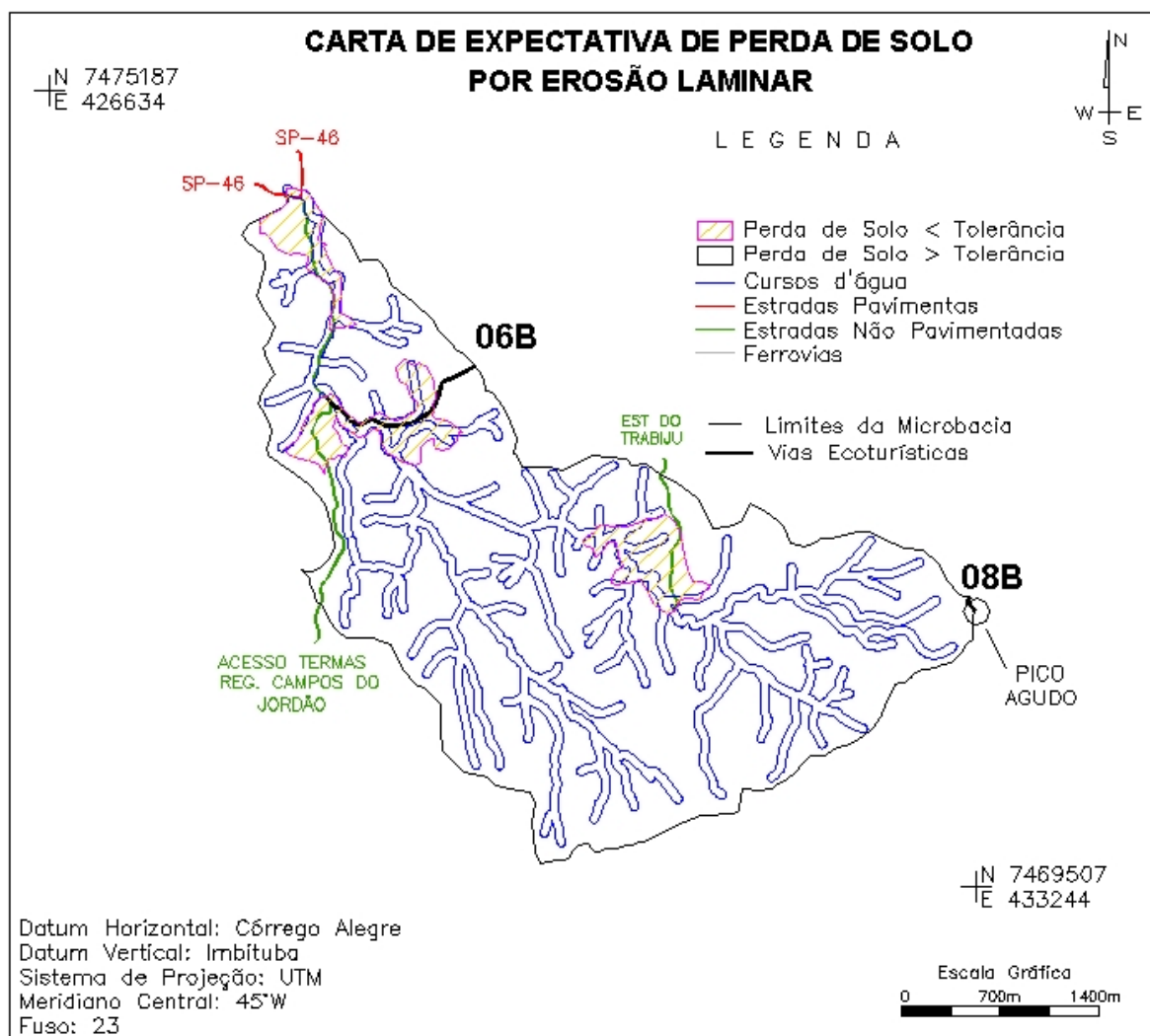


Figura 7-79: Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB6 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

A Figura 7-80 exhibe a carta de perda de solo e APPs em detalhe. Nessa figura visualizamos melhor as três regiões de perda de solo permissível (em magenta e hachuradas de amarelo) junto às APPs ao longo dos córregos (em azul), também verificamos que cerca de dois terços da Estrada do Boa Vista (06B) situa-se dentro de uma das regiões de perda tolerável.

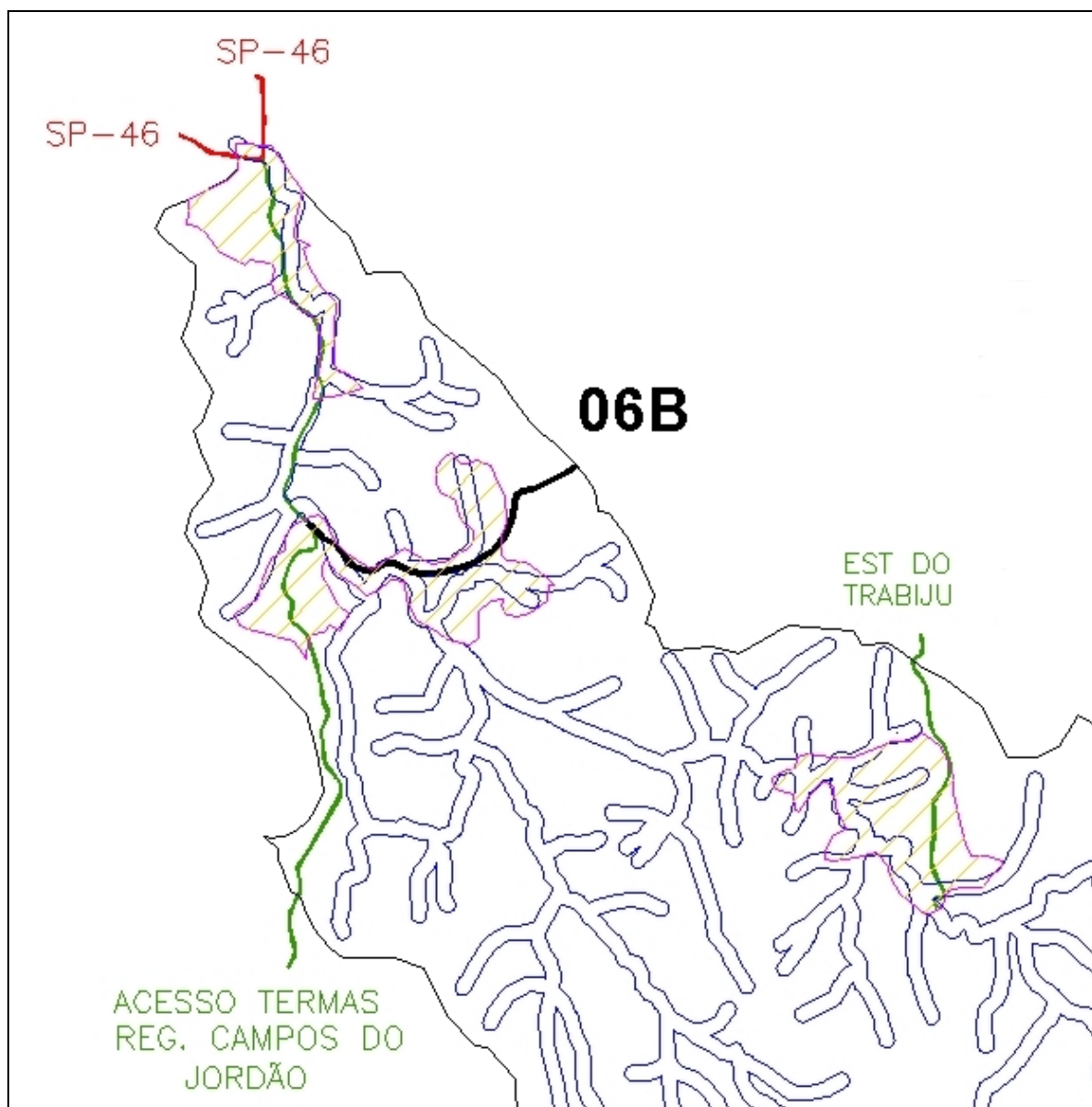


Figura 7-80: Detalhe da Carta de Expectativa de Perda de Solo da MB6 sobreposta às APPs ao longo dos cursos d'água

7.4.7. Perfis Topográficos das Vias Ecoturísticas

A seguir são apresentados os resultados relativos a confecção e análise dos perfis topográficos das vias ecoturísticas. Esses resultados são apresentados na forma de uma figura dividida em duas partes, na parte inferior o perfil topográfico da via e na parte superior o respectivo trecho correspondente da carta topográfica.

É importante lembrar que todos os perfis topográficos foram extraídos do MDT, elaborado a partir da carta topográfica da área de estudo, portanto, representam o terreno natural e não o greide das vias. A malha dos

perfis é de 100m na horizontal e 10m na vertical e as regiões de perda de solo são anotadas logo abaixo dele.

O trecho da carta topográfica exibido acima dos perfis contém as seguintes informações:

- A via ecoturística (em **preto** ou **cinza**, numerada) e seu respectivo estaqueamento a cada 100m
- Trechos de vias não consideradas como ecoturísticas (em **vermelho** para pavimentadas e **verde** para não pavimentadas)
- Os cursos d'água e as APPs em torno destes (em **azul**)
- As áreas de declividade superior a 100% (cor **vermelha escura**)
- As áreas de perda de solo dentro dos limites de tolerância (áreas definidas pela cor **magenta** e hachuradas de **laranja**)
- As curvas de nível secundárias (em **verde claro**)
- As curvas de nível principais (em **ocre**)

A equidistância vertical das curvas de nível é de 10m para as secundárias e 50m para as principais. Os trechos das cartas topográficos encontram-se todos orientados para o norte da quadrícula.

Na Figura 7-81 encontramos o primeiro perfil topográfico elaborado, é referente a via codificada como 01, a **Estrada da Aparecida**.

Através deste perfil topográfico, verificamos que se trata de uma via de topografia plana e uniforme. A maior altitude desta via é de 1146m e o seu valor de declividade máxima (dM) é de 2%, o menor de todas as vias, portanto, foi considerada como a via mais plana. No ponto inicial ao ponto final, ela desce cerca de 16m.

Nessa via não foi identificado nenhum ponto crítico e ela tem boa parte de seu percurso situado muito próximo a faixa de APP. Possui cerca de metade do seu trajeto (334m) situados em área de perda de solo dentro dos limites toleráveis.

Concluimos assim, que essa trilha em termos de suscetibilidade a processos erosivos, encontra-se numa situação bem confortável quando comparada com as demais, visto que possui uma topografia plana e parte de seu trajeto encontra-se em área de perda de solo permissível. A preocupação maior é que ela se situa ao longo de um córrego, praticamente dentro da faixa dos 30m e caso ocorra uma ocupação desordenada, poderá colocar em risco a qualidade da água.

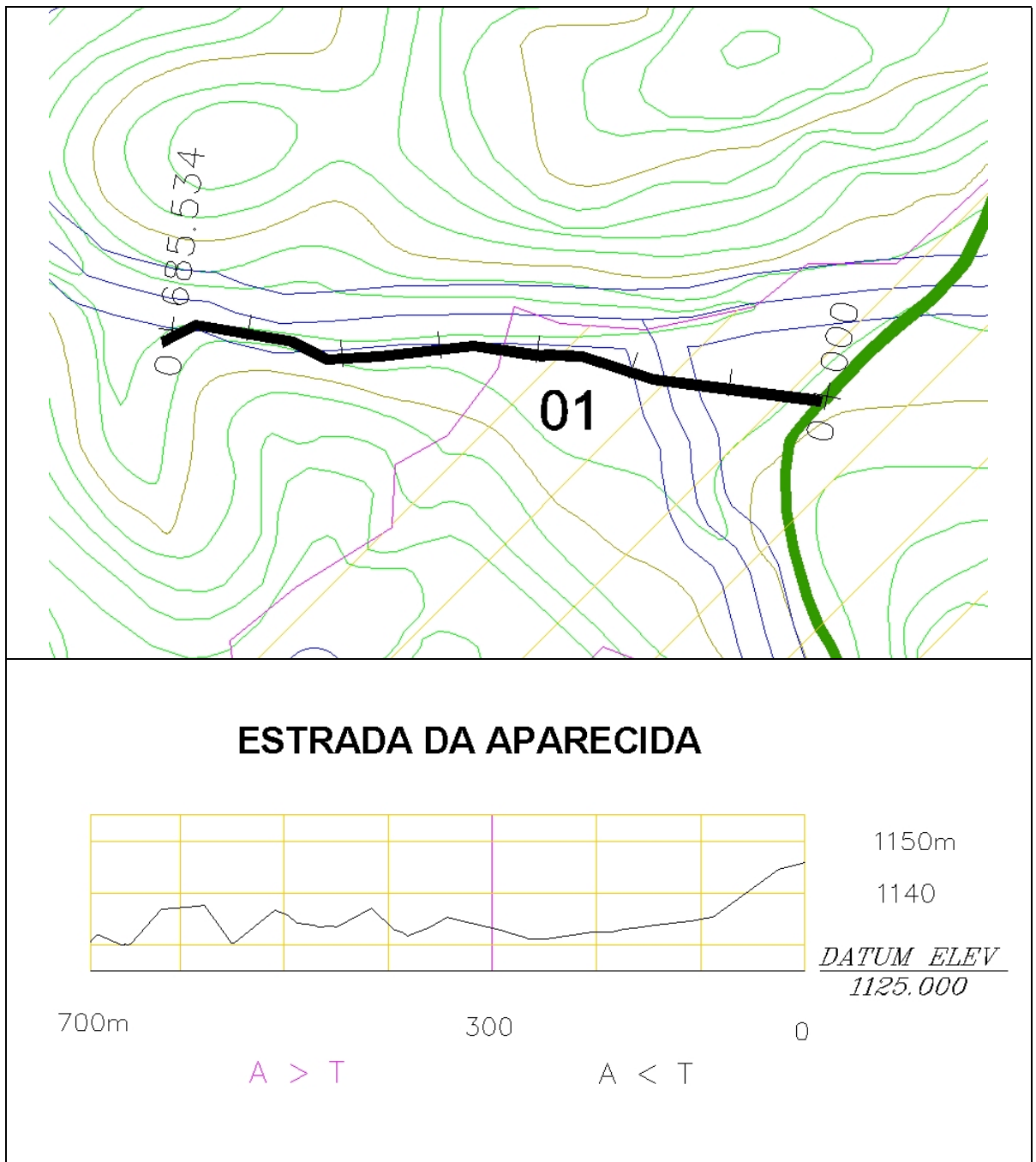


Figura 7-81: Planta e Perfil Topográfico da Estrada da Aparecida - 01 (MB1)

O segundo perfil elaborado (Figura 7-82), pertence a **Estrada da Fazenda Serrana**. Trata-se agora de um caso oposto ao anterior, visto que é uma via que foi implantada próxima a um divisor de água, quase sentido “morro abaixo”, como nos indica a planta topográfica. Portanto, está entre as vias de maior declividade máxima (dM), atingindo o valor de 12%. Ela tem como maior altitude o valor de 1274m e possui 129m de diferença de nível do ponto inicial ao ponto final.

Essa via situa-se entre duas faixas de APPs e possui somente os 168m

iniciais dentro de uma área de perda de solo permissível, que se localiza, conforme o seu perfil nos mostra, no seu trecho mais plano. O seu perfil topográfico também indica que após os seus 200m iniciais de percurso, a declividade é relativamente uniforme e acentuada, dessa maneira concluímos que se trata de uma via com grande fragilidade a processos erosivos e que deveria passar por monitoramento e intervenções locais, de maneira a minimizá-los.

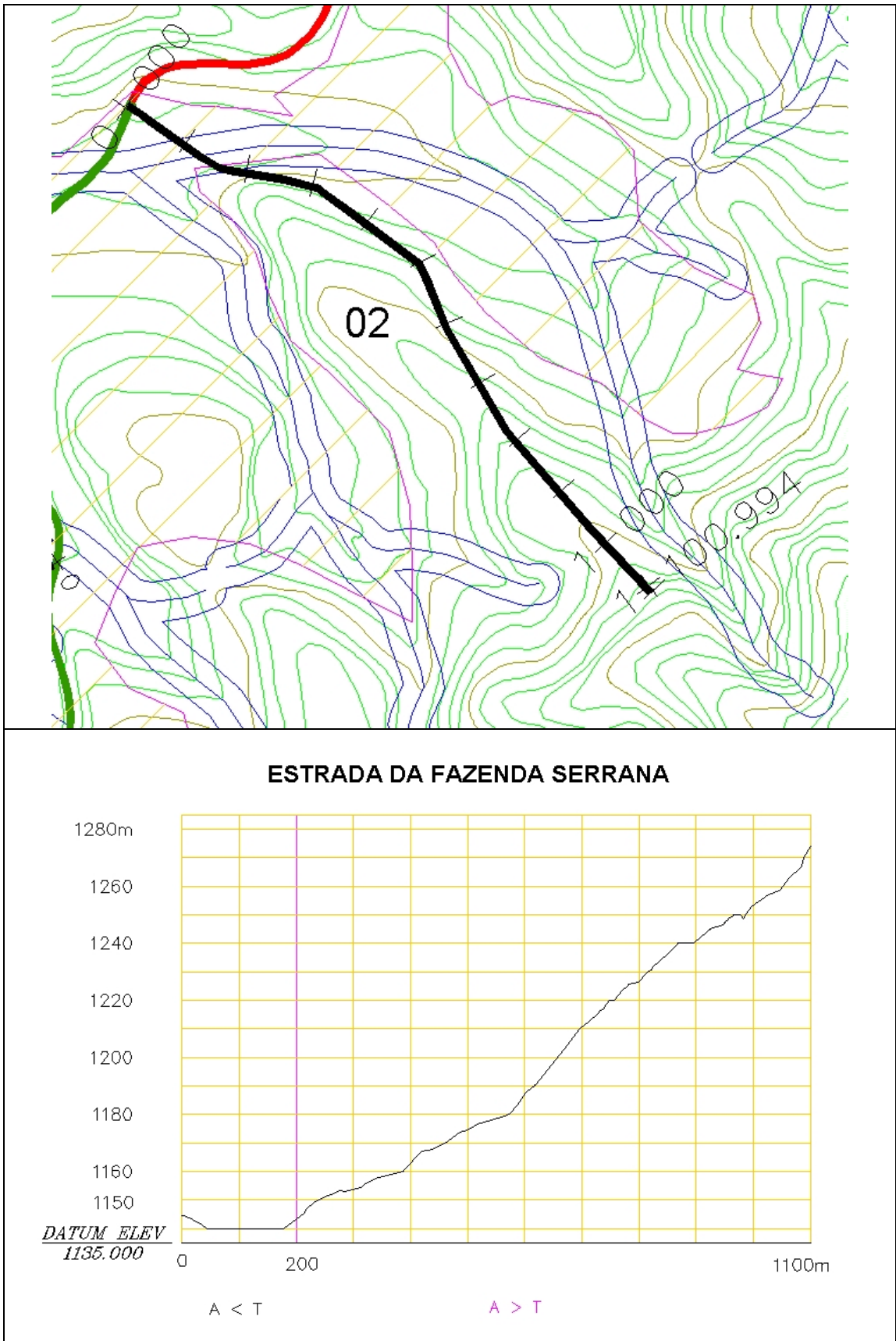


Figura 7-82: Planta e Perfil Topográfico da Estrada da Fazenda Serrana - 02 (MB5)

O terceiro perfil (Figura 7-83), representa a **Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)**. Sua declividade máxima (dM) é de 6%, seu ponto mais elevado possui 1674m e tem 147m de desnível entre o ponto inicial e o ponto final. Atravessa áreas de declividade superior a 100% e situa-se fora da faixa dos 30m (cortando somente alguns córregos em seu trajeto). Também situa-se totalmente em região de perda não tolerável. Essa via é pavimentada, portanto, conforme já mencionado, seu maior problema, talvez, fosse a questão de movimento de massa.

