EDUARDO VEDOR DE PAULA

Análise da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina/PR

uma abordagem geopedológica

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Dr. Leonardo José Cordeiro Santos.

CURITIBA
2010

MEC-UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO E DOUTORADO

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geografia reuniram-se para realizar a argüição da Tese de Doutorado, apresentada pelo candidato **EDUARDO VEDOR DE PAULA** intitulada "**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA ÁREA DE DRENAGEM DA BAÍA DE ANTONINA/PR: UMA ABORDAGEM GEOPEDOLÓGICA**", para obtenção do grau de **Doutor** em Geografia, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná Área de Concentração **Espaço, Sociedade e Ambiente,** Linha de Pesquisa **Paisagem e analise Ambiental.**

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de parecer pela APROVAÇÃO da Tese.

Curitiba, 03 de maio de 2010.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos (Orientador)

Prof. Dr. André de Souza Avelar

Prof. Dr. Carlos Soares

Prof. Dr. Fabiano Antonio de Oliveira

Prof. Dr. Fernando Campagnoli

Dedico esse trabalho à Serra do Mar
que ao mesmo tempo nos inspira,
em razão de suas belezas naturais
e nos leva à refletir, devido
à arrogância com a qual a tratamos.

As reflexões precisam se ampliar
para que não nos falte inspiração.

Inicio meus agradecimentos fazendo referência a três professores
que me influenciam, motivam e inspiram desde a época de graduação.

Léo (Leonardo José Cordeiro Santos) por me orientar ativamente no
desenvolvimento deste trabalho, tornando-se no decorrer do caminho um grande amigo.
O que fez destes quatro anos muito agradáveis, dos quais já sinto saudades.

Chico (Francisco Mendonça) por me ensinar a gostar do meio acadêmico,
ao me orientar na iniciação científica e mestrado, bem como pelos
freqüentes conselhos com os quais me presenteia dentro da nossa amizade.

Irani (dos Santos) por suas poucas palavras, porém extremamente objetivas,
que me fizeram repensar inúmeras vezes o direcionamento deste estudo.

Agradeço também à equipe de campo: Márcio Grochocki,
Orestes Jarentchuk, Fabiano Leal e Jean Kukla.

À ADEMADAN (Associação de Defesa do Meio Ambiente),
que na pessoa da Dra. Eliane Bêe Boldrini, impulsionou todo este trabalho

Ao LABS-UFPR (Laboratório de Biogeografia e Solos)

À todos aqueles que integraram a equipe do Programa CAD:
Camila Cunico, Ana Paula Mikosik, Alexei Nowatzki, Carolina Mesquita,
Andreia Soares, Josemar Pereira, Manuele Lago, Ariel Dantas, Rodolfo Haro.

Ao LAMIR-UFPR (Laboratório de Análises Minerais e Rochas),
na pessoa do Prof. Dr. José Manoel dos Reis Neto, pelas oportunidades
e empréstimo de veículo com tração, para os campos mais complicados.

Ao Dr. Fernando Campagnoli, pelo sempre imediato atendimento às dúvidas,
bem como pelas produtivas discussões.

Dr. Carlos Soares, Dr. Marcelo Lamour e Dra. Camila Domit
pesquisadores do CEM-UFPR (Centro de Estudos do Mar),
amizades também construídas no decorrer deste trabalho

Dr. Gustavo Ribas Curcio (Pesquisador da EMBRAPA),
por seus preciosos ensinamentos no âmbito da geopedologia

Ao CNPq e à CAPES por financiarem esta pesquisa

Ao Programa de Pós-Graduação da UFPR
e ao seu secretário Luiz Carlos Zem

Instituições que cederam dados à pesquisa:
AEROSAT, APPA, IPARDES, ITCG e SUDERHSA.

Aos amigos da Pousada Estrela do Mar (Ilha do Mel),
por me receberem de maneira acolhedora no momento da redação

Por fim, e de modo muito especial, agradeço aos meus pais (Regis Elias de Paula
e Soeli Vedor de Paula) e à minha linda esposa (Jéssica Guerreiro de Miranda),
pelo apoio contínuo e por compreenderem o significado deste trabalho.

Sumário

Lista de Figuras *1*
Lista de Tabelas *2*
Lista de Siglas e Abreviaturas *4*
Resumo *6*
Abstract *7*

1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Construção do Problema 5
1.2 Objetivos 10

2 ROTEIRO METODOLÓGICO DA PESQUISA 11
2.1 Descrição da Etapa 1 12
2.1.1 Delimitação da Área de Estudo 13
2.1.2 Geologia 14
2.1.3 Geomorfologia 14
2.1.4 Pedologia 18
2.1.4.1 Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná 20
2.1.4.2 Levantamento semidetalhado dos solos da Planície Litorânea 21
2.1.4.3 Levantamento geomorfológico com ênfase em solos da porção sul de tombamento da Serra do Mar (APA de Guaratuba / PR) 23
2.1.4.4 Levantamentos de solos das Reservas Naturais do Rio Cachoeira e do Morro da Mina (SPVS) 26
2.1.4.5 Confecção da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina 29
2.1.4.6 Levantamento de campo e validação da carta pedológica 31
2.1.5 Análise da Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos 38
2.2 Descrição da Etapa 2 40
2.2.1 Análise do clima com ênfase na pluviosidade 41
2.2.2 Cenário 1 (Cobertura Vegetal Natural) 45
2.2.3 Cenário 2 (Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005) 49
2.2.4 Estimativa da Produção de Sedimentos 51
2.3 Estruturação de um Banco de Dados Georreferenciados 54

3 CARACTERIZAÇÃO GEOPEDOLÓGICA DA ÁREA DE DRENAGEM DA BAÍA DE ANTONINA 56
3.1 Localização da baía de Antonina e de sua área de drenagem 56
3.2 Caracterização Geológica 61
3.2.1 Complexos do Arqueano ou Proterozóico Inferior 61
3.2.2 Granitos do Proterozóico Superior/Paleozóico 65
3.2.3 Rochas Vulcano-Sedimentares e Granitóides Eo-Paleozóicas 65
3.2.4 Intrusivas Básicas (Jurássico-Cretáceo) 65
3.2.5 Sedimentos Terciário-Quaternários 66
3.3 Caracterização Geomorfológica 67
3.3.1 Macrozoneamento do Litoral Paranaense 67
3.3.2 Hipsometria 72
3.3.3 Declividade 74
3.3.4 Forma das Vertentes 76
3.4 Caracterização Pedológica 79
3.4.1 Descrição dos solos mapeados e identificados em campo 79
3.4.1.1 Argissolos 81
3.4.1.2 Cambissolos 82
3.4.1.3 Espodossolos 83
3.4.1.4 Gleissolos 83
3.4.1.5 Latossolos 84
3.4.1.6 Neossolos 84
3.4.1.7 Organossolos 85

4 ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA 87
4.1 Ponderação das unidades geológicas, índices morfométricos e subordens pedológicas 87
4.2 Análise da Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos 92
5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS..... 97
5.1 Caracterização Climática com Ênfase na Pluviosidade..... 97
5.2 Vegetação Natural da Área de Drenagem da Baía de Antonina (Cenário 1). 105
5.3 Estimativa da Produção Natural de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina (Cenário 1)..... 110
5.4 Cobertura Vegetal e Uso da Terra do ano de 2005 (Cenário 2)..... 113
5.5 Estimativa da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina (Cenário 2)..... 121
5.6 Análise e Discussão dos Resultados 125
5.6.1 Relação com estudos realizados no Brasil..... 125
5.6.2 Relação com estudos realizados na Área de Drenagem da Baía de Antonina 127
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 138
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 144
8 ANEXOS 155

Lista de Figuras

Figura 1 Localização da baía de Antonina e respectiva área de drenagem 3
Figura 2 Fotografias de 1930 (A) e 2002 (B) ilustrando o assoreamento da baía de Antonina (bancos de sedimentos no centro da baía) 6
Figura 3 Comparação dos levantamentos batimétricos efetuados na baía de Antonina nos anos de 1901 (A) e 1979 (B) 6
Figura 4 Roteiro metodológico da pesquisa 12
Figura 5 A) pontos cotados; B) curvas de nível e; C) hidrografia da área de drenagem da baía de Antonina 16
Figura 6 Abrangência espacial dos levantamentos pedológicos existentes para a área de drenagem da baía de Antonina 19
Figura 7 Porções consideradas no presente estudo do levantamento pedológico publicado por EMBRAPA (1984) 21
Figura 8 Levantamento pedológico publicado por RAUEN *et al.* (1994) – somente porções consideradas no presente estudo 22
Figura 9 Espacialidade do mapeamento pedológico da área da APA de Guaratuba interna à área de drenagem da baía de Antonina, conforme EMBRAPA (2006) 24
Figura 10 Mapeamento pedológico das RPPN's da SPVS internas à área de drenagem da baía de Antonina 28
Figura 11 Espacialidade dos pontos de coleta de solos 33
Figura 12 Exemplo de ficha de descrição de ponto coletado de solo 34
Figura 13 Exemplo de imagete elaborada para auxilio da atividade de campo 35
Figura 14 A) coleta com o auxílio de trado holandês; B) coleta realizada em corte de estrada; C) amostras organizadas em pedocomparador. 36
Figura 15 Ficha de descrição morfológica relativa ao ponto 37 37
Figura 16 Estações pluviométricas e meteorológicas selecionadas para a caracterização da pluviosidade na área de drenagem da baía de Antonina 43
Figura 17 Características hipsométricas da área de drenagem da Baía de Antonina: A) hipsometria da área total; B) hipsometria da área a ser estimada 47
Figura 18 Características pedológicas e geológicas da área de drenagem da baía de Antonina. A) pedologia da área total; B) pedologia da área a ser estimada; C) geologia da área total; D) geologia da área a ser estimada 48
Figura 19 Localização do Complexo Estuarino de Paranaguá 57
Figura 20 Localização da baía de Antonina 58
Figura 21 Área de drenagem da baía de Antonina 60
Figura 22 Ilustração da Carta Geológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 44) 63
Figura 23 Ilustração da Carta Geomorfológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina 68
Figura 24 Histograma da hipsometria da área de drenagem da baía de Antonina 72
Figura 25 Ilustração da Carta Hipsométrica da Área de Drenagem da Baía de Antonina 73
Figura 26 Ilustração da Carta de Declividade da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 45) 75
Figura 27 Formas de vertente 77
Figura 28 Ilustração da Carta de Forma das Vertentes da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 46) 78
Figura 29 Ilustração da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 47) 80
Figura 30 Ilustração da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 48) 93
Figura 31 Análise da suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos da área de drenagem da baía de Antonina, por unidade hidrográfica 95
Figura 32 Temperatura média anual e sazonal na área de drenagem da baía de Antonina (1974-2003) 98
Figura 33 Precipitação pluviométrica média anual na área de drenagem da baía de Antonina (1975-2005) 100
Figura 34 Precipitação pluviométrica média mensal em estações situadas na área de drenagem da baía de Antonina 101
Figura 35 Eventos pluviométricos superiores a 50 mm em 24 horas e eventos pluviométricos extremos, registrados em estações situadas na área de drenagem da baía de Antonina 102

Figura 36 Fotografias tiradas do rio do Pinto (Morretes/PR), na ponte da PR 410 (A) vazão normal e (B) vazão após ocorrência de chuva convectiva 103
Figura 37 Regionalização da pluviosidade na área de drenagem da baía de Antonina 104
Figura 38 Ilustração da Carta de Vegetação Natural na área de drenagem da baía de Antonina (carta original inserida no Anexo 49) 108
Figura 39 Potencial à produção de sedimentos para cobertura vegetal natural na área de drenagem da baía de Antonina (carta original representadas no Anexo 50) 111
Figura 40 Ilustração da Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005 na área de drenagem da baía de Antonina (carta original representada no Anexo 51) 114
Figura 41 A) Fase avançada de Floresta Ombrófila Densa Submontana, no terço inferior da bacia hidrográfica do rio Sagrado (Morretes); B) Fisionomia do interior da floresta em fase intermediária de sucessão, bacia do rio Sambaqui (Morretes) 115
Figura 42 A) Manguezal com predomínio do mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), foz da bacia do rio Tucunduva (Antonina); B) Fisionomia da floresta em fase inicial de sucessão, bacia do rio Faisqueira (Antonina) 116
Figura 43 A) Área de pastagem situada na bacia do rio São João, em Morretes; B) Campo de altitude localizado na Serra da Canavieira, nascentes do rio Canhemborá, afluente do rio Sagrado (Morretes) 116
Figura 44 A) Reflorestamento de *Eucalyptus* situado ao longo da PR-410, na bacia do baixo rio Nhundiaquara; B) Agricultura na região de Morretes (propriedade situada na planície do rio Nhundiaquara) 117
Figura 45 A) Área urbanizada, sede do município de Antonina; B) Estrada rural do Canhemborá, situada na bacia do rio Sagrado (Morretes) 118
Figura 46 A) Morro situado no km 32 da rodovia BR-277; B) Área de extração de saibro na bacia do rio São João (Morretes) 119
Figura 47 Potencial à produção de sedimentos para cobertura vegetal e uso da terra de 2005, na área de drenagem da baía de Antonina (carta original representadas no Anexo 52) 122
Figura 48 Recorte do mapa de produção de sedimentos do Brasil, para a área de drenagem da baía de Antonina 126
Figura 49 Área de estudo considerada em MANTOVANELLI (1999) 129

Lista de Tabelas

Tabela 1 Relação de cartas topográficas que recobrem a área de drenagem da baía de Antonina 13
Tabela 2 Subordens de solos existentes na área de drenagem da baía de Antonina, à exceção da planície litorânea e área da APA de Guaratuba 20
Tabela 3 Quantificação das subordens de solos existentes na planície litorânea da área de drenagem da baía de Antonina, conforme RAUEN *et al.* (1994) 22
Tabela 4 Atualização das subordens de solos existentes na planície litorânea da área de drenagem da baía de Antonina 23
Tabela 5 Atualização das subordens de solos existentes na porção da APA de Guaratuba interna à área de drenagem da baía de Antonina 25
Tabela 6 Subordens de solos existentes na Reserva Natural do Cachoeira (Antonina/PR) 26
Tabela 7 Subordens de solos existentes na Reserva Natural Morro da Mina, Fazenda Cantábrico e Fazenda Santa Maria (Antonina e Morretes/PR) 27
Tabela 8 Camadas de informação utilizadas para o mapeamento pedológico que recobrem toda a área de drenagem da baía de Antonina 30
Tabela 9 Compartimentos geomorfológicos e relações pedológicas identificadas 30
Tabela 10 Indicação dos pontos de coleta de acordo com as características geomorfológicas e pedológicas identificadas 32
Tabela 11 Índices adotados para avaliação das características de Carbono Orgânico 38
Tabela 12 Escala de suscetibilidade à produção de sedimentos 39
Tabela 13 Estações selecionadas para a caracterização da precipitação na área de drenagem da baía de Antonina 42
Tabela 14 Características principais das formações vegetais consideradas no mapeamento da vegetação natural da área de drenagem da baía de Antonina 46

Tabela 15 Definição das classes de potencial à produção de sedimentos no Cenário 1 49
Tabela 16 Definição das classes de potencial à produção de sedimentos no Cenário 2 51
Tabela 17 Classes de produção de sedimentos 53
Tabela 18 Informações que integram o Banco de Dados Georreferenciados 55
Tabela 19 Unidades hidrográficas da área de drenagem da baía de Antonina 59
Tabela 20 Municípios abrangidos pela área de estudo 61
Tabela 21 Unidades geológicas que ocorrem na área de drenagem da baía de Antonina 62
Tabela 22 Associações litológicas das unidades geológicas dos Complexos do Arqueano ou Proterozóico Inferior 64
Tabela 23 Associações litológicas das unidades geológicas dos Complexos do Arqueano ou Proterozóico Inferior 65
Tabela 24 Associações litológicas das unidades geológicas dos Sedimentos Recentes 66
Tabela 25 Unidades geomorfológicas da área de drenagem da baía de Antonina 69
Tabela 26 Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Antonina 76
Tabela 27 Classes de formas de vertentes e respectivas áreas encontradas na área de drenagem da baía de Antonina 77
Tabela 28 Subordens de solos mapeados no presente estudo e de solos previamente mapeados na área de drenagem da baía de Antonina 81
Tabela 29 Ponderação das unidades geológicas conforme suscetibilidade à produção de sedimentos 88
Tabela 30 Ponderação das classes de declividade conforme suscetibilidade à produção de sedimentos 89
Tabela 31 Ponderação das classes de formas de vertentes conforme suscetibilidade à produção de sedimentos 90
Tabela 32 Ponderação dos solos conforme suscetibilidade à produção de sedimentos 91
Tabela 33 Suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina 92
Tabela 34 Suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos por unidade hidrográfica 94
Tabela 35 Cobertura vegetal preservada e estimada da área de drenagem da baía de Antonina 109
Tabela 36 Estimativa da produção natural de sedimentos por unidade hidrográfica da área de drenagem da baía de Antonina 110
Tabela 37 Cobertura vegetal e uso da terra na área de drenagem da baía de Antonina em 2005 113
Tabela 38 Cobertura vegetal e uso da terra em 2005 por unidade hidrográfica 120
Tabela 39 Estimativa da produção de sedimentos em 2005 por unidade hidrográfica da área de drenagem da baía de Antonina 121
Tabela 40 Estimativa do acréscimo na produção de sedimentos quando comparados os Cenários 1 e 2 (por unidade hidrográfica) 123
Tabela 41 Quantificação da estimativa da evolução da produção de sedimentos para o setor sul da alta bacia do rio Araguaia 127
Tabela 42 Dados de vazão sólida específica calculados a partir da campanhas “instantâneas” de inverno e verão (MANTOVANELLI, 1999) 129
Tabela 43 Comparação da produção anual de sedimentos nas bacias hidrográficas consideradas por MANTOVANELLI (1999), calculados a partir dos dados medidos em campo, com as unidades hidrográficas delimitadas neste estudo 131
Tabela 44 Quantificação da estimativa da produção de sedimentos para as bacias dos rios Cachoeira, Marumbi e Nhundiaquara, a partir de campanhas diárias (MANTOVANELLI, 1999) 133
Tabela 45 Quantificação da estimativa da produção de sedimentos para as principais bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina (Adaptado de GIBERTONI *et al*., 2008) 136

Lista de Siglas e Abreviaturas

ADEMADAN – Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina/PR.

APA – Área de Proteção Ambiental.

APPA – Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina.

APP – Área de Preservação Permanente.

CAD – Contaminantes, Assoreamento e Dragagem no Estuário de Paranaguá.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

CGG – Complexo Granítico-Gnáissico.

CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico.

CEHPAR – Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica.

CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais.

CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos.

CX – Cambissolo Háplico (conforme SiBCS).

CY – Cambissolo Flúvico (conforme SiBCS).

GJ – Gleissolo Tiomórfico (conforme SiBCS).

GM – Gleissolo Melânico (conforme SiBCS).

GPS – Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System*)

GPS – Governador Parigot de Souza (usina hidrelétrica)

GX – Gleissolo Háplico (conforme SiBCS).

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico [do Exército Brasileiro].

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EK – Espodossolo Humilúvico (conforme SiBCS).

FPA – Frente Polar Atlântica.

FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INMET – Instituto Nacional de Estudos Meteorológicos.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.

LABS – Laboratório de Biogeografia e Solos (Depto. de Geografia – UFPR)

LACTEC – Instituto de Tecnologia para do Desenvolvimento.

LHG – Laboratório de Hidrogeomorfologia (Depto. de Geografia – UFPR)

LVA – Latossolo Vermelho-Amarelo (conforme SiBCS).

MDT – Modelo Digital do Terreno.

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A

MPA – Massa de Ar Polar Atlântica.

MTA – Massa de Ar Tropical Atlântica.

MTC – Massa de Ar Tropical Continental.

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*.

OO – Organossolo Fólico (conforme SiBCS).

PA – Argissolo Amarelo (conforme SiBCS).

PRODES – Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia.

PVA – Argissolo Vermelho-Amarelo (conforme SiBCS).

SEDU/PR – Secretaria de Estado [do Paraná] do Desenvolvimento Urbano.

SEMA/PR – Secretaria de Estado [do Paraná] do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

SIG – Sistema de Informações Geográficas.

SISLEG – Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente.

SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental.

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*.

SUDERHSA – Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Paraná).

SX – Planossolo Háplico (conforme SiBCS).

SWAT – *Soil and Water Assessment Tool* (modelo hidrossedimentológico)

RL – Neossolo Litólico (conforme SiBCS).

RPPN – Reserva Particular de Patrimônio Natural.

RY – Neossolo Flúvico (conforme SiBCS).

TIN – *Triangular Irregular Network*

TPPF – Terminais Portuários da Ponta do Felix (Antonina/PR).

UAN – Unidades Ambientais Naturais.

UFPR – Universidade Federal do Paraná.

USLE – Equação Universal de Perdas de Solos

USGS – *United States Geological Service*.

Resumo

Diante do crescente processo de assoreamento da baía de Antonina, a qual está localizada na porção leste do estado do Paraná, pretendeu-se com o presente estudo efetuar a estimativa da produção de sedimentos nas bacias hidrográficas que drenam para a mesma, priorizando a delimitação e a hierarquização das áreas que disponibilizam esses sedimentos. A primeira etapa da pesquisa referiu-se à caracterização geopedológica (geologia, geomorfologia e pedologia) da área de drenagem da baía de Antonina, visando o mapeamento da suscetibilidade à produção de sedimentos. Para tanto, fez-se necessária uma adaptação das proposições metodológicas apresentadas por CREPANI *et al*. (2001), bem como a confecção da Carta Pedológica, conforme PAULA e SANTOS (2008). Na sequência procedeu-se à estimativa da produção de sedimentos, a partir da construção de dois cenários nos quais foi aplicada a metodologia desenvolvida por CAMPAGNOLI (2005, 2006). O Cenário 1 contemplou a Carta de Vegetação Natural, elaborada de acordo com PAULA e SANTOS (2009), enquanto que no Cenário 2 foram considerados a cobertura vegetal e o uso da terra nas bacias hidrográficas em 2005. Anterior à construção dos mencionados cenários foi feita a análise da pluviosidade, seguida de sua regionalização. Dentre os resultados principais destaca-se que a maior produção de sedimentos foi identificada nas porções de sopé da Serra do Mar, Morros e Colinas, nas quais a densidade de estradas rurais, bem como os percentuais de uso agropecuário demonstraram-se elevados. Com essas características destacaram-se as bacias dos rios do Pinto (59,5 $t.km^{-2}.a^{-1}$), Marumbi (57,7 $t.km^{-2}.a^{-1}$), Sagrado (54 $t.km^{-2}.a^{-1}$), Alto Nhundiaquara (52,2 $t.km^{-2}.a^{-1}$) e Baixo Nhundiaquara (50,8 $t.km^{-2}.a^{-1}$). Contudo, a bacia do rio Sagrado revelou maior aumento na produção de sedimentos quando os dois cenários foram comparados, tendo em vista o acréscimo anual ampliado em 4.777 ton. Os resultados de produção de sedimentos revelaram correspondência com aqueles publicados por MANTOVANELLI (1999) e GIBERTONI *et al*. (2008). O acréscimo à produção de sedimentos no cenário natural, quando considerado o uso da terra de 2005, foi de 26.519 $t.a^{-1}$, o que se traduz em um aumento de 77,9%. No entanto, quando além das mudanças na cobertura do solo também foram consideradas as águas turbinadas da usina GPS (Governador Parigot de Souza), o acréscimo correspondeu a 41.664 $t.a^{-1}$, ou seja, 122,3%. Portanto, no presente trabalho foi reforçada a hipótese de que o processo de assoreamento da baía de Antonina esteja se intensificando em decorrência da contribuição antrópica nas bacias hidrográficas, devido a alterações no uso da terra e à realização de obras de engenharia, com destaque para a operação da usina GPS.

Abstract

Faced with the growing silting process of the Antonina bay, which is located in the eastern portion of the State of Paraná and is the estuary that mostly enters the Brazilian territory, this study was intended to make an estimation of the sediments yielded in river basins which drain into it, focusing on the delineation and prioritization of areas that provide these sediments. The first stage of the research referred to the geopedologic characterization (geology, geomorphology and pedology) of the drainage area of the Antonina bay, aimed at mapping the susceptibility of yielding sediments. For this, it was necessary to adapt the methodological proposals introduced by CREPANI *et al.* (2001), as well as producing the Pedologic Chart, as per PAULA and SANTOS (2008). Afterwards we proceeded to estimate the sediment yield from the construction of two scenarios in which we applied the methodology developed by CAMPAGNOLI (2005, 2006). Scenario 1 included the Natural Vegetation Chart, produced according to Paula and Santos (2009), while in Scenario 2 were considered the vegetation cover and land use in river basins in 2005. Prior to the construction of the aforementioned scenarios we analyzed rainfall, followed by its regionalization. Among the main findings we point out that the largest sediment yield was found in portions of the foothills of the Serra do Mar and Hills, where the density of rural roads, as well as the percentage of agricultural use have shown to be high. With these characteristics were most important the basins of rivers Pinto (59.5 $t.km^{-2}.a^{-1}$), Marumbi (57.7 $t.km^{-2}.a^{-1}$) Sagrado (54 $t.km^{-2}.a^{-1}$), High Nhundiaquara (52.2 $t.km^{-2}.a^{-1}$) and Low Nhundiaquara (50.8 $t.km^{-2}.a^{-1}$). However, the Sagrado River's basin showed a greater increase in sediment yield when comparing the two scenarios, considering an annual increase extended in 4,777 tons. The results of sediment yield showed correspondence to those published by MANTOVANELLI (1999) and GIBERTONI *et al.* (2008). The increase of sediment yield to the natural setting, when considering the land use in 2005, was of 26,519 $t.a^{-1}$, which can be translated into a 77.9% increase. However, when in addition to changes in land cover are also considered the GPS power plant's turbine waters the increase was of 41,664 $t.a^{-1}$, or 122.3%. Therefore, this work has strengthened the hypothesis that the silting process of the Antonina bay is intensifying due to anthropic contribution at river basins, due to changes in land use and the deployment of engineering works, especially the operation of the GPS power plant.

1 INTRODUÇÃO

A extensão da ação humana sobre o meio ambiente, explorando as riquezas da Terra, muitas vezes provocando impactos negativos irreversíveis ou de difícil recuperação, tem proporcionado importantes transformações no comportamento da sociedade atual, bem como em sua organização política e econômica.

Dentre os problemas ambientais, a erosão acelerada dos solos deve ser destacada, uma vez que, conforme GUERRA e MENDONÇA (2004), causa prejuízo ao meio ambiente e à sociedade, no local (*onsite*) onde os processos ocorrem e também nas áreas próximas ou afastadas (*offsite*). Os efeitos *onsite* incluem além da perda efetiva de solo, tanto a diminuição de sua fertilidade, como de sua capacidade de retenção de água. Os efeitos *offsite* devem-se ao escoamento de água e sedimentos, causando danos em áreas agrícolas afastadas ou contíguas àquelas onde a erosão esteja ocorrendo, assim como provocam danos relacionados a enchentes, contaminação de corpos hídricos e, principalmente, assoreamento de rios, reservatórios e baías.

De acordo com PERILLO (1995), as baías ou estuários são feições de transição entre o oceano e o continente, onde ocorre a mistura da água doce e dos sedimentos do aporte fluvial, com a água salgada do mar e as forçantes oceanográficas da costa adjacente. Dessa forma, uma região estuarina deve ser compreendida como receptora natural dos sedimentos carreados pelas bacias hidrográficas à montante, caracterizando-se como uma área natural de assoreamento.

O deslocamento e o transporte de sedimentos dependem da forma, tamanho, peso da partícula e das forças exercidas pela ação do escoamento. Quando essas forças se reduzem até a condição de não poderem continuar a deslocar a partícula, ocorre o processo de deposição. Esses depósitos podem ser de pequeno, médio e grande volumes, também podem ser transitórios ou permanentes, como assoreamento. Um depósito de sedimento permanente sofre a ação do peso da água e de seu próprio peso, compactando-se (CARVALHO, 2008).

As áreas fontes de sedimentos (*onsite*), nas quais se desenvolvem os processos erosivos e de movimentos de massa, não devem ser tratadas isoladamente. De acordo com LANNA (1995), uma possível alternativa para estudos ambientais, refere-se à utilização das bacias de drenagem como unidades de análise e intervenção, destacando como vantagem a

possibilidade de identificar as relações de causa-efeito, e como desvantagem, o fato de nem sempre os limites municipais e estaduais respeitarem os divisores de drenagem, sendo necessária maior articulação entre as partes, principalmente quando envolve negociações políticas e sociais.

Acredita-se que o processo de assoreamento da baía de Antonina, que constitui o objeto principal de investigação do presente trabalho, deva ser estudado a partir da identificação dos processos naturais e intervenções antrópicas, que têm potencial ou que de fato contribuam para a disponibilização de sedimentos à expressiva rede de drenagem, a qual carreia água e sedimentos para o estuário. Para tanto, o diagnóstico das bacias hidrográficas formadoras da área de drenagem desta baía é primordial.

A baía de Antonina consiste na porção estuarina que mais adentra o território nacional, sendo que as bacias hidrográficas que drenam para a mesma somam 1.501,1 km² (exceto superfície aquática), conforme representado na Figura 1. Essa área de drenagem evidencia predominantemente dois grandes compartimentos geomorfológicos: Serra do Mar e Planície Litorânea (MAACK, 1968; BIGARELLA *et al*, 1978; OKA-FIORI e CANALI, 1998). No primeiro encontram-se solos pouco desenvolvidos, dentre os quais se destacam os Cambissolos Háplicos e os Neossolos Litólicos, também se verificando significativas declividades, em geral superiores a 30%, bem como os mais elevados registros pluviométricos do estado do Paraná. Por exemplo, na estação Véu da Noiva, o acumulado anual supera em média os 3.500 mm. Essa configuração paisagística proporciona elevada suscetibilidade natural à ocorrência de movimentos de massa e desenvolvimento de processos erosivos (PAULA *et al*, 2006b).

No compartimento da Planície Litorânea verifica-se o predomínio de sedimentos aluvionares não consolidados associados a solos hidromórficos (Gleissolos, Cambissolos Flúvicos e Neossolos Flúvicos). A pluviosidade também é significativa, cerca de 2.000 mm por ano. Nesse compartimento, além dos processos erosivos decorrentes de importantes taxas de escoamento superficial, em razão da rápida saturação dos solos hidromórficos diante de eventos pluviométricos de elevada magnitude, também se nota a expressiva alteração morfológica dos canais fluviais devido ao assoreamento dos mesmos (PAULA *et al*, *Op Cit.*).

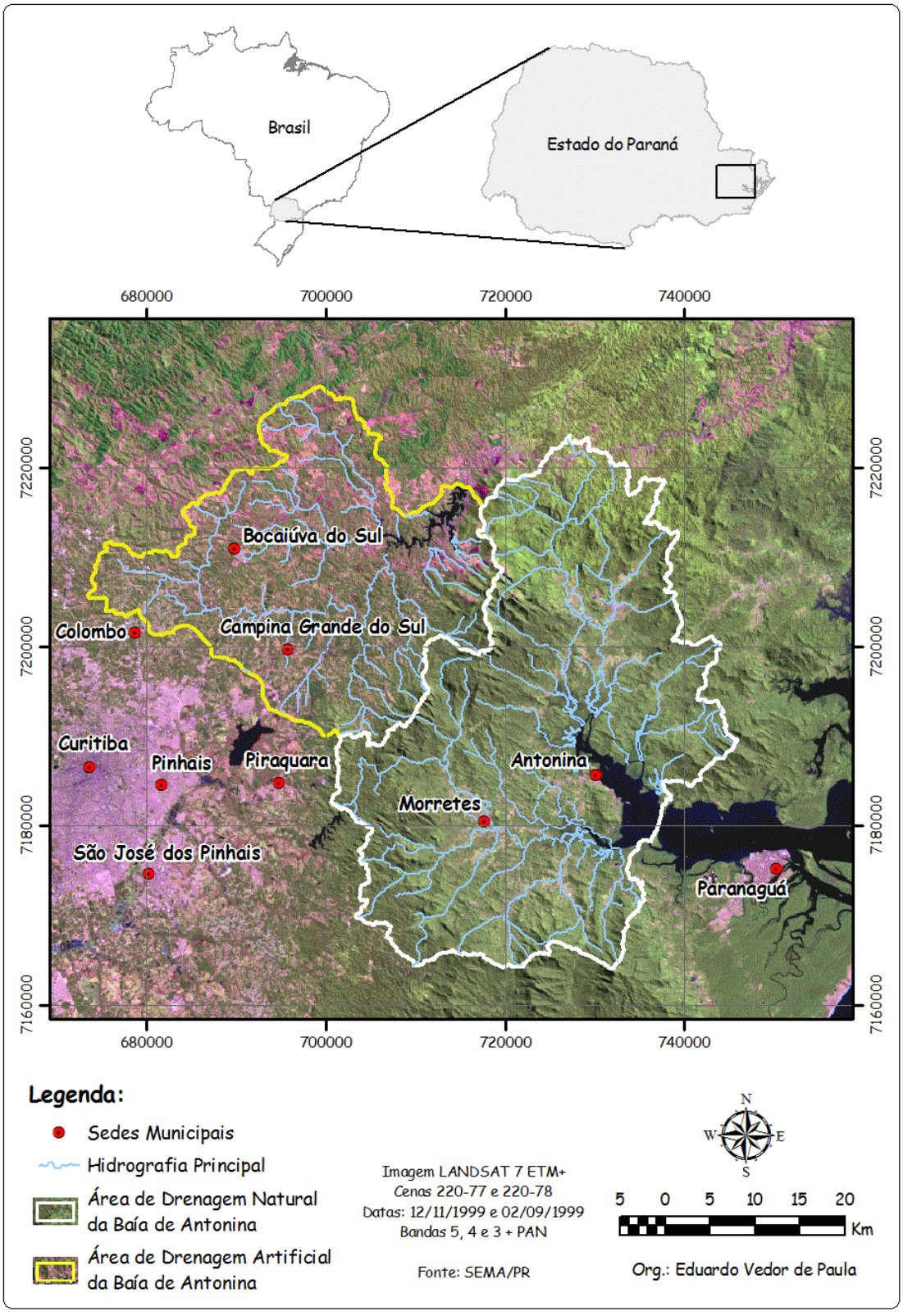


Figura 1 Localização da baía de Antonina e respectiva área de drenagem

Na Figura 1 está representada tanto a área de drenagem natural da baía de Antonina, cujas características do meio físico foram supramencionadas de modo resumido, quanto a área que é artificialmente drenada para a mesma. Esta última passou a existir desde o início da década de 1970, com o represamento do rio Capivari, situado no Planalto de Curitiba. A transposição de suas águas para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira (localizado em Antonina), ocorrera para a operação da Usina Hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza (GPS). Portanto, essa obra revela-se importante na compreensão dos processos erosivos que se desenvolvem especificamente na bacia do rio Cachoeira.

Dada a relevância dos problemas decorrentes do assoreamento na área de interesse portuário do litoral paranaense, teve início, em 2005, o Programa CAD (Contaminantes, Assoreamento e Dragagens no estuário de Paranaguá/PR), cuja descrição detalhada pode ser encontrada em BOLDRINI e PAULA (2008, p.225).

É importante ressaltar que o presente trabalho teve o Programa CAD como propulsor ao seu desenvolvimento. Este programa em suas distintas fases vem possibilitando a caracterização da área de drenagem das baías de Antonina e de Paranaguá, a partir de pesquisas bibliográficas de trabalhos anteriormente desenvolvidos nesta área e, sobretudo, a partir da organização de um Banco de Dados Geográfico, em nível de detalhe, como para poucas regiões no território nacional. O mencionado banco de dados encontra-se descrito em PAULA e CUNICO (2005), PAULA e CUNICO (2006a), PAULA e CUNICO (2006b), PAULA e CUNICO (2007).

Na atualidade, o Programa CAD recebe aporte financeiro do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), por meio do projeto intitulado "Delimitação das Áreas Prioritárias à Recuperação Ambiental na Área de Drenagem da Baía de Antonina: do monitoramento dos processos erosivos às ações comunitárias (2009 – 2011)", registrado sob o Processo 577382/2008-0. Este Programa está sendo desenvolvido pelo LABS (Laboratório de Biogeografia e Solos) e pelo LHG (Laboratório de Hidrogeomorfologia), ambos vinculados ao Departamento de Geografia da UFPR (Universidade Federal do Paraná), bem como pela ADEMADAN (Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina).

1.1 Construção do Problema

Os processos responsáveis pelo assoreamento são muito complexos, abrangendo principalmente erosão e movimentos de massa, transporte dos sedimentos nos cursos d'água e sua deposição na calha dos rios, lagos, reservatórios e estuários. Todos esses processos que envolvem o sedimento são naturais, ocorrendo através do tempo geológico (CARVALHO, 2008, p.4-7).

De acordo com CARVALHO (*Op. Cit*. p.35) existem duas formas principais de erosão dos solos: a geológica e a acelerada. A erosão geológica, ou mais amplamente, geopedológica[1], é aquela processada normalmente, envolvendo o arranque das partículas ou materiais (solos, formações superficiais e fragmentos de rocha) e o seu transporte, ou deslocamento, sem intervenção humana. A erosão acelerada pode ser provocada por eventos extremos, como terremotos, erupções vulcânicas, tempestades, etc., ou então pela ação humana, a qual evidencia atuação crescente em razão do aumento das populações e da ocupação territorial. Essa erosão se manifesta diretamente pelas escavações, movimentos de terra na construção civil, agropecuária e em todas as intervenções antrópicas na superfície do solo.

As atividades antrópicas podem alterar o estado de relativa estabilidade da paisagem em diferentes escalas, mudando a vazão de cursos d'água e/ou ampliando a quantidade de sedimentos a serem transportados, por exemplo. Nestas condições o processo de assoreamento pode ser consideravelmente acelerado.

O aumento do volume de sedimentos depositados nessa baía pode ser notado não apenas pela necessidade constante de realização de obras de dragagens, para a manutenção da profundidade do canal, berços e bacia de evolução dos portos de Antonina, mas também visualmente, conforme se nota nas fotografias obtidas em diferentes datas (Figura 2).

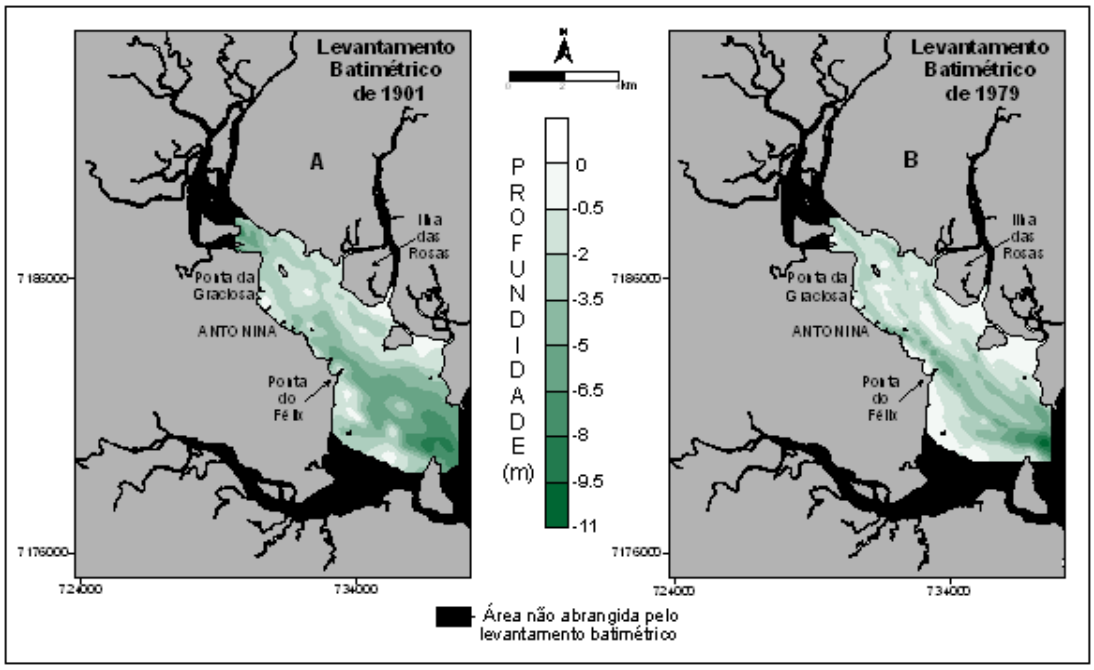
Com o intuito de quantificar as taxas de assoreamento nessa baía ODRESKI (2002) realizou estudo sobre o problema de assoreamento na região, efetuando a comparação de plantas batimétricas históricas (1901), com as cartas náuticas mais recentes (1979). Neste estudo ficou evidenciada uma tendência geral de assoreamento para quase toda a região da baía de Antonina (Figura 3). O volume depositado entre 1901 e 1979, na área abrangida pelos levantamentos batimétricos (cerca de 25 km²), ficou em torno de 769.230 m³/ano, ou 64.100 m³/mês.

[1] A geopedologia pode ser compreendida como a combinação dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, voltada à compreensão das potencialidades e fragilidades da dinâmica do ambiente (CURCIO *et al*., 2006).

Fonte: ADEMADAN

Ponto 1 – Cumeada da Serra do Faisqueira
Ponto 2 – Trapiche na Feira Mar (sede municipal de Antonina)

Figura 2 Fotografias de 1930 (A) e 2002 (B) ilustrando o assoreamento da baía de Antonina (bancos de sedimentos no centro da baía)



Fonte: ODRESKI (2002)

Figura 3 Comparação dos levantamentos batimétricos efetuados na baía de Antonina nos anos de 1901 (A) e 1979 (B)

Mesmo considerando-se a existência de cartas náuticas publicadas após 1979, não é possível calcular a atual taxa de colmatação da baía de Antonina a partir das mesmas, já que apresentam atualizações de apenas algumas parcelas da baía, cujas datas respectivas não são indicadas. Assim, o último levantamento batimétrico de toda a baía refere-se à carta náutica de 1979.

Em estudo técnico SOARES e LAMOUR (2006) pretenderam resgatar o histórico das dragagens no canal de acesso aos Terminais Portuários da Ponta do Félix (TPPF), bem como estimar espaço-temporalmente a sua taxa de assoreamento. Consta, neste trabalho, para o período entre julho de 2000 e março de 2001, uma taxa média de assoreamento em torno de 87.100 m³/mês. Entre esta última data e outubro de 2002 a taxa mensal de assoreamento calculada foi de aproximadamente 135.450 m³/mês. Enquanto que entre maio de 2004 e julho de 2005, verificou-se uma taxa aproximada de 135.800 m³/mês.

Ao estudar uma porção do canal de acesso aos portos de Antonina, denominada pela APPA (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina) de Delta, cuja área é de aproximadamente 2 km² e extensão de 6,5 km, CATTANI (2009) identificou entre junho de 2003 e fevereiro de 2006 taxas de sedimentação ao longo de todo o canal, sendo mapeados trechos com a redução de profundidade de até 2 m no intervalo de tempo considerado.

É pertinente pontuar que significativas obras já foram realizadas no interior da baía de Antonina, tal como o aprofundamento inicial do canal de acesso aos TPPF para -8 m (entre 1998 e 2000), e na seqüência para -10 m (em 2000). O descarte dos sedimentos dragados, contrariando estudos ambientais desenvolvido por SOARES *et al*. (1997), foi efetuado paralelamente ao canal na sua margem norte, a uma distância aproximada de 800 m, sem qualquer confinamento, ou reutilizados no retroporto dos TPPF. Desta maneira, a remobilização dos sedimentos dragados pelos agentes hidrodinâmicos locais (correntes de maré, principalmente) foi facilitada.

Diante dos dados supracitados referentes às crescentes taxas de sedimentação da baía de Antonina e entendendo-se o assoreamento como o efeito *offsite* dos processos erosivos e de movimentos de massa, tem-se no presente trabalho como questão principal: Quais são as áreas que mais contribuem com a produção de sedimentos? E porquê?

Inúmeros estudos que abordam o processo de assoreamento da baía de Antonina foram desenvolvidos, dentre os quais se destacam BIGARELLA *et al.* (1978), CURCIO (1998), MANTOVANELLI (1999), ODRESKI *et al.* (2003), MARSHALL (2004), BRANCO (2004), PAULA *et al.* (2006), PAULA e CUNICO (2007), GIBERTONI *et al.* (2007), GIBERTONI *et al.* (2008), PAULA e SANTOS (2008). A partir dos mesmos foram construídas as hipóteses abordadas no presente trabalho e sequencialmente apresentadas.

Tendo em vista as características do meio físico da área de drenagem da baía de Antonina nota-se, conforme brevemente descrito na introdução do presente trabalho, a existência de dois compartimentos geomorfológicos, nos quais processos disponibilizadores de sedimentos são naturalmente favorecidos. Contudo, conforme descrevem RODERJAN *et al*. (2002), é fundamental destacar o papel exercido pelas formações vegetais que naturalmente se desenvolvem na região, revelando alto grau de proteção aos solos.

De acordo com PRANDLE (2009 *apud* CATTANI, 2009), com as intervenções antrópicas ocorre uma mudança no fluxo, na natureza e na quantidade de sedimentos que advêm do aporte fluvial. Assim, nos dias atuais a morfologia dos estuários sofre modificações rápidas, pois é tão dependente do desenvolvimento rural, urbano e das obras de engenharia quanto dos processos geológicos.

Dentre as atuações antrópicas nas bacias estudadas, destacam-se aquelas relacionadas às mudanças da cobertura da terra: o desmatamento, a realização de atividades agrossilvopastoris sem adoção de práticas conservacionistas do solo, a implantação inadequada de estradas rurais e, a retirada da mata ciliar. Deve ser pontuada, ainda, a ocupação urbana desordenada em direção aos morros e manguezais, assim como a presença de instalações turísticas que exploram as margens hidrográficas, sem a adoção de medidas de conservação.

Outro aspecto a ser considerado refere-se à influência do canal fuga da Usina Hidrelétrica Governador Pedro V. Parigot de Souza, operada pela COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica). Para a operação de suas turbinas as águas do rio Capivari, situado no planalto, que recobrem área de 950 km² (Figura 1), são escoadas para o rio Cachoeira, aumentando a vazão deste último e por conseqüência sua capacidade de transporte de sedimentos. Vários autores apontam esta obra como relevante à compreensão do assoreamento da baía de Antonina (BIGARELLA, 1978; LAMBERTUCCI, 1996; CURCIO, 1998; ODRESKI, 2002; ODRESKI *et. al*., 2003; MARSHALL, 2004; PAULA e CUNICO, 2005; GONÇALVES *et al*., 2006, BANDEIRA, 2006; GIBERTONI *et al*., 2008).

Além dos problemas desencadeadores de processos erosivos e/ou de movimentos de massa, até aqui citados sabe-se da existência de outros, tais como: o desenvolvimento de atividades relacionadas à exploração mineral em canais hidrográficos, o abandono de antigas áreas de exploração mineral, a construção de pontes de modo a alterar a dinâmica fluvial, a implantação de obras de contenção de enchentes reduzindo o nível de base da rede de drenagem.

Conforme BOLDRINI (2005), nos últimos 30 anos a baía de Antonina assoreou cerca 6 m em algumas porções. Assim, a manutenção da profundidade das áreas de navegação portuária vem se tornando extremamente onerosa[2] para os portos e para o estado, já que as realizações das obras dragagens são de responsabilidade do poder público (APPA). A eventual identificação de contaminantes nos sedimentos a serem dragados configura mais um elemento complicador, pois além de demandar o confinamento do material dragado, o que amplia os custos, também expõe os ecossistemas aquáticos aos contaminantes remobilizados (USEPA, 1994; MOREIRA *et al.*, 2007). Por fim, deve-se destacar os consideráveis impactos causados à atividade pesqueira, conforme descrevem ROBERT *et al*. (2006).

É de consenso que a recuperação de áreas degradadas nas bacias hidrográficas demanda expressiva quantidade de recursos, bem como quando não corretamente implementadas podem resultar em novos impactos indesejáveis à natureza. O planejamento do uso do solo e a adoção de técnicas para o uso sustentável do ambiente também demandam investimentos. Contudo, diante do cenário exposto esses investimentos se demonstram muito mais vantajosos, não apenas no âmbito econômico, mas, sobretudo no âmbito sócio-ambiental.

O desenvolvimento de pesquisas acadêmicas aplicadas, tal como as realizadas no âmbito do Programa CAD e a exemplo do presente trabalho, denota função relevante no contexto de países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, nos quais a velocidade com que evoluem os problemas ambientais é consideravelmente superior à da compreensão e da mitigação dos mesmos.

[2] O custo de dragagem depende, sobretudo, da distância da área de despejo, bem como da composição física do material a ser dragado. Contudo, o valor médio orçado em janeiro de 2010 para a dragagem as baías de Antonina e Paranaguá foi de R$ 8,00 a R$ 12,00 o m³. Deve-se ressaltar que a próxima dragagem de manutenção dos canais de acesso aos portos de Antonina e Paranaguá, prevista para o ano de 2010, contempla pouco mais de 4.000.000 m³ de sedimento (COELHO, 2010).

1.2 Objetivos

Nesse contexto o objetivo geral deste trabalho refere-se à estimativa da produção de sedimentos nas bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina, priorizando-se a delimitação e a hierarquização das áreas que disponibilizam esses sedimentos.

De maneira específica pretende-se:

- Desenvolver detalhada caracterização geológica, geomorfológica e pedológica das bacias hidrográficas;

- Contruir carta pedológica (1:50.000), de modo a integrar os variados mapeamentos disponíveis para diferentes porções da área de estudo;

- Confeccionar carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos;

- Elaborar Carta de Vegetação Natural, a partir da qual se pretende estimar o desenvolvimento da cobertura vegetal sem a influência humana;

- Realizar análise climatológica, evidenciando-se a caracterização pluviométrica, de modo a se obter a regionalização desta última;

- Estimar o aporte de sedimentos à baía de Antonina, considerando-se um primeiro cenário referente à cobertura vegetal original, e outro relativo à recente cobertura vegetal e uso da terra;

- Estruturar um banco de dados georreferenciados, em plataforma de Sistemas de Informações Geográficas, para a área de drenagem da baía de Antonina;

- Subsidiar projetos voltados a ações mitigadoras à produção de sedimentos, a exemplo do Programa CAD.

Desta forma, verifica-se que o assoreamento não deva ser tratado somente por meio de realização de obras de dragagens, pois se pensado deste modo a tendência é que se entre num ciclo vicioso e de custo elevado, ou seja, com o passar do tempo a quantidade de material a ser dragado será cada vez maior. Todavia, as obras de manutenção dos canais de navegação devem ser efetuadas, mas concomitantemente à realização de ações mitigadoras nas áreas de onde os sedimentos são originários.

Portanto, acredita-se que o corrente trabalho deva contribuir nas investigações da origem do assoreamento da baía de Antonina e suscitar o debate nos órgãos ambientais responsáveis pelos licenciamentos ambientais, no sentido de construir um novo referencial para a definição das ações mitigadoras e compensatórias em função dos impactos ambientais causados pelas atividades mineradoras, de geração de energia, portuárias, etc.

2 ROTEIRO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Os problemas ambientais vêm atingindo dimensões expressivas em todas as escalas de análise, comprometendo o estado de relativa estabilidade dos ecossistemas. Os reflexos sentidos, sobretudo no âmbito sócio-econômico, direcionam a tomada de consciência destes problemas pelo homem, o que torna necessária a condução, por parte da comunidade científica, de trabalhos na busca de soluções para os impactos ambientais provocados pela sociedade sobre o espaço ocupado.

LEFF (2001) afirma que a análise da questão ambiental exige uma visão sistêmica em um pensamento holístico para a reconstituição de uma realidade "total", propondo um projeto para pensar as condições teóricas e estabelecer métodos que orientem as práticas interdisciplinares. Sob essa orientação e visando a obtenção de resultados satisfatórios quanto aos objetivos propostos, tomou-se por base uma estruturação na qual o método de pesquisa está atrelado à abordagem ambiental, a fim de promover uma análise integrada.

Delimitou-se uma etapa preliminar de trabalho, a qual se refere à caracterização do problema, ou seja, do assoreamento da baía de Antonina. Nesta etapa, efetuou-se a revisão da literatura que trata desta porção do litoral paranaense. A seguir estruturou-se a pesquisa em duas etapas principais, quais sejam:

- Etapa 1- Caracterização geopedológica (geologia, geomorfologia e pedologia) da área de drenagem da baía de Antonina, visando o mapeamento da suscetibilidade à produção de sedimentos;

- Etapa 2- Estimativa da contribuição antrópica ao processo de assoreamento da baía de Antonina, a partir da construção de dois cenários: Cenário 1, correspondente a cobertura natural da vegetação. Cenário 2, relativo à recente cobertura vegetal e uso da terra nas bacias hidrográficas.

Na sequencia têm-se as descrições detalhadas de cada uma das etapas, conforme fluxograma ilustrado na Figura 4.

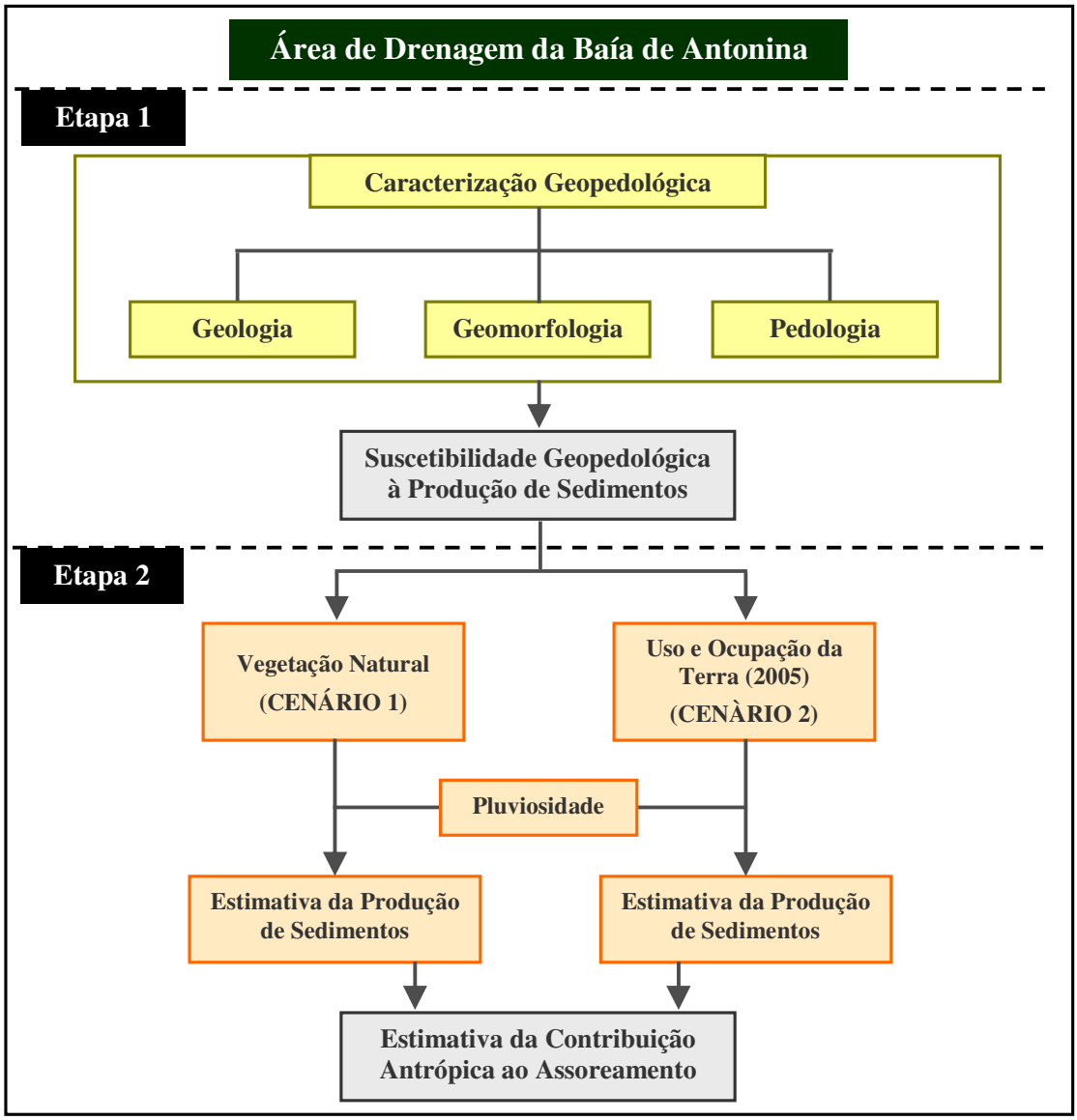


Figura 4 Roteiro metodológico da pesquisa

2.1 Descrição da Etapa 1

Esta etapa contemplou primeiramente a delimitação da baía de Antonina, bem como de sua área de drenagem. Em seguida, efetuou-se a caracterização dos elementos que constituem o meio geopedológico, quais sejam: geologia, geomorfologia (declividade e formas de vertente) e pedologia. Por fim, realizou-se a análise da suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, por meio da confecção de uma carta de mesma denominação.

2.1.1 Delimitação da Área de Estudo

Para a delimitação da baía de Antonina e das ilhas contidas nesta, se fez uso das cartas topográficas da DSG (Divisão de Serviços Geográficos do Exército), na escala 1:25.000, elaboradas no ano de 2002. Os braços com até 150 m de largura foram considerados como integrantes da baía, enquanto que os canais com largura inferior a essa medida, foram classificados como parte da rede hidrográfica.

A delimitação das bacias de drenagem também foi efetuada sobre as cartas topográficas da DSG (2002), sendo utilizado um total de 17 cartas (Tabela 1). Tendo em vista a quantidade significativa de pequenas bacias hidrográficas (terceira ordem ou inferior) que deságuam diretamente na baía, optou-se por agrupá-las em Áreas Incrementais, visando a obtenção de áreas homogêneas de análise.

Tabela 1 Relação de cartas topográficas que recobrem a área de drenagem da baía de Antonina

Articulação	Nome
MI 2842-4 SE	Piraquara
MI 2843-1 NE	Jaguatirica
MI 2843-1 SE	Bairro Alto
MI 2843-2 NO	São Sebastião
MI 2843-2 SO	Rio Pequeno
MI 2843-3 NE	Rio do Nunes
MI 2843-3 NO	Estrada da Graciosa
MI 2843-3 SE	Morretes
MI 2843-3 SO	Serra do Marumbi
MI 2843-4 NE	Itaqui
MI 2843-4 NO	Rio Cachoeira
MI 2843-4 SE	Rio Itinga
MI 2843-4 SO	Antonina
MI 2858-1 NE	Rio Sagrado
MI 2858-1 NO	Rio Marumbi
MI 2858-2 NO	Alexandra
MI 2858-2 SO	Limeira

No total resultaram 15 unidades hidrográficas (sendo 11 bacias hidrográficas, 3 áreas incrementais e o conjunto formado pelas ilhas), a partir das quais se efetuou tanto a análise da suscetibilidade à produção de sedimentos, quanto da estimativa dessa produção.

É pertinente destacar que para a estimativa da produção de sedimentos considerou-se somente a área de drenagem natural da baía de Antonina, conforme representado na Figura 1. A parcela da bacia do rio Capivari, cujas águas são artificialmente escoadas para o rio Cachoeira, por meio do canal da Usina Hidrelétrica Parigot de Souza, foi desconsiderada. Embora esta transposição hidrográfica evidencie relevância à contribuição no processo de assoreamento da baía de Antonina, optou-se por não incluí-la na análise devido à especificidade dos objetivos propostos, os quais versam sobre as áreas fontes de sedimentos. Assim, a aplicação do roteiro metodológico proposto na bacia do rio Capivari implicaria na análise do processo de assoreamento do reservatório homônimo, e não da baía de Antonina.

2.1.2 Geologia

A porção litorânea do estado do Paraná dispõe de mapeamento geológico elaborado na escala 1:50.000, o qual encontra-se descrito em PARANÁ (2003). Este produto foi disponibilizado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA/PR), estando em formato digital, georreferenciado e compatível com a base de dados da corrente pesquisa. Para a representação cartográfica das unidades geológicas procurou-se seguir a padronização de cores e símbolos propostos pela MINEROPAR (Minerais do Paraná S/A), instituição responsável pela confecção do mapeamento.

2.1.3 Geomorfologia

A caracterização geomorfológica inclui primeiramente a descrição das Unidades Ambientais Naturais (UAN) apresentadas no Macrozoneamento do Litoral Paranaense (IPARDES, 1989). A espacialização das UAN foi elaborada em escala aproximada de 1:50.000, cujo produto também foi disponibilizado pela SEMA/PR (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná), em formato digital e georreferenciado.

Devido a importância das informações geomorfológicas na compreensão do processo de assoreamento da baía de Antonina, somado ao fato de se dispor de mapeamento topográfico em escala 1:25.000, optou-se pela realização da análise da hipsometria, declividade e formas das vertentes, de modo a complementar as informações qualitativas disponíveis no Macrozoneamento do Litoral Paranaense. Para tanto, a elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT) tornou-se imprescindível.

A primeira etapa para a construção do MDT referiu-se à consolidação dos dados topográficos, disponíveis nas cartas topográficas, listadas na Tabela 1. Originalmente os dados das cartas encontravam-se em formato *.PDF*, os quais foram salvos em extensão *.DWG*, por intermédio do *software CorelDRAW*. Escolheu-se esta extensão com o intuito de carregar os vetores em ambiente *AutoCAD* 2000, para posteriormente georreferenciá-los.

Depois de georreferenciados os vetores foram separados em *layers* distintos (1- *layer* curvas de nível; 2- *layer* pontos cotados; e 3- *layer* hidrografia), para posteriormente serem importados no software *ArcGIS 9.2*. Tendo em vista que os vetores encontravam-se segmentados devido à junção das cartas, fez-se necessária a edição dos mesmos. Efetuou-se também a seleção somente da hidrografia interna a área de drenagem da baía de Antonina, enquanto que as curvas de nível e pontos cotados foram selecionados a partir de um *buffer*[3] de 1 km externo ao limite da área de estudo.

A maior limitação apresentada pela base vetorial referiu-se à ausência de atributos, sem os quais não era possível a elaboração do MDT. A inserção dos atributos condizentes às cotas altimétricas das curvas de nível e pontos cotados foi efetuada manualmente, a partir da consulta dos valores respectivos nas cartas topográficas georreferenciadas em formato *raster*, denominadas de *ScanMaps*. Na Figura 5A estão representados os 8.882 pontos cotados consideradas na presente pesquisa, enquanto que as curvas de nível podem ser visualizadas na Figura 5B.

De maneira similar à inserção das cotas altimétricas, as toponímias da rede hidrográfica principal também foram acrescidas. Na Figura 5C tem-se representada a rede de drenagem da área de drenagem da baía de Antonina.