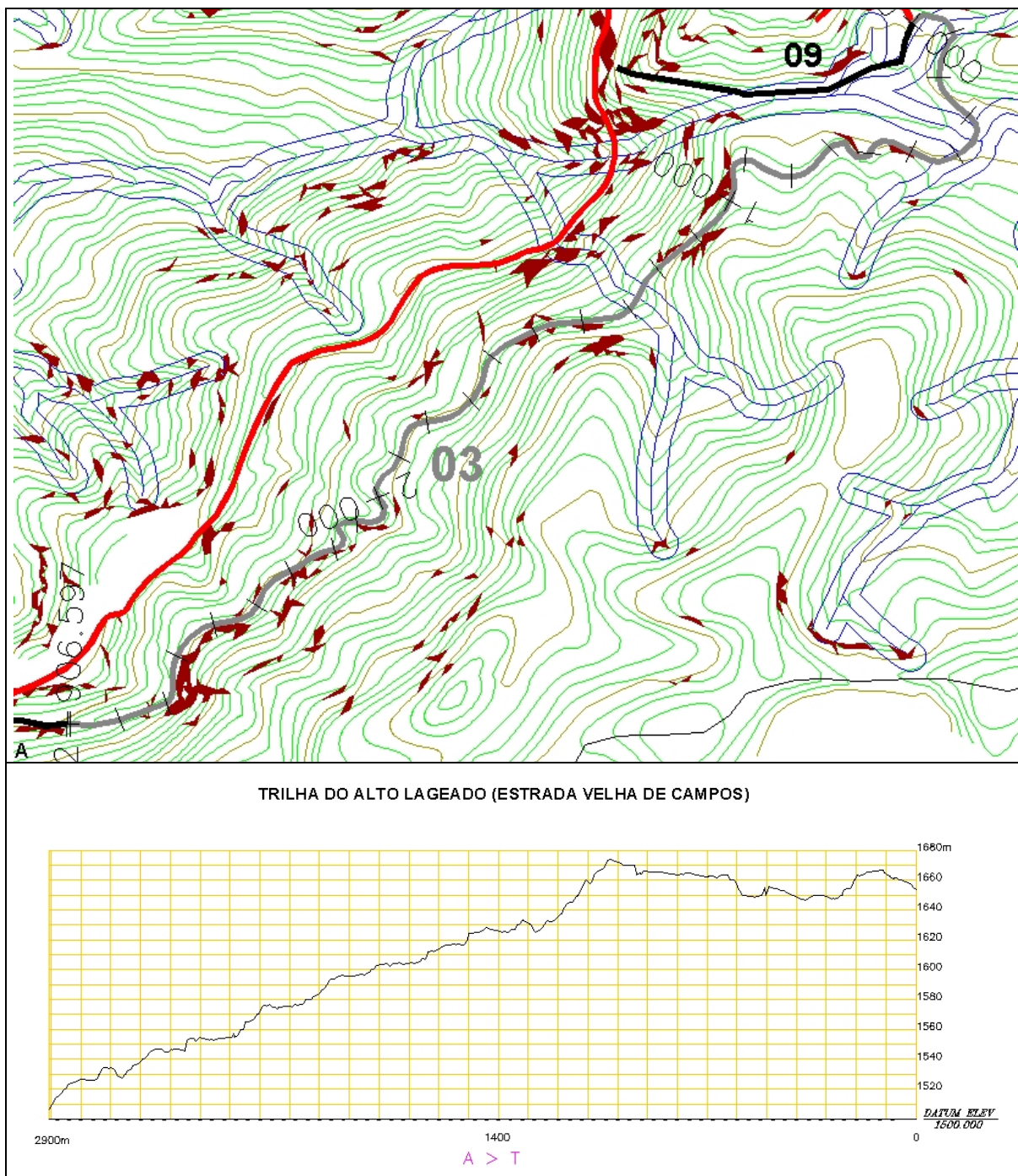


Figura 7-83: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos) – 03 (MB1)

O próximo perfil (Figura 7-84), pertence também a **Trilha do Alto Lageado**, porém agora, temos o trajeto ocupado pela **via férrea**. Essa via foi dividida em dois trechos A e B, pois situam-se em microbacias diferentes. Analisando os dois trechos em conjunto, encontramos uma declividade máxima (dM) de 8% e como maior altitude, o valor de 1506m. O desnível entre o início e o final da via é de 170m.

Essa via possui seus 760m finais de percurso, localizados muito próximos a faixa de 30m das APPs e está praticamente toda dentro de área com perda de solo não tolerável.

É interessante destacarmos que, assim como no trecho anterior (Estrada Velha de Campos), a geometria do traçado é mais adequada ao terreno, pois a mesma é bem sinuosa, buscando acompanhar as curvas de nível. Isso era de certa forma esperado, visto que ambos os trechos foram implantadas, com certeza, a partir de um projeto.

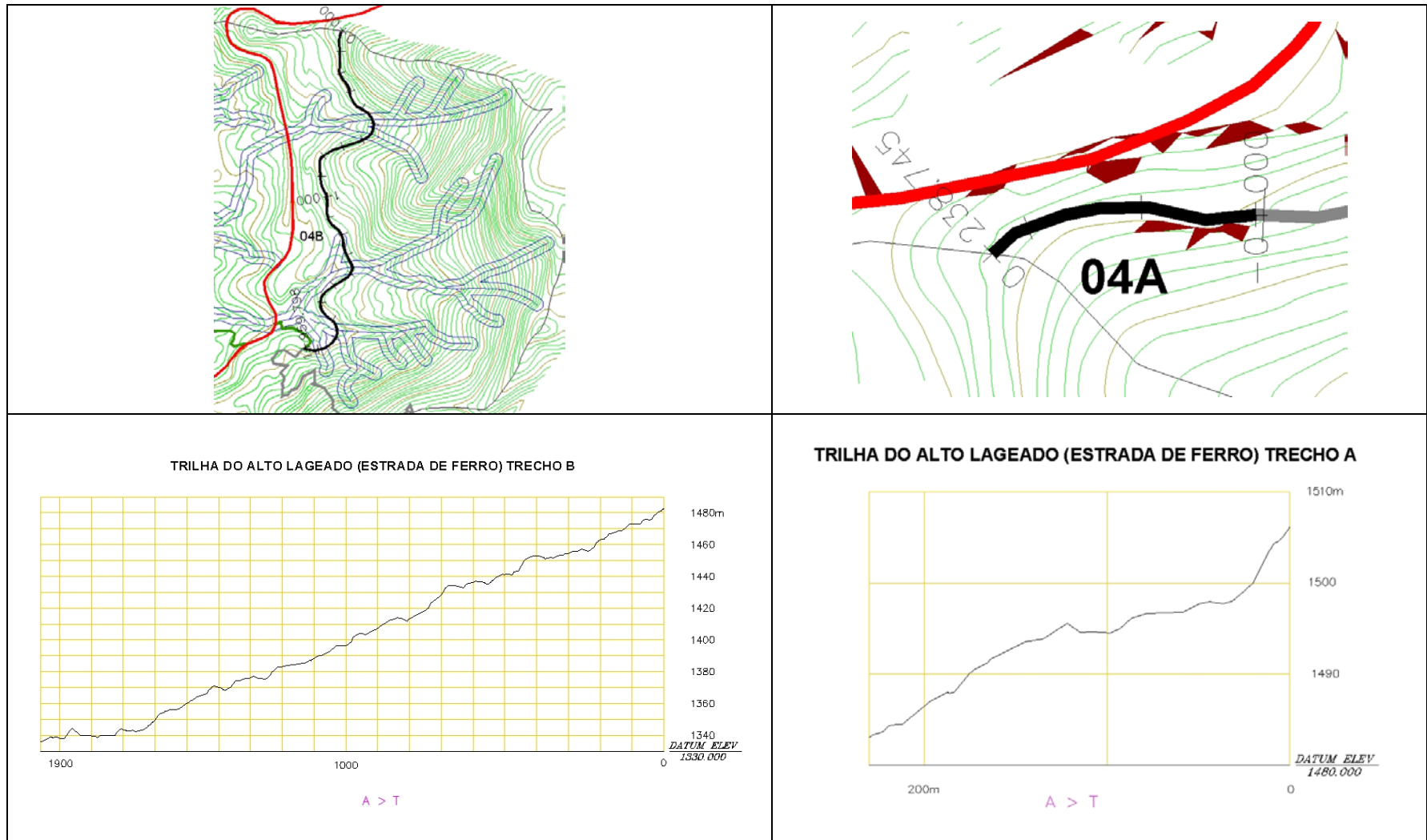


Figura 7-84: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trechos A e B – 04A (MB1) e 04B (MB5)

A Figura 7-85 exibe o perfil topográfico da **Estrada do Barreiro** (Trechos A e B). Essa via também foi subdividida em dois trechos, localizados em microbacias distintas. Ao contrário da via anterior, os trechos foram analisados separadamente, visto que possuem perfis bem diferentes, como mostra a figura citada.

Os 1000m iniciais do **Trecho A**, consistem num trajeto plano e paralelo a faixa de 30m das APPs. Após esse ponto, ocorre uma mudança brusca em seu perfil topográfico, sua declividade torna-se mais acentuada e a via começa a subir, até atingir o divisor de águas. A declividade máxima (dM) do Trecho A é de 5%, sua maior altitude é de 1160m e a diferença de nível do início ao final da via alcança 110m. Esse trecho da Estrada do Barreiro também situa-se inteiramente em área de perda superior a tolerância.

O ponto onde o perfil topográfico muda abruptamente, em torno da estaca 1000m, assim como o trajeto situado após esse ponto, devem ser monitorados na prevenção de processos erosivos, visto que a estaca 1000m é o início de uma extensa rampa de declividade acentuada.

O **Trecho B**, que se inicia após o divisor de águas, possui uma declividade mais uniforme e mais acentuada, quando comparado ao Trecho A. Atinge 10% de declividade máxima (dM), tem como ponto culminante os mesmos 1160m do trecho anterior e desce cerca de 70m do início até o final da via. Possui todo o seu trajeto paralelo a APPs e tem seus 244m iniciais dentro de uma região de perda de solo tolerável.

Porém, o fato do trecho B ter parte de seu trajeto em local de perda de solo tolerável, não implica que esse trecho seja mais resistente a processos erosivos do que o trecho A. O que ocorre é que a via localiza-se num área de topografia um pouco mais suave, daí parte dela estar situada em local de perda tolerável. Porém, a geometria da via não colabora, pois ela se localiza num divisor de águas e corta as curvas de nível ortogonalmente, isto é, "morro abaixo", gerando um perfil mais declivoso. Enquanto que no trecho A, ocorre o contrário, a via tem um traçado melhor (é mais em nível), enquanto que o terreno é mais declivoso, principalmente no final.

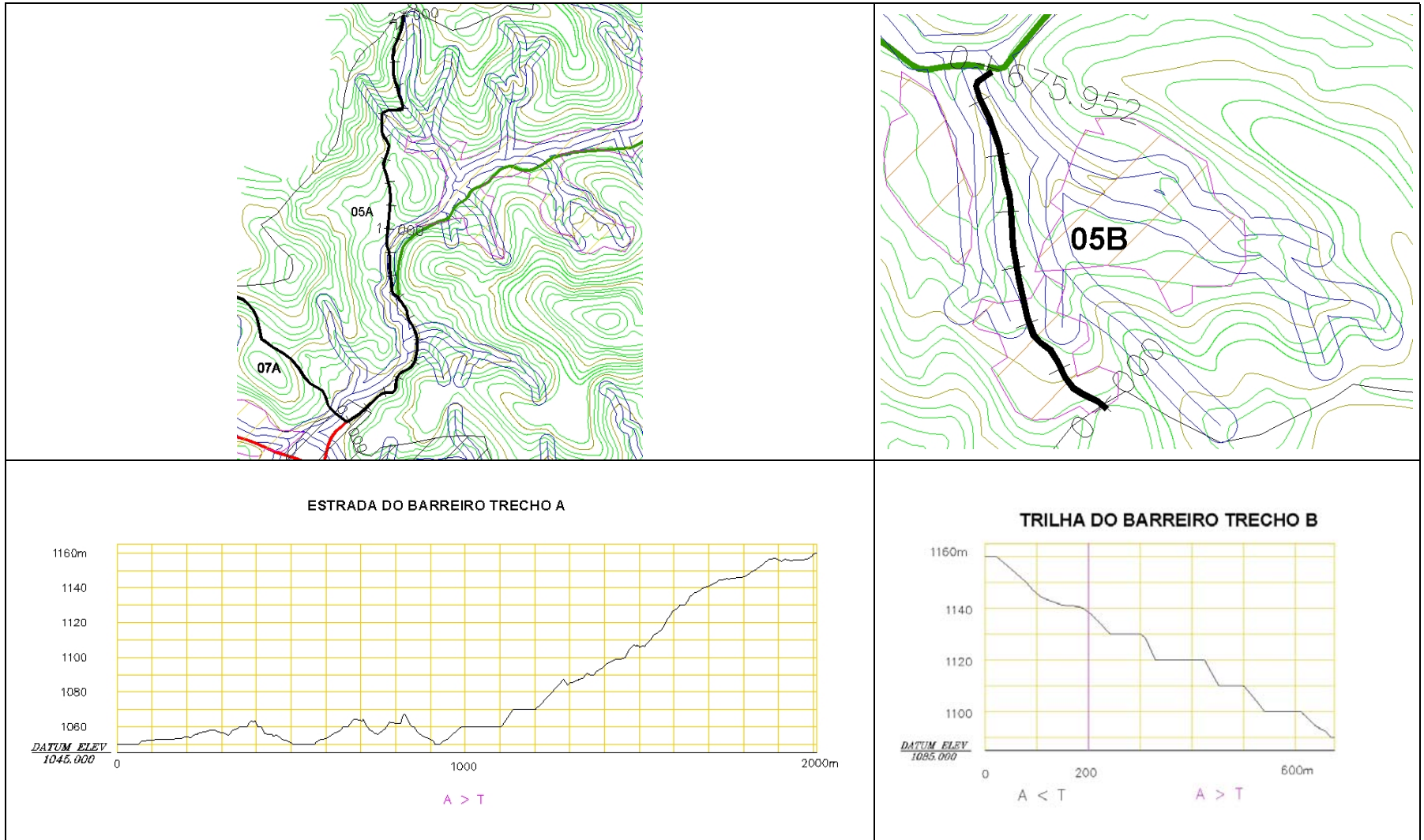


Figura 7-85: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Barreiro Trechos A e B – 05A (MB5) e 05B (MB4)

O perfil topográfico da **Estrada do Boa Vista** encontra-se na Figura 7-87. Essa via é como na anterior, dividida em trecho A e B, situados em microbacias diferentes e analisados separadamente.

Comparando os perfis topográficos de ambos os trechos, verificamos que as diferenças são acentuadas. No **Trecho A** temos um perfil bastante irregular, alternando áreas mais planas com mais declivosas e terminando numa rampa bastante acentuada, que se inicia em torno da estaca 1800m de seu trajeto. Esse trecho final de 200m, sobe 35m (17,5% de declividade) até alcançar o divisor de água no final do trecho. Sendo assim, esse ponto em torno da estaca 1800m e os 200m restantes da via devem ser monitorados, pois são críticos, ainda mais que se encontra em área de perda de solo superior a tolerância. A declividade acentuada desse final de trecho deve-se ao fato da via cortar as curvas de nível ortogonalmente até atingir o topo.

Quase todo o trajeto do Trecho A segue paralelo às APPs e na parte crítica, no final, passa por uma região de nascentes, fato que deve ser levado em conta num monitoramento futuro. O Trecho A como um todo, teve 5% de declividade máxima (dM), tem como altitude mais elevada 1169m e do ponto inicial ao ponto final, desce uma diferença de nível de apenas 15m.

O **Trecho B** tem uma topografia mais regular. Através de seu perfil verificamos duas regiões distintas, a primeira, formada pelos 500m iniciais, é mais declivosa e com perda de solo superior a tolerância. A segunda, formada pelo restante da via, é mais plana e está situada num local de perda de solo dentro de limites toleráveis. Esse trecho final encontra-se praticamente dentro da faixa de APP ao longo dos cursos d'água.

Concluindo, encontramos no Trecho B da Estrada do Vista, dois problemas, na sua primeira parte, a mais declivosa, a questão erosiva e na segunda parte, a mais plana, a questão de preservação e reposição da mata ciliar. O Trecho B teve como declividade máxima (dM) o valor de 9%, como altitude mais elevada o valor de 1145m e um desnível de 110m do ponto inicial para o ponto final.

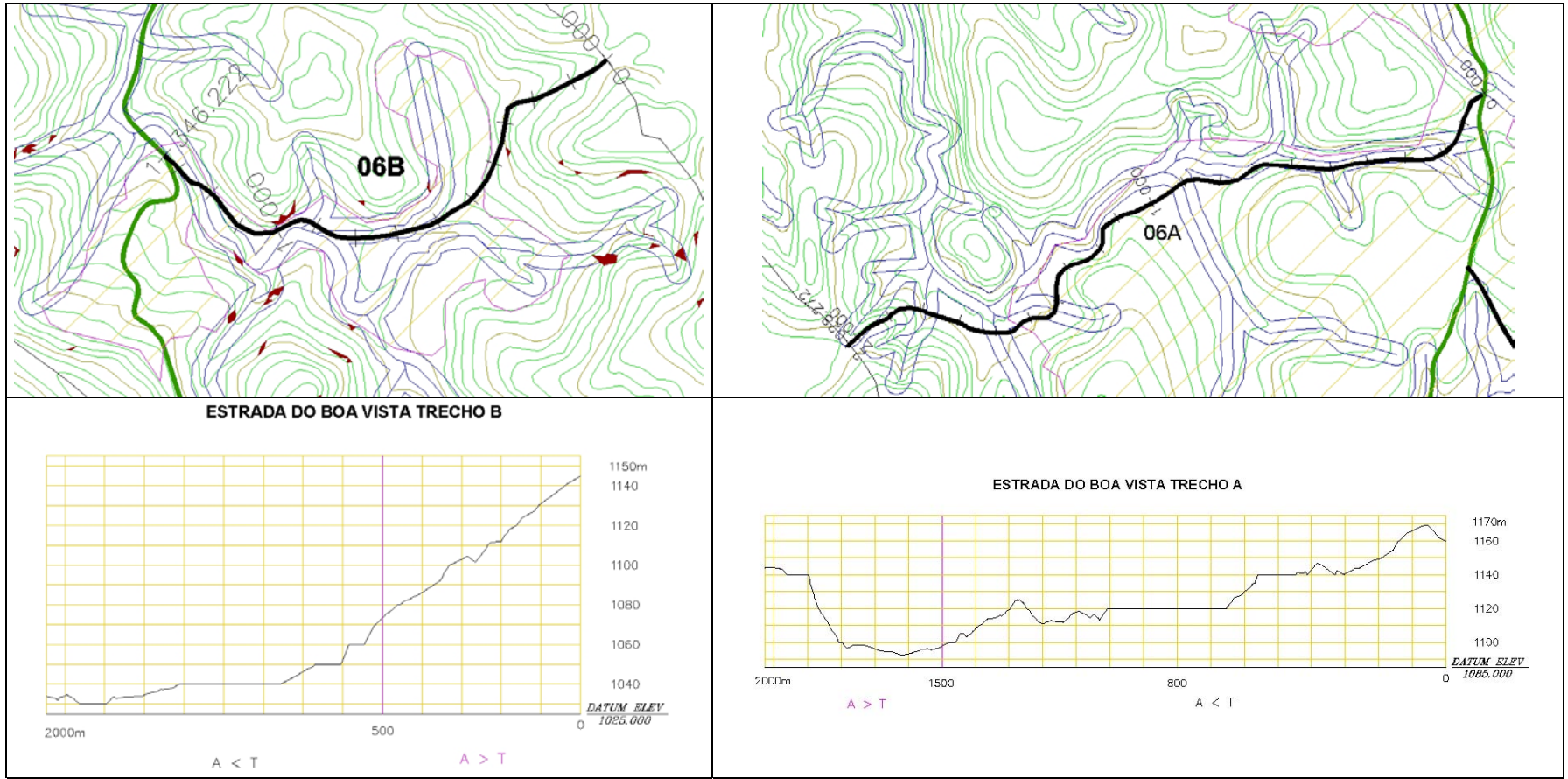


Figura 7-86: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Boa Vista Trechos A e B – 06A (MB5) e 06B (MB6)

Na Figura 7-87 encontramos o perfil topográfico da **Estrada do Morro Frio**. Essa via também se divide em dois trechos (A e B), situados em microbacias diferentes e analisados separadamente.