Após a consolidação da base de dados topográficos (curvas de nível, pontos cotados e hidrografia) efetuou-se a geração do MDT, em formato TIN (*Triangular Irregular Network*), com o auxílio da extensão *3D Analyst*, disponível software *ArcGIS 9.2*. Em seguida, foram aplicadas técnicas para a obtenção de MDT hidrologicamente corrigido, seguindo as proposições de TARBOTON *et al.* (1991) e TARBOTON (2005).

[3] Em SIG *buffer* significa uma forma de análise de proximidade onde zonas de uma determinada dimensão são delimitadas em volta de uma feição ou de um elemento geográfico, levando-se em conta um determinado atributo (TEIXEIRA e CHRISTOFOLETTI, 1997, p.51).

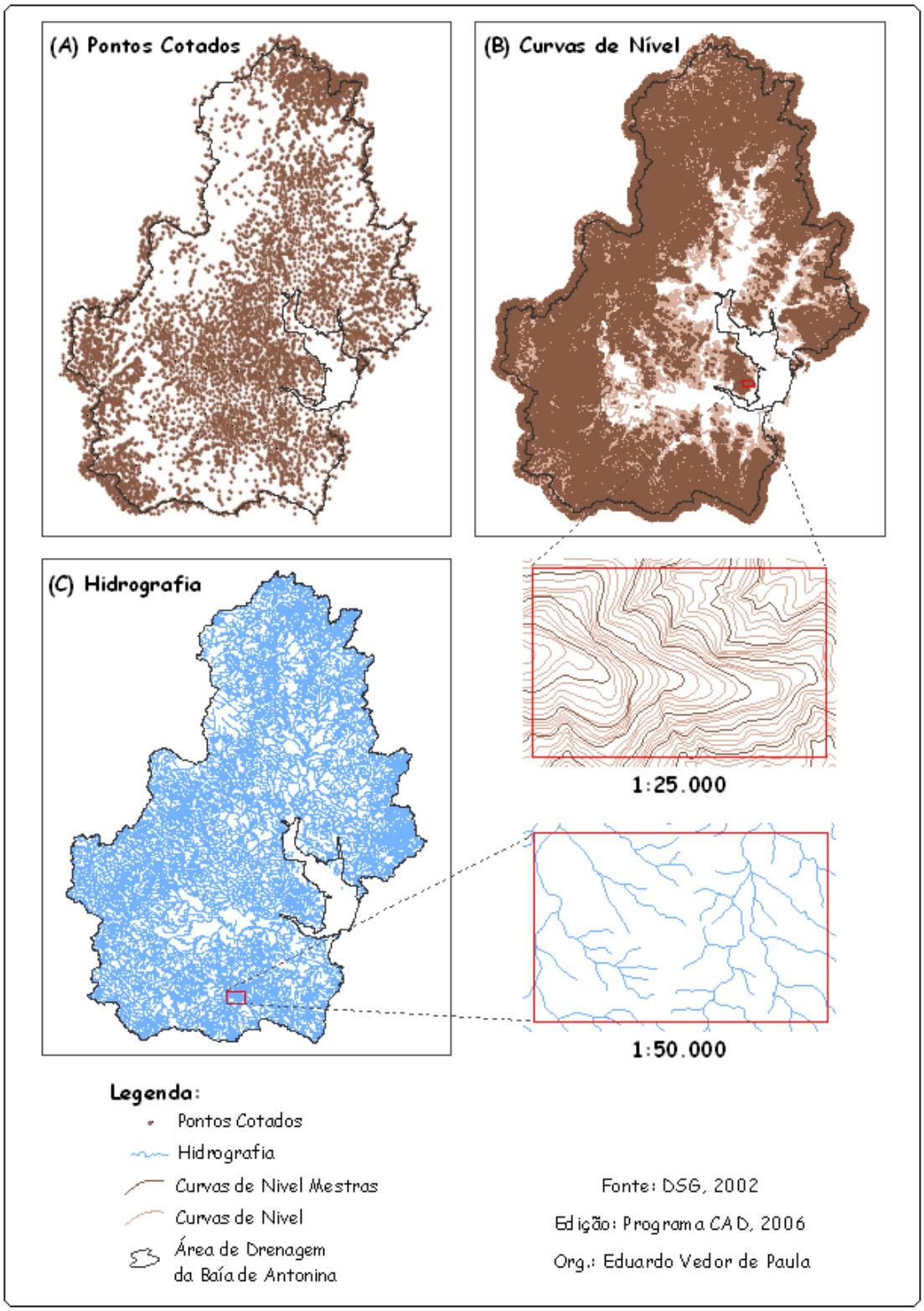


Figura 5 A) pontos cotados; B) curvas de nível e; C) hidrografia da área de drenagem da baía de Antonina

A partir do MDT foi confeccionada Carta de Hipsometria, na qual a distribuição das classes de altitudes varia de acordo com a amplitude altimétrica. Foram utilizadas 13 classes, cujos intervalos foram definidos conforme análise de freqüência. A variação de cores selecionada buscou refletir a noção de incremento de relevo: verde para as áreas mais baixas, passando para o amarelo, laranja e marrom, à medida que a altitude se mostra mais expressiva.

Outro produto originado do MDT foi a Carta de Declividade, cujas classes procuraram refletir a intensidade da inclinação do terreno, sendo definidas a partir do trabalho proposto por DE BIASE (1995). Tal proposta revelou-se como a mais adequada, pois valoriza as variações da morfologia da área estudada. As cores adotadas neste mapeamento obedeceram a uma noção de incremento de declividade, atribuindo-se tons de amarelo claro para os segmentos mais planos, passando para tons de laranja e vermelho, à medida que a declividade se eleva.

A Carta de Forma das Vertentes apresenta as superfícies convexas, côncavas e retilíneas do terreno, sendo essas calculadas sobre as informações de declividade, conforme descrevem ZEVERBERGEN e THORNE (1987) e MOORE *et al.* (1991). Os valores negativos resultantes referem-se às formas côncavas, à medida que os valores positivos correspondem às superfícies convexas. No entanto, conforme apontado por VALERIANO (2003), curvaturas retilíneas não apresentam valores necessariamente nulos, necessitando durante a interpretação, atribuir valores dentro de uma tolerância, com valores próximos a zero. Desta forma, foi adotado para as vertentes retilíneas o intervalo entre -0,2 e 0,2.

Uma vez efetuada a classificação das formas das vertentes aplicou-se um filtro para a eliminação de pixels anômalos (RICHARDS, 1986; CROSTA, 1992). Ainda assim, verificou-se na região de planície, cuja declividade mostrou-se inferior a 2%, a presença de valores inconsistentes. Diante desse problema optou-se pela inclusão da classe planície na Carta de Forma das Vertentes, tendo sido a mesma delimitada a partir das informações topográficas associadas à Carta de Declividade.

É pertinente salientar que o mapa de forma de vertentes elaborado em ambiente ArcGIS 9.2, contemplou além do perfil de curvatura, cujas formas estão associadas ao potencial de energia de fluxo da água e transporte de matérias detríticos, também o plano de curvatura, ou seja, a concentração (convergência e divergência) dos fluxos de água, conforme explicam MOORE *et al.* (1991).

2.1.4 Pedologia

Para a compreensão do processo de assoreamento, as informações pedológicas são essenciais. Os mapas de solos, ou levantamentos pedológicos, podem ser definidos como a aplicação sintética das informações pertinentes à formação e distribuição geográfica dos diferentes solos existentes em uma determinada localidade. Os mapas pedológicos podem ter diferentes graus de detalhe, o que depende tanto da intensidade dos trabalhos de levantamento, como da escala de publicação (LEPSCH, 2002, p.82).

O mapeamento pedológico que contempla integralmente a área drenada pela baía de Antonina, foi elaborado na escala 1:650.000 (EMBRAPA, 1984), denotando nível de detalhamento muito aquém do necessário para que os objetivos propostos fossem alcançados. Em escala de maior detalhe (1:50.000) dispõe-se de mapeamento realizado para a planície litorânea (RAUEN *et al.*, 1994), o qual é correspondente a cerca de 24% da área total em análise.

O Levantamento Geomorfológico com Ênfase em Solos da Porção Sul de Tombamento da Serra do Mar / PR, descrito em ROCHA (1992), também foi utilizado. Este mapeamento contempla a APA de Guaratuba, tendo sido elaborado em escala 1:50.000. Recobre apenas 96,8 km² da área de drenagem da baía de Antonina, o que se traduz em 6,4% da mesma.

Por fim, além dos três levantamentos citados, se fez uso daqueles elaborados em escala de 1:25.000, que abrangem as RPPN's (Reservas de Particulares do Patrimônio Natural) Cachoeira e Morro da Mina, ambas pertencentes à SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental), as quais são relativas a 15% da área estudada.

Na Figura 6 tem-se representada a área de abrangência de cada mapeamento pedológico utilizado no presente estudo.

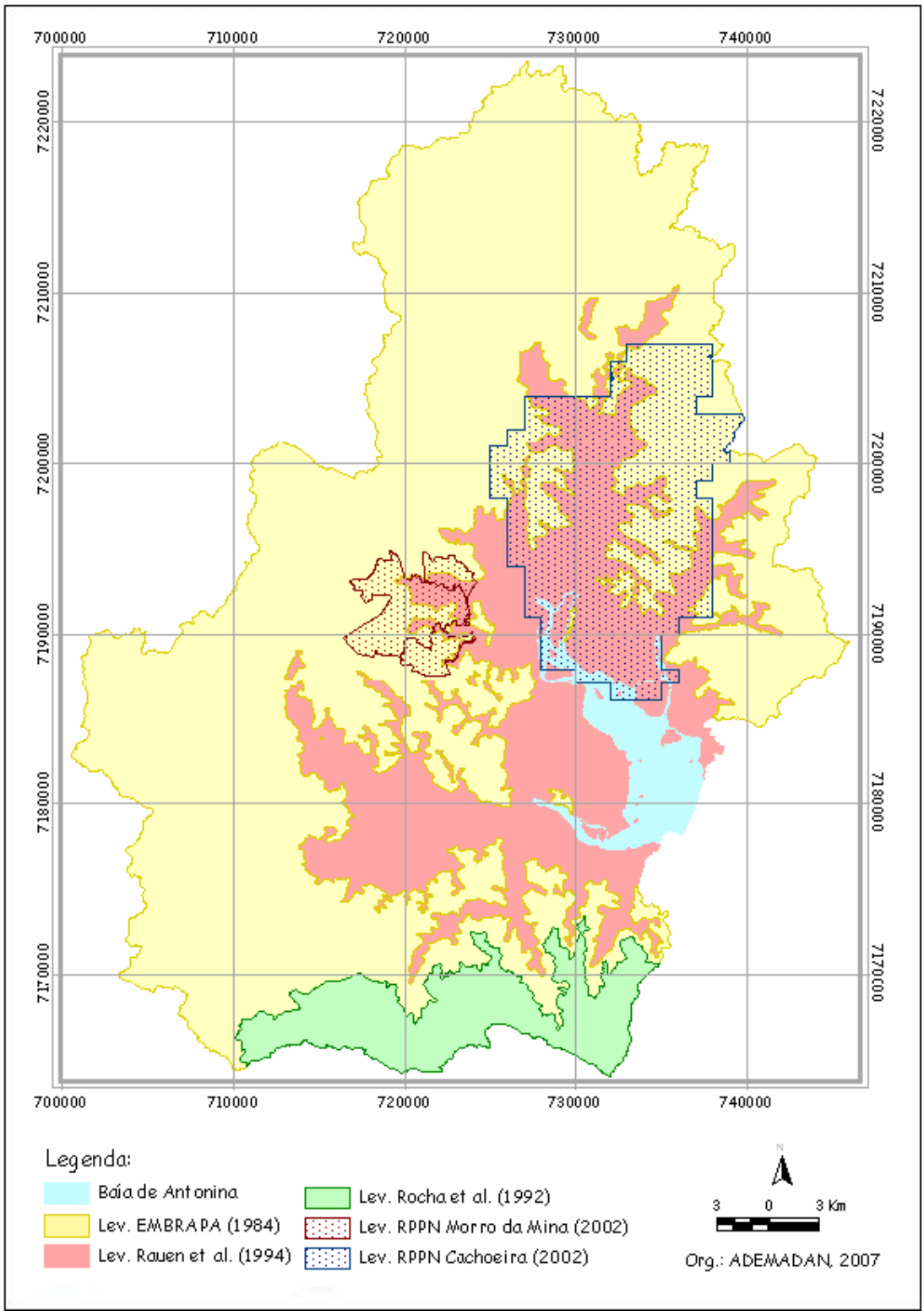


Figura 6 Abrangência espacial dos levantamentos pedológicos existentes para a área de drenagem da baía de Antonina

2.1.4.1 Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná

A EMBRAPA publicou em 1984 o "Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná" (1:650.000). No ano de 2007, a EMBRAPA em conjunto com a EMATER (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural), atualizaram as unidades de mapeamento de solos, de acordo com a mais recente versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, descrito em EMBRAPA (2006).

Para a confecção da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina, consideraram-se, do mapa de solos supramencionado, apenas as áreas não abrangidas pelos mapeamentos semidetalhados descritos a seguir (Capítulos 2.1.4.2 e 2.1.4.3). A relação de subordens de solos encontrada nesta área considerada, a qual totaliza 1.046,4 km^2, está representada na Tabela 2, sendo que a respectiva espacialidade está disponível na Figura 7.

Tabela 2 Subordens de solos existentes na área de drenagem da baía de Antonina, à exceção da planície litorânea e área da APA de Guaratuba

Código 1*	**Código 2****	**Subordem Pedológica**	**Área (Km^2)**
AR2	RL	Associação Afloramento de Rocha + Neossolo Litólico	198,75
Ca1	CX	Cambissolo Háplico	164,06
Ca15	CX + PVA	Associação Cambissolo Háplico + Argissolo Vermelho-Amarelo	143,35
Ca16	CX + LVA	Associação Cambissolo Háplico + Latossolo Vermelho-Amarelo	73,17
Ca31	CX + RL	Associação Cambissolo Háplico + Neossolo Litólico	97,35
Ca6	CX	Cambissolo Háplico	58,88
Ca9	CX	Cambissolo Háplico	0,54
Cd2	CX + GX	Associação Cambissolo Háplico + Gleissolo Háplico	38,48
HG2	GX	Gleissolo Melânico	0,05
HG3	GX	Gleissolo Háplico	10,78
LVa4	CX + LVA	Latossolo Vermelho Amarelo	80,50
PVa10	CX + PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo	84,77
PVa25	CX + PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo	90,69
SM	GJ	Associação Gleissolo Sálico + Gleissolo Háplico	12,65

* Códigos utilizados na atualização do mapa publicado por EMBRAPA (1984)

** Códigos utilizados na confecção da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina

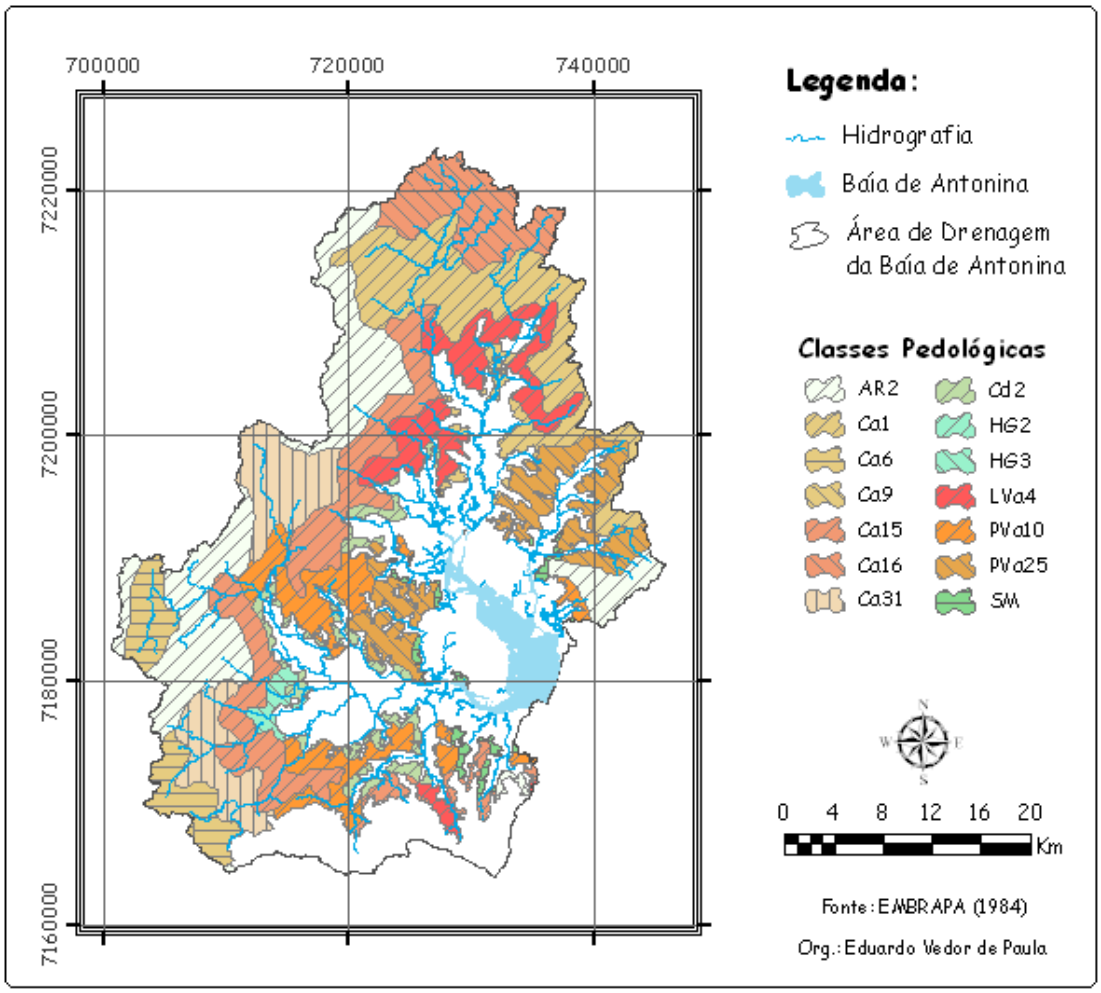


Figura 7 Porções consideradas no presente estudo do levantamento pedológico publicado por EMBRAPA (1984)

2.1.4.2 Levantamento semidetalhado dos solos da Planície Litorânea

No ano de 1994 o IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) publicou, em cooperação com Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS/ EMBRAPA), um estudo sobre o potencial de uso agrícola das áreas de várzea do estado do Paraná (RAUEN *et al.*, 1994). Considerando-se apenas a área de drenagem da baía de Antonina, o mapeamento elaborado em escala 1:50.000, abrange 357,6 km², o que corresponde a cerca de 24% de toda a área que drena para a baía. Na Tabela 3 tem-se quantificadas essas subordens de solos, enquanto que a espacialidade das mesmas está expressa na Figura 8.

Tabela 3 Quantificação das subordens de solos existentes na planície litorânea da área de drenagem da baía de Antonina, conforme RAUEN *et al.* (1994)

Código 1*	Código 2**	Subordens Pedológicas	Área (Km^2)
Ca1	CY	Cambissolo Flúvico	4,87
CG1	CY	Cambissolo Flúvico gleissólico	3,37
CG2	CY	Associação de Cambissolos Flúvicos	35,53
HGP1	GJ	Gleissolo Tiomórfico	53,93
HGP2	GX	Gleissolo Háplico	88,67
HGP4	GX + RY	Associação de Gleissolo Háplico + Neossolo Flúvico	68,62
HGP5	GX + CY	Associação de Gleissolo Háplico + Cambissolo Flúvico	40,27
P4	EK + GX	Associação de Espodossolo Humilúvico + Gleissolo Háplico	5,67
PV	CX + PVA	Argissolo Vermelho Amarelo	56,45

* Códigos utilizados no mapa publicado em RAUEN (1994).

** Códigos utilizados na Carta Pedológica Potencial.

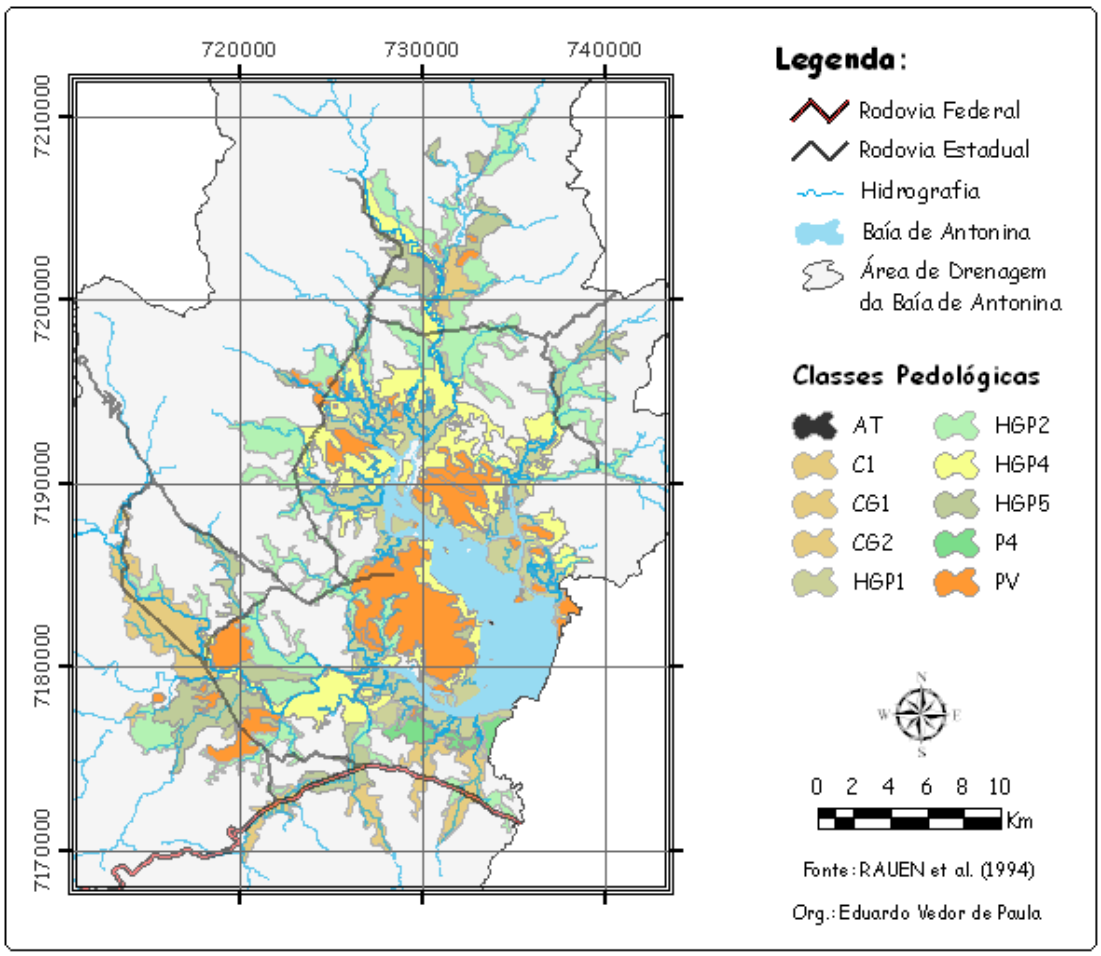


Figura 8 Levantamento pedológico publicado por RAUEN *et al.* (1994) – somente porções consideradas no presente estudo

Algumas adaptações fizeram-se necessárias para a utilização dos dados disponíveis neste levantamento pedológico. Na Tabela 4 tem-se a relação das subordens de solos adotadas, seguida das respectivas classes em conformidade com a recente versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Tabela 4 Atualização das subordens de solos existentes na planície litorânea da área de drenagem da baía de Antonina

Código	Antiga Classificação	Nova Classificação (SiBCS, 2006)
Ca1	Cambissolo Álico Tb	Cambissolo Flúvico Tb Distrófico típico
CG1	Cambissolo Álico Tb gleico	Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico
CG2	Assoc. Cambissolo Álico gleico (CG1) + Cambissolo Álico (C1)	Assoc. Cambissolo Flúvico gleissólico + Cambissolo Flúvico típico ambos Tb Distróficos
HGP1	Glei Pouco Húmico Ta Tiomórfico	Gleissolo Tiomórfico Órtico típico
HGP2	Glei Pouco Húmico Álico Ta	Gleissolo Háplico Ta Alumínico típico
HGP4	Assoc. Glei Pouco Húmico Álico (HGP2) + Solos Aluviais Distróficos (A1)	Assoc. Gleissolo Háplico Alítico típico + Neossolos Flúvicos Tb Distrófico típico
HGP5	Assoc. de Glei Pouco Húmico Álico (HGP2) + Cambissolo Álico gleico (CG1)	Assoc. Gleissolo Háplico típico + Cambissolo Flúvico gleissólico ambos Tb Distróficos
P4	Assoc. de Podzol Álico (P2) + Glei Pouco Húmico Álico	Assoc. Espodossolo Humilúvico Hidromórfico e Órtico típico + Gleissolo Háplico Ta Alumínico típico
PV	Podzólico Vermelho-Amarelo	Assoc. Cambissolo Háplico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo típico ambos Tb Distróficos

Autor: Gustavo Ribas Curcio (2007).

Quanto às áreas de terras altas, anteriormente classificadas como sendo cobertas por Podzólico Vermelho-Amarelo (PV), deve-se mencionar que as mesmas receberam de forma equivocada esta nomenclatura, uma vez que se referiam a Cambissolos associados a Podzólicos[4]. Desta maneira, adaptando-se à nova classificação de solos, tais áreas passaram a ser denominadas de associação entre Cambissolos Háplicos (CX) e Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA).

2.1.4.3 Levantamento geomorfológico com ênfase em solos da porção sul de tombamento da Serra do Mar (APA de Guaratuba / PR)

Dentre as sete cartas que abrangem o "Levantamento geomorfológico com ênfase em solos da porção sul de tombamento da Serra do Mar", apenas uma contempla a porção da área de drenagem da baía de Antonina. Devido ao fato desta carta encontrar-se apenas em meio analógico, efetuou-se sua scanerização, seguida de georreferenciamento e

[4] Esta afirmação foi concedida em 18/10/2007 por Gustavo Ribas Curcio, pesquisador da EMBRAPA e co-autor do estudo desenvolvido pelo IAPAR, publicado em RAUEN (1994).

vetorização dos polígonos de solos. Por fim, conforme descrito na Tabela 5, as subordens pedológicas foram adaptadas para o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Na Figura 9 têm-se representadas as subordens de solos já atualizadas para o recorte em questão, sendo possível verificar-se a predominância de solos rasos, já que dos 96,8km² relativos à área de superposição entre o levantamento de solos em análise com a área de drenagem da baía de Antonina, aproximadamente 43% correspondem à associação de Cambissolos Háplicos com Neossolos Litólicos. Outros 20,5% referem-se a Cambissolos Háplicos, 14,7% associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, 11,7% associação de Cambissolos Háplicos com Latossolos Vermelho-Amarelos, sendo que os 10,2% restantes são Neossolos Litólicos.

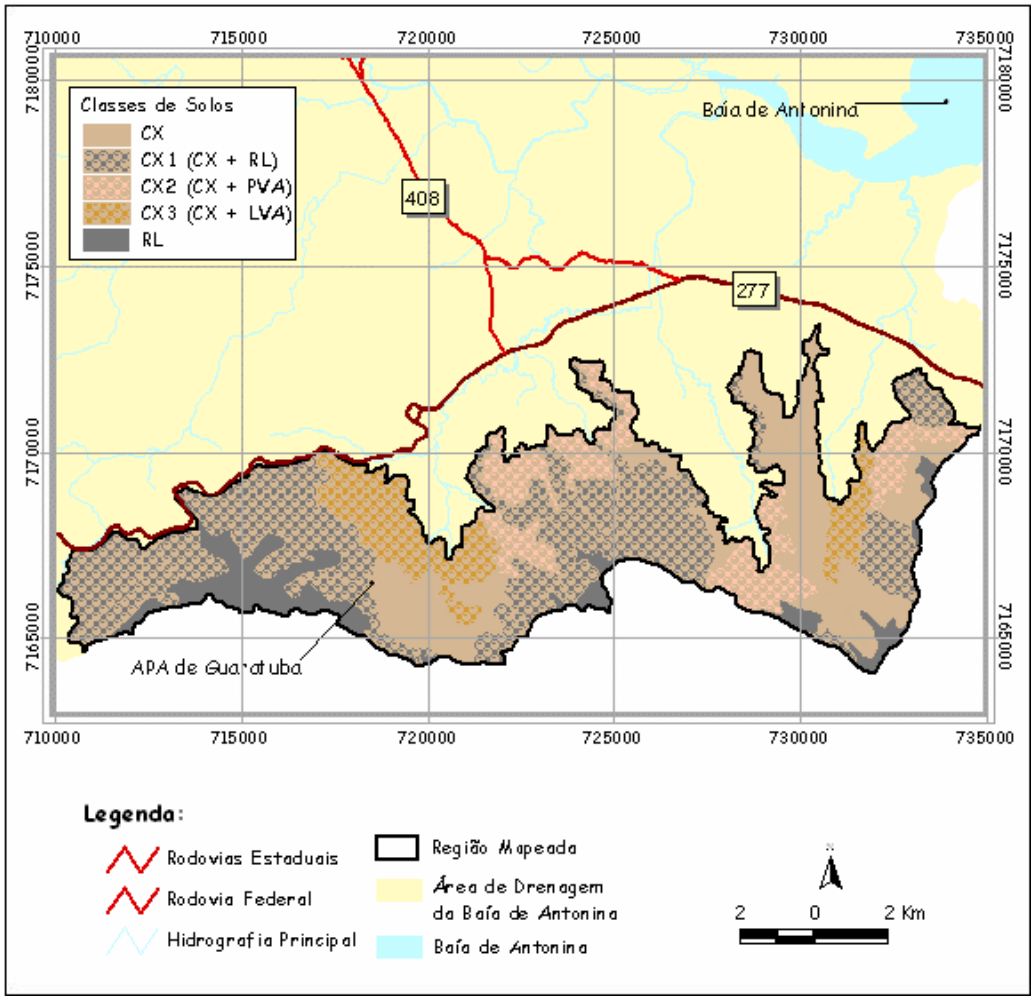


Figura 9 Espacialidade do mapeamento pedológico da área da APA de Guaratuba interna à área de drenagem da baía de Antonina, conforme EMBRAPA (2006)

Tabela 5 Atualização das subordens de solos existentes na porção da APA de Guaratuba interna à área de drenagem da baía de Antonina

Código	Descrição (Rocha *et al*., 1992)	Embrapa (2006)	Área (Km^2)
M(1)	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa	CX	5,75
P1(2)	Cambissolo álico ou podzólico álico Tb A moderado textura argilosa	CX	1,47
P2(3)	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa e cascalhenta	CX	5,71
P2(4)	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa	CX	1,71
P3(2)	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa	CX	4,75
Pm1(3)	Cambissolo raso álico Tb A moderado textura argilosa	CX	0,45
P3(1)	Associação Cambissolo raso álico ou podzólico álico Tb A moderado textura argilosa + Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura argilosa	CX + RL	12,41
Pd1(1)	Associação Cambissolo álico Tb A proeminente e A moderado textura média/argilosa + Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura argilosa	CX + RL	14,38
Pm1(2)	Associação Cambissolo raso álico Tb A moderado textura média ou argilosa + Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura média/argilosa	CX + RL	3,77
Pm1(4)	Associação Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa + Cambissolo raso álico Tb A moderado textura média/argilosa + Inglês + Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura argilosa	CX + RL	0,40
Pm2(1)	Associação Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa + Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura argilosa	CX + RL	4,98
Pm2(2)	Associação Cambissolo raso álico Tb A moderado textura média + Solos Litólicos eutróficos Tb A moderado textura média	CX + RL	0,88
Pm3(1)	Associação Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa + Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura argilosa	CX + RL	4,85
P2(1)	Associação Cambissolo álico e podzólico álico Tb A moderado textura argilosa + Podzólico Vermelho-Amarelo álico ou distrófico Tb A moderado textura média/argilosa	CX + PVA	1,90
P2(2)	Associação Cambissolo álico e podzólico álico Tb A moderado textura argilosa e argilosa cascalhenta + Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb A moderado textura média-argilosa	CX + PVA	8,03
P3(3)	Associação Cambissolo álico Tb A moderado textura média ou argilosa + Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb A moderado textura média/argilosa	CX + PVA	4,29
P1(1)	Associação Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa + Latossolo Vermelho-Amarelo podzólico álico A moderado textura argilosa	CX + PVA	2,75
P1(3)	Associação Cambissolo podzólico distrófico Tb A moderado textura argilosa pouco cascalhenta e cascalhenta + Latossolo Vermelho-Amarelo podzólico álico A moderado textura argilosa	CX + PVA	8,52
Pd2(1)	Associação Solos Litólicos álicos Tb A húmico e A proeminente de textura argilosa + Afloramento de rochas graníticos	RL	0,63
Pd3(1)	Associação Afloramento de Rochas Graníticas + Solos Litólicos álicos Tb A turfoso textura argilosa	RL	6,71
Pd3(2)	Solos Litólicos álicos Tb A turfoso textura argilosa.	RL	1,74
Pm1(1)	Solos Litólicos álicos Tb A moderado textura argilosa	RL	0,78

2.1.4.4 Levantamentos de solos das Reservas Naturais do Rio Cachoeira e do Morro da Mina (SPVS)

ROCHA *et al* (2002), efetuaram o levantamento pedológico das áreas da Reserva Natural do Rio Cachoeira. O estudo contempla o mapa do levantamento pedológico na escala 1:25.000, com legenda indicando as subordens de solos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, de acordo com EMBRAPA (1999).