Os perfis topográficos de ambos os trechos são bastante semelhantes. O **Trecho A** apresenta uma declividade uniforme até atingir o divisor de águas. Tem como declividade máxima (dM) o valor de 12%, a altitude mais elevada é de 1145m e do ponto inicial ao ponto final e sobe uma diferença de nível de 91m. Esse trecho encontra-se fora de APPs, com exceção de seu início, que corta um córrego. Também se encontra inserido dentro de área de perda de solo superior ao tolerado.

O **Trecho B** da Estrada do Morro Frio é menos declivoso do que o anterior, possuindo como declividade máxima (dM) o valor de 8%, possui como altitude mais elevada 1141m e um desnível de 71m do ponto inicial para o ponto final. Esse trecho atravessa em sua porção mediana, uma área menos declivosa, que possibilita uma perda de solo dentro da tolerância. Tanto os 300m iniciais, como os 220m finais de seu percurso, atravessam área de perda de solo superior a tolerância.

Destacamos que esses 220m finais do Trecho B, atravessam uma área declivosa, porém que é compensada pela geometria da via, pois essa nessa porção segue em contorno, gerando um perfil mais ameno. Também nesse trecho final, a via segue bem próxima a faixa de APP.

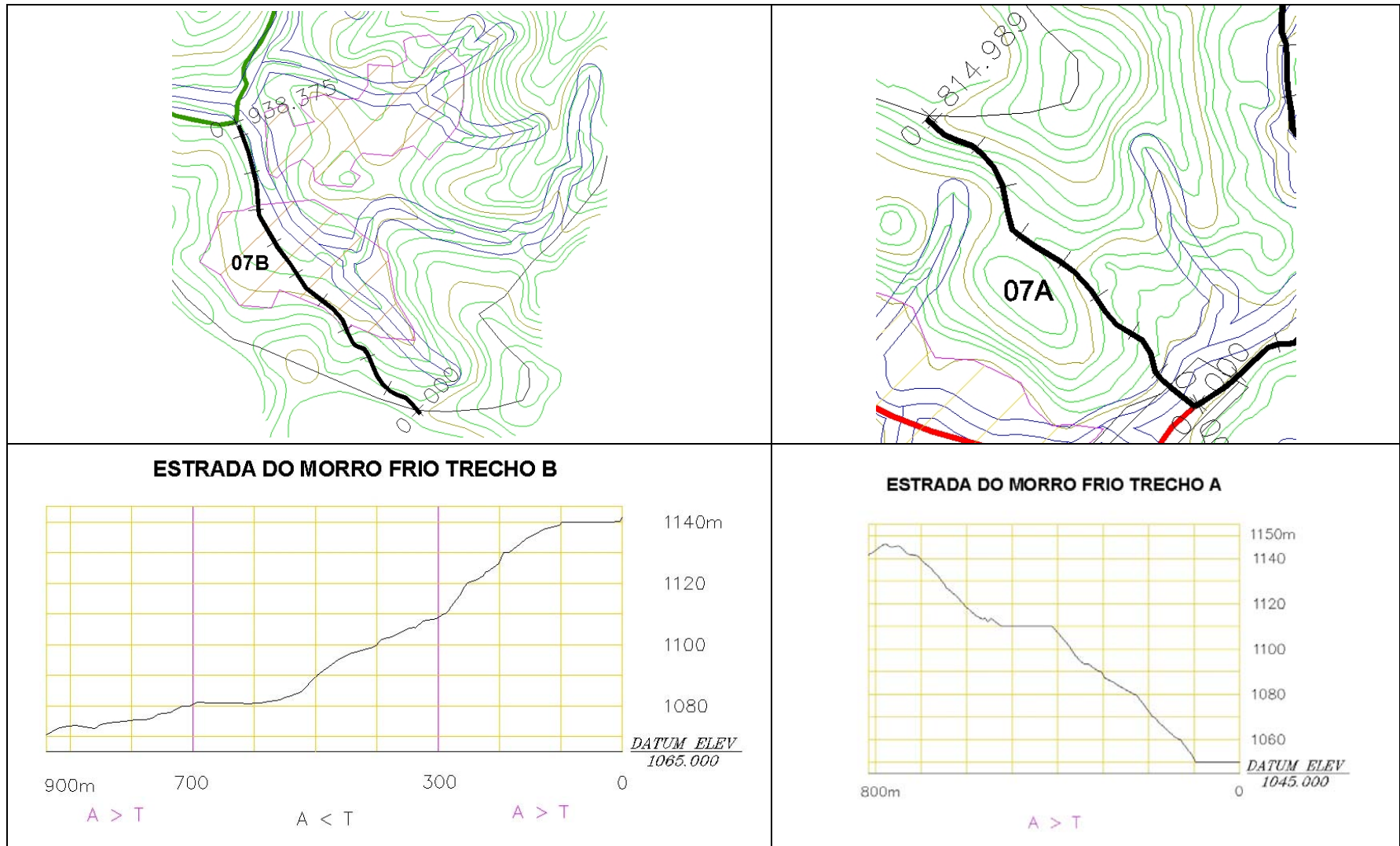


Figura 7-87: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Morro Frio Trechos A e B – 07A (MB5) e 07B (MB4)

O perfil exibido na Figura 7-88 é referente a **Estrada do Pico Agudo**. Essa estrada, assim como a anterior, divide-se em dois trechos (A e B), situados em microbacias diferentes, porém analisados em conjunto como a Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro).

É a mais extensa (5174m) de todas as vias ecoturísticas e após a Trilha do Zig-Zag, possui o maior desnível entre o ponto inicial e o ponto final, subindo cerca de 482m de desnível até atingir o pico. Também das vias localizadas em Santo Antônio é a que apresenta a altitude (1659m). Possui uma declividade máxima (dM) de 10%.

Conforme notamos pelos perfis topográficos, ambos os trechos da Estrada do Pico Agudo apresentam o mesmo padrão, basicamente, uma subida uniforme, sendo que o **Trecho B** é na verdade um pequeno complemento do Trecho A.

O **Trecho A** praticamente abrange toda a estrada e possui aproximadamente seus 400m iniciais, dentro de uma área de perda de solo tolerável e o restante de seu trajeto encontra-se numa área de perda de solo superior a tolerância.

A Estrada do Pico Agudo, praticamente, em todo o seu trajeto segue paralelo e/ou corta APPs ao longo de cursos d'água e no final atinge áreas de declividade superior a 100%. Concluímos que essa estrada é problemática sob o ponto de vista erosivo e também devido ao fato de ter seu trajeto muito próximo a cursos d'água. Deve, portanto estar sujeita também a projetos de monitoramento e/ou controle local de erosão e de reposição florestal.

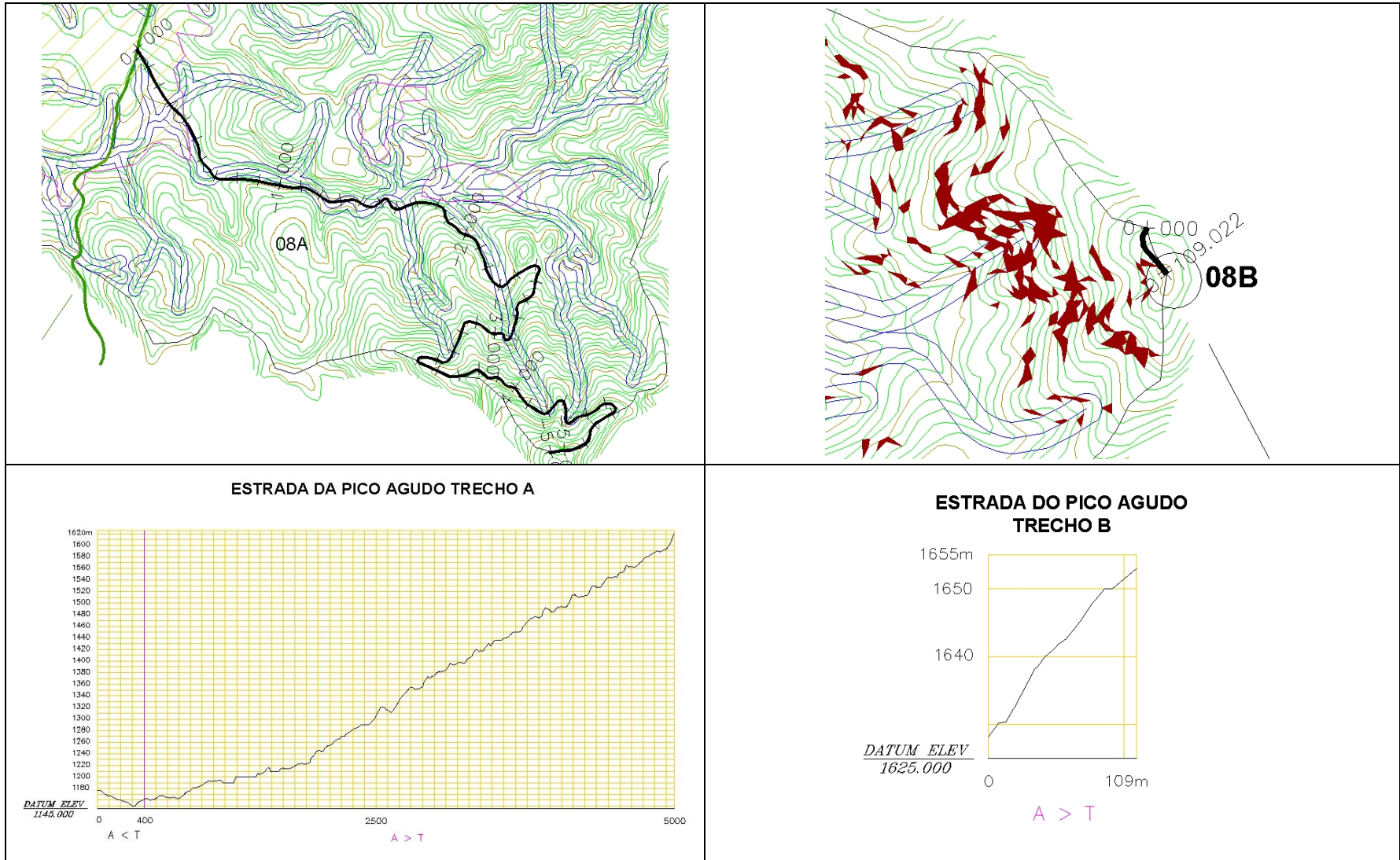


Figura 7-88: Planta e Perfil Topográfico da Estrada do Pico Agudo Trechos A e B – 08A (MB5) e 08B (MB6)

A Figura 7-89 exibe o perfil topográfico da **Trilha da Fazenda Lens** e nesse perfil, verifica-se que essa trilha possui uma topografia suave. Esse fato se deve ao seu trajeto seguir aproximadamente em nível, conforme ilustra sua respectiva planta topográfica.

Verificamos também, que no final da trilha existe um acentuado desnível, porém que na verdade não faz parte de seu greide (lembramos que o perfil topográfico foi confeccionado a partir do terreno natural), pois o seu greide continua aproximadamente em nível, terminando no Mirante da Fazenda Lens. Portanto, o desnível acentuado refere-se à altura em que o mirante se encontra do solo nesse ponto.

Essa trilha possui como altitude mais elevada 1653m, do ponto inicial ao final desce um desnível de 15m e tem uma declividade máxima (dM) de 4%.

Essa trilha possui todo o seu trajeto em área de perda de solo superior a tolerância e os 400m iniciais de seu percurso, encontram-se em APPs.

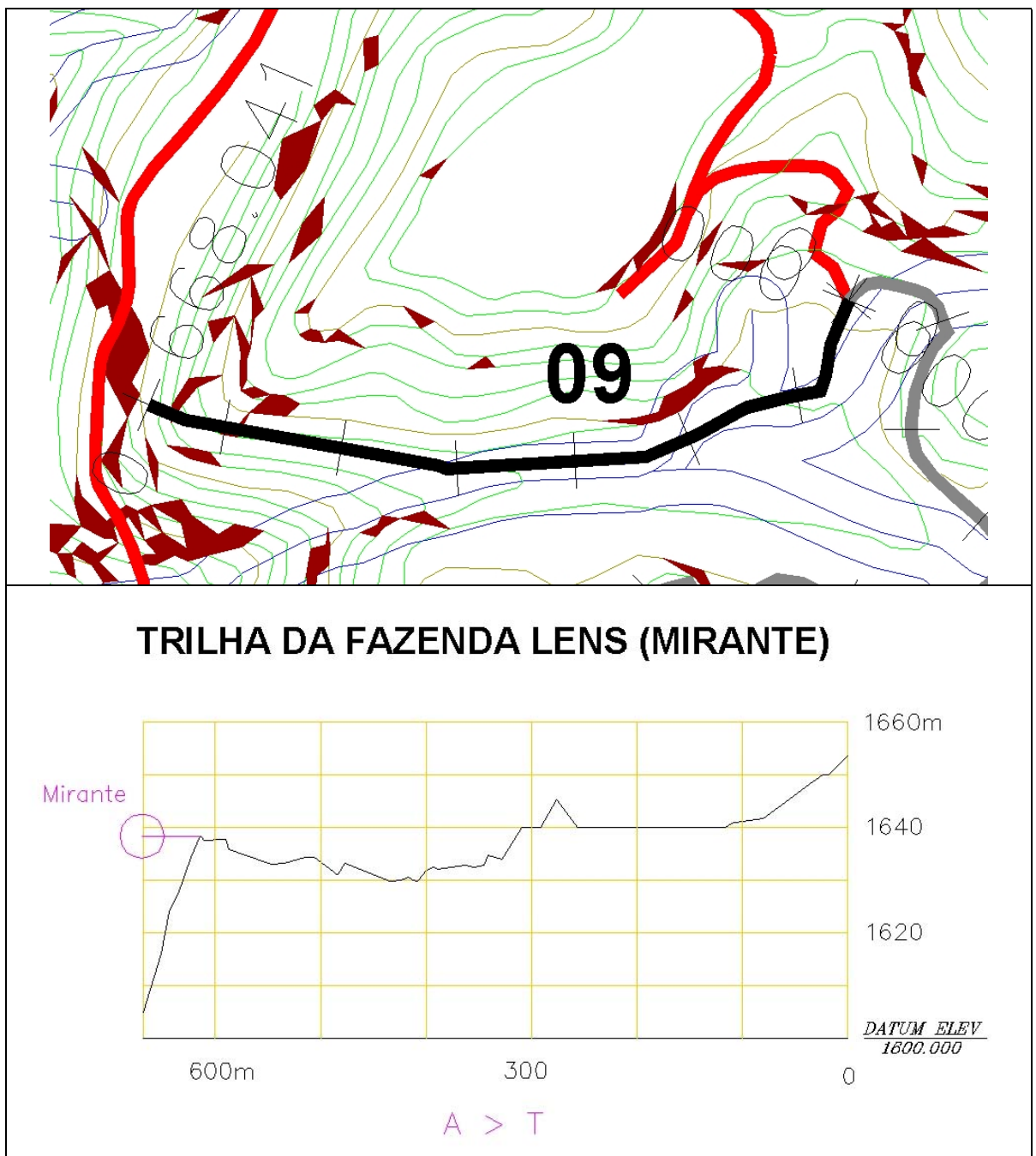


Figura 7-89: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Fazenda Lens (Mirante) - 09 (MB1)

Na Figura 7-91 encontramos o perfil topográfico da **Trilha da Fazenda Renópolis**. Através desse perfil, verificamos a acentuada declividade da área onde essa via se insere.

A trilha possui o maior valor de declividade máxima (dM) encontrado nas vias ecoturísticas analisadas, atingindo a cifra de 20%. Tem o terceiro maior desnível, subindo 304m do ponto inicial ao ponto final e a segunda maior altitude (1638m).

A via localiza-se em área de perda de solo superior a tolerância e não atinge faixas de APP ao longo de cursos d'água, porém, localiza-se em área com trechos de declividade superior a 100% e também conforme verifica-se pela carta topográfica, sua porção final localiza-se logo acima de nascentes.

Deve-se buscar minimizar o impacto da futura implantação desta via, através de um estudo de traçado que siga em contorno, evitando rampas acentuadas que favoresem processos erosivos. Também nesse estudo, é necessário avaliar a questão das nascentes e da vegetação natural, que em certas áreas encontra-se em fase de regeneração.

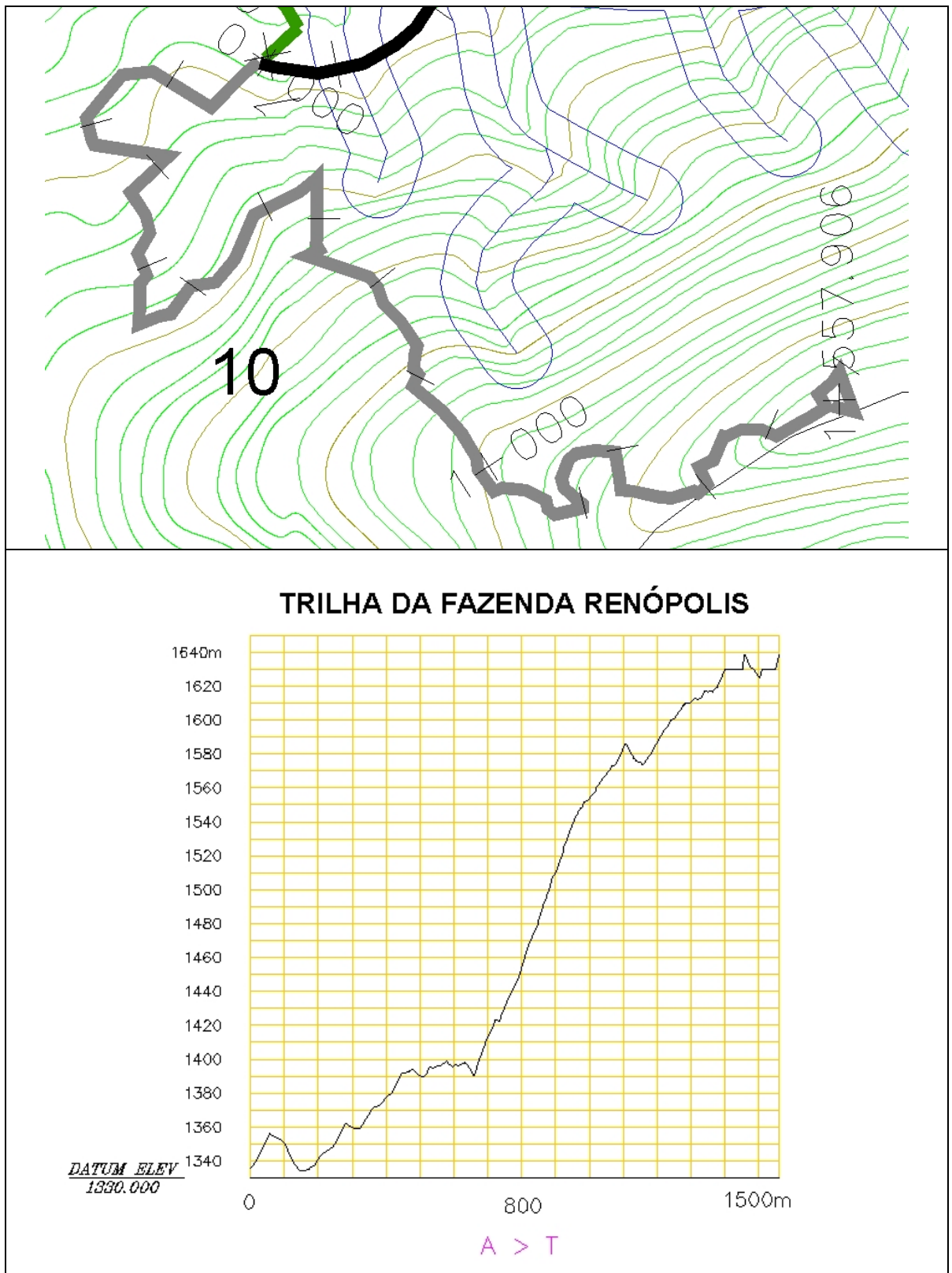


Figura 7-90: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Fazenda Renópolis - 10 (MB5)

A próxima via é a **Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas** e seu perfil topográfico é exibido na Figura 7-91.

Essa trilha é a segunda de relevo mais plano, com uma declividade máxima (dM) de 3%. Tem como altitude máxima 1060m e apenas 8m de desnível entre o ponto inicial e o final.

Todo o seu trajeto encontra-se em APP, visto que este acompanha um curso d'água, como exhibe a sua planta topográfica. A trilha situa-se em área de perda de solo superior a tolerância, pois apesar de seu perfil plano (favorecido pela geometria do traçado), o relevo da área do entorno é acentuado.

No caso dessa trilha, a maior preocupação é a manutenção e enriquecimento do fragmento de mata ciliar que ela atravessa e também com a preservação da vertente adjacente a mesma, visto que essa possui declividade acentuada, com expectativa de perda de solo acima dos limites toleráveis.

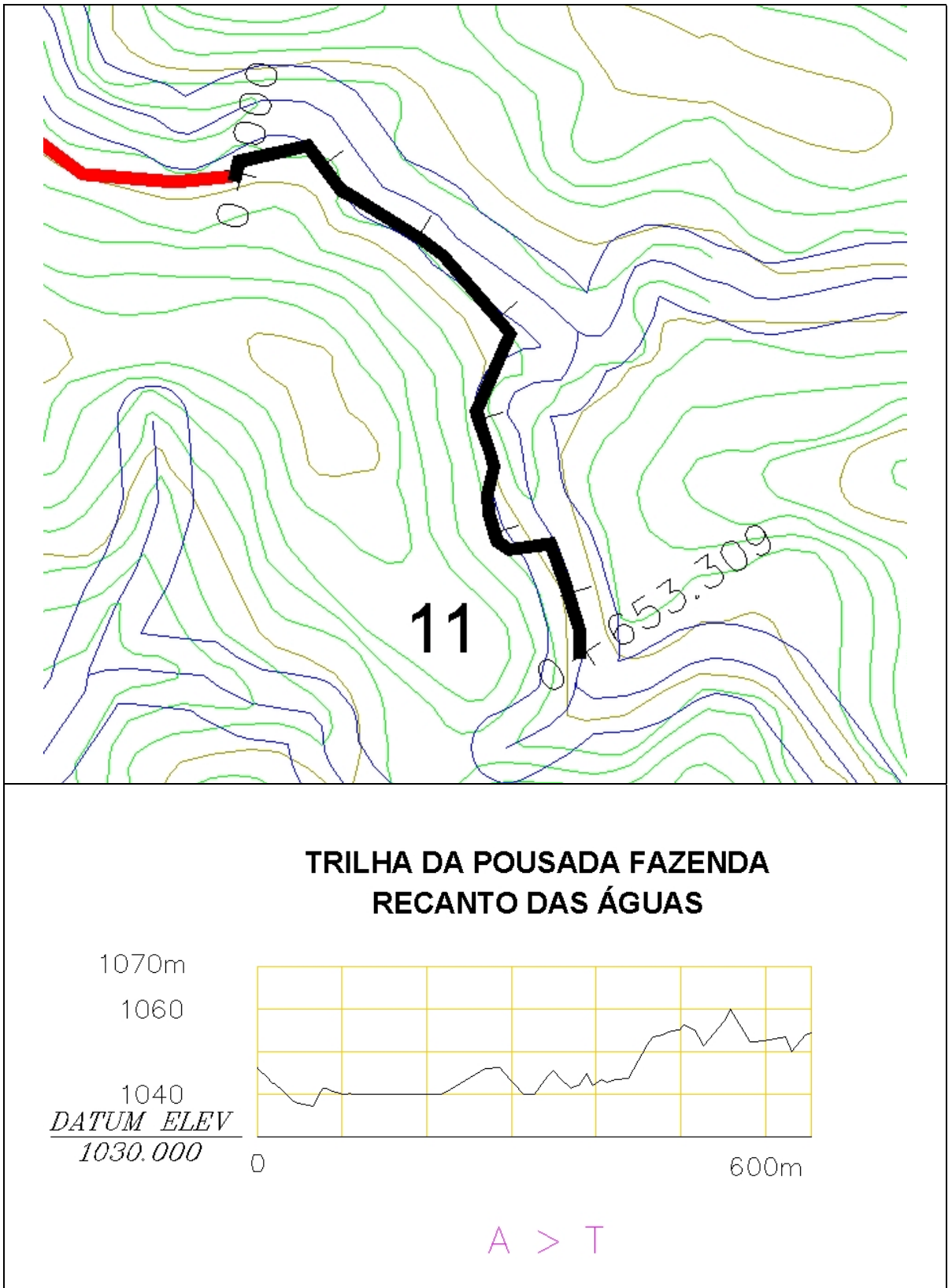


Figura 7-91: Planta e Perfil Topográfico da Trilha da Pousada Fazenda Recanto das Águas - 11 (MB5)

Conforme nos mostra a Figura 7-92, a **Trilha das Cruzes** situa-se praticamente dentro da pequena área urbanizada do município de Santo Antônio.

É uma trilha pavimentada, possui declividade máxima (dM) de 9%, tem como ponto culminante 1130m e apenas uma 1m de desnível do ponto inicial ao ponto final, visto que seu trajeto em arco, sobe e desce O Morro do Cruzeiro. O desnível do início da trilha até o cruzeiro é de aproximadamente 69m.

Todo o trajeto dessa trilha situa-se fora de APPs, porém dentro de área com perda de solo superior a tolerância.

A grande preocupação desta via é a drenagem e movimento de massa, visto que o trecho intermediário da via, corta dois morros em sua porção mediana e também intercepta uma talvegue (estaca 300m no perfil topográfico). Esses morros devem ser mantidos vegetados e a drenagem devidamente projetada, evitando assim possíveis deslizamentos de terra.

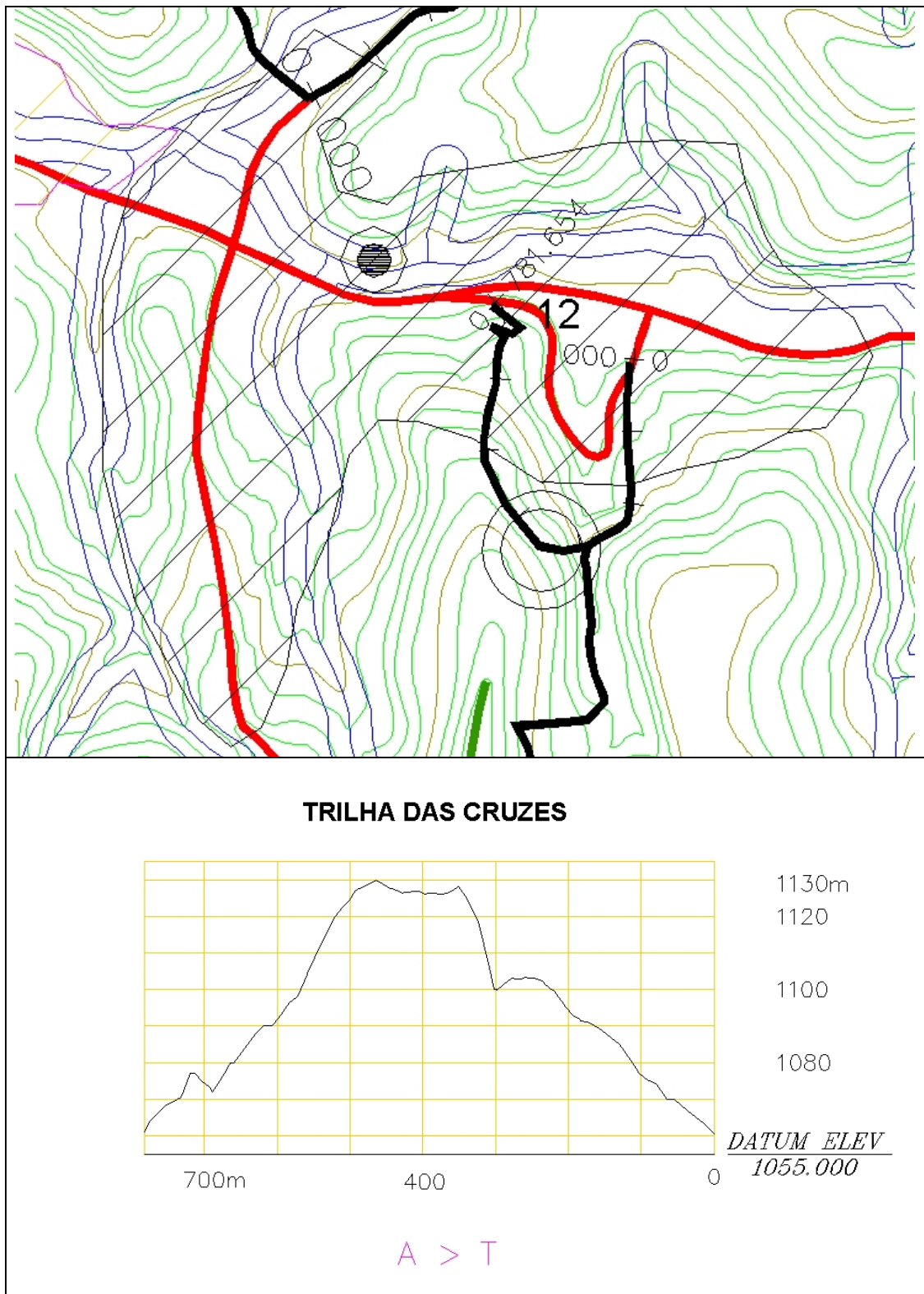


Figura 7-92: Planta e Perfil Topográfico da Trilha das Cruzes - 12 (MB5)

Na Figura 7-85 encontramos o perfil topográfico da **Trilha do Cambraia**. Essa trilha foi subdividida em dois trechos (A e B), localizados em diferentes microbacias e analisados separadamente.

O **Trecho A** apresenta declividade máxima (dM) de 6%, tem como maior altitude o valor de 1144m e sobe 41m de desnível até encontrar o divisor de águas.

Esse trecho segue em seus 200m iniciais de trajeto, paralelo a faixa de APP ao longo do córrego e depois se afasta. Todo o seu trajeto encontra-se em área de perda de solo superior a tolerância, mas em torno na estaca 300m, passa próxima a uma área de perda solo dentro dos limites toleráveis.

O **Trecho B** apresenta-se mais declivoso do que o A, possuindo uma declividade máxima (dM) duas vezes maior (15%). Tem como altitude máxima 1144m e 144m de desnível entre o ponto inicial e final.

Esse trecho segue seus 300m iniciais de trajeto até alcançar a faixa de APP e depois segue paralela a ela, praticamente até o final. Situa-se também em área de perda superior a tolerância.

Pelos dados acima, verificamos que o Trecho B apresenta-se mais problemático do que o A, visto que é mais declivoso, boa parte do seu trajeto se encontra próxima a APP e situa-se mais distante de áreas com expectativa de perda de solo tolerável. Temos também, nesse trecho, que prestar atenção na sua drenagem, principalmente nos seus 400m finais de trajeto, pois a via acaba por se tornar um dreno de encosta nessa porção, conforme nos mostra a planta topográfica.

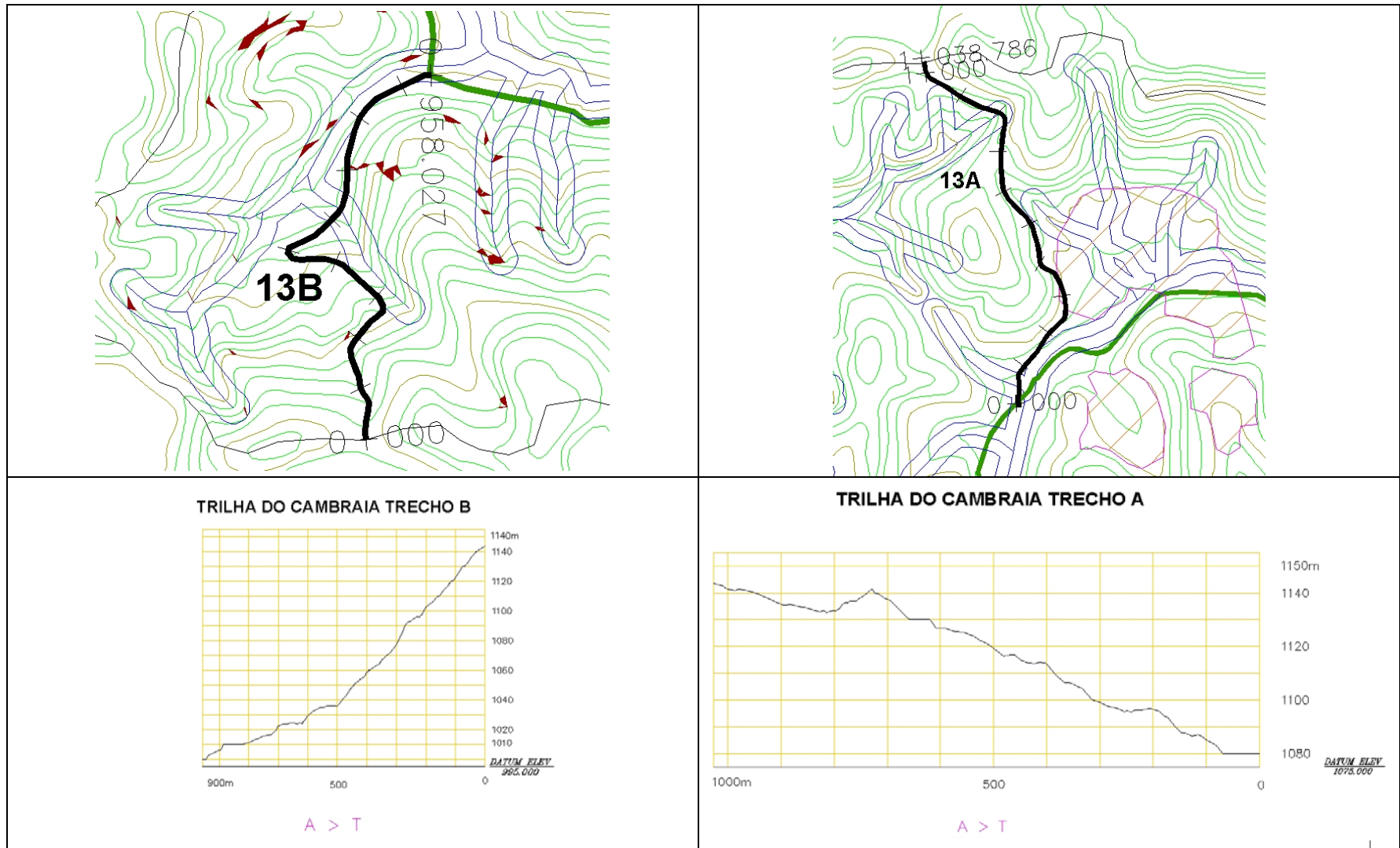


Figura 7-93: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Cambraia Trechos A e B – 13A (MB4) e 13B (MB1)

O perfil topográfico da **Trilha do Colotário** é exibido na Figura 7-94. Essa via 13% de declividade máxima (dM), portanto é bem declivosa. Tem como maior altitude 1190m e sobe 87m de desnível do ponto inicial ao ponto final. Seu trajeto situa-se fora de APPs, porém em áreas de perda de solo superior ao limite de tolerância.

Essa trilha apresenta problemas erosivos acentuados e observando seu perfil topográfico, podemos indicar duas regiões críticas, que mereciam um monitoramento rigoroso, o primeiro, situa-se entre 250 e 350m, que é um trecho muito declivoso (declividade de 40%) e o outro situa-se entre 450 e 550m, que além de declivoso (40% de declividade) é também um talvegue natural.

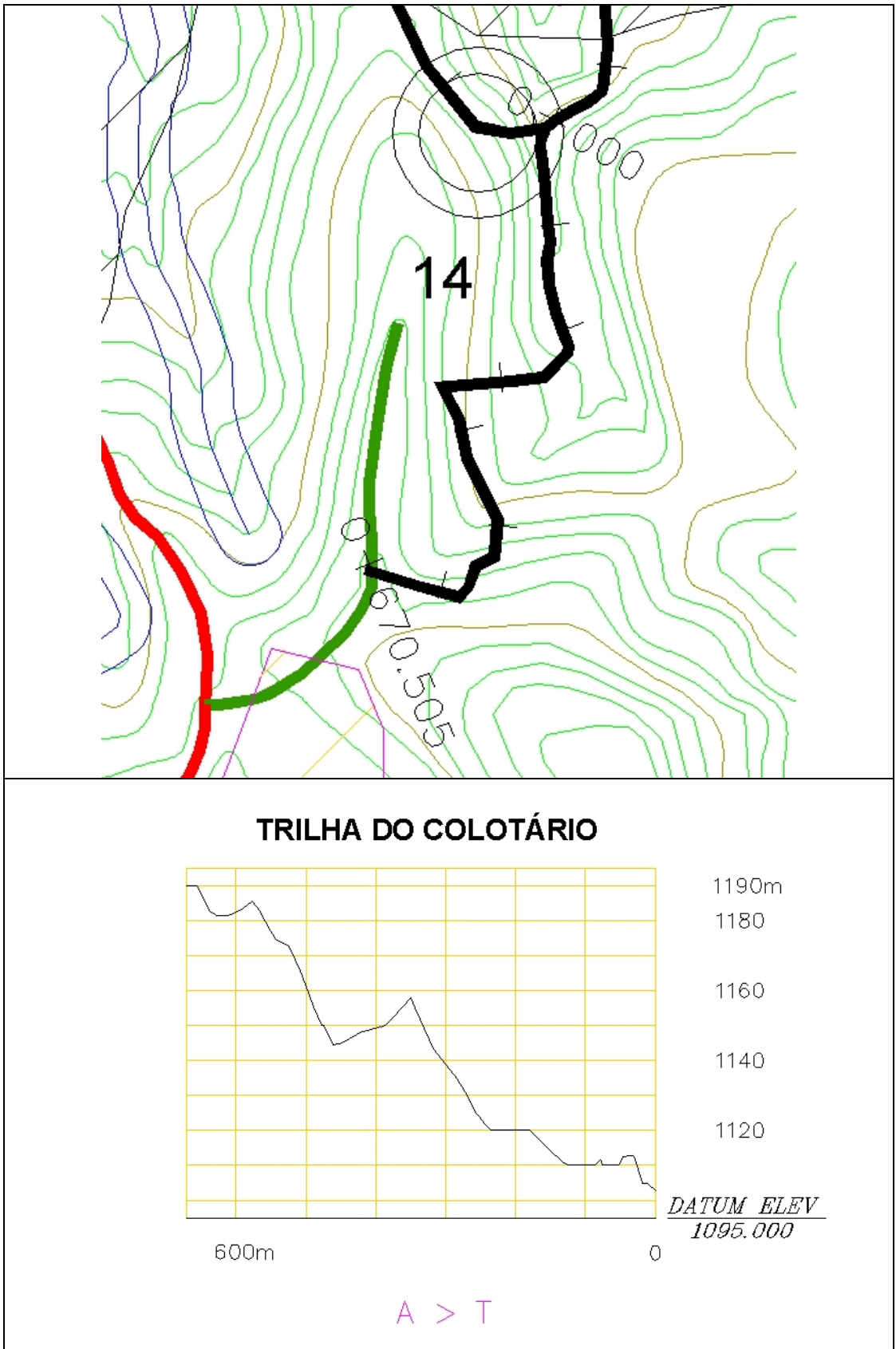


Figura 7-94: Planta e Perfil Topográfico da Trilha das Colotário - 13 (MB5)

Na Figura 7-95 encontramos o perfil topográfico do **Trilha do Tropeiro**. Essa trilha é também formada por dois trechos (A e B), localizados em microbacias distintas.