A porção territorial abrangida pelo levantamento e coincidente à área do corrente estudo totaliza 192,15 km². Na Tabela 6 tem-se a descrição das subordens de solos encontradas na Reserva do Rio Cachoeira, bem como as áreas de cada classe.

Tabela 6 Subordens de solos existentes na Reserva Natural do Cachoeira (Antonina/PR)

Código*	**Subordens de Solo (SiBCS, 1999)**	**Área (Km^2)**
PA	Argissolo Amarelo distrófico típico	1,50
PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico	16,12
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico argissólico	2,69
CY	Cambissolo Háplico Tb distrófico gleico	18,17
CY + CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico gleico + Cambissolo Háplico tb distrófico típico	1,68
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico	1,53
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico léptico/típico	10,45
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico	11,27
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico hipo-mesoférrico	2,48
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico/argissólico	26,55
CX + RL	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico/argissólico + Neossolo Litólico distrófico típico	13,19
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico/flúvico	4,24
CX	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico/gleico	3,27
GX	Gleissolo Háplico Tb distrófico incéptico	10,81
GX	Gleissolo Háplico Tb distrófico típico	13,11
GM	Gleissolo Melânico distrófico típico	9,89
GM + RY	Gleissolo Melânico distrófico típico + Neossolo Flúvico Tb distrófico gleico	1,66
GM + RY	Gleissolo Melânico distrófico típico + Neossolo Flúvico Tb distrófico típico	1,52
RY	Neossolo Flúvico sódico salino/típico	9,75
RY	Neossolo Flúvico sódico típico	15,53
RY	Neossolo Flúvico Tb distrófico gleico	4,87
RY	Neossolo Flúvico Tb distrófico típico	10,45
RL	Neossolo Litólico distrófico típico	2,17

* Códigos relativos ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2006)

A SPVS também dispõe de mapeamento pedológico, na mesma escala cartográfica, para a Reserva Natural Morro da Mina (23,3 km²), Fazenda Cantábrico (6,8 km²) e Fazenda Santa Maria (4,8 km²). Na Tabela 7 tem-se a descrição das subordens de solos contempladas pelo mapeamento em questão.

Tabela 7 Subordens de solos existentes na Reserva Natural Morro da Mina, Fazenda Cantábrico e Fazenda Santa Maria (Antonina e Morretes/PR)

Código*	Subordens de Solo (SiBCS, 1999)	Área (Km^2)
PA	Argissolo Amarelo Distrófico câmbico/típico	0,48
PA	Argissolo Amarelo Distrófico latossólico/câmbico	0,34
PA	Argissolo Amarelo Distrófico típico/câmbico	0,15
PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico/câmbico	0,42
CX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico	5,66
CX + PA	Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico + Argissolo Amarelo Distrófico latossólico/câmbico	0,05
CX + CY	Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleico	0,25
CX + GX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico + Gleissolo Háplico Tb Distrófico incéptico	0,77
CX + GX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico	0,16
CY	Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleico	0,35
CY	Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico	0,77
CX + GX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleico + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico	1,53
CX + GM	Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleico + Gleissolo Melânico Distrófico típico	0,11
CX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico	4,02
CX + RL	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico + Neossolo Litólico Distrófico típico	3,14
CX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico	3,98
CX	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico	3,34
CX + CY	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleico	0,41
GX	Gleissolo Háplico Tb Distrófico incéptico	1,02
GX	Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico	4,82
GX + SX	Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico + Planossolo Hidromórficos Distrófico arênico	0,05
GM + GX	Gleissolo Melânico Distrófico típico + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico	0,87
RY + OX	Neossolo Flúvico Sódico típico + Organossolo Mésico Hêmico solódico	0,14
RY	Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico + Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico	1,50
RL + CX	Neossolo Litólico Distrófico típico + Gleissolo Háplico Tb Distrófico léptico	0,45
OX	Organossolo Mésico Hêmico típico	0,09

* Códigos relativos ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2006)

A espacialidade dos solos existentes nas reservas naturais da SPVS, internas à área de drenagem da baía de Antonina, está representada na Figura 10. Fica evidenciada nesta figura a predominância dos Cambissolos Háplicos, os quais são correspondentes a 33,5% da área total. Em seguida têm-se solos que ocupam, em geral, porções baixas do relevo, quais sejam: 18,5% de Neossolos Flúvicos; 13,1% de Gleissolos Háplicos; e 10,2% de Cambissolos Flúvicos. Outros 7,4% correspondem à associação entre Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos; sendo que os Argissolos Vermelho-Amarelos somam 7,3% da área total. Os gleissolos melânicos somam 5,7%, enquanto que as demais subordens apresentam, cada uma delas, áreas inferiores a 1% da área total, que é de 227,1km².

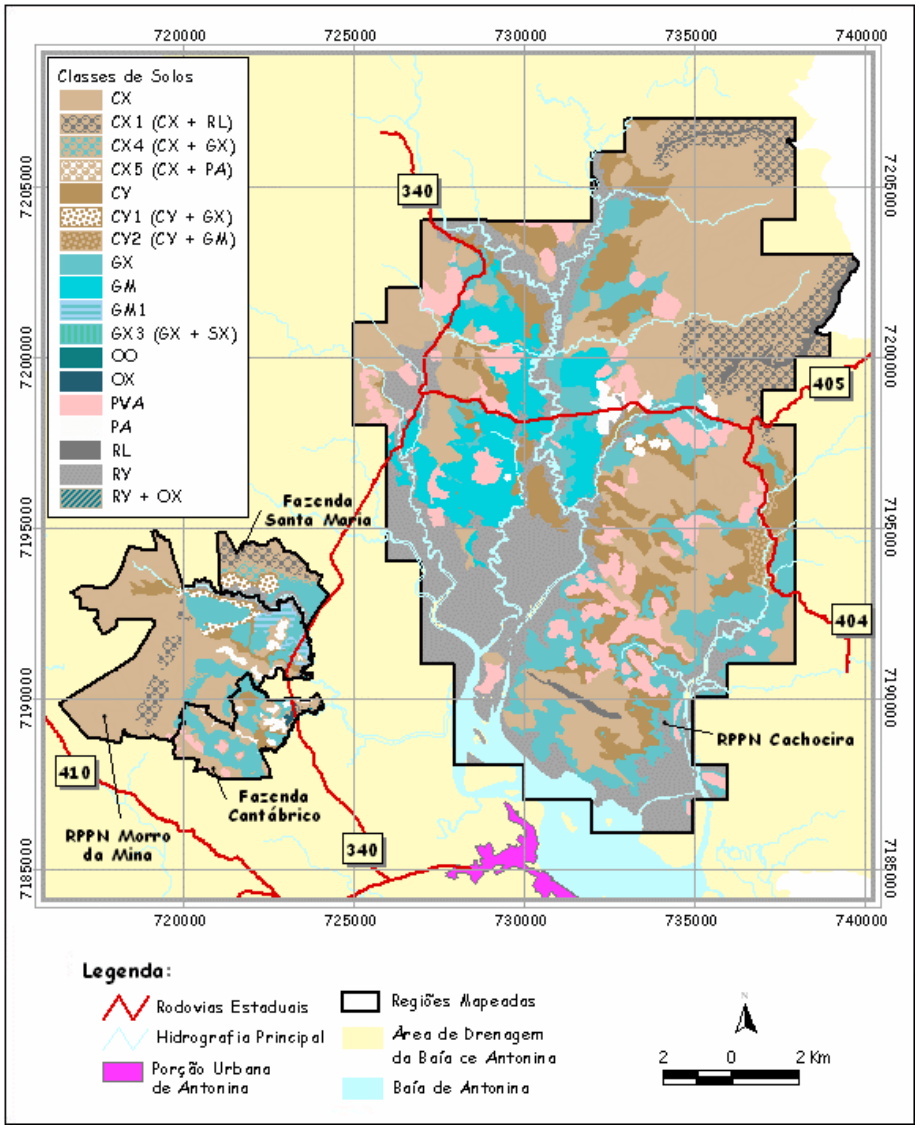


Figura 10 Mapeamento pedológico das RPPN's da SPVS internas à área de drenagem da baía de Antonina

É importante mencionar que o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos sofreu algumas alterações em 2006, e devido ao fato de o mapeamento que está sendo apresentado neste item ter sido elaborado em 2002, alguns ajustes fizeram-se necessários. Por exemplo: os Cambissolos Háplicos gleicos foram substituídos pela denominação de Cambissolos Flúvicos; a subordem dos Organossolo Mésicos foi extinta, e assim este tipo de solo passou a incluir a subordem dos Organossolos Háplicos.

2.1.4.5 Confecção da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina

Com o auxílio de recursos de geoprocessamento, foi elaborado o mapa de solos considerando-se os dados pedológicos disponíveis para a área em análise, como também os produtos cartográficos relativos aos fatores de formação dos solos, conforme maior importância para a região focada, quais sejam: geomorfologia (macrozoneamento geomorfológico e declividade) e, secundariamente, geologia e cobertura vegetal (campos de altitude, manguezais e afloramentos rochosos).

Cabe apontar que o propósito deste mapeamento não foi efetuar um levantamento detalhado ou semidetalhado dos solos existentes na área de drenagem da baía de Antonina, bem como nas ilhas abrangidas por ela, mas identificar a espacialidade destes solos, considerando-se o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Como etapa inicial selecionou-se somente a área cuja cobertura pedológica deveria ser estimada, a qual corresponde a 1.046,4 km^2, cerca de 70% da área de drenagem da baía de Antonina. Os 454,4 km^2 restantes referem-se aos trechos de planície e serra, sobre os quais já se dispõe da espacialidade dos solos em escala mais detalhada (1:50.000).

Na seqüência, fazendo-se uso dos recursos de edição de dados cartográficos disponíveis na ferramenta do ArcGIS 9.2, denominada *Analysis Tools*, efetuou-se o recorte das camadas de informação, listadas na Tabela 8, para a área na qual se desenvolveu o mapeamento pedológico.

A etapa seguinte consistiu na definição das relações existentes entre geomorfologia e solos para a área de drenagem da baía de Antonina. Essas relações foram propostas por PAULA e SANTOS (2008) e SANTOS *et al* (2009), sendo que na Tabela 9 tem-se um resumo das mesmas.

Depois de definidas as relações entre geomorfologia e solos seguiram-se com as delimitações das manchas de solos, tomando-se por referência o traçado das unidades geomorfológicas. Para aquelas unidades geomorfológicas que apresentaram alta relação com uma única unidade pedológica, a delimitação foi imediata. Entretanto, para os compartimentos geomorfológicos que denotaram relação com mais de uma unidade

pedológica, efetuou-se o que se chamou de análise de contexto, ou seja, foram considerados os polígonos já classificados em seu entorno, bem como as informações disponíveis no mapa de solos de menor detalhe (1:650.000).

Tabela 8 Camadas de informação utilizadas para o mapeamento pedológico que recobrem toda a área de drenagem da baía de Antonina

Camada de Informação	Escala	Fonte
Pedologia	1:650.000	EMBRAPA (1984)
Macrozoneamento Geomorfológico	1:50.000	IPARDES (1989)
Carta de Declividade	1:25.000	Cartas Topográficas (DSG, 2002)
Geologia	1:50.000	PARANÁ (2003)
Cobertura Vegetal e Uso da Terra (1999)	1:50.000	PARANÁ (2002)
Imagem SPOT 5 (2005)	Resolução espacial de 2,5 metros	AEROSAT

Tabela 9 Compartimentos geomorfológicos e relações pedológicas identificadas

Compartimento Geomorfológico	Subordem Pedológica	Método de Espacialização
Planalto Ondulado	CX	Delimitação imediata
Planalto Dissecado	CX + LVA	Delimitação imediata
Serras	RL (Decli. > 47%) CX + RL (Decli. >30%) CX (Decli > 12%) CX + PVA (Decli. > 12%) CX + LVA (Decli. entre 12 e 30%)	Análise de contexto (considerando-se também a carta de declividade)
Mangues	GJ	Delimitação imediata
Morros	CX + PVA	Delimitação imediata
Planícies Aluviais (Não Significativas)	GX + CY	Delimitação imediata
Colinas	CX + PVA	Delimitação imediata
Áreas Coluviais	CX + PVA GX + RY GX	Análise de contexto
Áreas Coluviais Montanhosa	GX CY GX + CY	Análise de contexto
Planícies Aluviais	GX GX + RY CY GX + CY	Análise de contexto
Planícies de Restingas	GX + RY EK + GX	Análise de contexto

Para as áreas em que se dispunha de mapeamento semidetalhado (Reservas da SPVS), quando se fez necessário realizou-se a edição manual dos polígonos representativos das unidades pedológicas.

Na seqüência, foram delimitadas as manchas de Organossolos Fólicos (OO), muito comuns nas áreas mais altas da Serra do Mar, em que a declividade não é acentuada. Nestas áreas as condições de baixa temperatura, alta umidade e presença de neblina favorecem o acúmulo de material orgânico pela redução da atividade biológica. No processo de delimitação destes solos selecionou-se da Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra de 1999, somente a classe de refúgios montanos e altomontanos, aos quais, em geral, tem-se organossolos associados.

Depois de confeccionada a Carta Pedológica (1:50.000) efetuou-se o que se denominou de pós-processamento dos polígonos gerados, ou seja, foram realizados ajustes no mapeamento ao longo de toda a porção abrangida pela área de drenagem da baía de Antonina. Para tanto, utilizou-se o MDT, o qual permite a visualização do relevo em três dimensões. Desta forma, alguns morros e colinas que demonstravam deslocamento cartográfico foram relocados, enquanto que outros que não haviam sido contemplados pelo mapeamento geomorfológico, em função da escala adotada, foram delimitados nesta etapa.

2.1.4.6 Levantamento de campo e validação da carta pedológica

O processo de levantamento de campo visou à validação da Carta Pedológica confeccionada, quando foram coletadas amostras dos diferentes horizontes dos solos existentes na porção de drenagem da baía de Antonina. Essas amostras foram submetidas à análise granulométrica e de carbono orgânico, cujos resultados primeiramente auxiliaram na complementação das análises morfológicas dos solos, e secundariamente serviram para a organização de um banco de dados. Este banco de dados deverá ser utilizado em etapas futuras do Programa CAD para a calibração de modelos matemáticos, a partir dos quais se pretende compreender a dinâmica de produção e transporte de sedimentos nas bacias hidrográficas que drenam para a baía em questão.

A definição dos locais de coleta, para a realização do trabalho de campo, foi organizada de tal forma que foram selecionados cinco polígonos de cada combinação existente entre subordem pedológica e compartimento geomorfológico[5]. Para tanto, se fez uso de ferramentas de consulta espacial disponíveis no software ArcGIS 9.2.

[5] As combinações existentes entre solos e geomorfologia na área de drenagem da baía de Antonina foram extraídas da Tabela 9.

Na seqüência cada um dos polígonos previamente selecionados foi analisado, tomando-se por referência aspectos como a acessibilidade e uso da terra[6]. Depois de efetuada a avaliação restaram 45 pontos para amostragem de campo, já que foram mantidos, pelo menos, dois pontos por combinação de pedologia e geomorfologia existente. A relação dos pontos selecionados está organizada na Tabela 10, enquanto que a localização dos mesmos está representada na Figura 11.

Tabela 10 Indicação dos pontos de coleta de acordo com as características geomorfológicas e pedológicas identificadas

Compartimento Geomorfológico	**Subordem Pedológica**	**Pontos de Coleta**
Planalto Ondulado	CX	5 e 44
Planalto Dissecado	CX + LVA	2
Serras	RL	25*
	RL + CX	12 e 13
	CX + PVA	10, 11 e 29
	CX + LVA	3 e 34
	OO	27
	CX	4 e (45)
Mangues	GJ	18*
Morros	CX + PVA	30, 33 e 41
Planícies Aluviais (Não Significativas)	GX + CY	43
Colinas	CX + PVA	22 e 31
Depósitos Coluviais	CX + PVA	9 e 32
	GX + RY	**
	GX	19
Depósitos Coluviais Montanhosa	GX	6, 21 e 23
	CY	38 e 35
	GX + CY	8
Planícies Aluviais	GX	20 e 24
	GX + RY	1, 36 e 28
	CY	7 e 42
	GX + CY	17, 39 e 40
Planícies de Restingas	GX + RY	14, 37 e 26
	EK + GX	15 e 16

* Pontos não coletados.

** Devido ao fato de não terem sido mapeadas áreas significativas de GX + RY em áreas coluviais, nenhum um ponto foi selecionado para representá-las.

[6] Para identificação de uso e cobertura da terra utilizou-se tanto o mapeamento publicado em PARANÁ (2002a), cujas imagens obtidas pelo sensor LANDSAT 7 datadas de 1999, como também imagens geradas pelo satélite SPOT 5, obtidas em 2005.

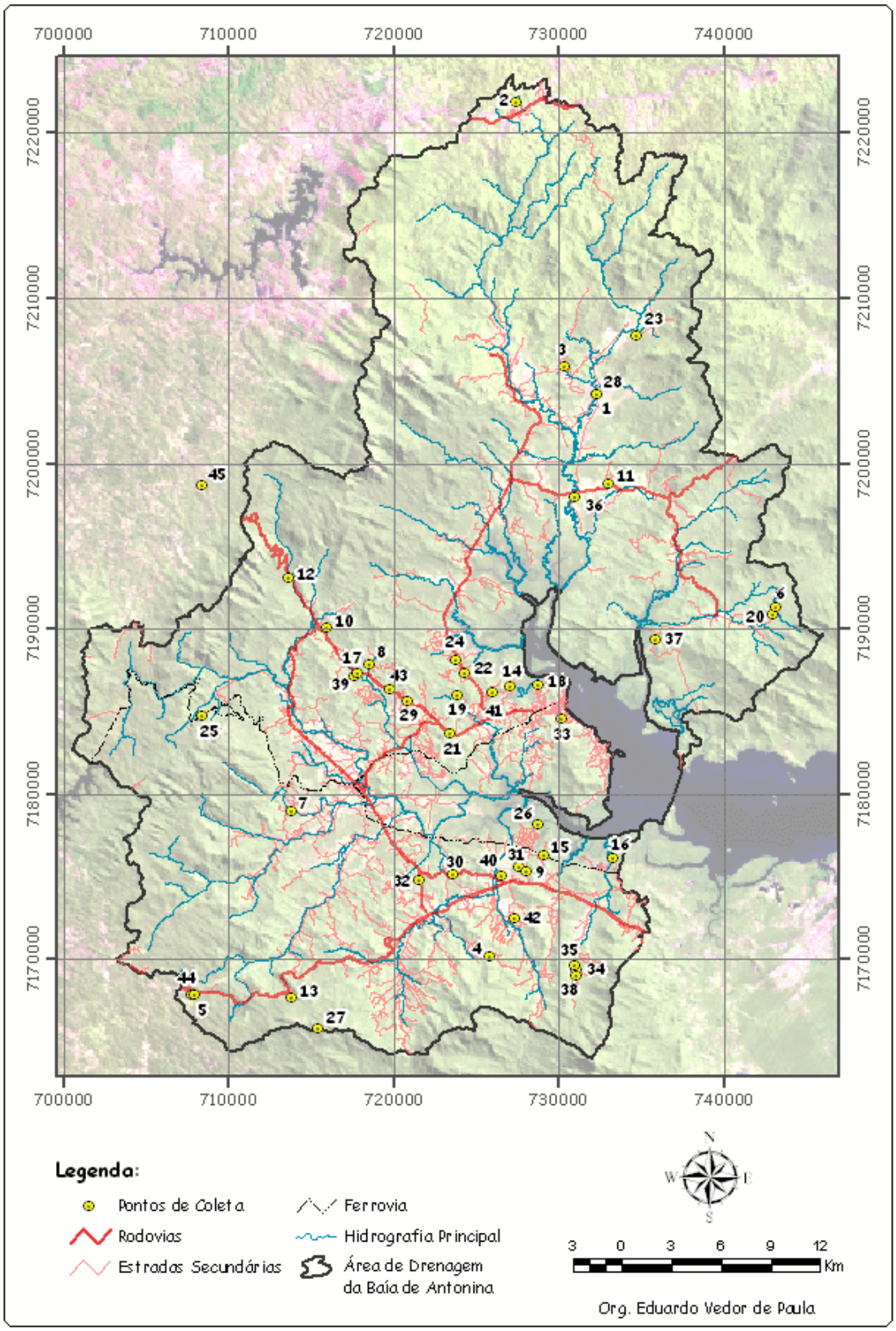


Figura 11 Espacialidade dos pontos de coleta de solos

Na preparação da atividade de campo foram elaboradas fichas de descrição de cada ponto a ser visitado, conforme exemplo ilustrado na Figura 12.

Perfil 04

Ficha de Descrição de Perfil de Solo	
Perfil nº	04
Número de campo :	03
Data:	30/10/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação CAMBISSOLO HAPLICO Tb Distrófico típico, álico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico latossólico.
Localização, município e coordenadas:	Nascentes da bacia hidrográfica do Rio Sagrado (acesso via BR-277). Morretes/ PR. Coordenadas: X 725.918; Y 7.170.129.
Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil:	Terço médio da vertente com 20% de declividade
Altitude:	234m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImgm. Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior). Migmatitos oftálmicos com paleossoma de biotita-gnaisse, biotita-hornblenda-gnaisse e hornblenda-gnaisse com quartzitos.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado à forte ondulado
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Extensa voçoroca na porção inferior da vertente.
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana.
Uso atual:	Agricultura

Figura 12 Exemplo de ficha de descrição de ponto coletado de solo

Todos os pontos selecionados foram visitados, efetuando-se coleta seguida de análise laboratorial em 43 deles. As descrições bem como os resultados das análises encontram-se disponíveis nos Anexos 1 a 43. Os dois pontos não coletados estão em acordo com o mapeamento proposto, estando o primeiro (código 18) situado em região de manguezais, nas quais existem os Gleissolos Tiomórficos, enquanto o segundo (código 25) situado em região de Afloramentos Rochosos associados a Neossolos Litólicos. Desta forma, o ponto 18 não foi coletado em razão das dificuldades decorrentes das especificidades para a amostragem em porções de manguezais, e o ponto 25 devido às dificuldades de ser acessado com os equipamentos de coleta.

Ainda em escritório e também visando o apoio ao trabalho de campo, foram confeccionadas cartas em tamanho A4, contendo a identificação do ponto amostral, malha viária, hidrografia, edificações e algumas toponímias dispostas sobre uma imagem SPOT5. A estas cartas de suporte ao trabalho de campo aplicou-se a denominação de imagetes. Na Figura 13 tem-se representada uma imagete, a qual contém a localização dos pontos de coleta 4 e 42.

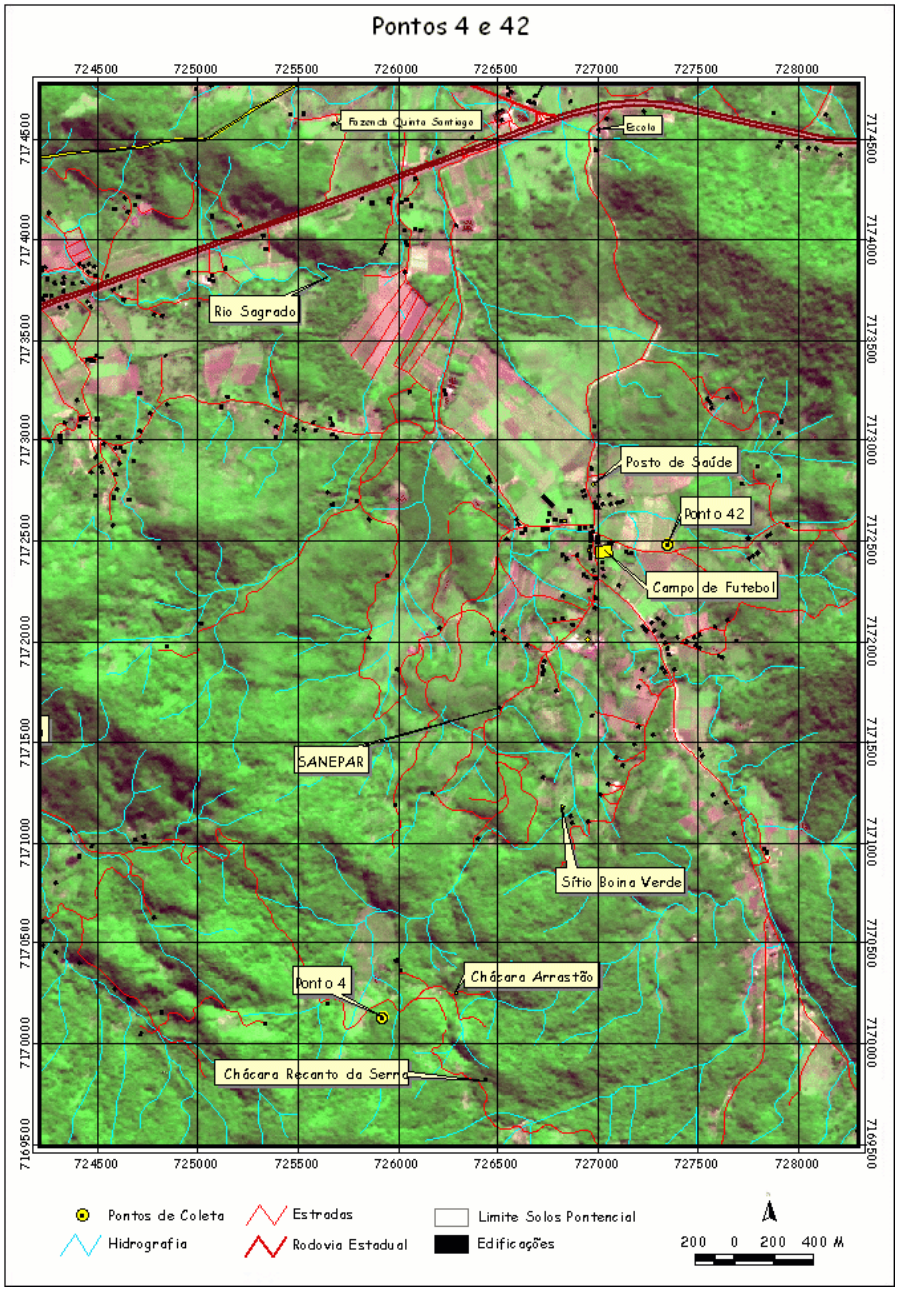


Figura 13 Exemplo de imagete elaborada para auxilio da atividade de campo

Em campo, primeiramente efetuou-se a seleção de local representativo da feição geomorfológica, cujo solo associado foi amostrado. Em seguida, com o auxílio de trado holandês (Figura 14A) realizou-se prospecção seguida de amostra. Quando encontrado um perfil representativo em corte de estrada, o uso do trado foi dispensado, conforme se observa na Figura 14B. Foi amostrado cada horizonte identificado, sendo os mesmos organizadas em pedocomparador (Figura 14C) e armazenados em sacos plásticos, os quais foram encaminhados para as análises de laboratório.

Figura 14 A) coleta com o auxílio de trado holandês; B) coleta realizada em corte de estrada; C) amostras organizadas em pedocomparador.

A caracterização morfológica dos pontos amostrados foi realizada segundo o manual de descrição e coleta de solo no campo (SANTOS *et al.*, 2005b). Como exemplo, representada na Figura 15 está a descrição morfológica do ponto 37. A cor de cada horizonte foi definida com o auxílio da tabela da MUNSELL (2000). Como última etapa do trabalho de campo, a localização dos pontos de coleta foi obtida por meio de um aparelho GPS (*Global Positioning System*) de navegação (aparelho GARMIM 60CSX).

Descrição Morfológica				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 5/1	0-10cm
A/B		Não	10YR 4/1	10-30cm
B	Sim	Sim	7,5YR 6/1	30-60cm
C1	Sim	Sim	7,5YR 7/1	60-75cm
C2	Sim	Sim		>75cm
Raízes:				
Observações: O lençol aflora a partir de 60cm Na transição A/B nota-se manchas milimétricas avermelhadas No horizonte B percebem-se manchas maiores e mais freqüentes que as anteriores cuja pigmentação é 5YR 5/8				

Figura 15 Ficha de descrição morfológica relativa ao ponto 37

Considerando-se os objetivos do presente trabalho, optou-se por realizar apenas dois tipos de análises de laboratório: 1) granulometria (dispersão total), pelo método da pipeta, conforme descrito por EMBRAPA (1997); e 2) carbono orgânico, pelo método WALKLEY-BLACK, descrito em RAIJ (1987). O laboratório de solos da Embrapa Florestas (Colombo / PR) foi escolhido para a realização destas análises.

A primeira análise permite a identificação dos grupamentos de classes texturais, as quais constituem característica distintiva de unidade de solo, diferenciadas segundo composição granulométrica (fração < 2 mm), consideradas as classes primárias de textura, compondo os seguintes grupamentos:

- Textura arenosa: com menos de 15% de argila e menos de 35% de silte, compreende as classes texturais areia e areia franca;

- Textura média: compreende composições granulométricas com menos de 35% de argila e mais de 15% de argila, excluídas as classes texturais areia e areia franca. Compreende as classes texturais franco arenosa e franco argilo-arenosa;

- Textura argilosa: compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila;

- Textura muito argilosa: compreende classe textural com mais de 60% de argila;

- Textura siltosa: compreende parte de classes texturais que tenham menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

Quanto à análise do carbono orgânico, os índices considerados na avaliação da quantidade de carbono disponível nos horizontes amostrados estão listados na Tabela 11.