O **Trecho A** apresenta uma elevada declividade máxima (dM) de 13%, tem como maior altitude o valor de 1080m e conforme ilustra seu perfil, é uma rampa uniforme e sobe 100m de desnível até encontrar o divisor de águas, no final de seu trajeto.

Com relação às áreas de preservação (APP), o Trecho A possui todo o seu trajeto situado entre duas faixas de APP. Situa-se também em área de perda de solo não permissível.

O **Trecho B** se apresenta menos declivoso do que o A, possuindo uma declividade máxima (dM) igual a metade da anterior (6%). Tem como altitude máxima 1080m e 114m de desnível entre o ponto inicial e final.

Esse trecho tem todo o seu trajeto paralelo a APPs, inclusive, cortando-a em alguns locais. Através de seu perfil topográfico, visualizamos a acentuada declividade de seus 700m iniciais de trajeto, que coincide com a expectativa de perda de solo superior à tolerância. O restante do trecho é menos declivoso e localiza-se em área de perda tolerável.

É importante destacar, como nos mostra a carta topográfica, que essa porção inicial de 700m do Trecho B, também atravessa uma região de nascentes com locais de declividades superiores a 100%.

Portanto, na Trilha do Tropeiro, o Trecho A e a porção inicial do Trecho B, acima citada, devem ser alvos de monitoramento, pois são áreas críticas, tanto no ponto de vista de erosão, como no ponto de vista preservacionista.

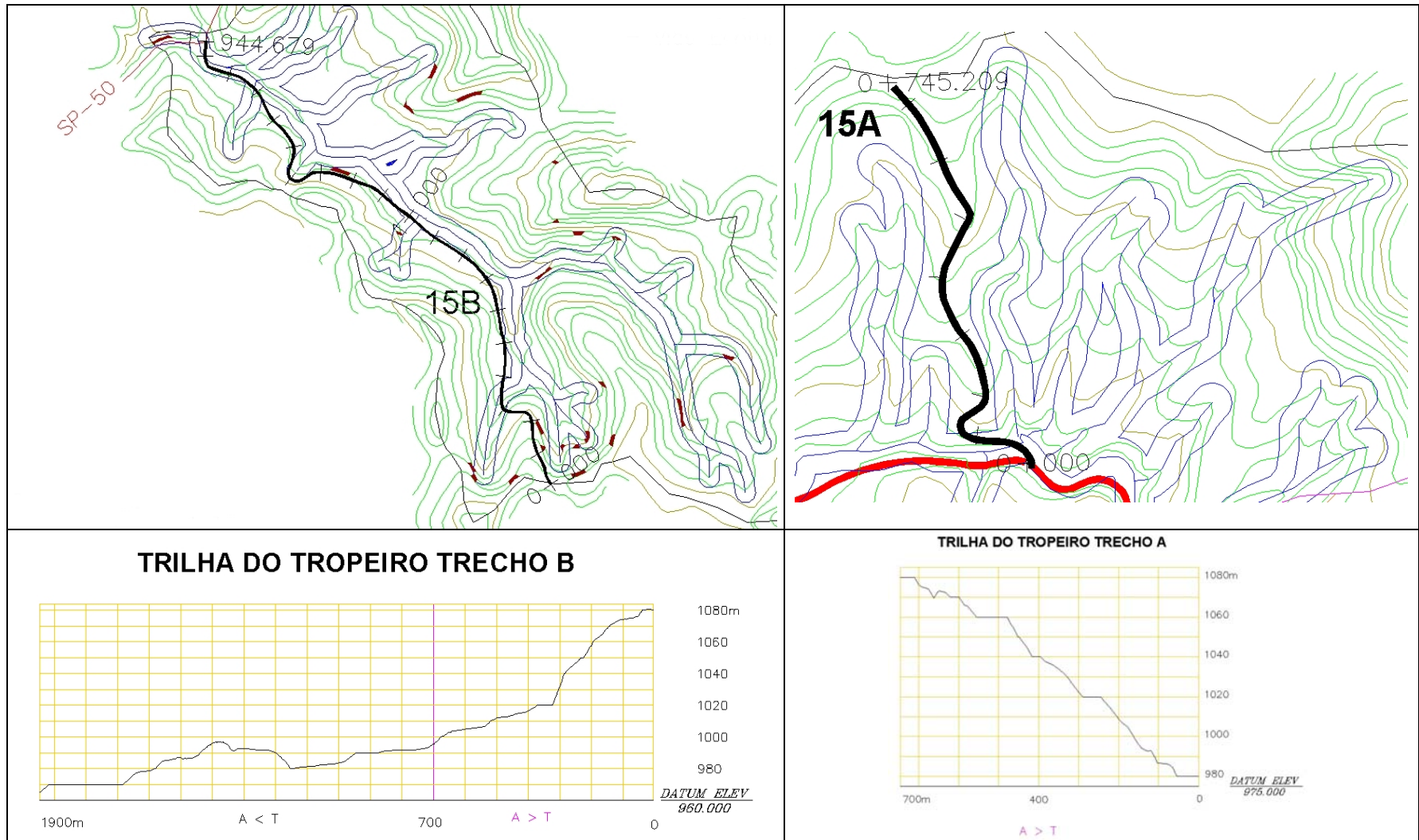
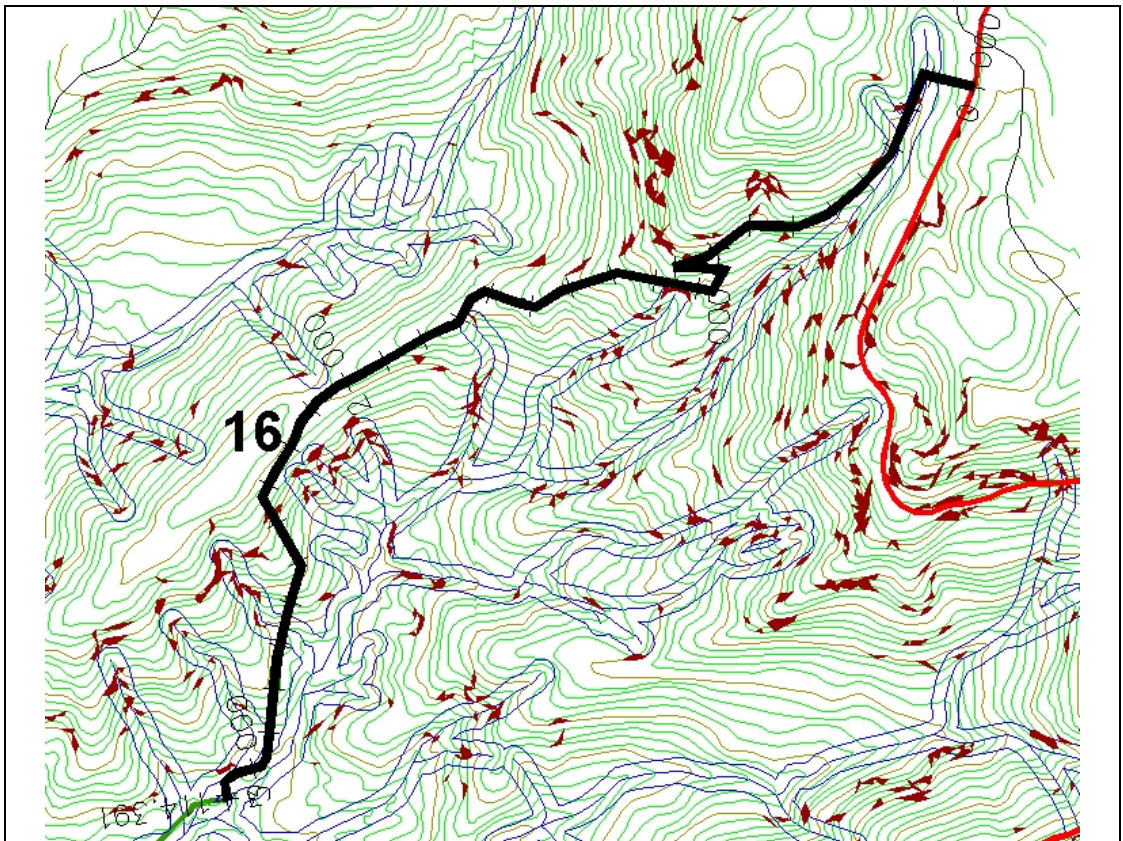


Figura 7-95: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Tropeiro Trechos A e B – 15A (MB4) e 15B (MB2)

A **Trilha do Zig-Zag** foi a última via ecoturística analisada e o seu perfil é exibido na Figura 7-96. Essa trilha apresenta a segunda maior declividade máxima (dM) de 16% e o maior desnível entre o ponto inicial e final (508m). Sua altitude máxima é de 1638m.

Como podemos observar através de seu perfil e planta topográfica, a trilha basicamente é uma rampa descendente e que segue paralelo e/ou atravessa APPs. Entre a estaca 1000 a 2500m, atravessa uma região de nascentes com manchas de declividades superiores a 100%, inclusive boa parte deste trajeto segue em cima de uma divisor de águas. Outro trecho crítico desta trilha, situa-se entre a estaca 2300 a 2600m, é um trecho morro abaixo com uma declividade em torno de 40%. Todo o trajeto da trilha encontra-se em área de perda de solo superior a tolerância.

As informações acima citadas colocam essa trilha como muito frágil frente a processos erosivos e muito importante no aspecto de preservação de mananciais. É uma trilha que exige um monitoramento constante e um projeto de manejo detalhado.



TRILHA DO ZIG-ZAG

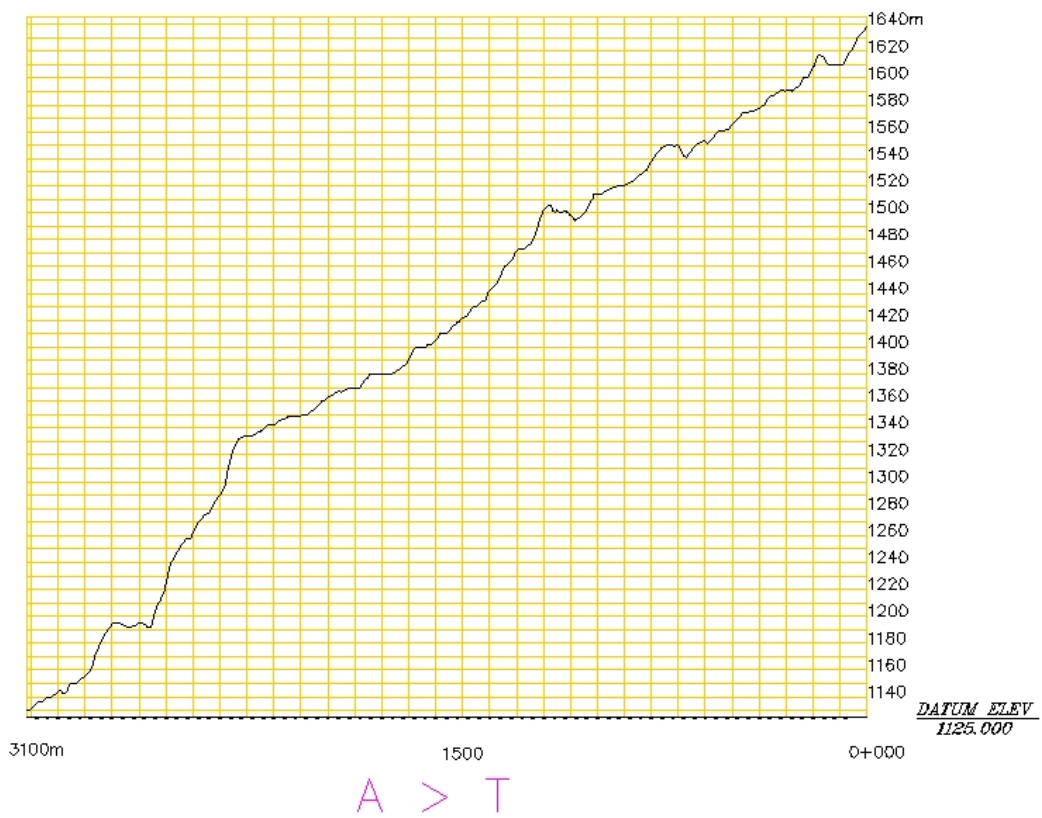


Figura 7-96: Planta e Perfil Topográfico da Trilha do Zig-Zag - 16 (MB1)

7.4.8. Síntese dos Resultados - Microbacias e Perfis

7.4.8.1. Microbacias e a Área de Estudo (AE)

Na Tabela 7-40, encontramos a síntese dos resultados obtidos na determinação das classes de declividade, para fins de classificação do **relevo**, nas microbacias que compõem a área de estudo.

Comparando a distribuição das diferentes classes de relevo nas microbacias, nota-se que a variação é pequena. A MB2 é a única microbacia que se destaca do conjunto, pois apresenta um percentual maior de relevo suave ondulado e ondulado.

As microbacias que se apresentam de relevo ligeiramente mais acentuado são a MB1 e a MB6, sendo que a MB1 possui um percentual um pouco superior de relevo montanhoso e escarpado em relação a MB6. Essa diferença talvez seja ainda maior, pois a MB1 possui o menor percentual de áreas “Não Classificadas” e essas pela análise das curvas de nível e sua localização geográfica (geralmente ao longo de cursos d’água), pertenceriam provavelmente à classes menos declivosas.

Devido a essa pequena variação da distribuição percentual do relevo nas microbacias, a área de estudo acabou seguindo o mesmo padrão de distribuição destas, isto é, há a predominância de relevo forte ondulado (44,7%), quase não possui relevo considerado plano (0,1%), atinge um total de 8,2% para relevo suave ondulado e ondulado e, 80,6% para relevo forte ondulado, montanhoso e escarpado, somados.

A síntese dos resultados obtidos na classificação de declividades para fins de determinação da **capacidade de uso da terra**, é encontrada na Tabela 7-41. Nota-se na referida tabela, que o padrão de distribuição percentual dessas classes é aqui também bem similar nas diferentes microbacias. Com exceção, mais uma vez da MB2, que devido a sua topografia ser um pouco menos movimentada em relação as demais microbacias, teve um percentual de área maior que se enquadraria dentro do Grupo “A” (que engloba as classes de capacidade de uso A, B, C e D).

Porém, mesmo a MB2 que obteve esse percentual em média três vezes superior às demais microbacias, somente 10,7% de sua área estaria nas condições citadas no parágrafo anterior. A microbacia que teve o menor percentual (2,3%) de aptidão agrícola sob o ponto de vista de declividade (áreas pertencentes ao Grupo “A” de capacidade de uso) foi a MB6.

Tabela 7-40: Resumo das Classes de Relevo nas microbacias que compõem a área de estudo

Classe Relevo	Intervalo %	% Ocupado nas Microbacias						AE	
		MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6	%	ha
Não Classificada	-	8,6	13,3	15,3	14,5	10,6	11,6	11,0	918,6
Plano	< 3	0,1	0,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	7,5
Suave Ondulado	[3 - 8)	1,3	4,1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,6	53,6
Ondulado	[8 - 20)	5,4	14,5	6,0	9,6	8,2	6,0	7,6	634,5
Forte Ondulado	[20 - 45)	40,2	49,7	59,1	50,5	44,8	43,0	44,7	3727,9
Montanhoso	[45 - 75]	36,1	15,3	16,6	21,2	29,7	31,0	29,5	2458,1
Escarpado	> 75	8,3	2,8	2,0	3,8	6,3	7,9	6,4	536,4
TOTAL		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	8336,6

Tabela 7-41: Resumo das Classes de Capacidade de Uso da Terra nas microbacias que compõem a área de estudo

Classe Capacidade Uso	Intervalo %	% Ocupado nas Microbacias						AE	
		MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6	%	ha
Não Classificada	-	8,6	13,3	15,3	14,5	10,6	11,6	11,0	918,6
A	< 2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
B	[2 - 5)	0,3	1,2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	14,7
C	[5 - 10)	1,4	5,3	0,5	0,7	0,8	0,5	1,0	80,8
D	[10 - 15)	1,7	4,1	1,3	2,8	2,5	1,7	2,3	188,8
E	[15 - 45)	43,6	57,9	63,5	56,9	50,0	47,1	49,6	4135,1
F	[45 - 70]	32,9	14,4	15,8	19,9	27,4	28,3	27,1	2260,8
G	(70 - 100]	9,9	2,7	2,3	4,0	7,2	8,7	7,3	611,5
G APP	> 100	1,6	1,0	0,5	1,1	1,5	1,9	1,5	122,3
TOTAL		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	8336,6

Analisando a área de estudo como um todo, ela seguiu os mesmos padrões de distribuição nas microbacias, possuindo somente 288,3ha (3,5%) com declividade suficiente para se enquadrar dentro do Grupo "A". Tem a maior parte de sua área, 4135,1ha (49,6%), com declividade suficiente para pertencer à Classe VI de uso da terra (que se restringe a pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação) e o restante, 2994,6ha (35,9%), se enquadraria nas Classes VII (pastagens e reflorestamento como problemas complexos de conservação) ou VIII (terras impróprias para culturas, pastagens e reflorestamento, servindo apenas para recreação e preservação da vida silvestre). Concluímos portanto, baseado nesses dados, que a área de estudo, não possui aptidão para atividades agrícolas, restringindo-se somente a pastagens e reflorestamento.

Analisando agora, a distribuição percentual das APPs nas microbacias (Tabela 7-42) notamos que a proporcionalidade de distribuição, assim como no caso das classes de declividade, é também bastante uniforme, com exceção agora da MB3, que possui um percentual de APP bem acima das demais microbacias (33,7%).

Esse fato se deve a maior densidade hídrica (igual a 5,2Km/Km², vide Tabela 7-2) que a mesma possui, isto é, maior quantidade de cursos d'água, maior a área da faixa de 30m ao longo desses. Com a MB6, que possui o segundo lugar em percentual de APPs (28,9%), ocupa também a segunda maior densidade hídrica (4,2Km/Km²) e, a MB5, que possui o menor percentual de APPs (23,2%), possui também a menor densidade hídrica das microbacias (3,6Km/Km²). Essa alta correlação entre densidade hídrica e área ocupada por APPs, é óbvia, visto que o percentual das APPs decorrentes da faixa de 30m é muito superior ao do decorrente das áreas de declividade superior a 100%, mesmo numa região de relevo forte ondulado como a área de estudo.

A área de estudo como um todo, possui 2050,3ha (24,6% de sua área total) classificados como APPs, destes 122,3ha (6,0% da área de APPs) são situados em áreas de declividade superior a 100% e o restante, 1928,0ha (94,0% da área de APPs), são situados ao longo da faixa de 30m nos cursos d'água.