Tabela 11 Índices adotados para avaliação das características de Carbono Orgânico

Índice	Carbono Orgânico (g/dm³)
Baixo	< 09
Médio	09 - 14
Alto	14 - 29
Muito Alto	> 29

Fonte: RAIJ (1987)

2.1.5 Análise da Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos

A geopedologia, conforme anteriormente mencionado, pode ser compreendida como a combinação dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, voltada à compreensão das potencialidades e fragilidades da dinâmica do ambiente (CURCIO *et al.*, 2006). A compartimentação geopedológica do ambiente, por meio de técnicas de geoprocessamento, revela elevado potencial à análise da suscetibilidade à produção de sedimentos, o que se traduz num dos objetivos do presente trabalho.

Dentre os estudos de Geografia Física recentemente desenvolvidos no Brasil, inúmeros são os trabalhos em que os elementos da paisagem (clima, relevo, geologia, solos, cobertura vegetal e uso da terra) são ponderados, visando à hierarquização de fragilidades e potencialidades ambientais. Para a definição dos elementos geopedológicos considerados na confecção da carta de suscetibilidade à produção de sedimentos, bem como na hierarquização e ponderação das classes respectivas, foram considerados os trabalhos de TRICART (1977), ROSS (1994), RODRIGUES (1998), CREPANI *et al*. (2001), KOUAKOU e XAVIER (2004), CAMPAGNOLI (2005; 2006), CUNICO (2007), SANTOS *et al.* (2007), PAULA e CUNICO (2008), PAULA e NOWATZKI (2009), BORGES *et al.* (2009) e, sobretudo as particularidades das bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina.

A confecção da carta de suscetibilidade contemplou três etapas. Na primeira efetuou-se a hierarquização das unidades geológicas, pedológicas e geomorfológicas quanto ao potencial de suscetibilidade à disponibilização de sedimentos. Em seguida, atribuíram-se valores a cada classe existente, que variam de 1 (suscetibilidade muito baixa) a 3 (suscetibilidade muito alta), conforme ilustrado na Tabela 12.

Finalmente, realizou-se a média aritmética dos elementos geopedológicos selecionados, sendo que a geomorfologia foi constituída pela média da declividade e forma das vertentes. Por meio de álgebra de mapas[7], foi implementada a Equação 1. Essa equação foi empregada a partir da ferramenta *Map Calculate*, disponível na extensão *Spatial Analyst*, do software ArcGIS 9.2.

$$SG = ([Geo] + [Ped] + (([Dec] + [Fve]) / 2)) / 3 \quad (1)$$

Onde *SG* é a suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, *Geo* é a unidade geológica, *Ped* classe de solo, *Dec* é a declividade, e *Fve* é a forma de vertente.

Tabela 12 Escala de suscetibilidade à produção de sedimentos

Valor	Grau de Suscetibilidade
3,0	Muito Alta
2,9	
2,8	
2,7	
2,6	Alta
2,5	
2,4	
2,3	
2,2	Mediana
2,1	
2,0	
1,9	
1,8	
1,7	Baixa
1,6	
1,5	
1,4	
1,3	Muito Baixa
1,2	
1,1	
1,0	

Adaptado de CREPANI *et al*. (2001)

[7] O termo "álgebra de mapas" foi cunhado por TOMLIN (1990), para indicar o conjunto de procedimentos de análise espacial em Geoprocessamento que produz novos dados, a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais mapas. Esta visão concebe a análise espacial como um conjunto de operações matemáticas sobre mapas, em analogia aos ambientes de álgebra e estatística tradicional. Os mapas são tratados como variáveis individuais, e as funções definidas sobre estas variáveis são aplicadas de forma homogênea a todos os pontos do mapa (BARBOSA *et al*., 1998, p. 487).

CREPANI *et al.* (2001) ao discutirem a vulnerabilidade natural à perda de solos consideram em sua equação a média aritmética dos temas geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima. Contudo, no presente estudo, optou-se por efetuar primeiramente o estudo dos elementos geopedológicos do meio, para na seqüência considerar os aspectos climáticos e de cobertura vegetal. Tendo em vista que o clima, por meio da análise da pluviosidade, auxilia na explicação da intensidade com a qual os processos disponibilizadores de sedimentos se desenvolvem, sendo que conforme os índices pluviométricos demonstram-se mais expressivos, a suscetibilidade geopedológica é ampliada. De maneira oposta, a cobertura vegetal exerce a função de proteger os solos, assim quanto maior sua densidade e seu grau de conservação, conseqüentemente menor será a suscetibilidade à produção de sedimentos.

É cabível ressaltar que na Equação 1, para análise da componente geomorfologia em vez de se considerar apenas o índice morfométrico referente à declividade, conforme fizeram SANTOS *et al.* (2007) e BORGES *et al.* (2009), optou-se por incluir um segundo índice morfométrico, sendo esse constituído pela forma das vertentes. A inclusão desse segundo índice se justifica pela tentativa de se considerar na análise o potencial de energia, a concentração do fluxo da água e o transporte de materiais detríticos.

Devido à existência de significativa quantidade de unidades geológicas e principalmente pedológicas, optou-se por realizar a apresentação e justificativa do peso atribuído a cada unidade geológica, subordem pedológica, classe de declividade e forma de vertente, seguidas das suas respectivas descrições efetuadas no Capítulo 4.1.

2.2 Descrição da Etapa 2

A segunda etapa do roteiro metodológico, representado na Figura 4, contemplou inicialmente a caracterização climática da região, a partir da qual se efetuou a regionalização da pluviosidade, considerada nos cenários de estimativa de produção de sedimentos. Em seguida, foi confeccionada a Carta de Vegetação Natural da área de drenagem da baía de Antonina, a qual foi elaborada a partir das características geopedológicas associadas aos remanescentes vegetais mapeados em 1999. Esta carta constituiu a base do Cenário 1 de estimativa do aporte natural de sedimentos à baía. O Cenário 2 teve como referência o mapeamento de cobertura e uso da terra de 2005, visando a estimativa da contribuição antrópica no processo de assoreamento da baía de Antonina.

2.2.1 Análise do clima com ênfase na pluviosidade

De acordo com IAPAR (2000) e PAULA (2005), na região litorânea são registrados os maiores valores de precipitação pluviométrica do estado do Paraná, somando cerca de 2.000 mm nas porções de planície e superando os 3.500 mm na vertente leste da Serra do Mar (PAULA *et al.*, 2006). Devido aos expressivos valores registrados, fato que intensifica a produção de sedimentos, bem como devidoa a importante variabilidade espacial existente, optou-se por incluir esta variável climática na metodologia de estimativa da produção de sedimentos, conforme sugere CAMPAGNOLI (2005, 2006).

Assim, primeiramente os dados de precipitação foram agrupados em dois compartimentos: o primeiro abrangendo valores inferiores a 2.800 mm ano e o segundo referente aos valores superiores ao indicado. Em seguida, essa regionalização das chuvas foi incluída na análise dos dois cenários para a estimativa da produção de sedimentos, descritos a seguir. Para as porções de pluviosidade superior a 2.800 mm anuais, que se referem às áreas mais elevadas da serra, nas quais a contribuição orográfica é significativa, elevou-se uma classe do potencial à produção de sedimentos.

No que se refere à análise da pluviosidade na área de drenagem da baía de Antonina, foram usadas 20 estações pluviométricas e meteorológicas, as quais se encontram listadas na Tabela 13. A série temporal contemplou o período de 1975 a 2005. Dentre as estações selecionadas, somente metade delas está localizada no interior do recorte geográfico adotado, conforme se observa na Figura 16. No entanto, as outras dez também denotam importância, pois auxiliaram na redução de distorções que normalmente ocorrem, sobretudo nas extremidades dos mapas gerados.

Faz-se necessário salientar que algumas estações, mesmo que situadas próximas ao limite da área de abrangência da pesquisa, não foram consideradas, em virtude estarem posicionadas sobre o Primeiro Planalto Paranaense, cujas características pluviométricas são distintas das observados na Serra do Mar e Planície Litorânea.

Observando-se a distribuição das estações selecionadas e considerando-se a configuração do relevo a partir de sua hipsometria (Figura 16), ressalta-se que a inexistência de estações de medição em determinados compartimentos geomorfológicos resulta em extrapolações equivocadas na espacialidade das chuvas, quando se faz uso de métodos geoestatísticos de interpolação. Por exemplo, VANHONI (2006) e PAULA *et al.* (2006) ao analisarem a pluviosidade no litoral paranaense e na área de drenagem da baía de

Antonina, respectivamente, apontaram que a mesma é elevada em toda a porção leste da Serra do Mar e não apenas nas proximidades da estação Véu da Noiva (a única instalada nesse compartimento geomorfológico). Já na porção sul da área de drenagem da baía de Antonina encontra-se um importante divisor hidrográfico (Serra Canavieiras e Serra da Prata), no qual nenhuma estação está posicionada, existem apenas estações ao norte e ao sul deste divisor que são regiões mais baixas, o que resulta em um núcleo de menor pluviosidade, que não reflete a realidade.

Na tentativa de melhor representar a distribuição das chuvas adaptou-se as proposições metodológicas trazidas por PAULA (2005, p. 11) que, por meio de regressão múltipla, espacializou a temperatura do ar no estado do Paraná. Para tanto, foram consideradas a altitude, a latitude e a proximidade do oceano. Contudo, quando analisadas somente estas três variáveis identificou-se baixa relação com a pluviosidade e as mesmas. Certamente, devido ao efeito orográfico que não havia sido contemplado pela análise.

Tabela 13 Estações selecionadas para a caracterização da precipitação na área de drenagem da baía de Antonina

Código	Estação	Latitude	Longitude	Altitude	Período	Operador
83844	Paranaguá	-25,5333	-48,5166	4,5	1961-2005	INMET
2548000	Morretes	-25,4667	-48,8331	8,0	1939-2005	ANA
2548002	Véu de Noiva	-25,4331	-48,9500	680,0	1940-1996	ANA
2548003	Colônia Cachoeira	-25,2331	-48,7500	80,0	1946-2005	ANA
2548023	Guaraqueçaba - Costão	-25,3000	-48,2700	10,0	1975-2005	SUDERHSA
2548025	Limoeiro	-25,3167	-48,7000	8,0	1939-1952	ANEEL
2548035	Morro Grande	-25,9500	-48,7000	15,0	1973-2000	SUDERHSA
2548027	Marumbi	-25,5058	-48,8742	60,0	1948-2005	SUDERHSA
2548036	Posto Fiscal Km 309	-25,0833	-48,6000	702,0	1974-1994	SUDERHSA
2548038	Morretes	-25,5000	-48,8170	59,0	1966-2005	IAPAR
2548039	Guaraqueçaba	-25,2600	-48,5300	40,0	1978-2005	IAPAR
2548043	Bananal	-25,1800	-48,4000	16,0	1975-2005	SUDERHSA
2548044	Passo do Vau	-25,2000	-48,4700	73,0	1974-2005	ANA
2548046	Fazenda Bom Jesus	-25,3331	-48,6000	216,0	1974-2001	SUDERHSA
2548047	São João da Graciosa	-25,3831	-48,8667	159,0	1974-2005	SUDERHSA
2548049	Colônia Santa Cruz	-25,6167	-48,6000	79,0	1974-1994	SUDERHSA
2548051	Cubatão	-25,8167	-48,7500	12,0	1974-1997	SUDERHSA
2548052	Ilha do Rio Claro	-25,8128	-48,9236	237,0	1974-2005	SUDERHSA
2548068	Antonina	-25,4331	-48,7667	74,0	1974-2005	SUDERHSA
2548070	Antonina	-25,2400	-48,7500	60,0	1977-2005	IAPAR

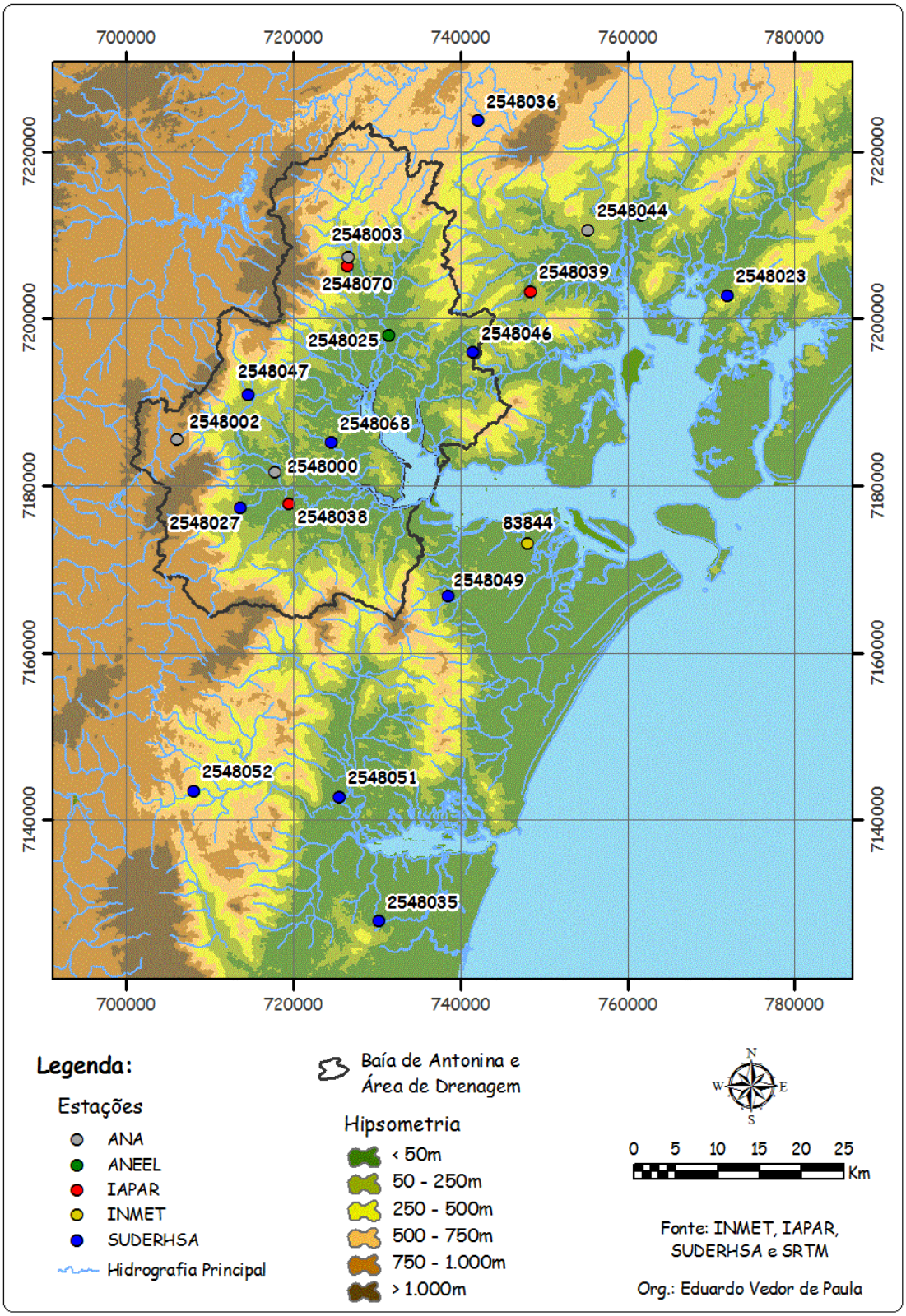


Figura 16 Estações pluviométricas e meteorológicas selecionadas para a caracterização da pluviosidade na área de drenagem da baía de Antonina

Assim, foi construída uma grade que refletiu a proximidade aos maciços da Serra do Mar e do Primeiro Planalto Paranaense[8], por entender-se que o processo de orografia esteja associado a esses blocos, em decorrência da abrupta amplitude altimétrica existente. Essa distância, seqüencialmente, foi ponderada conforme o compartimento geomorfológico na qual se encontrava. Assim, dentro do compartimento de serra a distância dos blocos soerguidos foi valorizada, em detrimento aos compartimentos de planície e planalto.

Quando incluída essa grade na análise de regressão múltipla percebeu-se considerável melhora na relação entre as variáveis analisadas. Obteve-se então a Equação 2, a qual fora implementada com o auxílio da ferramenta *Raster Calculator*, disponível na extensão *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.2.

$$y = (Alt * 0{,}952637) + (Pbs * (-0{,}02676)) + (Lat * 0{,}004104) + (Oce * 0{,}015506) + 1950^{9} \quad (2)$$

Onde *Alt* é a altitude, *Pbs* é a proximidade dos blocos soerguidos, *Lat* é a latitude e *Oce* é a proximidade do oceano.

Após a espacialização da pluviosidade numa grade de 100 m de resolução, efetuou-se a suavização dos dados, por meio da ferramenta *Neighborhoog Statistic*. Nessa ferramenta foi selecionado o método da média circular para os 10 pixeis do entorno. O objetivo desta aplicação foi eliminar eventuais feições angulosas resultantes do processo de espacialização.

Para a análise da sazonalidade das chuvas foram selecionadas quatro estações representativas, situadas internas a áreas de drenagem da baía de Antonina. Duas representam os valores medidos na planície (Antonina-2548068 e Morretes-2548000) e outras duas na porção de serra, sendo que a estação São João da Graciosa (2548047) está localizada no sopé da serra e a estação Véu da Noiva (2548002) na cimeira da mesma, porém entre maciços graníticos.

---

[8] Conforme o Mapeamento Geomorfológico do Estado Paraná (MINEROPAR, 2006, p.50), a subunidade morfoescultural Blocos Soerguidos da Serra do Mar evidencia gradiente de [1.550 metros], com altitude variando entre a mínima de 320 metros e a máxima de [1.870 metros], sendo a declividade predominante entre 30 e 47%. A subunidade morfoescultural Blocos Soerguidos do Primeiro Planalto Paranaense revela gradiente de 500 metros, com altitudes variando entre 820 metros (mínima) e 1.320 metros (máxima), a declividade predominante está entre 12 e 30%. Essas duas subunidades encontram-se modeladas em rochas da Suíte Álcali-Granitos e denotam direções da morfologia entre NNE-SSW, N-S e NW-SE.

[9] Deve-se mencionar que o R-múltiplo obtido foi de 0,968 e o R^2 de 0,937.

2.2.2 Cenário 1 (Cobertura Vegetal Natural)

Com o Cenário 1 procurou-se identificar as áreas que denotam significativo potencial à disponibilização de sedimentos, bem como a estimativa do aporte sedimentar à baía de Antonina, desconsiderando-se a influência antrópica. Para tanto, se fez necessária a elaboração da Carta de Vegetação Natural.

Para a confecção desta carta procurou-se seguir as proposições metodológicas, trazidas por FUPEF (2003) e utilizadas por DOMINGUES (2004) na bacia hidrográfica do rio Tagaçaba/PR, para a determinação das unidades espaciais favoráveis à ocorrência de cada tipologia vegetal. As proposições metodológicas apontam que dentre os condicionantes físicos de maior influência para o desenvolvimento de cada formação vegetal, destacam-se primeiramente, a altitude do terreno, que reflete as características climáticas regionais e locais, seguida da geologia e da pedologia. Outras referências utilizadas para a identificação das relações entre os compartimentos vegetais e as unidades hipsométricas, geológicas e pedológicas foram IBGE (1992), LEITE (2002), RODERJAN *et al*. (2002), PARANÁ (2002) e PARANÁ (2003).

A construção da Carta de Vegetação Natural, na escala 1:50.000, foi iniciada a partir de cartas vetorizadas do mapeamento da Floresta Atlântica do Paraná, publicadas em PARANÁ (2002). Dessas cartas, referentes à cobertura vegetal e uso da terra em 1999[10], foram mantidas na análise somente as delimitações que indicassem tipologias definidas pelo sistema primário de classificação da vegetação brasileira adotado pelo IBGE (1992). Esses remanescentes vegetais foram utilizados na identificação das relações existentes entre a vegetação e as características geopedológicas. Na Tabela 14 têm-se sintetizadas as citadas relações, as quais foram discutidas e validadas por PAULA e SANTOS (2009).

A etapa seguinte no processo de confecção da Carta de Vegetação Natural referiu-se à extração das curvas de nível de 20, 600 e 1.200 m da Carta Hipsométrica, a qual se encontra descrita no Capítulo 3.3.2 e ilustrada na Figura 17 (A). Essas curvas foram convertidas em polígonos, com o auxílio do software ArcGIS 9.2.

[10] Cabe salientar que o mapeamento mais recente da cobertura vegetal e uso da terra que existe para a região estudada, no nível de detalhamento necessário para a análise proposta, data do ano de 1999.

Tabela 14 Características principais das formações vegetais consideradas no mapeamento da vegetação natural da área de drenagem da baía de Antonina

Compartimento Vegetal	Hipsometria	Geologia na Planície	Pedologia na Planície
F. O. D. Aluvial	< 20m	Aluviões (QHa, QHa1, QHa2)	GX, GX+RY
		QHmg	GX
		QHmo	GX
		Qm	CX+PVA
F. O. D. Terras Baixas	< 20m	QHc	GX+RY
		QHcs	CY, EK+GX, GX, GX+RY
		QHmg	EK+GX
		QHmo	CX+PVA, CY, EK+GX, GJ, GX+RY
		Qm	GX+RY
F. O. D. Submontana	20 – 600m	Aluviões (QHa, QHa1, QHa2)	CX, CX+PVA, CY, GX+CY
		QHc	CX, CX+RL, CX+PVA, CX+LVA, CY
		QHmo	CX, GX+CY
		Complexo Gnáissico-Migmatítico	CX, CX+RL, CX+PVA, CX+LVA, CY, GX, GX+CY, GX+RY
		Complexo Cachoeira	CX, CX+PVA, CX+LVA, CY, GX, GX+CY, GX+RY
F. O. D. Montana	600 – 1200m	*	*
F. O. D. Altomontana	>1200m	*	*
Campos de Altitude	>1200m	*	*
F. O. M. Montana	800 – 1200m	*	*
F. P. I. Fluvial	< 20m	QHc	GX, GX+CY
		Qt	CX+PVA, CY, GX, GX+CY, CX+CX+RY
		Ta	CX+PVA, EK+GX, GX
F. P. I. Marinha	< 20m	QAr	**
F. P. I. Fluviomarinha	< 20m	Aluviões (QHa, QHa1, QHa2)	GJ
		QHc	GJ
		QHmg	CX, CX+PVA, CY, GJ, GX+CY, GX+RY
		QHcs	GJ
		Qm	GJ
		Ta	GJ
		Complexo Gnáissico-Migmatítico	GJ
		Complexo Cachoeira	GJ

* Informações geológicas e pedológicas não consideradas na estimativa desses compartimentos vegetais.

** Unidade geológica considerada para todas as subordens pedológicas.

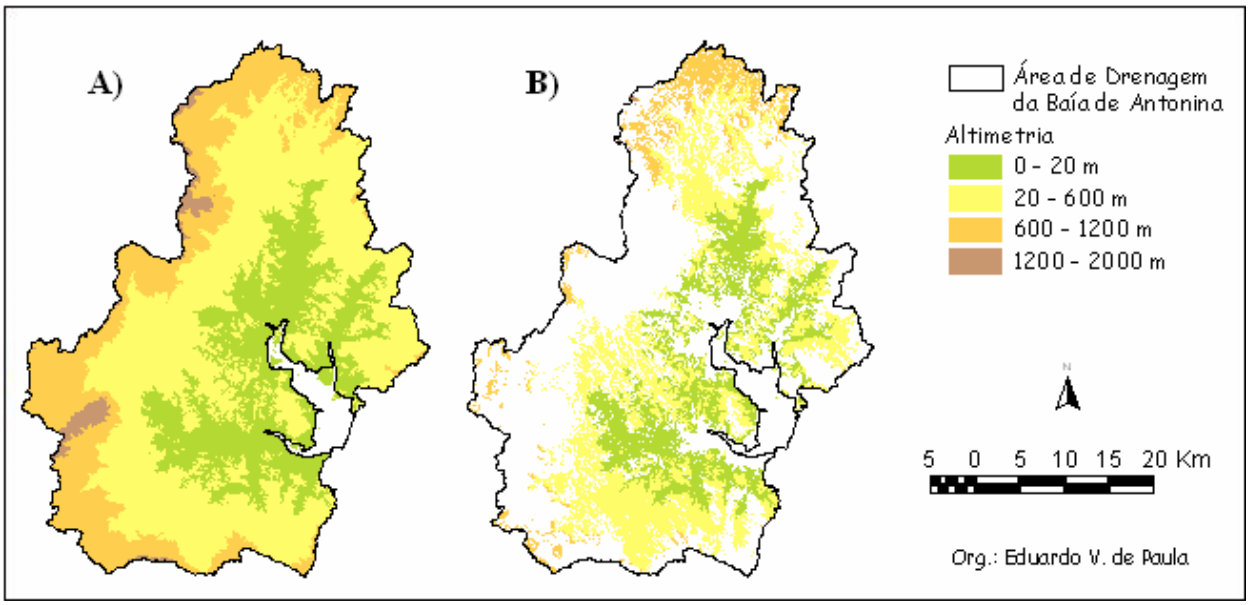


Figura 17 Características hipsométricas da área de drenagem da Baía de Antonina: A) hipsometria da área total; B) hipsometria da área a ser estimada

Em seguida analisaram-se as unidades geológicas e pedológicas, apenas para a planície litorânea, devido à ocorrência de diversos compartimentos vegetais nessa unidade geomorfológica. Os dados pedológicos utilizados estão descritos no Capítulo 3.4 e representados na Figura 18 (A). As informações geológicas, ilustradas na Figura 18 (C) foram extraídas do mapeamento descrito no Capítulo 3.2.

Seqüencialmente, a partir das cartas hipsométrica, geológica e pedológica foram selecionadas somente as áreas a serem estimadas, conforme se observa nas Figuras 17 (B), 18 (B) e 18 (D). Essas áreas se referem às porções antropizadas e àquelas que remetem ao sistema secundário de classificação da vegetação. Finalmente as relações apresentadas na Tabela 14 foram aplicadas, de modo a se obter a Carta de Vegetação Natural.

Na análise do potencial ao desenvolvimento de processos disponibilizadores de sedimentos no Cenário 1, efetuou-se o cruzamento matricial das classes de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos com as classes de vegetação natural, conforme grau de proteção de cada classe de vegetação exerce sobre o solo. No Capítulo 5.2 tem-se a descrição das classes de vegetação natural existentes na área de drenagem da baía de Antonina, seguida da indicação do correspondente grau de proteção ao solo. Na Tabela 15, são apresentados os pesos resultantes do cruzamento matricial em questão, sendo atribuído I para potencial muito baixo; II- baixo; III- moderado e; IV- alto.

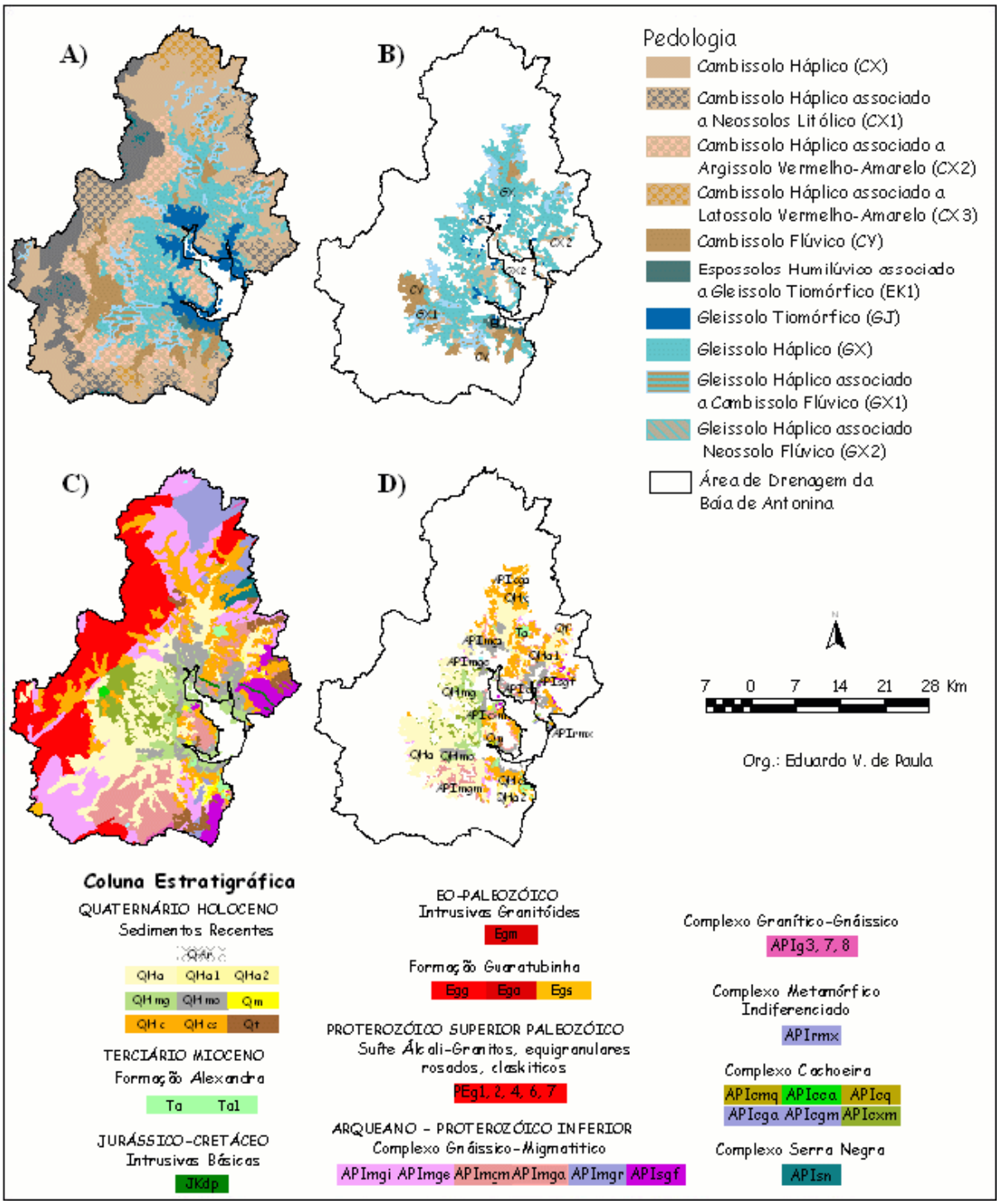


Figura 18 Características pedológicas e geológicas da área de drenagem da baía de Antonina. A) pedologia da área total; B) pedologia da área a ser estimada; C) geologia da área total; D) geologia da área a ser estimada

Tabela 15 Definição das classes de potencial à produção de sedimentos no Cenário 1

Cenário 1		Classes de Suscetibilidade Geopedológica				
		Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Classe de Vegetação Natural	F. O. D. Aluvial	I	I	I	II	II
	F. O. D. Terras Baixas	I	I	I	II	II
	F. O. D. Submontana	I	I	I	II	II
	F. O. D. Montana	I	I	I	II	II
	F. O. M. Montana	I	I	I	II	II
	F. O. D. Altomontana	I	I	II	II	III
	F. P. I. Fluvial	I	I	II	II	III
	F. P. I. Marinha	I	I	II	II	III
	F. P. I. Fluviomarinha	I	I	II	II	III
	Campos de Altitude	II	II	III	IV	IV

Deve-se mencionar que para a atribuição dos pesos, a partir do cruzamento das classes de vegetação natural com as classes de suscetibilidade geopedológica, foi considerado o trabalho de BORGES *et al.*, (2009). Todavia, em razão de o mencionado estudo referir-se a região do Cerrado brasileiro, fez-se necessária a adaptação das classes vegetais para as tipologias encontradas no bioma de Mata Atlântica. Para tanto, analisou-se o grau de proteção que cada classe de vegetação encontrada nessa última região confere ao solo, conforme descrições publicadas em IBGE (1992), LEITE (2002), RODERJAN *et al.* (2002), PARANÁ (2002).

A última etapa da construção do Cenário 1 referiu-se à inclusão da regionalização da pluviosidade, sendo que conforme anteriormente mencionado, para as porções de pluviosidade média anual superior 2.800 mm, elevou-se uma classe do potencial à produção de sedimentos, resultante do cruzamento matricial indicado na Tabela 15. Por exemplo, as porções localizadas na região de maior pluviosidade (superior a 2.800 mm) que revelaram potencial muito baixo à produção de sedimentos, tiveram seu potencial alterado para baixo, e assim sucessivamente paras as demais classes.

2.2.3 Cenário 2 (Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005)

A construção do Cenário 2 (Figura 4), no qual a influência humana é considerada, subsidiou a delimitação das localidades que demonstram elevado potencial à disponibilização de sedimentos à rede de drenagem que escoa para a baía de Antonina. Para tanto, foi utilizado o mapeamento de uso e cobertura da terra em desenvolvimento pela Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano (SEDU/PR).

Esse mapeamento foi elaborado a partir de imagens obtidas pelo satélite SPOT5, cuja resolução espacial apresenta 2,5 m na banda pancromática. As cartas que recobrem a região de interesse são: MI 2843-1, MI 2843-2, MI 2843-3, MI 2843-4, MI 2858-1 e MI 2858-2. Devido ao fato de estas cartas de uso e cobertura da terra encontrar-se em versão preliminar, demonstrou-se necessária a revisão e execução de edições, sobretudo em situações nas quais a classe de uso não estava corretamente indicada, ou então nas porções de bordas das cartas, onde foram identificadas descontinuidades. Para a realização dessas edições fez-se uso da experiência adquirida com o trabalho de campo efetuado para a validação do mapa pedológico, bem como de duas imagens SPOT5, as quais são referentes às cenas 713-400 e 713-401, sendo as mesmas obtidas em 03/08/2005 e 31/12/2005, respectivamente. Essas imagens foram cedidas pela empresa Aerosat.

Considerando-se a importante contribuição das estradas rurais no processo de produção de sedimentos, conforme sugerem CORRÊA e DEDECEK (2009), efetuou-se a espacialização das mesmas. Para tanto, foram confeccionados *buffers* de 10 m a partir do traçado linear das estradas secundárias disponíveis nas cartas topográficas, listadas na Tabela 1. Seqüencialmente, esses *buffers* foram incluídos na carta de cobertura vegetal e uso da terra.

A exemplo da análise realizada para o Cenário 1, efetuou-se o cruzamento matricial das classes de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, agora com as classes de cobertura vegetal e uso da terra de 2005. No Capítulo 5.4 estão descritos as características das classes de cobertura vegetal e uso da terra contempladas neste mapeamento, bem como o grau de proteção ao solo verificado em cada uma delas.

Na Tabela 16 estão indicados os pesos adotados para a definição das classes de potencial à produção de sedimentos, sendo I- muito baixa; II- baixa; III- moderada; IV alta e; V- muito alta. É pertinente evidenciar que o critério adotado para a ponderação do potencial de produção de sedimentos no Cenário 2 foi similar ao utilizado no Cenário 1, quando foi considerado o trabalho publicado por BORGES *et al.*, (2009).

Por fim, as localidades que demonstraram índice pluviométrico médio anual superior a 2.800 mm tiveram o potencial à produção de sedimentos elevados em uma classe.

Tabela 16 Definição das classes de potencial à produção de sedimentos no Cenário 2

Cenário 2		Classes de Suscetibilidade Geopedológica				
		Muito baixa	**Baixa**	**Moderada**	**Alta**	**Muito Alta**
Classe de cobertura Vegetal e Uso da Terra	Floresta estágio médio ou avançado	I	I	I	II	II
	Mangue	I	I	II	II	III
	Floresta estágio inicial	I	II	II	III	III
	Reflorestamento	II	II	III	IV	IV
	Pastagem e campo	II	II	III	IV	IV
	Agricultura	II	III	IV	V	V
	Área urbanizada e construída	II	III	IV	V	V
	Estrada rural	II	III	IV	V	V
	Solo exposto ou mineração	III	IV	V	V	V

2.2.4 Estimativa da Produção de Sedimentos

Na tentativa de melhor compreender o processo de assoreamento da baía de Antonina, além da identificação das áreas produtoras de sedimento, fundamental também é a estimativa do volume de sedimentos disponibilizados por elas. Para atender essa última questão, em geral, são adotados modelos constituídos por equações matemáticas empíricas ou experimentais. Isto se deve ao custo elevado e impraticabilidade de se monitorar os processos erosivos em toda a área estudada. Desta forma, a utilização dessas equações para a predição da produção de sedimentos torna-se necessária.

Diversas equações foram propostas para o cálculo da perda de solo em diferentes condições regionais e climáticas, algumas específicas a determinadas condições. A revisão detalhada quanto à evolução dessas equações pode ser encontrada em UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (1984) e CARVALHO (2008). As mesmas evoluíram entre as décadas de 1955 e 1975 para modelos paramétricos de avaliação da erosão, dentre os quais se deve ressaltar a Equação Universal de Perdas de Solos (USLE), referindo-se à fórmula mais empregada para cálculo da erosão em termos médios anuais. No entanto, esse modelo conforme descrito por BORGES *et. al.* (2009), tende a superestimar a produção de sedimentos por não considerar as deposições ao longo do declive, a exemplo do que comumente ocorre em sopés de encostas com depósitos de tálus.

Por conta das limitações, a USLE sofreu várias modificações, dando origem a modelos como a MUSLE, em que o índice de erosividade da chuva é substituído por informações do hidrograma produzido por uma chuva isolada, originando, como resultado, o aporte de sedimentos na exutória da bacia por evento pluviométrico (CHAVES, 1996).

Existem atualmente diversos modelos para a predição da erosão hídrica e do transporte de sedimentos de forma integrada, entre os quais se destacam: *Water Erosion Prediction Project* - WEPP; *Areal Non-point Source Watershed Environment Response Simulation* - ANSWERS; *Kentucky Erosion Model* - KYERMO; *European Soil Erosion Model* - EUROSEM; *Chemicals Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems* - CREAMS; *Simulator for Water Resources in Rural Basins* - SWRRB; e *Soil and Water Assessment Tool* - SWAT (SANTOS *et al.,* 2005a).

No projeto inicial da corrente pesquisa foi proposta a utilização do modelo SWAT para a estimativa da produção e transporte de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina. Porém, em razão da incipiente rede de monitoramento fluviométrico, somada ao ainda mais pobre monitoramento sedimentométrico existente na região, verificou-se a impossibilidade de sua utilização de modo a se obter resultados razoavelmente satisfatórios.

É importante salientar ainda que o SWAT refere-se a um modelo semi-distribuído, fato que demanda uma discretização adequada da variabilidade das principais características físicas, tais como relevo, tipo de solo e cobertura vegetal. Desta forma, se faz necessária a utilização de produtos cartográficos publicados em escalas compatíveis, o que não existia para a região, sobretudo no âmbito pedológico. Portanto, os produtos gerados por meio do presente roteiro metodológico, somados à melhoria no monitoramento das bacias, certamente subsidiarão, no futuro, a aplicação de modelos hidrossedimentológicos, conferindo a seus resultados maior grau de confiabilidade.

Diante destas justificativas, optou-se por utilizar a metodologia proposta por CAMPAGNOLI (2006), empregada para analisar o potencial de produção de sedimentos dos terrenos brasileiros. Para tanto, este autor tomou por referência as metodologias de elaboração de mapas de risco à erosão e ao assoreamento aplicadas por DINIZ (1998), IPT (2000) e CAMPAGNOLI (2000). Seqüencialmente, as classes de taxas de produção de sedimentos propostas no mapa final foram aferidas às informações de campo, decorrentes do levantamento das séries históricas de vazão sólida provenientes de dados de medições sedimentométricas e/ou correlação com a ocorrência de processos erosivos mapeados.

De acordo com o exposto na segunda etapa do roteiro metodológico proposto, apresentado na Figura 4, após a construção dos dois cenários descritos nos Capítulos 2.2.2 e 2.2.3, seguida da superposição dos mesmos aos dados pluviométricos (Capítulo 2.2.1), obteve-se um mapa de potencial à produção de sedimentos para ambos. Esses mapas tiveram suas classes de potencial associadas às taxas de produção de sedimentos, conforme

definido por CAMPAGNOLI (2005; 2006), que utilizou os dados sedimentométricos apresentados por FILIZOLA JR. (1999), CARVALHO *et al.* (2000) e LIMA *et al.* (2004). Para os cálculos de produção de sedimentos, adotaram-se valores médios das faixas apresentadas na Tabela 17, a exemplo dos estudos realizados por CAMPAGNOLI (2006) e BORGES *et al.* (2009).

Tabela 17 Classes de produção de sedimentos

Classe de Produção de Sedimentos	**Taxa de Produção de Sedimentos** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)	**Valores adotados para a estimativa** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)
I- Muito baixa	< 5	5
II- Baixa	5 – 70	35
III- Moderada	70 – 200	135
IV- Alta	200 – 400	300
V- Muito Alta	> 400	450

Para a estimativa do valor total da produção anual de sedimentos por unidade hidrográfica ou para toda a área de drenagem da baía de Antonina, foi implementada a Equação 3. Para a estimativa da produção média por quilômetro quadrado efetuou-se a divisão do resultado obtido na Equação 3 pela área total da unidade hidrográfica ou da área de drenagem da baía de Antonina.

$$PS = AcI*5 + AcII*35 + AcIII*135 + AcIV*300 + AcV*450 \quad (3)$$

Onde *PS* é a produção de sedimentos, *AcI* é a área da classe de potencial muito baixo, *AcII* área da classe de potencial baixo, *AcIII* área da classe de potencial moderado, *AcIV* área da classe de potencial alto, *AcV* área da classe de potencial muito alto.

Os dois cenários simulados foram comparados na tentativa de se obter uma aproximação da contribuição antrópica no aporte de sedimentos à baía de Antonina. Contudo, é necessário enfatizar que a estimativa da produção de sedimentos no Cenário 2 contemplou somente a cobertura vegetal e uso da terra, sendo, portanto, desconsiderada a transposição Capivari-Cachoeira que seguramente amplia a produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

Os resultados decorrentes das estimativas de produção de sedimentos foram comparados aos estudos de CAMPAGNOLI (2005) e BORGES *et al.* (2009), nos quais foi empregada a metodologia de estimativa de produção de sedimentos adotada neste trabalho.

Os resultados também foram comparados aos obtidos nas pesquisas realizadas por MANTOVANELLI (1999) e GIBERTONI *et al.* (2008), as quais discutem a produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina.

2.3 Estruturação de um Banco de Dados Georreferenciados

Conforme anteriormente indicado o processamento dos dados espaciais considerados neste trabalho foi efetuado com o auxílio do software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), denominado ArcGIS 9.2. De acordo com MEDEIROS (1999), as ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de SIG, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados obtidos de diversas fontes em diferentes formatos, criando banco de dados georreferenciados.

Embora não indicado na Figura 4, a qual descreve as etapas metodológicas da corrente pesquisa, foi criado um banco de dados cartográficos, sendo o mesmo alimentado no decorrer de todo o trabalho. Nesse banco estão integradas todas as informações que contemplam o meio geopedológico, como também os aquelas que constituem os cenários 1 e 2. A relação das informações mencionadas está organizada na Tabela 18.

Todos os dados espaciais estão armazenados no sistema de coordenadas cartesianas e no sistema de projeção UTM (*Universal Transverso de Mercator*), sendo que o Fuso adotado refere-se ao 22 Sul. O *datum* horizontal corresponde ao SAD-69 (Datum Sulamericano de 1969), enquanto que o *datum* vertical ao de Imbituba/SC.

Os dados cartográficos utilizados para a confecção da carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, bem como para a estimativa dessa produção nos dois cenários, foram organizados em formato matricial, cuja resolução espacial adotada foi de 10 m.

Diante da expressiva dimensão da área de estudo, as cartas (geologia, declividade, forma das vertentes e pedologia) consideradas na elaboração da carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, bem como aquelas utilizadas na elaboração dos dois cenários voltados à estimativa da produção de sedimentos, foram impressas em escala 1:100.000, sendo as mesmas correspondentes aos Anexos 44 a 52.

Tabela 18 Informações que integram o Banco de Dados Georreferenciados

Plano de Informação	Escala	Fonte	Ano
Cartas Topográficas (curvas de nível, pontos cotados, hidrografia, malha viária, infra-estrutura e edificações)	1: 25.000	DSG (ITCG)	2002
Geologia	1: 50.000	Pró-Atlântica / MINEROPAR	2002
Geomorfologia (Macrozoneamento do Litoral)	1: 50.000	IPARDES	1989
Pedologia (100% da área)	1: 650.000	EMBRAPA	1984
Pedologia (6,5% da área)	1: 50.000	UFPR	1992
Pedologia (24% da área)	1: 50.000	EMBRAPA	1994
Pedologia (15% da área)	1: 30.000	SPVS	2002
Uso e Cobertura da Terra	1: 50.000	Pró-Atlântica (ITCG)	1999
Uso e Cobertura da Terra	1: 50.000	Empresa Aerosat	2005
MDT (Modelo Digital do Terreno)	1: 25.000	Cartas Topográficas	*
Hipsometria (Geomorfologia)	1: 25.000	MDT	*
Declividade (Geomorfologia)	1: 25.000	MDT	*
Formas de Vertentes (Geomorfologia)	1: 25.000	MDT	*
Pedologia	1: 50.000	Levantamentos Pedológicos existentes, Geomorfologia, Declividade, Geologia e Uso e Cobertura da Terra (1999)	*
Vegetação Natural	1: 50.000	Uso e Cobertura da Terra (1999), geologia e hipsometria	*
Pluviosidade Acumulada Anual Média	1: 50.000	Estações SUDERHSA, SIMEPAR e INMET	*
Temperatura do Ar	1: 50.000	MDT e Estações SIMEPAR e INMET	*
Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos	1: 50.000	Geologia, Geomorfologia e Pedologia	*
Produção de Sedimentos Natural	1: 50.000	Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos, Pluviosidade Acumulada Anual Média e Vegetação Natural	*
Produção de Sedimentos, conforme uso da terra em 2005	1: 50.000	Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos, Pluviosidade Acumulada Anual Média e Uso da terra em 2005	*

* Produtos gerados pelo autor no decorrer do trabalho

3 CARACTERIZAÇÃO GEOPEDOLÓGICA DA ÁREA DE DRENAGEM DA BAÍA DE ANTONINA

No corrente capítulo tem-se inicialmente a apresentação dos limites da baía de Antonina, bem como de sua área de drenagem natural, estando esta última subdividida em bacias hidrográficas e áreas incrementais, a partir das quais será discutida tanto a suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, quanto a estimativa dessa produção de sedimentos.

Em seguida, tem-se a descrição das unidades geológicas, geomorfológicas e pedológicas da área que escoa para a baía de Antonina. A descrição geomorfológica abrange, além da apresentação das unidades delimitadas no Macrozoneamento Geomorfológico do Litoral do Paraná, a análise dos índices morfométricos correspondentes à hipsometria, declividade e formas das vertentes. Na discussão dos solos, antes da descrição das subordens pedológicas mapeadas no âmbito do presente estudos, são utilizados na confecção da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina. Por fim, o capítulo é concluído com a discussão da carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos.

3.1 Localização da baía de Antonina e de sua área de drenagem

De acordo com ANGULO (1992) o estuário de Paranaguá, por apresentar complexa geometria e significativa diversidade de ambientes, pode ser classificado como um complexo estuarino. Este é dividido em dois setores principais, conforme se observa na Figura 19, denominados de baía de Paranaguá propriamente dita, com 56 km no eixo E-W, e a baía de Laranjeiras com 30 km no eixo N-S. A área submersa compreende aproximadamente 550 km² (SOARES, 1990). Os dois setores mencionados compartimentam-se em vários segmentos menores, originando um extenso litoral de costas protegidas, nas quais deságuam diversos rios e canais de maré.

A baía de Antonina constituiu-se no maior distanciamento em relação à linha de costa atual, dentro do território nacional. De acordo com inúmeras cartas e mapas antigos publicados por SOARES e LANA (1994), bem como trabalhos desenvolvidos no Centro de Estudos do Mar da UFPR, essa baía é demarcada a partir das ilhas de Ponta Grossa e do Teixeira, estando a oeste das mesmas, conforme se observa na Figura 20. Verificou-se que

a baía apresenta perímetro de 71,1 km, sua área é de 53,5 km², sendo apenas 46,4 km² de área submersa, já que 7,2 km² correspondem às ilhas.

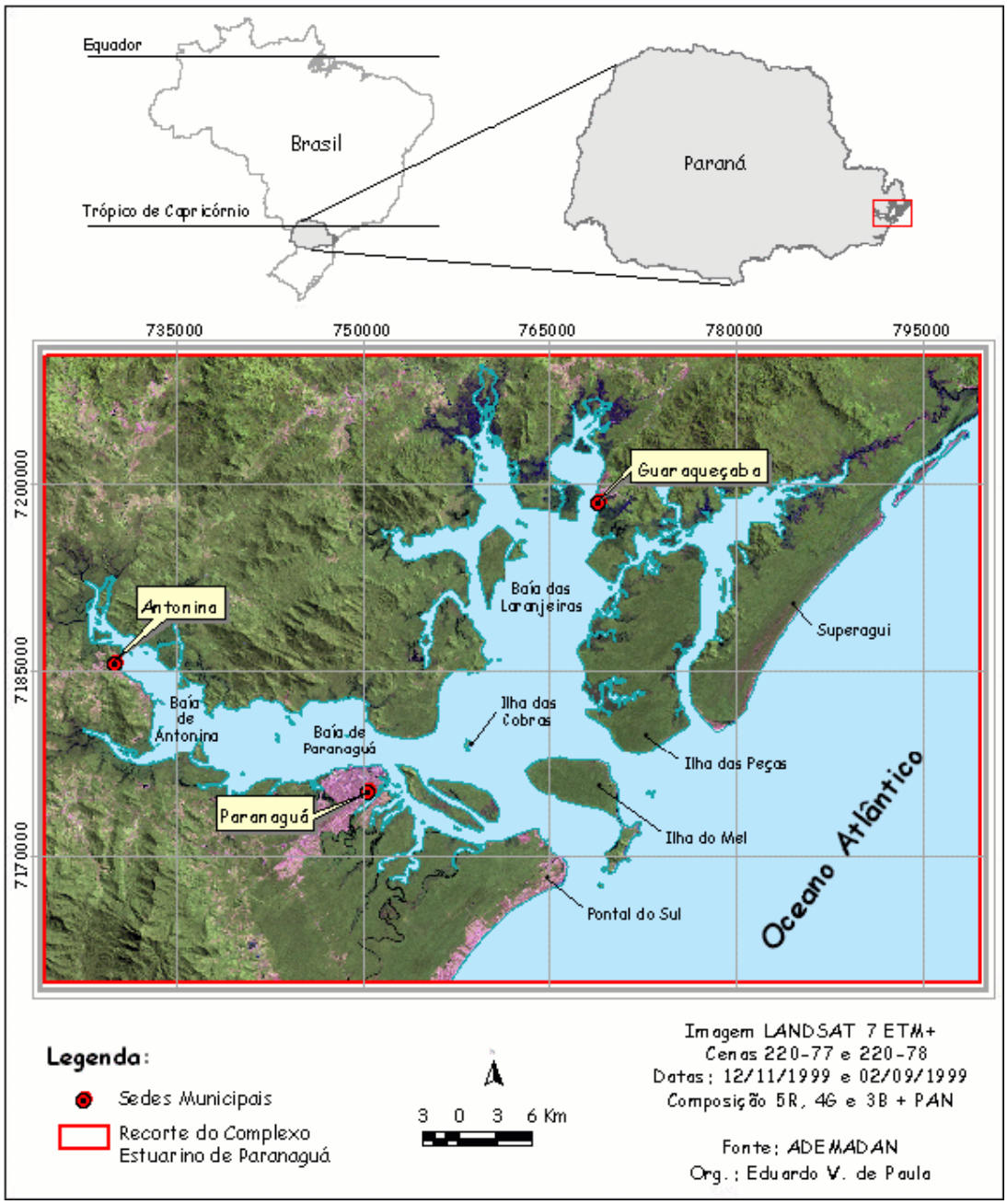


Figura 19 Localização do Complexo Estuarino de Paranaguá

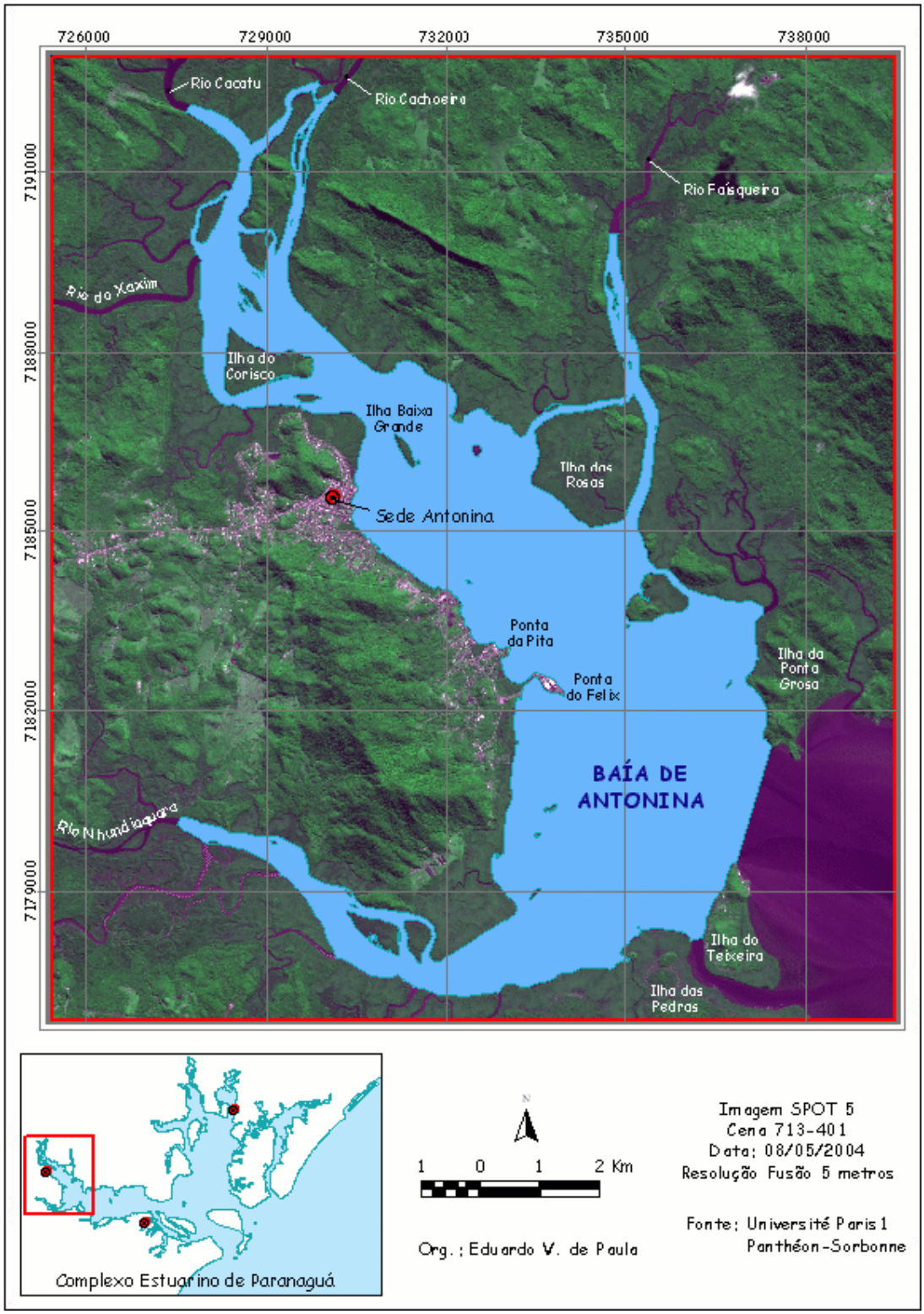


Figura 20 Localização da baía de Antonina

Compreendendo bacia hidrográfica como sendo "uma área que drena água, sedimentos, e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial" (NETTO, 1998, p. 97), foram delimitadas apenas as cinco maiores bacias internas à área de estudo. As bacias hidrográficas de menor dimensão foram agrupadas nas chamadas áreas incrementais, resultando num total de três áreas.

Tendo em vista que a análise da produção de sedimentos foi efetuada por unidade hidrográfica (bacias hidrográficas e áreas incrementais), optou-se pela subdivisão das bacias dos rios Nhundiaquara e Cachoeira em áreas menores, na intenção de facilitar a comparabilidade entre as unidades. A bacia do rio Nhundiaquara foi divida em cinco unidades, quais sejam: Alto Nhundiaquara, São João, do Pinto, Marumbi e Baixo Nhundiaquara. A bacia do rio Cachoeira foi divida em Alto Cachoeira, Pequeno e Baixo Cachoeira.

A área continental em análise soma 1.501,1 km², com perímetro de 313,2 km. A visualização da área de drenagem da baía de Antonina está representada na Figura 21, estando as dimensões de suas unidades hidrográficas organizadas na Tabela 19.

Tabela 19 Unidades hidrográficas da área de drenagem da baía de Antonina

Unidade Hidrográfica	**Área** (km^2)	**Perímetro** (km)
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	180,38	68,93
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	136,38	82,41
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	141,37	67,84
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	116,09	75,07
Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	135,65	71,50
Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	112,59	62,63
Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	107,08	55,68
Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	103,59	61,54
Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	102,77	59,10
Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	87,65	60,84
Bacia Hidrográfica do Rio São João	71,41	44,15
Área Incremental 1	66,05	46,85
Área Incremental 2	95,81	76,60
Área Incremental 3	44,36	53,59

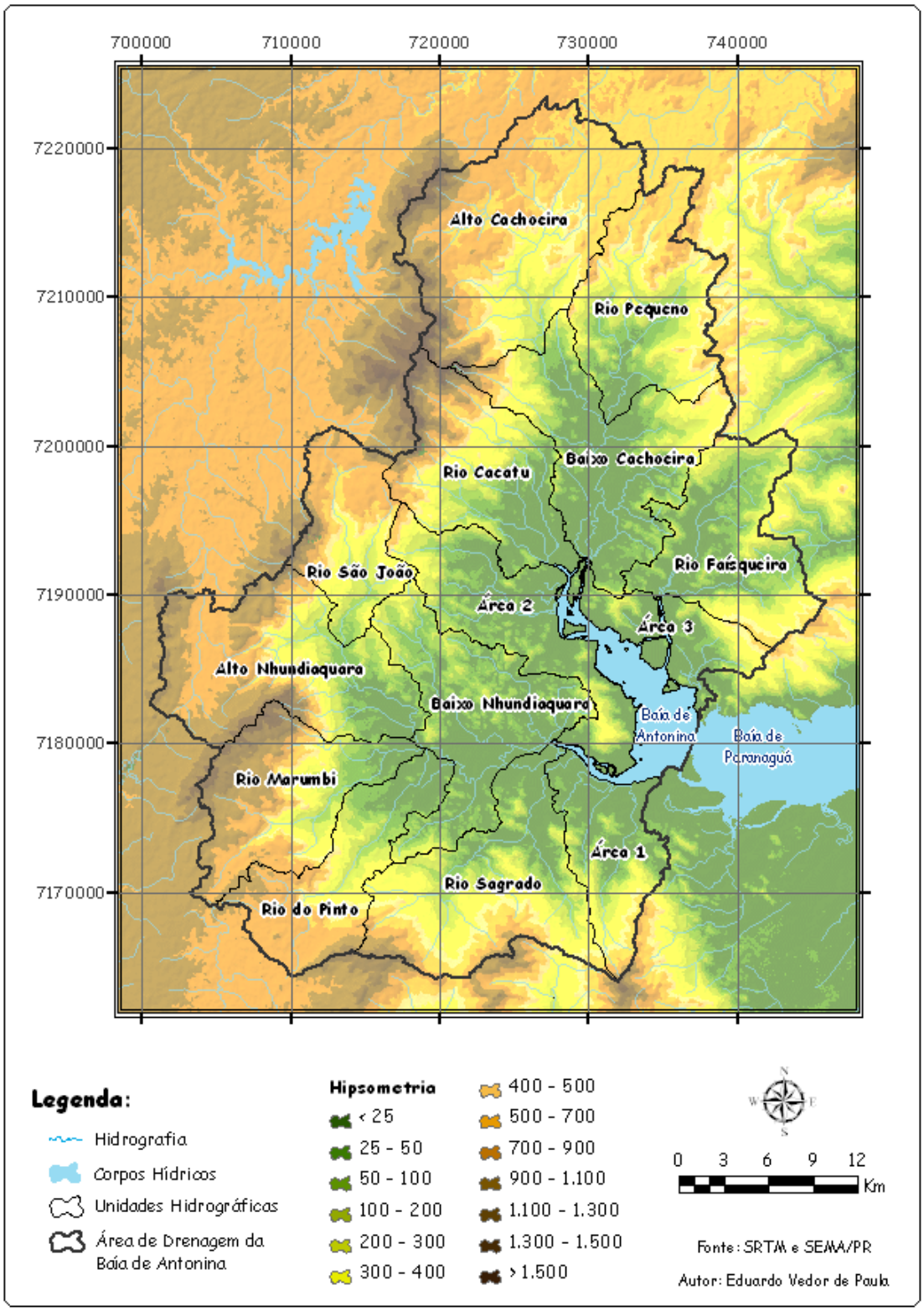


Figura 21 Área de drenagem da baía de Antonina

É pertinente salientar que sete municípios são abrangidos pela área de pesquisa, sendo eles, segundo ordem de dimensão espacial: Antonina, Morretes, Paranaguá, Quatro Barras, Piraquara, Guaraqueçaba e Campina Grande do Sul (Tabela 20).

Tabela 20 Municípios abrangidos pela área de estudo

Nome	Área Oficial (Km^2)	Área Estudada (Km^2)	Área Estudada (%)
Antonina	876,99	867,99	98,97
Morretes	687,78	599,96	87,23
Paranaguá	806,76	29,39	3,64
Quatro Barras	181,30	22,37	12,34
Piraquara	225,26	17,67	7,84
Guaraqueçaba	2.317,99	12,79	0,55
Campina Grande do Sul	540,83	3,08	0,57

3.2 Caracterização Geológica

A geologia da área de drenagem da baía de Antonina é bastante complexa, abrangendo desde rochas de idade proterozóica até sedimentos recentes da planície costeira. Na Tabela 21 tem-se a quantificação das 38 unidades geológicas mapeadas, enquanto que na Figura 22 tem-se a ilustração da Carta Geológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina, cujo documento original refere-se ao Anexo 44.

A seguir, são apresentadas as associações litológicas das grandes unidades geológicas, seguindo a cronologia das mais antigas para as mais recentes, identificando-se os códigos utilizados na carta geológica. Informações em maior nível de detalhe sobre as feições tectônicas e estruturais, bem como dos recursos minerais da região, podem ser encontrados em PARANÁ (2003, p.20-56).

3.2.1 Complexos do Arqueano ou Proterozóico Inferior

As rochas de alto grau de metamorfismo configuram, sem dúvida, as litologias mais importantes e de ampla distribuição na área. Com relação a essas rochas, as mais comuns e de maior ocorrência são os migmatitos e gnaisses, cuja interdependência é bastante estreita e, freqüentemente, de duvidosa separação no campo (SALAMUNI e ROCHA, 2002). Nota-se que o Complexo Gnáissico-Migmatítico refere-se a 38,6% da área, por apresentar 581,8km².