Tabela 7-42: Resumo das APP, Regiões de Perda de Solo frente a Tolerância e o inter cruzamento entre elas

Descrição	% Ocupado nas Microbacias						AE	
	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6	%	ha
APP	24,6	24,8	33,7	24,2	23,2	28,9	24,6	2050,3
Regiões não consideradas como APP	75,4	75,2	66,3	75,8	76,8	71,1	75,4	6286,3
Regiões com Perda de Solo < Tolerância	4,2	22,7	0,0	12,2	10,0	8,0	8,9	741,8
Regiões com Perda de Solo > Tolerância	95,8	77,3	100,0	87,8	90,0	92,0	91,1	7594,8
APP em regiões com A < T	1,8	10,7	0,0	3,7	3,5	3,0	3,2	263,8
APP em regiões com A > T	22,8	14,1	33,7	20,4	19,7	25,9	21,4	1786,5
Regiões não consideradas como APP com A < T	2,4	12,0	0,0	8,5	6,5	5,0	5,7	478,0
Regiões não consideradas como APP com A > T	73,0	63,1	66,3	67,3	70,3	66,1	69,7	5808,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	8336,6

Em termos de **perda de solo**, como era esperado, a microbacia de topografia menos acentuada (MB2) foi a que obteve o maior percentual (22,7%) de regiões com perda inferior à tolerância ($A < T$) e, a de relevo mais movimentado (MB1), a que teve o menor percentual (4,2%), excluindo a MB3, que não teve ocorrência de região com perda de solo inferior à tolerância.

No caso da MB1, além do relevo mais acentuado, ainda há o agravante desta possuir boa parcela de sua área ocupada pela unidade de mapeamento pedológico PVA63, que tem o menor limite de tolerância de perda de solo comparado às demais unidades de mapeamento da área de estudo. Provavelmente, seja esse o motivo pelo qual essa microbacia apresentou um percentual de região com $A < T$ bem inferior ao das MB4, MB5 e MB6 (12,2%, 10,0% e 8,0%, respectivamente).

A área de estudo, como um todo, tem 741,8ha (8,9% de sua área total), com perda de solo inferior a tolerância, localizados em sua maioria em pequenos fragmentos ao longo dos cursos d'água.

Como podemos verificar pelos dados acima descritos, o percentual de regiões com perda de solo dentro dos limites toleráveis é bem baixo, mesmo quando boa parte da área situa-se dentro de uma unidade de mapeamento pedológica (LVA10) que abrange um solo (Latosolo Vermelho-Amarelo) com limite de tolerância relativamente elevado, quando comparado como outros solos do estado de São Paulo (vide Tabela 5-6 e Tabela 6-3). O fato que levou a essa situação foram os valores elevados do fator topográfico, que acabaram por neutralizar o valor mais baixo de K dessa unidade de mapeamento.

Concluindo, essa fragilidade da AE frente a processos erosivos laminares é coerente com a descrição geomorfológica da área, que classifica a maior parte desta no nível de fragilidade potencial muito alto, com áreas sujeitas a processos erosivos agressivos (vide Tabela 7-5).

Analisando agora, a relação entre as **APPs e as regiões de perda de solo**, a área de estudo possui 1786,5ha dos 2050,3ha (que correspondem ao total das APPs), localizados em área de perda de solo superior à tolerância. Sendo assim, deve-se tomar cuidado nessas regiões por ocasião da implantação de projetos de recomposição florestal, haja visto que a perda de solo foi calculada com $C=0,01$ (pastagem) e no caso de áreas de recomposição florestal esse valor pode ser alterado, dependendo do sistema de plantio utilizado. Portanto, por ocasião desta implantação, deve-se manter a parcela antrópica da EUPS, pelo menos, no mesmo nível do utilizado na aplicação desta equação na pesquisa, isto é, $C.P=0,01$.

Dos 741,8ha que compõem a área total das regiões de perdas de solo toleráveis, somente 478,0ha não estão situados em APPs. Dessa maneira, apenas 5,7% da AE seria mais apropriada para ser utilizada como pastagem, pois o valor de C adotado no cálculo da EUPS foi apropriado para esse tipo de uso da terra. Adotando-se práticas conservacionistas, talvez fosse possível dobrar essa área, mesmo assim continuaríamos com um percentual muito reduzido.

Simulando como uso da terra culturas perenes ($C = 0,05$) e semi-perenes ($C = 0,1$) e mantendo a relação $C.P = 0,1$, encontramos como valores de P, 0,2 e 0,1, respectivamente. O primeiro valor corresponde a prática conservacionista de cordões de vegetação permanente (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1992). Já valores de P inferiores a 0,2 são pouco encontrados em literatura. Em CASTRO & VALÉRIO FILHO (1997), temos um valor de $P = 0,01$ para plantio em nível + plantio direto por coveamento em área de declividade inferior a 3%, no cultivo de eucalipto. Porém, esse valor de P não poderia ser obtido na área de estudo, visto que, praticamente não encontramos áreas nessa faixa de declividade (relevo plano).

Concluindo, unindo a informação acima com a análise de declividade realizada para fins de verificação da capacidade de uso da terra, a aptidão na maior parte da área de estudo seria o reflorestamento e a preservação da vida silvestre. Daí a importância do **Ecoturismo** como uma alternativa de receita para o município, haja visto que Santo Antônio do Pinhal possui 54,2% de sua população residente na zona rural (são 3144 pessoas do total de 5804 habitantes) e, o pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários, atinge a soma de 1910 indivíduos (dados de 31.12.1995), gerando cerca de R\$2.143.000,00 (de 01.08.1995 a 31.07.1996), o que dá uma renda de R\$93,50/indivíduo.mês (BRASIL IBGE, 2000). Assim, a implantação de um plano de desenvolvimento turístico do município que conciliasse adequadamente a questão da preservação ambiental com a melhoria da renda das pessoas residentes no município, seria de grande valia.

7.4.8.2. Vias Ecoturísticas

Na Tabela 7-43, encontramos a síntese das informações do posicionamento geográfico das vias ecoturísticas em relação às áreas de preservação permanente (APP). Nota-se que a grande maioria das vias encontram-se localizadas dentro ou muito próximas às APPs, pois muitas vias têm seu trajeto ou boa parte dele, localizados junto de cursos d'água, de maneira a aproveitar a topografia mais suave dessas áreas.

Assim como a maioria das vias situam-se em áreas de preservação, também situam-se em áreas de perda de solo superior a tolerância, como indica a Tabela 7-44.

Tabela 7-43: Posicionamento das Vias Ecoturísticas frente às Áreas de Preservação Permanente (APP)

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Observações
1	Estrada da Aparecida	SA	5	686	Segue os 135m iniciais até encontrar com APP e daí segue paralelo a essa
2	Estrada da Fazenda Serrana	SA	5	1101	Corta APP logo no início e depois segue em região extra APP
3	Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)	CJ	1	2907	Todo o trajeto em região extra APP, porém corta APP no início e em mais dois locais
4A	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho A	CJ	1	239	Todo o trajeto em região extra APP
4B	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho B	SA	5	1960	Todo o trajeto em região extra APP, porém os 760m finais segue paralelo APP
5A	Estrada do Barreiro Trecho A	SA	5	2009	Segue os 1000m iniciais e os 500m finais paralelo a APP
5B	Estrada do Barreiro Trecho B	SA	4	676	Todo o trajeto paralela a APP
6A	Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	5	2028	Segue os 116m iniciais em área extra APP até atingí-la, depois segue paralela a APP até o final do trajeto, inclusive passando por áreas de declividade superior a 100%
6B	Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	6	1346	Segue os 647m iniciais em região extra APP até atingí-la e daí segue praticamente dentro desta
7A	Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	5	815	Corta APP no início de seu trajeto
7B	Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	4	938	Todo o trajeto em região extra APP, porém segue os 227m finais paralelo a APP

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

(Continuação da Tabela anterior)

CD¹ Nome	MU²	MB³	LH⁴	Observações
8A Estrada do Pico Agudo Trecho A	SA	5	5065	Praticamente durante todo o seu trajeto, corta e/ou segue em paralelo a APP. No final atinge região de declividade superior a 100%
8B Estrada do Pico Agudo Trecho B	SA	6	109	Encontra-se em região de declividade superior a 100%
9 Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	1	668	Segue os 400m iniciais praticamente dentro de APP, depois em área extra APP
10 Trilha da Fazenda Renópolis	SA	5	1558	Todo o trajeto em região extra APP
11 Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	5	653	Todo o trajeto dentro de APP
12 Trilha das Cruzes	SA	5	782	Todo o trajeto em região extra APP
13A Trilha do Cambraia Trecho A	SA	4	1039	Segue os 200m iniciais praticamente dentro de APP, depois em área extra APP
13B Trilha do Cambraia Trecho B	SA	1	958	Segue os 300m iniciais em área extra APP até atingí-la, depois segue paralela a APP até o final do trajeto
14 Trilha do Colotário	SA	5	671	Todo o trajeto em região extra APP
15A Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	4	754	Todo o trajeto em região extra APP
15B Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	2	1945	Todo o trajeto paralelo e/ou corta APP
16 Trilha do Zig Zag	CJ	1	3114	Segue os 1000m iniciais paralelo a APP, depois até os 2500m segue em área de nascentes; após os 2500m, novamente, segue em paralelo a APP até o final da via

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

Tabela 7-44: Posicionamento das Vias Ecoturísticas frente às Regiões de Perda de Solo

CD ¹ Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Observações
1 Estrada da Aparecida	SA	5	686	Segue os 334m iniciais em região de perda de solos inferior a tolerância (A < T), depois os 351m finais em região superior a tolerância (A > T)
2 Estrada da Fazenda Serrana	SA	5	1101	Segue os 168m iniciais em região de perda de solos inferior a tolerância (A < T), depois os 933m finais em região superior a tolerância (A > T)
3 Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)	CJ	1	2907	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
4A Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho A	CJ	1	239	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
4B Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho B	SA	5	1960	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
5A Estrada do Barreiro Trecho A	SA	5	2009	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
5B Estrada do Barreiro Trecho B	SA	4	676	Segue os 244m iniciais em região de perda de solos inferior a tolerância (A < T), depois os 432m finais em região de superior a tolerância (A > T)
6A Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	5	2028	Segue os 1534m iniciais em região de perda de solos inferior a tolerância (A < T), depois os 495m finais em região superior a tolerância (A > T)
6B Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	6	1346	Segue os 456m iniciais em região de perda de solos superior a tolerância (A > T), depois os 890m finais em região inferior a tolerância (A < T)
7A Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	5	815	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
7B Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	4	938	Segue os 308m iniciais em região de perda de solos superior a tolerância (A > T), depois 404m em região inferior a tolerância (A < T) e os 227m finais novamente em região superior a tolerância (A > T)

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

(Continuação da Tabela anterior)

CD ¹ Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Observações
8A Estrada do Pico Agudo Trecho A	SA	5	5065	Segue os 384m iniciais em região de perda de solos inferior a tolerância (A < T), depois os 4681m finais em região superior a tolerância (A > T)
8B Estrada do Pico Agudo Trecho B	SA	6	109	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
9 Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	1	668	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
10 Trilha da Fazenda Renópolis	SA	5	1558	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
11 Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	5	653	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
12 Trilha das Cruzes	SA	5	782	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
13A Trilha do Cambraia Trecho A	SA	4	1039	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
13B Trilha do Cambraia Trecho B	SA	1	958	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
14 Trilha do Colotário	SA	5	671	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)
15A Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	4	754	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T); porém, nos 300m iniciais segue próxima a região de A < T
15B Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	2	1945	Segue os 667m iniciais em região de perda de solos superior a tolerância (A > T), depois os 1247m finais em região inferior a tolerância (A < T)
16 Trilha do Zig Zag	CJ	1	3114	Todo o trajeto em região de perda de solo superior a tolerância (A > T)

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

Tabela 7-45: Resultados da análise do Perfil Topográfico das vias ecoturísticas

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Zm ⁵	ZM ⁶	DZM ⁷	dM ⁸	Zi ⁹	Zf ¹⁰	DZv ¹¹	dv ¹²
1	Estrada da Aparecida	SA	5	686	1130	1146	16	2%	1146	1130	-16	-2%
2	Estrada da Fazenda Serrana	SA	5	1101	1140	1274	134	12%	1145	1274	129	12%
3	Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)	CJ	1	2907	1506	1674	167	6%	1653	1506	-147	-5%
4AB	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho A+B	CJ/SA	1/5	2199	1336	1506	170	8%	1506	1336	-170	-8%
5A	Estrada do Barreiro Trecho A	SA	5	2009	1050	1160	110	5%	1050	1160	110	5%
5B	Estrada do Barreiro Trecho B	SA	4	676	1090	1160	70	10%	1160	1090	-70	-10%
6A	Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	5	2028	1092	1169	77	4%	1160	1145	-15	-1%
6B	Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	6	1346	1030	1145	115	9%	1145	1035	-110	-8%
7A	Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	5	815	1050	1146	96	12%	1050	1141	91	11%
7B	Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	4	938	1070	1141	71	8%	1141	1070	-71	-8%

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

⁵ Zm – Altitude ortométrica mínima da via, em metros

⁶ ZM – Altitude ortométrica máxima da via, em metros

⁷ DZM – Diferença de nível máxima da via, em metros

⁸ dM – Declividade máxima

⁹ Zi – Altitude ortométrica do ponto inicial da via, em metros

¹⁰ Zf – Altitude ortométrica do ponto final da via, em metros

¹¹ DZv – Diferença de nível da via, em metros

¹² dv – Declividade da via

(Continuação da Tabela anterior)

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Zm ⁵	ZM ⁶	DZM ⁷	dM ⁸	Zi ⁹	Zf ¹⁰	DZv ¹¹	dv ¹²
8AB	Estrada do Pico Agudo Trecho A+B	SA	5/6	5174	1150	1659	509	10%	1177	1659	482	9%
9	Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	1	668	1605	1653	49	7%	1605	1653	49	7%
10	Trilha da Fazenda Renópolis	SA	5	1558	1334	1638	304	20%	1334	1638	304	20%
11	Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	5	653	1037	1060	23	3%	1046	1054	8	1%
12	Trilha das Cruzes	SA	5	782	1061	1130	69	9%	1061	1062	1	0%
13A	Trilha do Cambraia Trecho A	SA	4	1039	1080	1144	64	6%	1039	1080	41	4%
13B	Trilha do Cambraia Trecho B	SA	1	958	1000	1144	144	15%	1144	1000	-144	-15%
14	Trilha do Colotário	SA	5	671	1103	1190	87	13%	1103	1190	87	13%
15A	Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	4	754	980	1080	100	13%	980	1080	100	13%
15B	Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	2	1945	965	1080	115	6%	1081	965	-115	-6%
16	Trilha do Zig Zag	CJ	1	3114	1130	1638	508	16%	1638	1130	-508	-16%

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

⁵ Zm – Altitude ortométrica mínima da via, em metros

⁶ ZM – Altitude ortométrica máxima da via, em metros

⁷ DZM – Diferença de nível máxima da via, em metros

⁸ dM – Declividade máxima

⁹ Zi – Altitude ortométrica do ponto inicial da via, em metros

¹⁰ Zf – Altitude ortométrica do ponto final da via, em metros

¹¹ DZv – Diferença de nível da via, em metros

¹² dv – Declividade da via

Na Tabela 7-46 encontramos a síntese da análise dos perfis topográficos, classificada pelo valor da declividade máxima (dM), que foi um parâmetro proposto para fins de comparação do grau de movimentação do relevo de cada via. Verifica-se pela referida tabela, que a via de menor dM é a Estrada da Aparecida (2%), seguida pela Trilha da Pousada Recanto das Águas (3%) e em terceiro lugar a Trilha da Fazenda Lens (4%) e a Estrada do Boa Vista - Trecho A (4%). A via de maior dM é a Trilha da Fazenda Renópolis (20%), seguida pela Trilha do Zig-Zag (216%) e em terceiro lugar a Trilha do Cambraia - Techo B (15%).

Tabela 7-46: Classificação das vias ecoturísticas em ordem crescente de declividade máxima (dM)

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Zm ⁵	ZM ⁶	DZM ⁷	dM ⁸	Zi ⁹	Zf ¹⁰	DZv ¹¹	dv ¹²
1	Estrada da Aparecida	SA	5	686	1130	1146	16	2%	1146	1130	-16	-2%
11	Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	5	653	1037	1060	23	3%	1046	1054	8	1%
9	Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	1	668	1630	1653	23	4%	1653	1638	-15	-2%
6A	Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	5	2028	1092	1169	77	4%	1160	1145	-15	-1%
5A	Estrada do Barreiro Trecho A	SA	5	2009	1050	1160	110	5%	1050	1160	110	5%
3	Trilha do Alto Lageado (Estrada Velha de Campos)	CJ	1	2907	1506	1674	167	6%	1653	1506	-147	-5%
15B	Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	2	1945	965	1080	115	6%	1080	965	-115	-6%
13A	Trilha do Cambraia Trecho A	SA	4	1039	1080	1144	64	6%	1039	1080	41	4%
7B	Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	4	938	1070	1141	71	8%	1141	1070	-71	-8%
4AB	Trilha do Alto Lageado (Estrada de Ferro) Trecho A+B	CJ/SA	1/5	2199	1336	1506	170	8%	1506	1336	-170	-8%

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

⁵ Zm – Altitude ortométrica mínima da via, em metros

⁶ ZM – Altitude ortométrica máxima da via, em metros

⁷ DZM – Diferença de nível máxima da via, em metros

⁸ dM – Declividade máxima

⁹ Zi – Altitude ortométrica do ponto inicial da via, em metros

¹⁰ Zf – Altitude ortométrica do ponto final da via, em metros

¹¹ DZv – Diferença de nível da via, em metros

¹² dv – Declividade da via

(Continuação da Tabela anterior)

CD ¹	Nome	MU ²	MB ³	LH ⁴	Zm ⁵	ZM ⁶	DZM ⁷	dM ⁸	Zi ⁹	Zf ¹⁰	DZv ¹¹	dv ¹²
6B	Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	6	1346	1030	1145	115	9%	1145	1035	-110	-8%
12	Trilha das Cruzes	SA	5	782	1061	1130	69	9%	1061	1062	1	0%
8AB	Estrada do Pico Agudo Trecho A+B	SA	5/6	5174	1150	1659	509	10%	1177	1659	482	9%
5B	Estrada do Barreiro Trecho B	SA	4	676	1090	1160	70	10%	1160	1090	-70	-10%
7A	Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	5	815	1050	1146	96	12%	1050	1141	91	11%
2	Estrada da Fazenda Serrana	SA	5	1101	1140	1274	134	12%	1145	1274	129	12%
14	Trilha do Colotário	SA	5	671	1103	1190	87	13%	1103	1190	87	13%
15A	Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	4	745	980	1080	100	13%	980	1080	100	13%
13B	Trilha do Cambraia Trecho B	SA	1	958	1000	1144	144	15%	1144	1000	-144	-15%
16	Trilha do Zig Zag	CJ	1	3114	1130	1638	508	16%	1638	1130	-508	-16%
10	Trilha da Fazenda Renópolis	SA	5	1558	1334	1638	304	20%	1334	1638	304	20%

¹ CD – codificação da via

² MU – município onde está inserida a via, Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ)

³ MB – microbacia onde está inserida a via

⁴ LH – comprimento horizontal total da via, em metros

⁵ Zm – Altitude ortométrica mínima da via, em metros

⁶ ZM – Altitude ortométrica máxima da via, em metros

⁷ DZM – Diferença de nível máxima da via, em metros

⁸ dM – Declividade máxima

⁹ Zi – Altitude ortométrica do ponto inicial da via, em metros

¹⁰ Zf – Altitude ortométrica do ponto final da via, em metros

¹¹ DZv – Diferença de nível da via, em metros

¹² dv – Declividade da via

8. CONCLUSÕES

8.1. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

8.1.1. Considerações Sobre o Pacote Computacional Adotado

O sistema computacional adotado mostrou-se adequado às tarefas a que foi submetido. Sua interface com o usuário é de fácil aprendizado, porém conhecimentos prévios de AutoCAD auxiliam na manipulação do sistema, que opera nesse ambiente. Como o AutoCAD é um dos sistemas CAD mais populares no Brasil, com muitos técnicos já habilitados, torna-se mais fácil o treinamento no SIG AutoCAD Map. Outra vantagem do sistema operar no ambiente AutoCAD é que todas suas ferramentas gráficas estão à disposição, tornando o sistema muito ágil no desenho, edição e impressão de cartas.

Uma das maiores dificuldades encontradas foi o tamanho dos arquivos gerados, o que levou à necessidade de fragmentação da área de estudo em arquivos menores.

Em termos de ferramental SIG, a comunicação entre o banco de dados externo (excel) e a base cartográfica, mostrou-se lenta. Há também a necessidade da criação de ferramentas personalizadas para uma melhor automação da aplicação da EUPS, o que não é difícil, visto que o AutoCAD possui várias linguagens de programação (AutoLisp, ADS, DCL e as funções Diesel).

A geração automática de cartas de declividade é também um pouco lenta, pois nesse processo ocorre a geração de sólidos no AutoCAD. A operação *buffer* para geração das cartas de APP foi realizada de forma rápida e sem dificuldades. Uma falha do sistema é a não geração de cartas de orientação, ferramenta que seria muito importante na verificação da direção das vertentes.

8.1.2. Considerações Sobre as Cartas Básicas Obtidas

Com relação às cartas básicas, destacamos:

1. A área de estudo possui uma densidade hídrica elevada, com acentuado número de nascentes;

2. Todas as unidades geológicas pertencem ao período Pré-Cambriano, diferindo, principalmente, em relação às litologias predominantes (granito, granitóides, migmatitos ou biotita-gnaisses). Devido à ocorrência de rochas cataclásticas em trechos das linhas de falha (falha de Campos do Jordão, Jundiuvira e Monteiro Lobato), podem ocorrer corredeiras nos cursos d'água da região;
3. Em termos geomorfológicos, a área de estudo situa-se em região de nível de fragilidade muito alta frente a processos erosivos de maneira geral, devido principalmente às formas das encostas;
4. A unidade de mapeamento pedológico predominante na área de estudo (cerca de 76%) é composta de LATOSSOLOS, solo esse de boa resistência a processos erosivos laminares, graças ao seu baixo valor de erodibilidade ($K=0,012t.h/MJ.mm$). Por outro lado, há também a ocorrência de ARGISSOLOS em cerca de 21% da área, que constitui uma categoria de solo mais frágil frente a processos erosivos laminares ($K=0,028t.h/MJ.mm$);
5. A área de estudo apresentou dois grandes problemas com relação ao sistema viário:
 - A SP-50 atravessa a malha urbana da cidade;
 - As vias não pavimentadas não possuem sistemas de drenagem, fato que, obviamente, acentua os processos erosivos de maneira geral.

8.1.3. Considerações Sobre a Amostragem de Solos

Foi observada uma incoerência entre a textura fornecida pelo mapa pedológico e a obtida nos ensaios de solo.

O mapeamento de solos indica, de maneira geral, textura argilosa que nem sempre é encontrada na amostra superficial, pois em muitos locais foram obtidas texturas arenosas. Esse fato indica que, provavelmente, dentro da unidade de mapeamento existe uma variação deste atributo morfológico do solo.

Em termos práticos, essa textura superficial arenosa obtida nos ensaios implica em solos com maior suscetibilidade a processos erosivos laminares, portanto, com uma tolerância de perda de solo inferior à considerada na aplicação da EUPS na área de estudo.

8.1.4. Considerações Sobre a Metodologia de Aplicação da EUPS

A metodologia adotada na aplicação da EUPS mostrou-se adequada aos objetivos propostos, porém há a necessidade do desenvolvimento de rotinas computacionais específicas, para uma melhor automação do processo de implantação da EUPS no SIG AutoCAD Map.

8.1.5. Considerações Sobre as Cartas de Declividade das Microbacias da Área de Estudo

O relevo da área de estudo é predominantemente forte ondulado e a capacidade de uso da área de estudo, levando-se em consideração a declividade, situa-se nas Classes E ou F, portanto, são áreas destinadas a pastagem e reflorestamento. Daí a importância do ecoturismo como uma alternativa de fonte de receita para a população local.

8.1.6. Considerações Sobre as Áreas de Preservação Permanente e as Áreas de Perda de Solos dentro dos Limites Toleráveis

A área de estudo possui 24,6% (2050,3ha) de Áreas de Preservação Permanente. Deste total, somente 13% (263,8ha) situam-se em área de perda de solo tolerável e o restante, em área de perda não tolerável. Decorrente deste fato, ressaltamos a importância da adoção de práticas conservacionistas adequadas na implantação de projetos de recomposição florestal.

As regiões de perda de solo dentro dos limites toleráveis representam apenas 8,9% (741,8ha) da área de estudo. Desse montante, cerca de 36% (263,8ha) estão localizadas ao longo de cursos d'água, portanto, não podem ser ocupadas por atividades agropastoris. As regiões de perda tolerável são também, de maneira geral, muito fragmentadas, o que acaba dificultando a sua utilização por atividades agropastoris, reforçando, assim, a importância do ecoturismo como alternativa de renda à população local.

8.1.7. Considerações Sobre os Perfis Topográficos

A maioria das vias ecoturísticas tem início em regiões de relevo suave ondulado, localizados em região de fundo de vale e dentro de APPs. Desse ponto as vias seguem por essa região o máximo possível, até que têm que transpor um divisor de águas. Daí iniciam a subida da vertente até atingir o divisor e, depois, novamente, descem a vertente oposta até uma nova região de fundo de vale.

Como o relevo da área de estudo é majoritariamente forte ondulado, as regiões das vertentes, pelas quais as vias passam, possuem perda de solo não tolerável (fator topográfico elevado). Dessa forma, ou as vias estão em áreas de preservação ou em regiões de relevo que favorece a ocorrência de processos erosivos.

8.1.8. Considerações Sobre as Vias Ecoturísticas

Baseando-se nos resultados obtidos, seguem-se as propostas para as vias ecoturísticas analisadas:

1. Desenvolver projetos de enriquecimento/recomposição da vegetação nativa nas áreas de APPs situadas ao longo dos córregos e nascentes. Esses projetos teriam como objetivo a preservação ambiental e numa próxima etapa, seriam implantadas trilhas interpretativas nesses locais, visando promover a prática do ecoturismo aliado à educação ambiental. Os locais de implantação desses projetos seriam em áreas adjacentes às vias ecoturísticas já existentes, de maneira que as trilhas interpretativas seriam interligadas a essas vias. Como local para implantação de um projeto piloto, sugere-se a Trilha do Tropeiro Trecho B;
2. Monitorar processos erosivos nos pontos e trechos críticos encontrados nas seguintes vias (vide item “Perfis Topográficos das Vias Ecoturísticas”): Trilha do Cambraia, Trilha do Tropeiro, Estrada do Boa Vista e Estrada do Morro Frio. Esse monitoramento teria como objetivo colher maior número de dados, para o desenvolvimento de soluções na contenção de processos erosivos nesses locais específicos;
3. Desenvolver um projeto de utilização da trilha do Zig-Zag, objetivando o controle de acesso à via, contenção de processos erosivos e revegetação das áreas de nascentes;
4. Desenvolver um projeto de implantação da Trilha da Fazenda Renópolis, prevendo, inclusive, a recomposição da vegetação nativa em áreas de nascentes e de declividade superior a 100%;
5. Desenvolver um projeto de drenagem em caráter emergencial para as seguintes vias: Estrada da Fazenda Serrana, Estrada do Pico Agudo, Trilha das Cruzes e Trilha do Colotário;

6. Estudar alternativas de pavimentação para a Estrada do Pico Agudo;
7. Desenvolver estudos florísticos no sentido de preservar/enriquecer a área ocupada por araucárias ao longo da Trilha do Colotário;
8. Reservar a microbacia 3 como área de preservação, pois, não foram identificadas regiões de perda de solo dentro dos limites toleráveis, devido, provavelmente, ao seu relevo, visto que essa microbacia foi a que apresentou maior percentual de relevo forte ondulado em relação as demais microbacias. Também, nessa microbacia, não encontramos nenhuma via utilizada na prática do ecoturismo. Dessa maneira, reforçamos a recomendação que a microbacia 3 seja reservada como uma área de preservação e que, inclusive, não sejam abertas vias ecoturísticas.

8.1.9. Considerações Finais

A área de estudo é uma região crítica frente a processos erosivos de maneira geral. É também uma região, em termos preservacionistas, muito importante, pois situa-se na APA da Mantiqueira, região de Mata Atlântica. Possui também densa rede hídrica com inúmeras nascentes, que contribuem para a formação da Bacia da Mantiqueira. Dessa maneira, para um maior desenvolvimento da atividade ecoturística na área, é necessária a elaboração de um plano que leve em consideração os fatores expostos no presente trabalho e outros mais, para que se cumpra, adequadamente, um dos objetivos fundamentais desta atividade, que é auxiliar na conservação dos recursos naturais.

8.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomendam-se, para trabalhos futuros, os seguintes tópicos:

1. Desenvolvimento de rotinas para uma melhor implementação da EUPS no SIG AutoCAD Map;
2. Levantamento do greide das vias para estudos de drenagem;
3. Levantamento do uso da terra, como fonte de dados para o desenvolvimento de um planejamento conservacionista e, depois, conciliá-lo com o planejamento da atividade ecoturística na região;

4. Plano viário e roteiro de trilhas;
5. Mapeamento de solos, tendo em vista a pouca existência de dados desse tipo em escalas maiores. Sugere-se um mapeamento semidetalhado numa escala de 1:100.000;
6. Mapeamento das áreas de maior suscetibilidade a processos erosivos acelerados e de movimentos de massa.

9. ANEXO

CARTA DE PERDA DE SOLO E DE APPs DA ÁREA DE ESTUDO

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, M. B.; BATHURST, J. C.; CUNGE, J. A.; O'CONNELL, P. E. & RASMUSSEN, J. An introduction to the European Hydrological System - Systeme Hydrologique Europeen, "SHE", History and Philosophy of a Physically-Based, Distributed Modelling System. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.87, p.45-59, 1988.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Preparação para ensaios de Compactação e de Caracterização**. NBR n.º 6457. 1983. 7p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Grãos de Solos que passam na Peneira de 4,8mm - Determinação da Massa Específica**. NBR n.º 6508. 1982a. 7p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise Granulométrica de Solos**. NBR n.º 7181. 1982b. 15p.

AGATE, E. **Footpaths: a Practical Conservation Handbook**. Berkshire: Wembley Press, 1983. 192p.

AGNESE, C.; D'ASARO, F.; GROSSI, G. & ROSSO, R. Scaling properties of topologically random channel networks. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.183, p.183-193, 1996.

ARAÚJO, M. & ROCHA, J. V. Sistemas de Informações Geográficas na Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras na Região de UNA, no Sudeste da Bahia. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v.1, n.2, 3p, 1997. Nota Técnica 7.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1991.

ASSAD, E. D. & SANO, E. S. **Sistema de Informações Geográficas, Aplicações na Agricultura**. Brasília: Serviço de Produção de Informação - SPI, 1998. 434p.

BALLESTERO, S. D.; LORANDI, R.; TREMOCOLDI, W. A. Mapeamento Semidetalhado da Área de Relevante Interesse Ecológico de Pedra Branca (Tremembé, SP). **Revista Biociências**, Taubaté, v.6 n.2, p.7-15, 2000.

BARKIN, D. Ecoturismo – una Herramienta para un Desarrollo Sostenido en un Área de Integración Internacional? In: COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE ECOTURISMO EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CENTROAMÉRICA Y MÉXICO, 1996, Playa del Carmen. **Anais...** Playa del Carmen.

BATHURST, J. C. Physically-Based Distributed Modelling of a upland catchment using the Systeme Hydrologique Europeen. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.87, p.79-102, 1987.

BEASLEY, D. B. & HUGGINS, L. F. **Answers user's manual**. West Lafayette: Agricultural Engineering Department, Purdue University, 1980. 56p.

BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. A ocorrência de erosão urbana no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DE EROSÃO, 2, São Paulo, 1981. **Anais...** São Paulo: ABGE, v.1, p.117-137.

BERTOLINI, D. & BELLINAZZI JUNIOR, R. **Levantamento do meio físico para determinação da capacidade de uso de terras**. Campinas: CATI, 1994. 29p. Boletim Técnico n.175.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone Editora, 1992. 395p.

BRASIL EMBRATUR - Empresa Brasileira de Turismo. Diretrizes para uma Política Estadual de Ecoturismo. In: _____ **Ecoturismo na Mata Atlântica: um Guia Interativo do Vale do Ribeira**. 2002.

BRASIL DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto Sapucaí**. Brasília, 1979. 299p.

BRASIL IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Mata Atlântica**. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/>> Acesso em: 30 mai. 2002.

BRASIL IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dicionário Cartográfico**. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 1993. 645 p.

BRASIL IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**, 2000.

BRASIL INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1999. **Geoprocessamento: Teoria e Aplicações**. São José dos Campos: Gilberto Câmara & Antônio Miguel Monteiro ed., INPE, 1999.

BRASIL SNPA - Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. 1960. **Levantamento de reconhecimento dos solos de Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: SNPA, 1960. 634p. Boletim 12.

BURIN, H. R. & RIEDEL, P. S. **Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) numa avaliação multitemporal da Bacia do Ribeirão Preto**. Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada - IGCE (UNESP), 1997. 15p.

BURROUGH, P. A. & McDONNEL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. New York: Oxford University Press, 1989.

BUTHOD, M. A. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro: Book Review, 2001.

CAMPOS, I. O. **Análise de Técnicas para o estabelecimento de Modelos Digitais de Terrenos**. São Carlos: EESC/USP, 1994. 85p. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, C. N. & JACQUES, P. D. Análise da Sensibilidade e da Incerteza dos Fatores da EUPS na Avaliação de Riscos de Erosão por Geoprocessamento. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas. v.1, n.2, 2p, 1997. Nota Técnica 5.

CASTRO, A. G. & VALÉRIO FILHO, M. Simulação de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.419-426, 1997.

CAVALIERI, A. V.; HAMADA, E.; ROCHA, J. V.; LOMBARDI NETO, F. Estudo da Degradação do Solo com o uso do SIG-IDRISI. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v1, n.2, 2p, 1997. Nota Técnica 4.

CEBALLOS-LASCÚRIAN, H. Introdução: O Ecoturismo como fenômeno mundial. In: LINDBERG, K & HAWKINS, D. E. **Ecoturismo: Um Guia para Planejamento e Gestão**. São Paulo: ed. SENAC, 1995. p23-30.

CLAPS, P.; FIORENTINO, M. & OLIVETO, G. Informational entropy of fractal river networks. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.187 p.145-156, 1994.

COOKE, R. U. & DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management: an introduction**. Oxford: Claredon Press, 1977.

DE MARIA, I. C. 1995. **Razão de perdas de solo para alguns sistemas de manejo da cultura de milho**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 93p. Tese de Doutorado.

TIES - The International Ecotourism Society. **Declaração**. 2001. Disponível em: <http://www.ecotourism.org/textfiles/board_062001.html> Acesso em: 05 jan. 2002.

DELUCA, T. H., FREIMUND, W. A., COLE, D. N. Influence of Llamas, Horses, and Hikers on Soil Erosion from Established Recreation Trails in Western Montana, USA. **Environmental Management**, v.22, n. 2, p.255 - 262, 1998.

DENARDIN, J. E. **Determinação dos Fatores Erodibilidade do Solo e Comprimento de Rampa de um Latossolo Vermelho-Escuro álico**. Passo Fundo: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1978. 98p. Dissertação de Mestrado.

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1990. 114p. Tese de Doutorado.

DONOSO, G; CANCINO, J.; MAGRI, A. Effects of Agricultural activities on Water Pollution with Nitrates and Pesticides in the Central Valley of Chile. **Water Science and Technology**. v.39, n.3, p49-60, .

DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L.; LOMBARDI NETO, E. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas. In: IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. **Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP)**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1992. p.91-120. Documentos IAC n.29.

DURAND, M. La cartographie geologique et geotechnique interactive sur micro-ordinateur. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 6, 1990, Rotterdam. **Proceedings...** Rotterdam: IAEG, 1990, p. 23-30.

ELLISON, W. D. Soil Erosion Etudies. Soil Detachment Hazard by Raindrop Splash. **Agric.Engn.**, n.28, p.197-201, 1947.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos**. Brasília: SPI, 1999. 116p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: SPI, 1999. 412p.

EMMETT, W. W. The hydraulics of overland flow on hillslopes. In: **U.S. Geological Survey**. 1970. 68p. Professional Paper 622-A.

ESPAÑA. Centro de estudios del Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Procesos y riesgos. In: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. **Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología**. 1981. p.419-469. Serie: Manuales 3.

FERREIRA, M. L. C. **Proposta metodológica para desenvolvimento e implementação de um banco de dados geotécnicos**. São Carlos: EESC/USP, 1988. 353p. Tese de Doutorado.

FERREIRA, M. L. C. Mapeamento automatizado para planejamento de uso e ocupação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA,6, Salvador, 1990. **Anais...** Salvador:ABGE, v.1., p.345-352.

FERRO, V.; PORTO, P.; YU, B. Comparative Study of Rainfall Erosivity Estimation for Southern Italy and Southeastern Australia. **Hidrological Sciences Journal**. n.1, v.44 p3-24, 1999.

FLYNN, S. & BONILLA, J. C. Tourism and the Future of the Maya Biosphere Reserve: Strategies for Success. In: **13 Ways of Looking at a Tropical Forest**. 1998.

FONSECA FILHO. H.; GUANDIQUE, M. E. G.; PINTO, S. A. F. Avaliação das perdas de solo por erosão e da adequação do uso da terra na região do entorno da cidade de Conchal - SP. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. Salvador 1999. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 21p.

FOSTER, G. R. & MEYER, L. D. A closed-form soil erosion equation for upland areas. In: SEDIMENTATION SYMPOSIUM TO HONOUR PROF. H.A. Einstein, Colorado. **Proceedings...** Einstein: Ed. H.W. Shen, n.12, p.1-19, 1972.

FRANCISCO, C. N. **O uso de Sistemas Geográficos de Informação (SGI) na elaboração de Planos de Manejo de unidades de conservação - uma aplicação no Parque Nacional da Tijuca, RJ**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995. 2316p. Dissertação de Mestrado.

FRANCO, F. M. & LENCASTRE, A. **Lições de Hidrologia**. Lisboa: Serviços Gráficos da Universidade de Lisboa, 1984. 449 p.

FRANCO, J. L. **Aspectos computacionais da modelagem bidimensional do escoamento superficial em bacias hidrográficas**. São Carlos: EESC/USP, 1997. 144p. Tese de Doutorado.

GAUSMANN, E. & FITZ, P. R. Manejo de Microbacias Hidrográficas com a Utilização das Técnicas de Geoprocessamento. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: GISBRASIL, 1999. 21p.

GORMAN, M. Hacia un Desarrollo Sustentable en el Oriente Ecuatoriano: La Importancia Del Ecoturismo. In: **El Ecoturismo - Una Alternativa para el Desarrollo Sustentable del Oriente Ecuatoriano?** Cap.4. Equador, Quito. 1996.

GORMAN, M. Ecoturismo en el Oriente. In: **El Ecoturismo - Una Alternativa para el Desarrollo Sustentable del Oriente Ecuatoriano?** Cap.2. Equador, Quito. 1996.

GOVINDARAJU, R. S. & KAVVAS, M. L. Modeling the erosion process over steep slopes: approximate analytical solutions. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.279, p.279-305, 1991.