Tabela 21 Unidades geológicas que ocorrem na área de drenagem da baía de Antonina

Código	Unidade Geológica	Area (km^2)
APIsn	Complexo Serra Negra	12,94
APIcmq	Complexo Cachoeira	0,67
APIcca	Complexo Cachoeira	2,91
APIcq	Complexo Cachoeira	10,32
APIcga	Complexo Cachoeira	2,26
APIcgm	Complexo Cachoeira	0,88
APIcxm	Complexo Cachoeira	82,21
APIrmx	Complexo Metamórfico Indiferenciado	11,98
APIg3	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	1,69
APIg7	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	1,72
APIg8	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	4,81
APImge	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	287,49
APImgm	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	135,80
APImgr	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	74,65
APImga	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	26,46
APImgi	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	0,13
APIsgf	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	57,28
PEg1	Suíte álcali -granitos	16,74
PEg2	Suíte álcali -granitos	207,04
PEg4	Suíte álcali -granitos	19,23
PEg6	Suíte álcali -granitos	60,58
PEg7	Suíte álcali -granitos	11,43
Egg	Formação Guaratubinha	0,16
Ega	Formação Guaratubinha	0,69
Egs	Formação Guaratubinha	2,58
Egm	Intrusivas granitóides	0,14
JKdp	Intrusivas Básicas	1,32
Ta	Formação Alexandra	4,23
QAr	Sedimentos recentes	0,01
QHa	Sedimentos recentes	198,27
QHa1	Sedimentos recentes	2,75
QHa2	Sedimentos recentes	11,05
QHmg	Sedimentos recentes	60,54
QHmo	Sedimentos recentes	36,93
Qm	Sedimentos recentes	0,60
QHcs	Sedimentos recentes	7,35
QHc	Sedimentos recentes	125,52
Qt	Sedimentos recentes	19,18
Aterro		0,09
Corpo d'água		7,57

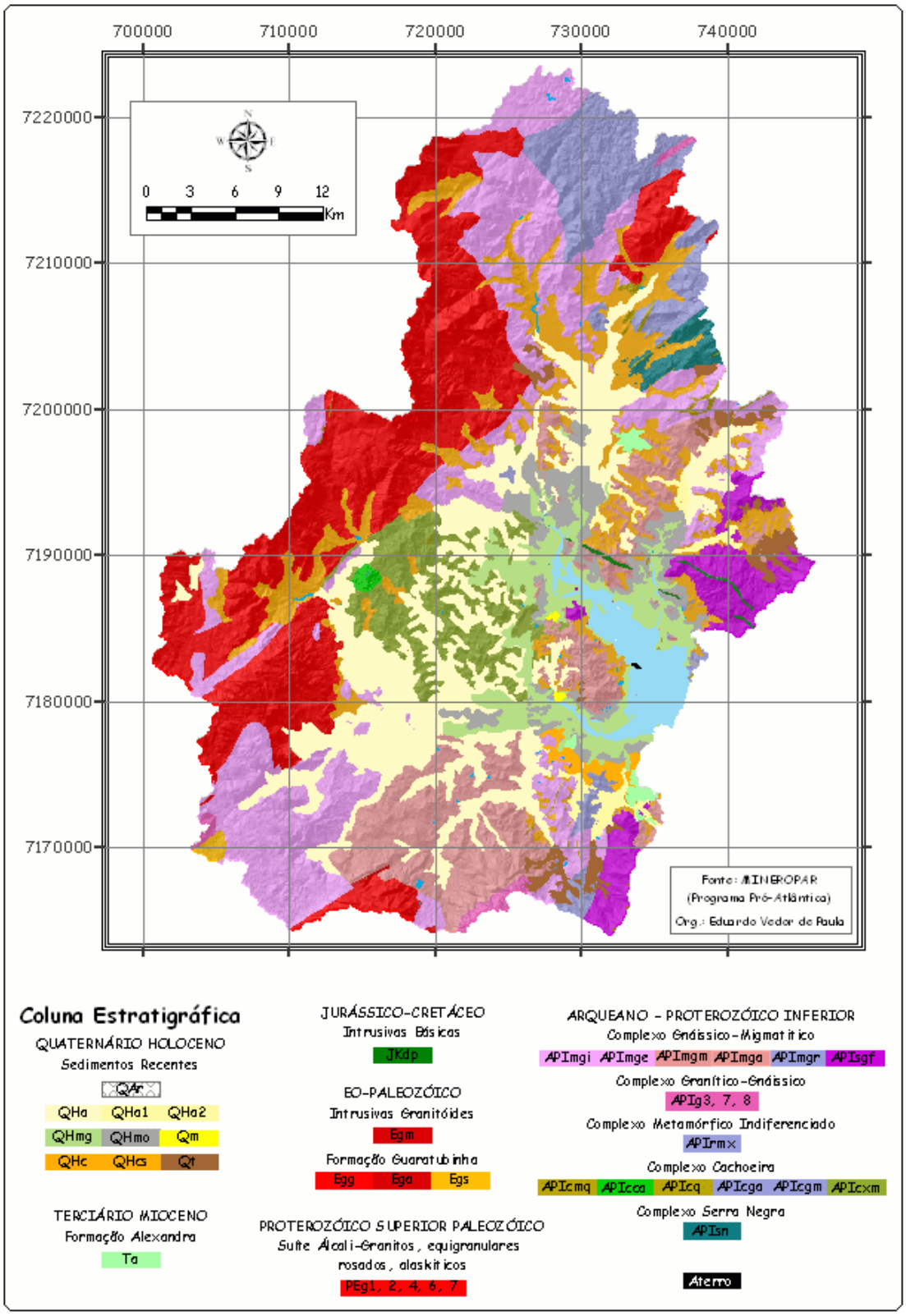


Figura 22 Ilustração da Carta Geológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 44)

Outros complexos geológicos do Arqueano ou Proterozóico Inferior encontrados na região da Serra do Mar, se inserem na área de contribuição para a baía de Antonina são: o Complexo Cachoeira com 99,3 km²; o Complexo Serra Negra com 12,9 km²; o Complexo Metamórfico Indiferenciado que soma 12 km² e o Complexo Granítico-Gnáissico que apresenta 8,2 km². A descrição das associações litológicas das mencionadas unidades geológicas está contida na Tabela 22.

Tabela 22 Associações litológicas das unidades geológicas dos Complexos do Arqueano ou Proterozóico Inferior

Unidade Geológica	Associação Litológica (ou Denominação)
APIsn (Complexo Serra Negra)	Enderbitos, opdalitos, granulitos gnáissicos, granada-piroxênio-biotita-gnaisses, biotita-gnaisses, kinzigitos, dioritos, tonalitos e granodioritos gnáissicos indiferenciados, retrometamorfizados e localmente migmatizados.
APIcmq (Complexo Cachoeira)	Magnetita-quartzitos
APIcca (Complexo Cachoeira)	Anfiblitos, metabasitos, metaultrabasitos, hornblenda-gnaisses, indiferenciados
APIcq (Complexo Cachoeira)	Muscovita-biotita-quartzitos, fuchsita-quartzitos, quartzo-xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalações de magnetita-mica-quartzo-xisto, mica-quatzo-xistos e metacherts
APIcga (Complexo Cachoeira)	Mica-quatzo-xistos, magnetita-quartzo-xistos, mica-quartzo-granada-xistos, tremolita-actinolita-xistos, filitos e quartzitos, com intercalações de rochas básicas e ultrabásicas metamorfizadas, gnaisses, milonito-gnaisses e protomilonitos
APIcgm (Complexo Cachoeira)	Sericita-biotita-clorita-quartzo-xistos, quartzo-xistos e quartzitos, parcialmente migmatizados
APIcxm (Complexo Cachoeira)	Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados
APIrmx (Complexo Metamórfico Indiferenciado)	Biotita-muscovita-xistos e clorita-biotita-muscovita-xistos, com ocorrências locais de quartzo-xistos e quartzitos. Clorita-biotita-muscovita-xistos e tremolita-actinolita-xistos
APIg3 (Complexo Granítico-Gnáissico)	Miringuava ou São José dos Pinhais (monzogranito e granodiorito gnáissico)
APIg7 (Complexo Granítico-Gnáissico)	Faxinal (monzogranito e granodiorito gnáissico)
APIg8 (Complexo Granítico-Gnáissico)	Serra Canavieira (monzogranito e granodiorito gnáissico)
APImge (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-homblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito
APImgm (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	Migmatitos oftálmicos, com paleossoma de biotita-gnaisse, biotita-homblenda-gnaisse e homblenda-gnaisse, com quartzitos locais
APImgr (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	Granitos gnáissicos e anatexitos, incluindo biotita-anfibólio-tonalitos e biotita-anfibólio-granodioritos
APIgma (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	Gnaisses ocelares, interdigitados com migmatitos estromáticos, com ocorrência de gnaisses fitados e leucocráticos e xistos feldspáticos
APIgmi (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	Migmatitos indiferenciados, com anfibolitos e veios quartzo-feldspáticos associados a migmatitos “dent de cheval”, localmente pegmatitos e aplo-granitos
APIsgf (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	Suíte granítica foliada, granitos metassomáticos ou de anatexia, indiferenciados

3.2.2 Granitos do Proterozóico Superior/Paleozóico

Referentes ao Proterozóico Superior ocorrem consideráveis extensões de rochas graníticas na área em análise, as quais totalizam 315 km². O Granito Serra da Graciosa (PEg2) apresenta 207 km², enquanto que os granitos Marumbi (PEg6), Rio do Salto (PEg4), Anhangava (PEg1) e Serra da Igreja (PEg7) somam 108 km². Esses corpos intrusivos são indicativos de eventos geológicos de grande amplitude, envolvendo colisões continentais, intrusão de magma na crosta e vulcanismo, que tiveram lugar entre 600 e 450 milhões de anos atrás.

3.2.3 Rochas Vulcano-Sedimentares e Granitóides Eo-Paleozóicas

A Formação Guaratubinha, que apresenta 3,4 km², é constituída por uma associação de rochas sedimentares e vulcânicas, ácidas e intermediárias, assentando-se em discordância angular sobre os migmatitos e granulitos do embasamento. A associação litológica de rochas granitóides intrusivas, descrita na Tabela 23, soma apenas 0,14 km², estando espacialmente associadas à área de ocorrência da Formação Guaratubinha.

Tabela 23 Associações litológicas das unidades geológicas dos Complexos do Arqueano ou Proterozóico Inferior

Unidade Geológica	Associação Litológica
Egg (Formação Guaratubinha)	Diques de riolito pórfiro, felsito e microgranito
Ega (Formação Guaratubinha)	Seqüência vulcânica ácida rioloitos, tufos e brechas
Egs (Formação Guaratubinha)	Seqüência sedimentar: arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados
Egm (Intrusivas Granitóides)	Microgranitos, granitos pórfiros e granófiros

3.2.4 Intrusivas Básicas (Jurássico-Cretáceo)

Durante os períodos Jurássico e Cretáceo ocorreu a intrusão de numerosos diques básicos, os quais aproveitaram um sistema de fraturas profundas e paralelas para se alojar, com orientação geral N50-70W,. Na área de drenagem da baía de Antonina, foram mapeados os diques de diorito pórfiro (JKdp), que somam 1,3 km². Estas rochas intrusivas são relacionadas ao rifteamento do Atlântico e à Formação Serra Geral (vulcanismo basáltico da Bacia do Paraná).

3.2.5 Sedimentos Terciário-Quaternários

Os fenômenos de erosão e deposição produziram um efeito significativo no modelado do relevo, sob o condicionamento das flutuações climáticas, pelas oscilações do nível do mar, além das forças tectônicas atuantes, resultando na paisagem atual. Nas áreas de deposição misturam-se sedimentos de origem marinha, com sedimentos aluviais síltico-arenosos e argilosos que avançam por sobre os sedimentos de fundo e sobre manguezais.

A Formação Alexandra (Ta) refere-se a depósitos continentais tercerários que ocorrem sobre as rochas do Embasamento Cristalino. Na área de estudo, estes depósitos são constituídos por conglomerados, arcósios, areias e argilitos, apresentando área de 4,2 km². Segundo ANGULO (2004), os processos formadores desta unidade são principalmente gravitacionais, tanto de detritos (conglomerados sustentados pela matriz) como de lamas arenosas.

Os sedimentos do Holoceno somam 462,2 km², o que é relativo a 30,65% da área de drenagem da baía de Antonina. As associações litológicas de cada unidade geológica existente nesta área estão descritas na Tabela 24, devendo-se destacar os aluviões, por totalizarem 212,1 km².

Tabela 24 Associações litológicas das unidades geológicas dos Sedimentos Recentes

Código	Associação Litológica
QAr	Areias marinhas em fundos rasos atuais (depósitos localizados no interior dos estuários, podendo ficar emersos durante as marés baixas).
QHa, QHa1, QHa2	Aluviões (foram individualizados em indiferenciados (Qha), antigos (Qha1) e recentes (Qha2). Constituídos por sedimentos de deposição fluvial, predominando sedimentos arenosos e leitos de cascalho. Estão associados a depósitos de várzea e de talude.)
QHmg	Sedimentos associados a manguezais
QHmo	Sedimentos paleoestuarinos (estão correlacionados ao último ciclo transgressivo-regressivo do Holoceno, cuja deposição pode ser interpretada como ocorrida em ambiente estuarino e angular).
Qm	Sedimentos arenosos de origem marinha
QHcs	Depósitos de cascalheiras continentais retrabalhadas (depósitos de cascalhos com matriz argilosa ou arenosa, originados pela coalescência e retrabalhamentos de tálus, colúvios e sedimentos aluvionares).
QHc	Depósitos de colúvio (material predominantemente fino, com proporções variáveis de areia e seixos, geralmente, sem estruturas).
Qt	Depósitos de tálus (material incoerente e heterogêneo que se acumula nas encostas e em seus pés, provenientes de material intemperizado e deslocado pela ação da gravidade).

3.3 Caracterização Geomorfológica

A geomorfologia constitui um conhecimento específico, cujo objetivo refere-se à análise das formas do relevo. Estas formas, embora aparentemente estáticas, estão sendo modeladas há mais de quatro bilhões de anos, por meio de processos erosivos ou deposicionais, ambos decorrentes da ação de forças exógenas. Antagônicas às forças exógenas têm-se as forças endógenas, que podem promover soerguimentos e rebaixamentos da superfície terrestre. Deve-se considerar, ainda, a ação conjunta das duas forças e as implicações altimétricas geradas em decorrência das variações do nível do mar.

De acordo com ARGENTO (1994, p.366), a geomorfologia serve de base para a compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, como à natureza sócio-econômica dos mesmos. Neste sentido, o mapeamento geomorfológico tem sido priorizado no desenvolvimento de projetos de gerenciamento ambiental, ou até mesmo numa concepção mais integradora, na gestão do território, como é caso do Macrozoneamento do Litoral Paranaense, descrito em IPARDES (1989).

3.3.1 Macrozoneamento do Litoral Paranaense

Nesse mapeamento, os municípios litorâneos foram delimitados em Unidades Ambientais Naturais (UAN), sendo as mesmas definidas a partir de características geomorfológicas. Estas características têm o potencial de integrar diversos aspectos da paisagem, tais como declive, forma e comprimento das vertentes, solos e vegetação. Conseqüentemente, as UAN apresentam uma dinâmica ambiental própria que condiciona não somente sua evolução natural, como também as formas de ocupação e potencialidades para as diversas atividades humanas.

Desta forma, a região litorânea foi dividida em três sub-regiões principais: Montanhosa Litorânea, Planícies Litorâneas e Planaltos. A partir deste mapeamento efetuou-se a confecção da Carta Geomorfológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina. Esta carta está representada na Figura 23, na qual se observa a presença de 13 compartimentos geomorfológicos, cujas suas extensões territoriais estão representadas na Tabela 25.

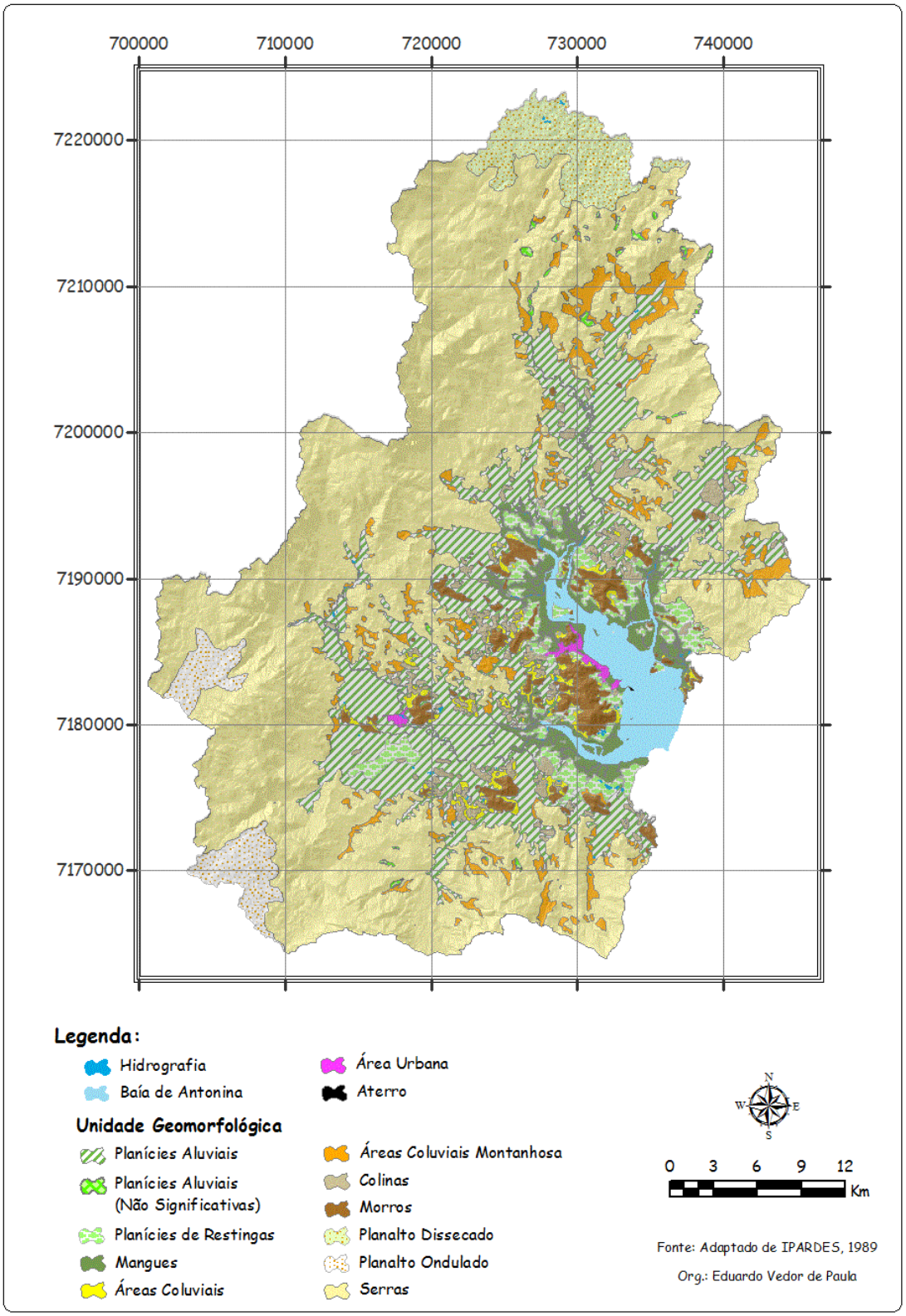


Figura 23 Ilustração da Carta Geomorfológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina

Tabela 25 Unidades geomorfológicas da área de drenagem da baía de Antonina

Unidade Geomorfológica	Área (Km^2)	%
Serras	864,61	57,6
Áreas Coluviais Montanhosa	74,75	5,0
Planícies Aluviais (Não Significativas)	5,05	0,3
Sub-Região Montanhosa Litorânea (Total)	**944,29**	**62,9**
Planícies Aluviais	267,15	17,8
Planícies de Restingas	45,77	3,1
Morros	46,56	3,1
Colinas	36,28	2,4
Áreas Coluviais	19,69	1,3
Mangues	48,10	3,2
Sub-Região Planícies Litorâneas (Total)	**463,47**	**31,0**
Planalto Dissecado	50,56	3,4
Planalto Ondulado	37,78	2,5
Sub-Região Planaltos (Total)	**88,34**	**5,9**
Área Urbana	4,40	0,3
Aterro	0,09	0,0
Total Geral	**1500,79**	**100,0**

Tomando-se por referência IPARDES (1989), far-se-á na seqüência a descrição de cada unidade geomorfológica existente na área de drenagem da baía de Antonina.

A sub-região Montanhosa Litorânea faz parte de uma feição orográfica maior, que abrange vários estados, denominada Serra do Mar. No Paraná essa serra apresenta características diferentes da dos outros estados, pois não constitui apenas uma serra de borda de planalto ou de escarpa, mas também possui setores originados por erosão diferencial. Desta maneira, nas áreas onde as rochas são resistentes, as serras sobressaem algumas centenas de metros do nível geral do planalto.

O primeiro compartimento desta sub-região refere-se às Serras propriamente ditas, as quais possuem relevos muito energéticos com grandes desníveis, que podem alcançar mais de 1.800m e fortes declividades, geralmente superiores a 45%. Os solos são pouco desenvolvidos, ocorrendo grandes áreas com afloramentos rochosos. Os altos volumes de precipitação relegam alta potencialidade morfogenética, isto é, com capacidade de promover uma rápida evolução das vertentes. Este compartimento totaliza 57,6% da área total de drenagem da baía de Antonina.

No compartimento de Áreas Coluviais Montanhosas, que soma 5% da área em análise, foram incluídas as partes baixas das vertentes, onde ocorrem processos de acumulação de sedimentos provenientes de montante. Ocorrem neste compartimento solos mais profundos e desenvolvidos e as declividades predominantes são de 10 a 45%.

Os rios da área serrana geralmente estão encaixados em vales com perfil transversal em forma de "V", devido a uma predominância de erosão vertical. Contudo, é freqüente que, pela existência de rochas mais resistentes ao longo do percurso dos rios, se formem pequenas planícies aluviais a montante dos pontos de estrangulamento de drenagem. Essas planícies originadas por sedimentação fluvial possuem relevo plano, às vezes dispostos em mais de um nível, configurando terraços. Em geral os solos são profundos, sendo aqueles localizados na planície de inundação caracterizados por problemas de drenagem, além do risco de inundação. Para efeito de mapeamento este compartimento foi denominado de Planícies Aluviais Não-Significativas, já que suas extensões não superam 1,4 km². Na área de drenagem da baía de Antonina somam 5,1 km², ou seja, apenas 0,3% da área.

A sub-região das Planícies Litorâneas possui relevo plano à suave ondulado, denotando altitude inferior a 40m. Dela sobressaem morros e colinas de tamanhos diversos. Para fins de mapeamento essa sub-região foi dividida em seis compartimentos.

As Planícies Aluviais são áreas compostas por diversas formas elaboradas pela ação fluvial, tais como planícies de inundação, terraços e rampas. Esta última apresenta sedimentos provenientes das encostas. O relevo em geral é plano, sendo que muitas áreas deste compartimento apresentam solos com problemas de drenagem, além de riscos de inundação. Configuram o segundo maior compartimento encontrado na área de drenagem da baía de Antonina, uma vez que correspondem a 17,8% da área total.

As Planícies de Restingas**,** que somam apenas 3,1% da porção em estudo, são formadas por uma sucessão de cordões litorâneos e revelam constituição arenosa. Os solos são facilmente degradáveis e detém horizonte sub-superficial impermeável, o que origina problemas de encharcamento.

Os Morros são elevações sustentadas por rochas do embasamento que sobressaem da planície. Em alguns aspectos, como declividade e tipo de solos, são semelhantes às Serras, porém têm extensão menor e estão circundados por terrenos de planície e/ou corpos d'água. Ocorrem internamente às bacias que escoam para a baía de Antonina, sendo correspondentes a 3,1% das mesmas.

Os maiores morros encontrados no litoral têm altitude entre 100 a 400 m e área aproximada de 3 km² até 14 km². As suas encostas são em geral íngremes com

declividades superiores a 45%. A relação do diâmetro médio da base/altura é geralmente superior a seis. Os solos variam no seu desenvolvimento e profundidade de acordo com a declividade e o material de origem, sendo mais rasos e menos desenvolvidos à medida que o declive aumenta.

As Colinas são elevações de perfil convexo e relevo mais suave que os morros. A declividade das encostas é geralmente inferior a 20% e a relação diâmetro médio da base/altura inferior a seis. O substrato geológico é formado por sedimentos ou pelas rochas mais friáveis do embasamento. A extensão não é expressiva, estando na ordem de 1 a 3 km². Na área de drenagem da baía de Antonina são referentes a 2,4% da área total. Os solos são relativamente profundos e bem desenvolvidos.

Os Mangues são áreas sujeitas aos fluxos e refluxos das marés, localizados nas áreas de baías. Sua vegetação é altamente especializada, sendo que na região está constituída por três espécies: *Rhisophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Este compartimento totaliza 3,2% da área em análise.

O último compartimento da sub-região Planícies Litorâneas refere-se às Áreas Coluviais, o qual soma apenas 1,3% da área total e apresenta as mesmas características das Áreas Coluviais Montanhosas. No entanto, ocorrem nas planícies, geralmente entre morros e colinas.

Por fim, em relação à sub-região dos Planaltos deve-se mencionar que os mesmos são remanescentes de antigas superfícies de erosão, atualmente localizados entre 600 e 900m de altitude e que têm sofrido diversos graus de dissecação pela drenagem superficial.

O compartimento Planalto Ondulado corresponde a uma área do Primeiro Planalto Paranaense localizada ao sul da Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi (AEIT do Marumbi), no município de Morretes. Ocupa 2,5% da área de drenagem da baía de Antonina. O relevo é ondulado com declividades predominantes em torno de 10% e 20%. Os solos geralmente são profundos e bem desenvolvidos.

Quanto ao compartimento Planalto Dissecado é pertinente salientar que o mesmo ocorre ao norte da AEIT do Marumbi no Primeiro Planalto Paranaense. Em relação à área total de drenagem da baía de Antonina, verifica-se que este compartimento soma 3,4%. O relevo é mais acidentado se comparado ao Planalto Ondulado, denotando declividades geralmente superiores a 20% e solos rasos e pouco desenvolvidos. As suas características ambientais são similares às das serras.

3.3.2 Hipsometria

A delimitação e análise da hipsometria de uma bacia hidrográfica possibilitam a observação do gradiente altimétrico do relevo da área, fator importante na análise da intensidade com que os processos erosivos se desenvolvem, uma vez que quanto maior a amplitude altimétrica de uma bacia hidrográfica, a velocidade do desgaste do relevo também é maior.

A amplitude altimétrica da área de drenagem da baía de Antonina está representa no histograma relativo à Figura 24. Neste histograma podem ser observados os principais compartimentos geomorfológicos da região analisada. A primeira classe, referente ao intervalo de 1 a 20 m, ilustra a ampla planície litorânea. A classe seguinte (entre 20 e 60 m) denota a presença de inúmeros morros e colinas de pequena dimensão situados em Morretes, sobretudo na margem norte do baixo Nhundiaquara. Na seqüência do histograma percebe-se suave e contínua redução fa frequencia conforme se avança em direção às maiores altitudes do relevo, aspecto que ilustra a presença da Serra do Mar. Deve-se ressaltar que as exceções à mencionada redução são os intervalos entre 600 e 700 m e entre 800 e 900 m, que evidenciam respectivamente o Planalto Dissecado e o Planalto Ondulado. Representada na Figura 25 tem-se a Carta Hipsométrica da Área de Drenagem da Baía de Antonina.

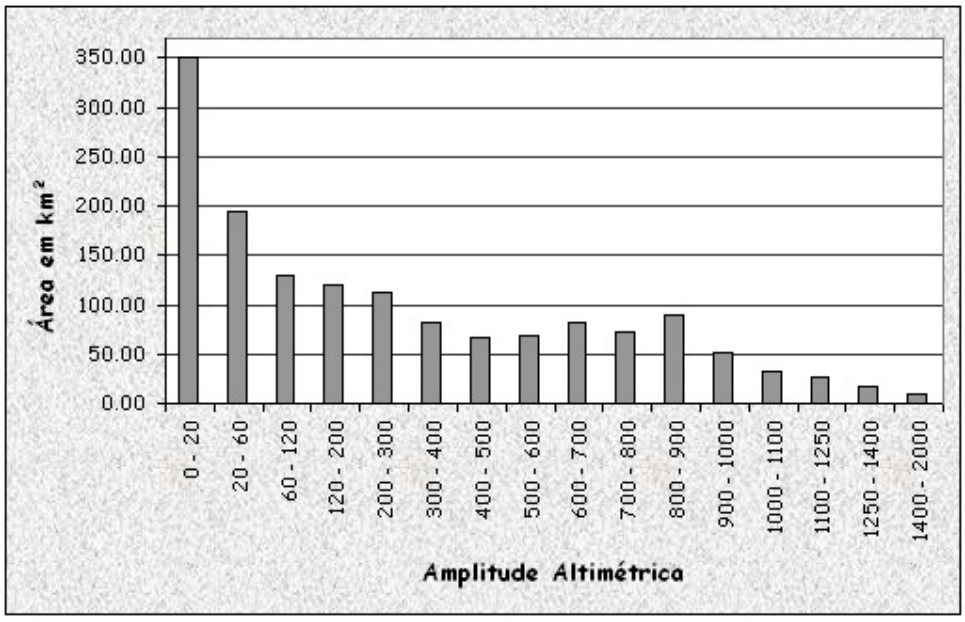


Figura 24 Histograma da hipsometria da área de drenagem da baía de Antonina

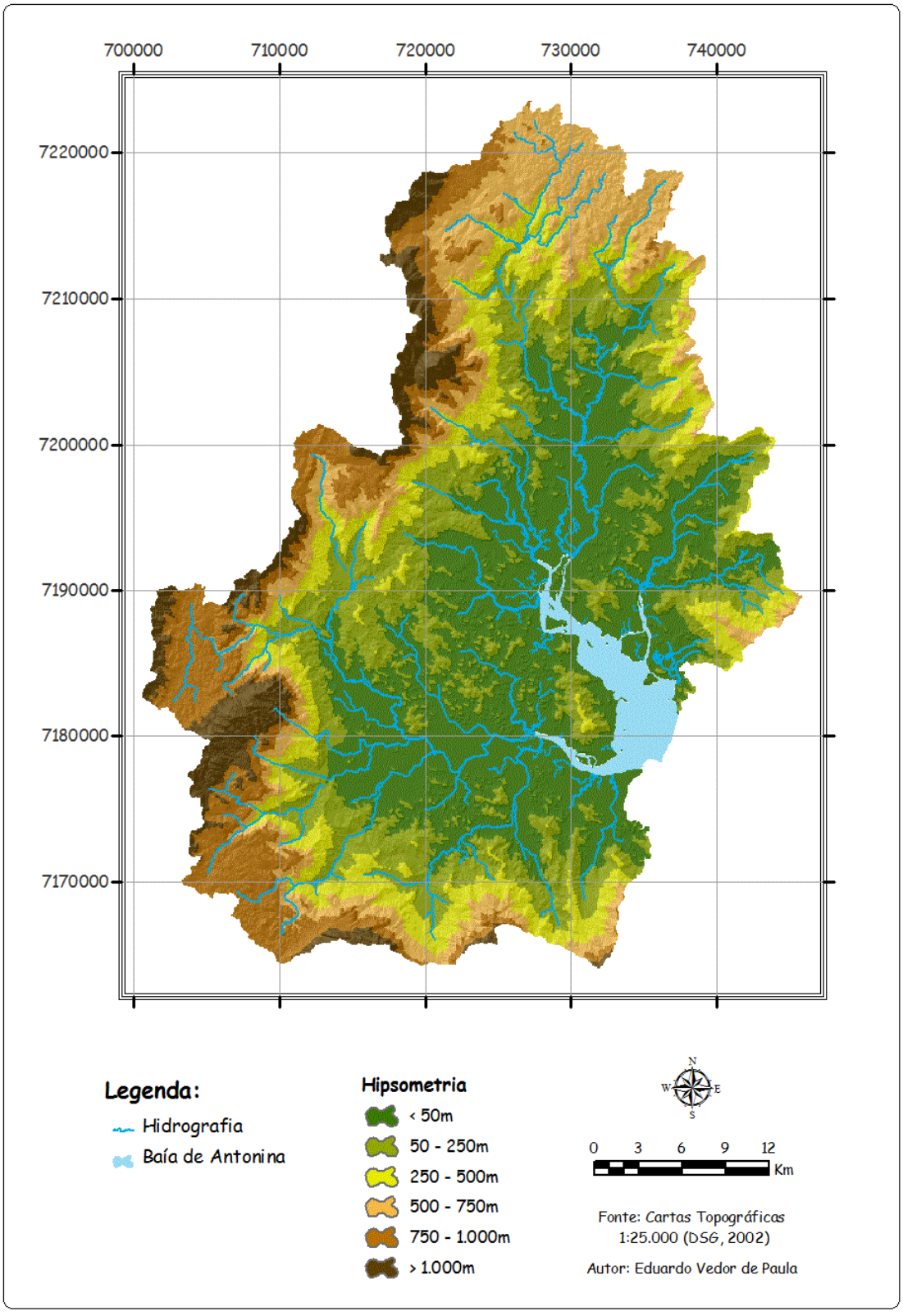


Figura 25 Ilustração da Carta Hipsométrica da Área de Drenagem da Baía de Antonina

3.3.3 Declividade

A análise da declividade permite evidenciar a distribuição das inclinações das superfícies do relevo, sendo esta característica muito importante quando da análise do uso e ocupação do solo de uma área, bem como do fluxo torrencial de superfície e os conseqüentes processos erosivos e deslizamento de materiais para o sistema de drenagem da bacia hidrográfica (MENDONÇA, 1999).