GUTIERREZ, G.O.M. **Ecoturismo en la Sierra Tarahumara?** 1998. Disponível em: <<http://www.planeta.com/planeta/98/0898tarahumara.html>> Acesso em: 04 jan. 2002.

HADDOCK, G.& JANKOWSKI, P. Integrating nonpoint source pollution modeling with a geographic information system. **Computers, Environment and Urban-Systems**. v.17, n.5, p.437-451, 1993.

HASENACK H. & WEBER, E. Análise de Alternativas de Traçado de um Gaseduto Utilizando Rotinas de Apoio à Decisão em SIG. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: GISBRASIL, 1999. 12p.

HASENACK H.; WEBER, E.; VALDAMERI, R. Análise de Vulnerabilidade de um Parque Urbano Através de Módulos de Apoio à Decisão em Sistemas de Informações Geográficas. In: IV CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: GISBRASIL, 1998.12p.

HEALY, R. G. **Tourism Policy in Brazil: Development Alternatives and Environmental Consequences**. Duke University, 1996.

IAHS - International Association of Hydrological Sciences & ICCE - International Commission on Continental Erosion. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODELLING SOIL EROSION, SEDIMENT TRANSPORT AND CLOSELY RELATED HYDROLOGICAL PROCESSES. 1999, Viena. **Anais...** Viena: IAHS, 1999.

IUCN - UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DOS RECURSOS NATURAIS. **Estratégia Mundial para a conservação: A conservação dos recursos vivos, para um desenvolvimento sustentado.** São Paulo: CESP, 1984.

JACOBS, G.A. **Erodibilidade de dois latossolos vermelho-escuro (textura argilosa e média) em relação a erosividade.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1995. 86p. Dissertação de Mestrado.

JACQUES, P. D. **Geoprocessamento na Identificação de áreas susceptíveis à erosão laminar na Bacia do Rio Ubatiba, Maricá-RJ.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 1997. 92p. Dissertação de Mestrado.

KLAGHOFER, E.; BIRNBAUM, W.; SUMMER, W. Linking sediment and nutrient export models with a geographic information system. INTERNATIONAL CONFERENCE APPLICATIONS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN HYDROLOGY AND WATER RESOURCES MANAGEMENT. 1993, Vienna. **Proceedings...** Vienna: IAHS, 1993. n.211, p.501-506.

KOFFLER, N. F. & PALANA, R. T. S. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento agrícola e identificação de áreas suscetíveis à erosão na Bacia do Rio Jaú (SP). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSAO, 5, 1995, Bauru. **Anais...** Bauru: ABGE/UNESP/DAEE, 1995. p.275-277.

KORTE, G. **The GIS book.** Santa Fé: On World Press, 1994.

KRAUS, K. & WALDHÄUSL, P. **Photogrammetry.** Bonn: FERD. Dümmler Verlag, 1993. 397 p.

KURTZ, F. C.; ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M.; LIMA, R. R. Aplicação do SIG no Zoneamento Ambiental da Estação Ecológica da Taim (RS). In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1999, Salvador. **Anais...** Salvador. 10p.

LAGUNA, A. & GIRÁLDEZ, J. V. The description of soil erosion through a kinematic wave model. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.145 p.65-82, 1993.

LEITE, S. & LORANDI, R. **Carta de Declividade de Áreas Cênicas de Analândia como Subsídio ao Planejamento Ambiental.** In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCAR, SÃO CARLOS - SP. 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio-físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p. 4^a Aproximação.

LIN, G. & WANG, Y. General stochastic instantaneous unit hydrograph. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.182, p.227-238, 1996.

LO, K. F. A. Quantifying soil erosion for the Shihmen Reservoir watershed. **Agricultural Systems**. v.45, n.1, p.105-116, 1994.

LOMBARDI NETO, F. & BERTONI, J. **Erodibilidade se Solos Paulistas**. Campinas: IAC. 1975a. 12p. Boletim Técnico n.º 27.

_____. **Tolerância de Perdas de Terra para Solos no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC. 1975b. 12p. Boletim Técnico n.º 28.

MADER, R. Growing the Business of Ecotourism in West Virginia. In: ECOTOURISM BUSINESS DEVELOPMENT CONFERENCE. 1999, West Virginia, USA. **Proceedings...** West Virginia. 1999.

_____. **Exploring Ecotourism in the Americas**. Ethical Marketing on the Internet. 2001. Disponível em: <<http://www.planeta.com/planeta/ecotravel/tour/web.html>> Acesso em: 4 jan. 2002.

MAGALHÃES, P. C. Hidrologia superficial. In: RAMOS, F. **Engenharia Hidrológica**. São Paulo: ed. UFMJ, ABRH, 1989. vol. 2, cap. 4, 201-289p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos).

MAHESHWARI, B. L. Values for the exponent of the storage-discharge equation in runoff-routing models. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.163, p.95-106, 1994.

MALPARTIDA, A.; LEONARDO, L.; ROBINSON, S.; ALBERTO, S. Plan Maestro para El Desarrollo de La Actividad Turística de La Región de Atacama. In: V CONGRESO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999. 13p.

MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N.; SANTANA, D. P.; M. L. N.. Índices de Erosividade da Chuva, Perdas de Solo e Fator Erodibilidade para Dois Solos da Região dos Cerrados - Primeira Aproximação. 1997. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.457-465, 1997a.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N.; CAROLINO de SÁ, M. A. Adequação de Métodos Indiretos para Estimativa da Erodibilidade de Solos com Horizonte B Textural no Brasil. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.447-456, 1997c.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N.; LIMA, J. M.; FERREIRA, M. M.; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, D. F.. Estimativas da Erodibilidade a Partir de Atributos de Solos com Horizonte B Textural no Brasil. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.457-465, 1997b.

MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J. & BARRETO, G. B. Perdas por Erosão no Estado de São Paulo. **Bragantina**, Campinas, v.20, p.1143-1181, 1961.

MARQUES, L. C. An Evaluation of Ecotodges in the Brazilian Amazon. In: CUARTA FERIA ECOTURISTICA Y DE PRODUCCION. 2000, República Dominicana. **Proceedings...** República Dominicana. 2000.

MARTÍNEZ, E., **La Conservación es la base de sustentación del turismo. Listin Diario**. 2000. Disponível em: <<http://kiskeya-alternative.org/publica/eleuterio/conservatur.htm>> Acesso em: 4 jan. 2002.

McLAREN, D. **Evaluating Ecotourism Operators and Agents**. 1996. Disponível em: <<http://www.planeta.com/planeta/96/1196agents.html>> Acesso em: 4 jan. 2002.

_____. **Rethinking Tourism and Ecotravel: The Paving of Paradise and what you can do to stop It**. Kumarian Press. 1997. Disponível em: <<http://www.planeta.com/planeta/97/1197rtpro.html>> Acesso em: 04 jan. 2002

THE MEDITERRANEAN ASSOCIATION FOR THE SOCIOLOGY OF TOURISM. III CONVEGNO MEDITERRANEO DI SOCIOLOGIA DEL TURISMO. 1995, Estoril, Portugal. **Resumo...** Estoril. 1995.

MEYER, L. D.& MONKE, E. J. Mechanics of soil erosion by rainfall and overland flow. **Trans. ASAE**, v.8, n.4, p.572-580, 1965.

MIDDLETON, H. E. **Properties of soils which influence soil erosion**. Whashington, DC: USDA, 1930. 16p. Technical Bulletin.

MIRANDA, E. E.; BOGNOLA, I. A.; MATTOS, C. O.; SARRAIPA, L. A. S.; LUCENA JUNIOR, J. F. Mapeamento da Erodibilidade Potencial dos Solos do Estado do Tocantins. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999. 8p.

MITCHELL, J. K.; ENGEL, B. A.; SRINIVASAN, R.; WANG, S. S. Y. Validation of AGNPS for Small Watersheds Using an Integrated AGNPS/GIS System. *Water Resources Bulletin - American Water Resources Association*, v.9, n.5, s.833, 1993.

MOURÃO, R.M.F. **Ecoportunismo**. 1997. Disponível em: <<http://www.ecobrasil.org.br/textos.htm>> Acesso em: 06 jan. 2002.

MOUSSA, R. & BOCQUILLON, C. Criteria for the choice of flood-routing methods in natural channels. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.186, p.1-30, 1996.

_____. Fractal analyses of tree-like channel networks from digital elevation model data. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.187, p.157-172, 1996.

NARDY, R. M. C. & LORANDI, R. Impacto Erosional em Trilhas Ecoturísticas no Município de Analândia (SP). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCAR, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2001.

NARDY, R. M. C. **Caracterização Ambiental de Áreas Cênicas como Subsídio para o Planejamento das Atividades Turísticas: o Caso do Município de Analândia, SP**. São Carlos: UFSCAR, 1999. 105p. Dissertação de Mestrado.

O'BRIEN, J. F., HODGINS J. K. Dynamic Simulation of Splashing Fluids. *COMPUTER ANIMATION '95*, 1995, Geneva, Switzerland. **Proceedings...** Geneva, 1995. p.198-205.

OLIVEIRA, C. H. **Análise de Padrões e processos no Uso, Vegetação, Crescimento e Adensamento Urbano. Estudo de Caso: Município de Luiz Antônio (SP)**. São Carlos: UFSCAR, 2001. 101p. Tese de Doutorado.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**. Campinas: IAC, 1999.

OLIVEIRA, J. B.; MENK, J. R. & ROTTA, C. L. Solos do Parque Estadual de Campos de Jordão. *Silvicultura em São Paulo*, v.9, p.125-156, 1975.

ORAMS, M. B. Towards a more desirable form of ecotourism. *Tourism Managment*, Great Britain, v.16, n.1, p.3-8p, 1995.

PEDREIRA, B. C. C. G & SANTOS, R. F. Avaliação das Escalas de 1:25.000 e 1:100.000 em Mapeamentos Orientados a Planejamentos Ambientais. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v.1, n.3, 15p, 1999.

PEIXOTO, R. S. S. L. **Utilização de Sistemas de Informações Geográficas para Gerenciamento de Cidades de Pequeno Porte**. São Carlos: EESC/USP, 1997. 173p. Dissertação de Mestrado.

PEREIRA, A. C.; DIAS, L. A. V.; DALMOLIN, Q. Aplicação do Programa SPRING (INPE) no Mapeamento de Informações Turísticas - O Caso do Município de São Sebastião, Litoral Norte do Estado de São Paulo. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999. 13p.

PINTO S. A. F. **Sensoriamento Remoto e Integração de Dados Aplicados no Estudo da Erosão dos Solos: Contribuição metodológica**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1991. 130p. Tese de Doutorado.

PINTO, S. A. F. **Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto para a Caracterização de Erosão do Solo no SW do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 1983. Dissertação de Mestrado.

PIRES, J. S. & SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas. Integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**, v.19, n.110, p.40-45, 1995.

PIVELLO, V. R.; BITENCOURT, M. D.; MESQUITA JUNIOR, H. N. & BATALHA, M. A. Banco de dados em SIG para ecologia aplicada: Exemplo do Cerrado Pé-de-Gigante, S.P. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v.3, n.1, 1999.

POMBO, L. A. C.; GIANLUPPI, D. & KLAMT, E. Determinação do fator K de solos do Rio Grande do Sul através de suas características físicas, químicas e mineralógicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3, 1980, Recife. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1980. p.220-235.

PRADO, H. **Manual de Classificação de Solos**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1993. 217p.

PRANDI, E. C. **Aspectos evolutivos de erosões lineares (ravinas e boçorocas) na erosão de Marília-SP**. São Carlos: EESC/USP, 1996. 379p. Dissertação de Mestrado.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo**. São Paulo: Ed. Nobel, 1984. 541p.

PUENTE, C. E. & CASTILLO, P. A. On the fractal structure of networks and dividers within a watershed. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.187, p.173-181, 1996.

RAIA JUNIOR, A. A. & SILVA, A. N. R. Uma Metodologia para Verificação da Consistência de Redes de Transportes com Uso de um SIG-T. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999, 15p.

RAIJ, B. ; LOMBARDI NETO, F. L.; SARTINI, H. J.; KUHN NETO, J.; MOURA, J. C.; DRUGOWICH, M. I.; CORSI, M.; CASTRO, O. M. & BERTON, R. S. **Manual técnico de manejo e conservação do solo e água**. Campinas: CATI, 1993. 101p. Manual CATI n.º 40 (Vol. III).

RIBEIRO, S. R. A.; BATISTA, G. A.; LEAL, L. L.; LOVERA, A. Análise do uso da terra em relação à aptidão agrícola das terras e à erosão potencial, no município de Santa Helena - PR, utilizando o Geoprocessador IDRISI 2.01. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999, 7p.

RIPLEY, B. **Stochastic Simulation**. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, 1987. 237 p.

ROCHA, J. V.; LOMBARDI NETO, F.; BACELLAR, A. A. A. Metodologia para Determinação do Fator Comprimento de Rampa (L) para a Equação Universal de Perdas de Solo. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v.1, n.2, 3p, 1997.

ROCHA, R. S. Proposta de definição de uma projeção cartográfica para mapeamento sistemático em grande escala para o Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 17, 1995, Salvador. **Anais...** Salvador: SBC, 1995. v.3, p.1178-1189.

RODRIGUES, A. B. **Turismo e Ambiente: reflexões e propostas**. São Paulo: Editora HUCITEC, 1997.

RODRIGUES, M. Geoprocessamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHEIROS CARTÓGRAFOS, 5, 1988, Presidente Prudente. **Anais...** Marília: UNESP, 1988. v.1, p.144-60.

RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1, 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1990. v.1, p. 1-26.

ROSA, R. O Uso de Sistemas de Informação Geográfica para Estimativa de Perdas de Solo por Erosão Laminar. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1995. **Anais...** 1995. v.2. p.262-265.

ROSALEN, D. L. & LORANDI, R. Utilização da Análise Topográfica para Fins de Planejamento de Trilhas Ecoturísticas. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCAR, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2001.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1997.

RUSCHMANN, D. M. **Turismo e Planejamento Sustentável: a Proteção do Meio Ambiente**. São Paulo: Ed. Papirus, 1997.

RUTSCHMANN, P. & HAGER, W. H. Diffusion of floodwaves. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.178, p.19-32, 1996.

SANTOS, R. .F. CARVALHAIS, H. B.; PIRES, F. Planejamento Ambiental e Sistemas de Informações *Geográficas*. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v.2, n.1, 1997.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1992.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica Meio Ambiente. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos / Convênio DAEE-USP. **Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1997. Versão em CD-Room.

SÃO PAULO CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos - Síntese**. São Paulo: CERH,1990. 97p.

SÃO PAULO IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico. **Plano Cartográfico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IGC, 1978. Escala 1:10.000.

SÃO PAULO IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais**. São Paulo: AGAMA-DICEM, 1992. 71p.

SATO, S. S.; SIMÕES, F. A.; SILVA, A. N. R. SIG-T na Avaliação do Trajeto de Pedestres Considerando a Declividade das Vias. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999, Salvador 1999. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999. 8p.

SCHIMID, B. H. Critical rainfall duration for overland flow from an infiltrating plane surface. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.193 p.45-60, 1997.

SHORES, J. The Challenge of Ecotourism: a Call for Higher Standarts. In: IV CONGRESSO MUNDIAL DE PARQUES NACIONAIS E ÁREAS SILVESTRES, 1992, Caracas, Venezuela. **Anais...** Caracas, 1992.

SILVA, R. V. da (ed). **Métodos Numéricos em Recursos Hídricos**. ABRH. São Paulo, 1989. 378 p.

SOARES, L. F. G. **Modelagem e Simulação Discreta de Sistemas**. São Paulo: VII Escola de Computação, 1990. 250p.

TAKASAO, T. & SHIIBA, M. Incorporation of the effect of concentration of flow into the kinematic wave equations and its applications to runoff system lumping. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.102, p.301-322, 1988.

THE MEDITERRANEAN ASSOCIATION FOR THE SOCIOLOGY OF TOURISM. III CONVEGNO MEDITERRANEO DI SOCIOLOGIA DEL TURISMO, 1995, Estoril, Portugal. **Resumo...** Estoril, 1995.

TUCCI, C. E. M. Modelos Determinísticos. In: BARTH, F. T. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: ed. NOBEL, ABRH, 1987. 324p. Coleção ABRH de Recursos Hídricos vol. 1, cap. 3, 211-324p.

VALERIANO, M. M. **Estimativa das variáveis topográficas por geoprocessamento para modelagem da perda de solos**. Rio Claro: UNESP, 1999. 146p. Tese de Doutorado.

VELTRI, M.; VELTRI, P. & MAIOLO, M. On the fractal description of natural channel networks. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.187, p.137-144, 1996.

VILLAR, O. M. & PRANDI, E. C. Erosão dos Solos. In: **Solos do Interior de São Paulo**. São Carlos: ABMS/EESC-USP, 1993. p.177-206.

VILLELA, M. C. C. **Modelo hidrológico físico distribuído de erosão em bacias de cabeceira**. São Carlos: EESC/USP, 1992. 146p. Dissertação de Mestrado.

WAGNER, C. S. & MASSAMBANI, O. Análise da Relação Intensidade de Chuva-Energia Cinética de WISCHMEIER & SMITH e sua aplicabilidade à Região de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, p.197-203, 1988.

WAGNER, E. in GOEDERT, W. J. (ed.). **Solos dos Cerrados, Tecnologias e Estratégias de Manejo**. Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, ed. Nobel, 1986. 422p.

WALL, G. Ecological Reserves and Protected Areas: The Challenge of Ecotourism. In: SEMINAR ON THE ENVIRONMENT OF ACADEMIC AND SCIENTIFIC COMMUNITY OF MEXICO, NATIONAL ASSOCIATION OF MEXICAN UNIVERSITIES AND INTER-AMERICAN ORGANIZATION FOR HIGHER EDUCATION, 1993, México **Proceedings...** México, 1993.

WALL, G. Is Ecotourism Sustainable? **Environmental Management**, New York, v.21, n.4, p.483-491, 1997.

WALLIN, T. R. & HARDEN, C.P. Estimating Trail - Related Soil Erosion in the Humid Tropics: Jatun Sacha, Ecuador, and La Selva, Costa Rica. **Royal Swedish Academy**, p.517 - 521, 1996.

WEBER, E.; HASENACK, H.; NODARI, F. A.; REICHMANN, N. C. Análise de Alternativas de Traçado de uma Estrada Utilizando Rotinas de Apoio à Decisão em SIG. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999 Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999. 12p.

WESTERN, D. Prefácio: Definido Ecoturismo In: LINDBERG, K & HAWKINS, D E. (ed) **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão**. São Paulo: SENAC. 292p.

WILSON, J. P. & SENEY, J. P. Erosional Impact of Hikers, Horses, Motorcycles, and Off-road Bicycles on Mountain Trails in Montana. **Mountain Research and Development**, v.14, n.1, p.77-88, 1994.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Rainfall Energy and its Relationships to Soil Loss. **Trans. Am. Geophys. Union**, Washington, v.39, p.285-291, 1958.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58p. Agriculture Handbook, 537.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. V. A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. **J. Soil Water Cons.**, Ankey, v.26, p.189-193, 1971.

WTO - WORLD TOURISM ORGANIZATION. Ecotourism, a Tool for Sustainable Development in the 21th. Century in the transitional economies of the CIS countries, China and Mongolia. In: REGIONAL SEMINAR, 2001, Almaty, Republic of Kazakhsztan. **Final Report...** Almaty: WTO, 2001.

YOUNG, A. F. & ROCHA, J. V. Análise das Condições Ambientais de Microbacias Utilizando SIG- - Sistemas de Informações Geográficas. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999. 5p.

YOUNG, R. A.& MUTCHLER, C. K. Soil movement on irregular slopes. **Water Res.** v.5, n.5, p.1084-1089, 1969.