Em áreas de relevo montanhoso, como as porções de serras, as vertentes com elevada declividade propiciam a erosão, cuja velocidade de remoção do solo será maior ou igual à velocidade de formação do mesmo. Onde a taxa de erosão for maior, nenhum solo permanece, ficando a rocha exposta; se a taxa de formação do solo for apenas ligeiramente maior que a da erosão, a possibilidade de formação de solos profundos será eliminada. Quando, ao contrário, a taxa de erosão for muito pequena, devido ao relevo ser praticamente plano, solos bastante profundos podem formar-se.

Desta forma, quanto maior a inclinação das vertentes de determinada área, mais facilmente os processos erosivos tendem a se desenvolver. A ausência de cobertura vegetal também contribuirá, neste caso, para a aceleração destes processos, além de contribuir para as perdas agrícolas e a ocorrência de deslizamentos de terreno.

Ao se observar a Carta de Declividade da Área de Drenagem da Baía de Antonina (representada no Anexo 45 e ilustrada na Figura 26), bem como os dados disponíveis na Tabela 26, nota-se o predomínio de áreas planas (declividade inferior a 2,9° de inclinação), com 27% da área total, as quais se referem predominantemente ao compartimento geomorfológico de planície, e secundariamente aos vales fluviais encontrados na serra e nos planaltos. De acordo com EMBRAPA (2006, p.80), nestas áreas planas são comumente encontrados Gleissolos, Cambissolos Flúvicos e Neossolos Flúvicos, os quais apresentam hidromorfia, caracterizando-se pela forte gleização, que implica na manifestação de cores acinzentadas devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a manifestação de cores neutras dos minerais de argila, ou ainda a precipitação de compostos ferrosos.

As áreas com declividade entre 2,9° e 6,8° de inclinação correspondem somente a 7,5% da área total e estão situadas na transição entre a serra e a planície, o que denota a transição abrupta entre os mencionados compartimentos geomorfológicos. As declividades entre 6,8° e 16,7° são relativas a 26,9% da região em questão. Nestas áreas, podem ser encontrados Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos, em geral associados à Cambissolos Háplicos.

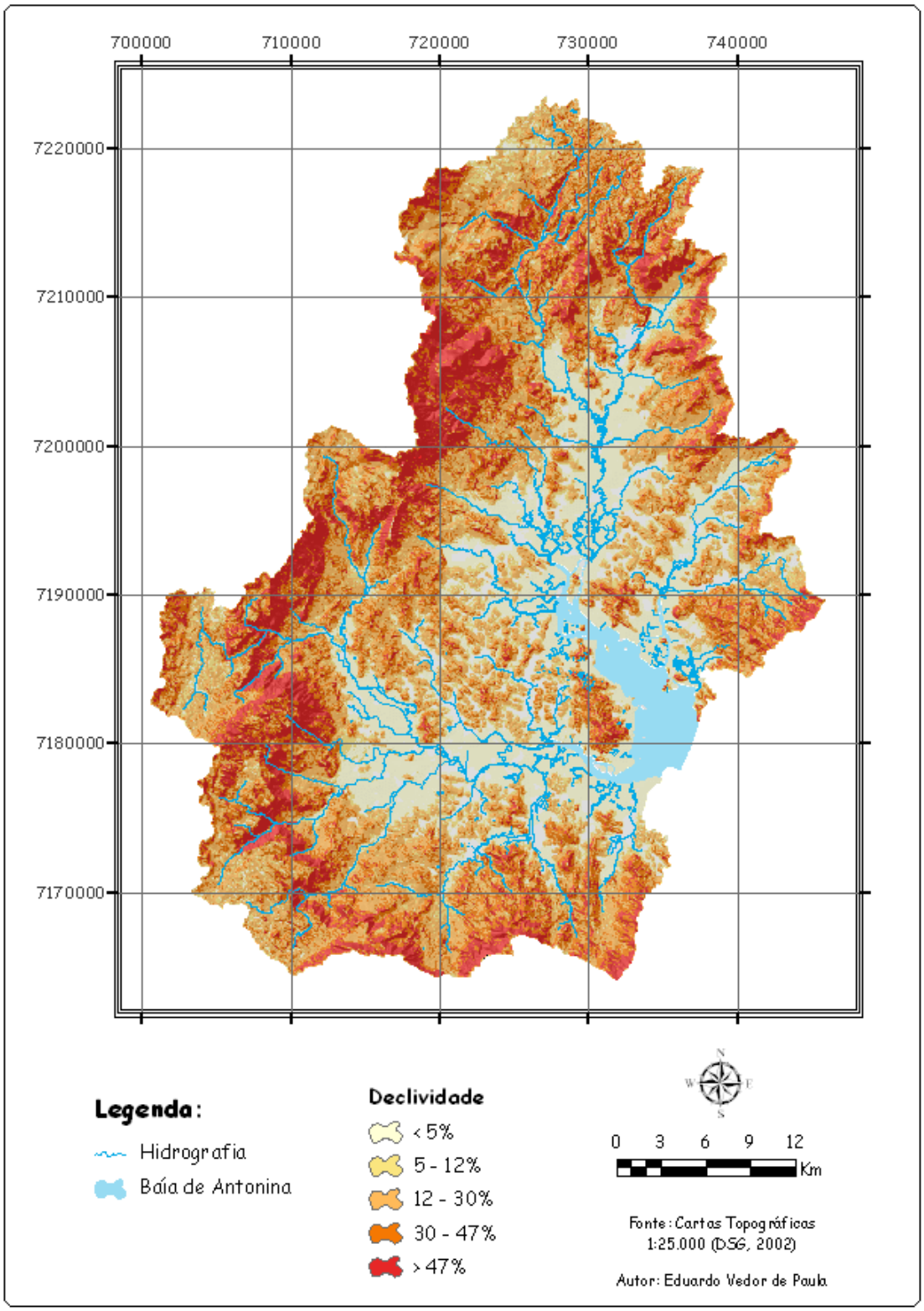


Figura 26 Ilustração da Carta de Declividade da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 45)

Tabela 26 Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Antonina

Declividade (%)	**Declividade** (Graus)	**Área** (Km^2)	**%** (da Área Total)
< 5	< 2,9	407,65	27,03
5 – 12	2,9 – 6,8	112,65	7,47
12 – 30	6,8 – 16,7	406,27	26,94
30 – 47	16,7 – 25,2	300,98	19,96
> 47	> 25,2	280,69	18,61

Finalmente, as declividades entre 16,7° e 25,2°, e superiores a este último valor, são características de regiões serranas. Nas mesmas, a perda de sedimentos, pela combinação da gravidade com o escoamento superficial das águas das chuvas, é muito intensa. Desta maneira são predominantes solos rasos tais como Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos, ou até mesmo nota-se a presença de rocha exposta, quando a velocidade de remoção de material supera a velocidade da ação dos processos intempéricos.

3.3.4 Forma das Vertentes

De acordo com CASSETI (2007), a vertente se caracteriza como a mais básica de todas as formas de relevo. Sua importância se justifica sob dois aspectos: primeiro, por permitir o entendimento do processo evolutivo do relevo, possibilitando a reconstituição do modelado (análise espaço-temporal); segundo, por sintetizar as diferentes formas do relevo, sendo estas direta ou indiretamente alteradas pelo homem e suas atividades.

As vertentes abrangem, portanto, a maioria das paisagens, sendo elas que fornecem água e sedimentos para os cursos hídricos que drenam as bacias hidrográficas. A água da chuva pode fluir pela vertente, possibilitando a ocorrência de movimento de massa e processos erosivos, como também pode infiltrar, contribuindo para o movimento de partículas de rocha, solo e material dissolvido (BIGARELLA, 2003).

A classificação das vertentes pode ser realizada de acordo com as formas que assumem. Tradicionalmente, a classificação das mesmas resulta em perfis côncavos, convexos e retilíneos, ou em porções de planície (MULLER FILHO e SARTORI, 1999), conforme ilustrado na Figura 27. A Carta de Formas das Vertentes, correspondente ao Anexo 46 e ilustrada na Figura 28, representa as curvaturas vertical e horizontal da superfície do terreno, as quais regem o comportamento do escoamento superficial da água e seu potencial erosivo, em função das características de concavidade e convexidade do relevo.

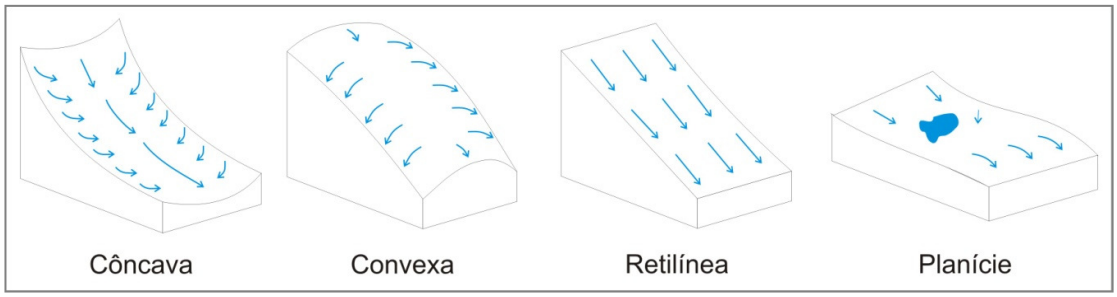


Figura 27 Formas de vertente

Os segmentos convexos, como topos de morro e divisores de drenagem, são expostos e drenam para outras áreas. Os movimentos da água ocorrem de forma difusa, de modo que não há concentração dos fluxos de água e os riscos à ocorrência de processos erosivos tornam-se menores. Este padrão de forma de vertente é o mais freqüente no recorte espacial analisado, por referir-se a 31,1% do mesmo.

De maneira oposta, os segmentos côncavos, como fundos de vale, geralmente são mais abrigados e recebem o escoamento de outras áreas. Nesses segmentos os fluxos de água tendem a fluir para o mesmo caminho, ocasionando uma maior retirada e transporte de sedimentos. Estas vertentes possuem maior tendência a sofrerem processos erosivos, uma vez que a velocidade da água é aumenta quando há o incremento de mais fluxos de água num mesmo local. Quando associadas às declividades acentuadas, a suscetibilidade a processos erosivos aumenta de forma substancial. Ao se observar a Tabela 27, percebe-se que 23,7% da área de drenagem da baía de Antonina evidenciam esse tipo de curvatura.

Tabela 27 Classes de formas de vertentes e respectivas áreas encontradas na área de drenagem da baía de Antonina

Forma de Vertente	**Área (Km^2)**	**%**
Trecho de Planície	395,5	26,3
Vertente Convexa	466,6	31,1
Vertente Retilínea	283,1	18,9
Vertente Côncava	356,4	23,7

Nos segmentos retilíneos o padrão reto da sua forma faz com que a água flua de forma laminar não concentrada. Essas formas somam somente 18,9% da área em análise. Finalmente, os trechos de planície constituem áreas de declividade praticamente nula, onde a água tende a se concentrar, porém possui mobilidade muito lenta. Os trechos de planície correspondem a 26,3% da área total.

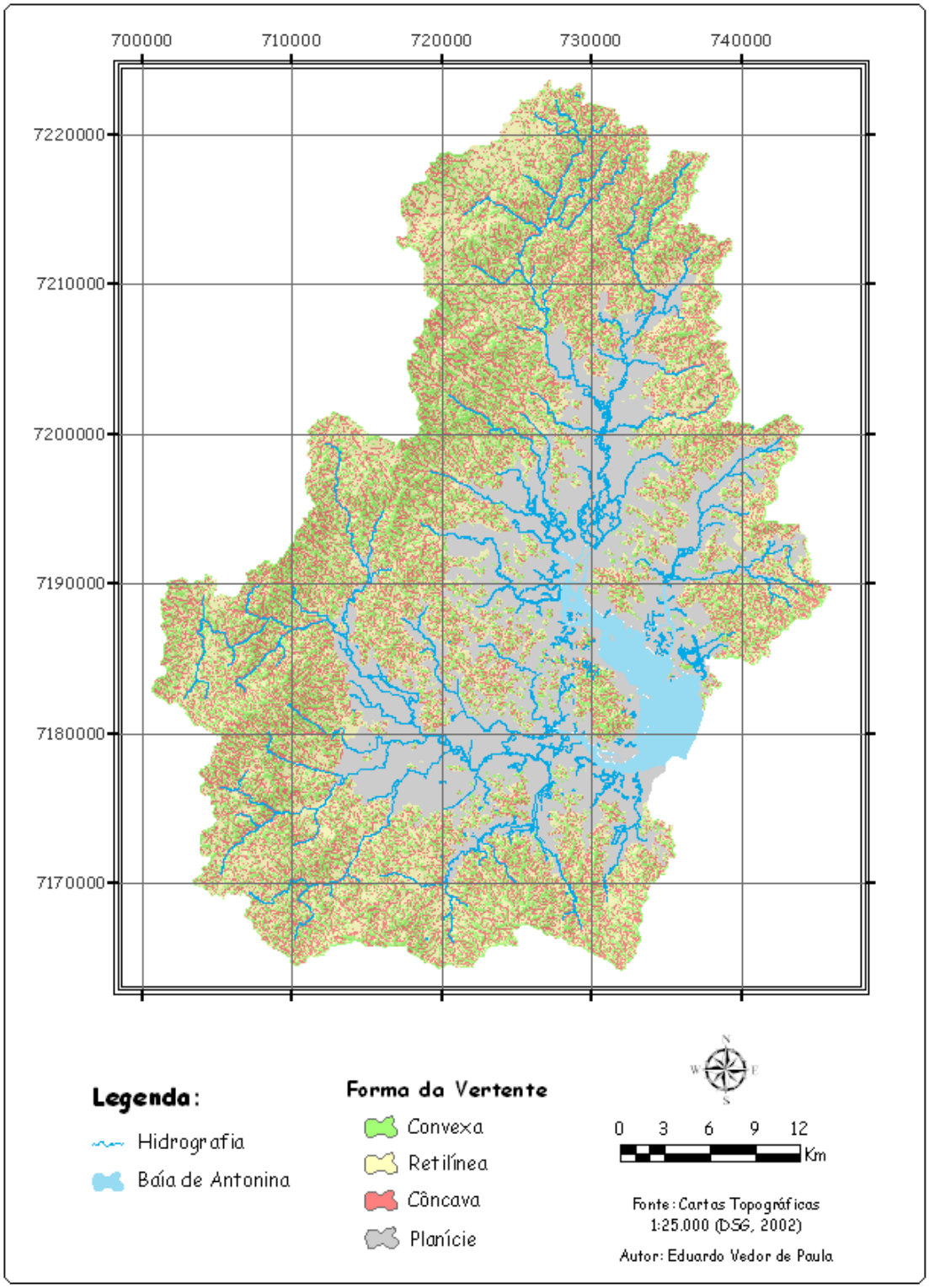


Figura 28 Ilustração da Carta de Forma das Vertentes da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 46)

3.4 Caracterização Pedológica

Estudos voltados à erosão dos solos consideram como sendo fatores controladores dos processos erosivos e de movimento de massa a erosividade da chuva, as propriedades dos solos (textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e pH do solo), cobertura vegetal e características das vertentes (ELLISON, 1963; MORGAN, 1986; BOARDMAN, 1990 *apud* SILVA, 1995).

Diante da relevância das informações pedológicas para um diagnóstico correto dos processos erosivos e de movimento de massa, os quais disponibilizam sedimentos à rede de drenagem e, conseqüentemente assoreiam a baía de Antonina, a confecção de um mapa pedológico em maior nível de detalhamento (escala 1:50.000), tornou-se objetivo específico do presente trabalho.

3.4.1 Descrição dos solos mapeados e identificados em campo

Na Tabela 28 tem-se a soma das áreas de cada subordem de solos existentes na área em que se efetuou a estimativa (1.046,4 km^2), bem como os valores encontrados na planície e na serra mapeadas previamente (454,4 km²). Ao se observar, tanto a Carta Pedológica confeccionada (Figura 29 e Anexo 47), quanto os seus dados, ilustrados na Tabela 28, destaca-se a presença da associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos (CX + PVA), a qual é referente a 23,7% da área total. A subordem de Cambissolos Háplicos (CX) também se destaca já que soma 18,4% do total, seguida da associação entre Neossolos Litólicos e Afloramentos Rochosos (RL) com 11,8%.

Na seqüência, em termos de área, tem-se a associação Cambissolos Háplicos com Neossolos Litólicos (CX + RL), seguida dos Gleissolos Háplicos (GX), os quais somam 11,7% e 10,5% respectivamente de toda a área. A associação entre Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (GX + RY) configura 5,3% e associação Cambissolos Háplicos com Latossolos Vermelho-Amarelos (CX + LVA) soma 5,1%. As demais unidades pedológicas revelam valores inferiores a 5% da área de drenagem da baía de Antonina.

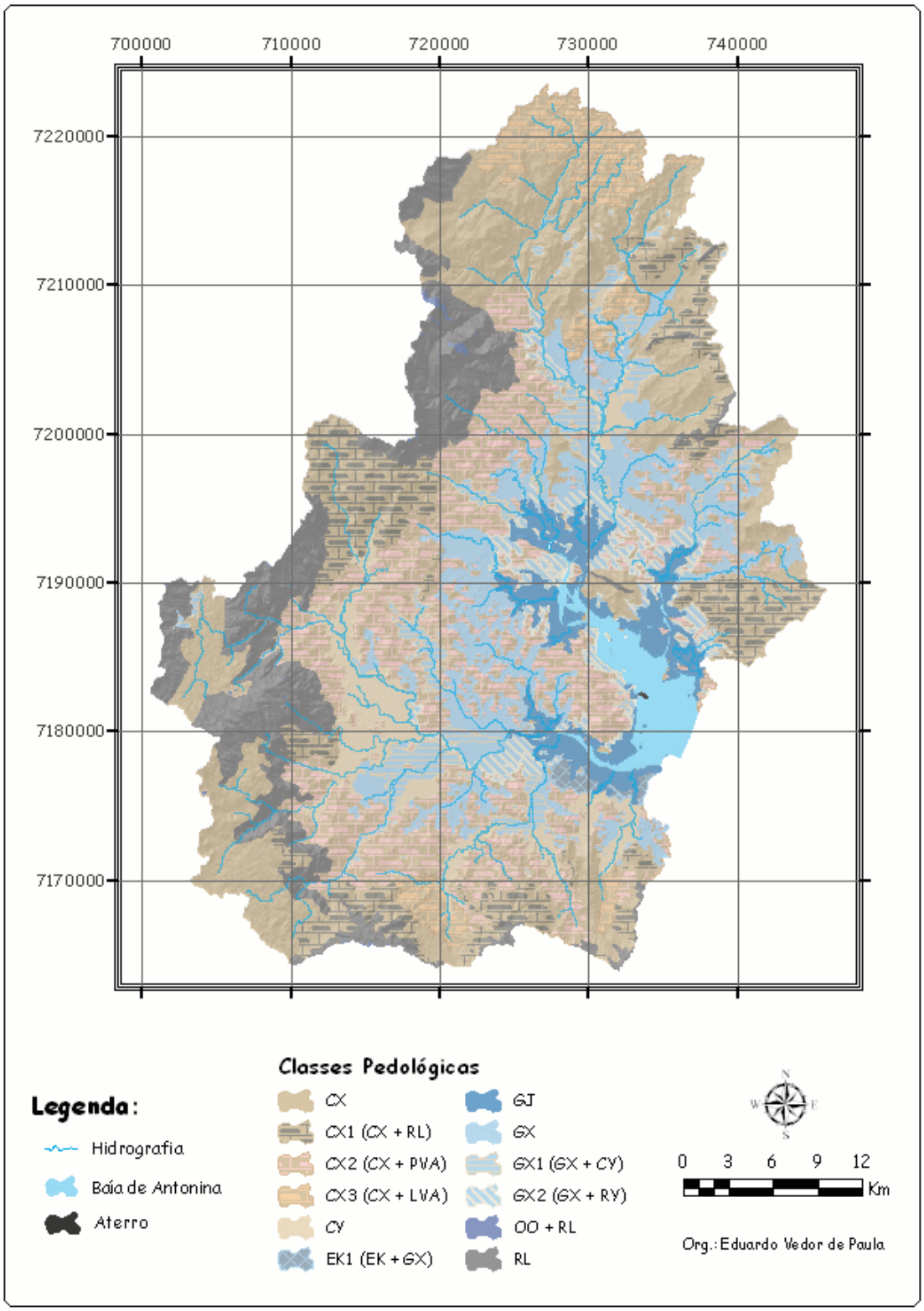


Figura 29 Ilustração da Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 47)

Tabela 28 Subordens de solos mapeados no presente estudo e de solos previamente mapeados na área de drenagem da baía de Antonina

Subordens Pedológicas	Área Solos Mapeados no presente estudo (Km²)	Área Solos Previamente Mapeados (Km²)	Total (Km²)
CX	250,16	26,62	276,78
CX + RL	134,96	40,81	175,77
CX + PVA	294,30	62,98	357,28
CX + LVA	67,21	10,29	77,5
CY	24,62	45,87	70,49
EK + GX	0,05	5,67	5,72
GJ	1,12	53,29	54,41
GX	67,83	90,11	157,94
GX + CY	22,05	41,87	63,92
GX + RY	12,93	66,37	79,3
OO	7,57	0,08	7,65
RL	167,98	10,24	178,22

A seguir, faz-se uma breve descrição dos solos quantificados e listados na Tabela 28, conforme EMBRAPA (2006).

3.4.1.1 Argissolos

Conceitualmente compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa à argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

Na área de abrangência da pesquisa encontra-se apenas a subordem dos **Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA)**, os quais denotam matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Os mesmos ocorrem associados a Cambissolos Háplicos (CX), situados nas porções menos acidentadas da Serra do Mar, bem como nos Morros e Colinas.

Dentre os pontos coletados em campo, 10 recobriram regiões de associação CX + PVA. Porém somente foi encontrado PVA no Ponto 11 (Anexo 11), fato que pode ser explicado devido à significativa predominância dos CX na ocorrência da citada associação.

3.4.1.2 Cambissolos

Os Cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, essa classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal.

Na área de drenagem da baía de Antonina encontram-se duas de suas subordens. A primeira delas refere-se aos **Cambissolos Háplicos (CX)**, os quais se localizam em toda a Serra do Mar, tanto isolados quanto associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), Neossolos Litólicos (RL) ou Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA). Quando encontrados nas Áreas Coluviais, Morros e Colinas estão associados aos PVA. A segunda subordem corresponde aos **Cambissolos Flúvicos (CY)**, que apresentam caráter flúvico dentro de 120 cm a partir da superfície do solo, estando situados nos fundos de vale, podendo estar associados aos Gleissolos Háplicos (GX).

Nos trabalhos de campo foram amostrados 17 perfis de CX, evidenciando a predominância do mesmo nos compartimentos de Serra, Morro e Colina. Do total de CX coletados 9 são referentes a localidades mapeadas como associação CX + PVA (Anexos 9, 10, 21, 27, 28, 29, 30, 31 e 39). Outros 6 perfis de CX são referentes à porções do mapeamento nas quais os mesmos encontram-se isolados (Anexos 4, 6, 33, 36, 42 e 43). O ponto de coleta ilustrado no Anexo 2 refere-se à associação CX + LVA do mapeamento, no qual foi identificado CX. Por fim, o último ponto de CX está descrito no Anexo 12, sendo o mesmo coletado em porção mapeada como associação entre CX + RL.

Devido ao fato de CX terem origem relacionada a produtos do retrabalhamento de materiais derivados de migmatitos, gnaisses e dioritos, dentre outros ou de produtos do intemperismo *in situ* dos materiais de origem mencionados, e considerando-se os aspectos associados ao relevo local, verificou-se uma significativa amplitude das características morfológicas destes solos na área estudada.

3.4.1.3 Espodossolos

São solos com húmus ácido e intensa translocação de compostos de ferro, de alumínio e de matéria orgânica que se acumulam no horizonte B. Esta ordem compreende solos constituídos por material mineral com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Apresentam usualmente seqüência de horizontes A, E, Bh, Bhs ou Bs e C, com nítida diferenciação de horizontes.

A subordem desta classe encontrada na área estudada refere-se aos **Espodossolos Humilúvicos (EK)**, os quais têm a presença de horizonte espódico identificado com os seguintes sufixos Bh e/ou Bhm, principalmente, isoladamente ou sobrepostos a outros tipos de horizontes (espódicos ou não espódicos). São encontrados apenas próximos à foz do Rio Nhundiaquara na baía de Antonina, estando sempre associados aos Gleissolos Háplicos (GX). No levantamento de campo coletaram-se amostras somente de 1 ponto de EK, sendo o mesmo referente ao Ponto 16 e descrito no Anexo 16.

3.4.1.4 Gleissolos

Estes solos ocorrem normalmente em regiões com clima permanentemente úmido tanto em planícies ribeirinhas como na parte inferior das encostas adjacentes. São solos desenvolvidos em materiais inconsolidados e muito influenciados por ocorrências de encharcamento prolongado.

Os solos desta classe são permanentes ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água de saturação ou permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral do solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.

Na área de abrangência deste trabalho duas de suas subordens são encontradas: a dos **Gleissolos Tiomórficos (GJ)**, que são solos com horizontes sulfúricos e/ou materiais sulfídricos, dentro de 100 cm da superfície do solo, e estão situados nas porções recobertas por manguezais. A outra subordem refere-se aos **Gleissolos Háplicos (GX)**, os quais se posicionam nos fundos de vale, sendo predominantemente encontrados de forma isolada. Contudo, podem estar associados a Cambissolos Flúvicos (CY), Neossolos Flúvicos (RY) ou Espodossolos Humilúvicos (EK).

Embora nenhuma amostra de GJ tenha sido coletada, visitou-se em campo o Ponto 18 que se refere a essa subordem. Entretanto para GX efetuaram-se 10 coletas, das quais metade estava situada em porções em que esta subordem encontrava-se sem qualquer associação (Anexos 18, 19, 20, 22 e 23). Dois pontos de GX foram coletados em compartimentos de associação GX + CY (Anexos 37 e 39). Outros 2 em compartimentos de associação GX + RY (Anexos 14 e 34). O último ponto de GX, descrito no Anexo 15, foi coletado em porção mapeada como associação EK + GX.

3.4.1.5 Latossolos

Os Latossolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa, inferior a 17 cmol/kg de argila sem correção para carbono. Normalmente são muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a um metro.

Na área de abrangência da pesquisa encontra-se apenas a subordem **Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA)**, cujo matiz demonstra-se igual a 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Estão sempre associados aos Cambissolos Háplicos (CX) e espacialmente estão situados no compartimento geomorfológico de Planalto Dissecado, ou então na Serra do Mar (apenas nas bacias dos rios Pequeno e Sagrado). Nos trabalhos de campo efetuaram-se coletas de dois perfis de LVA, cujas descrições estão organizadas nos Anexos 3 e 32.

3.4.1.6 Neossolos

Os Neossolos compreendem solos com pequena expressão dos processos pedogenéticos em conseqüência da baixa intensidade de atuação dos mesmos, que não conduziram, ainda, as modificações expressivas do material originário, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Na região em análise são encontradas duas subordens, sendo que a primeira corresponde aos **Neossolos Litólicos (RL)**. São solos com horizonte A ou O hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B, em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Estes solos situam-se nas porções de relevo montanhoso (Serra do Mar) e, em geral, estão associados a Afloramentos Rochosos ou Cambissolos Háplicos (CX).

A outra subordem de Neossolo refere-se aos **Neossolos Flúvicos (RY)**, os quais são derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Apresentam horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada, com mosqueados abundantes. Se ocorrerem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidades superiores a 150 cm. Na área da pesquisa estão sempre associados aos Gleissolos Háplicos (GX).

Inicialmente foram previstos validação em campo dos Pontos 13 e 15, situados em unidades de RL. Ambos foram visitados, todavia efetuou-se coleta e análise de laboratório somente para o primeiro, cujos dados estão organizados no Anexo 13.

3.4.1.7 Organossolos

São solos pouco evoluídos, com predominância de material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso.

A subordem existente na área de drenagem da baía de Antonina refere-se aos **Organossolos Fólicos (OO)**, os quais estão saturados por água, no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, e que apresentam horizonte O hístico originado de acumulação de folhas, galhos finos, raízes, cascas de árvores, etc. em diferentes graus de decomposição, sobrejacente a contato lítico, ou ocupando os interstícios de material constituído de fragmentos de rocha (cascalho, calhaus e matacões). Em geral, localizam-se em ambientes úmidos de clima altimontano, podendo estar associados a Afloramentos Rochosos. O único ponto amostrado de OO está descrito no Anexo 25.

De acordo com o exposto no presente capítulo pode-se afirmar que, dos 45 pontos selecionados para visitação em campo, em todos foi encontrada a subordem pedológica mapeada. As exceções referem-se aos Pontos 5 e 28, cujas descrições são apresentadas nos Anexos 5 e 26, respectivamente. No primeiro deles foi encontrado GX, quando o mapeamento faz referência a CX. Contudo, isso pode ser explicado pelo local selecionado para a coleta, que se trata de um fundo vale. Sendo assim, entende-se que a porção mapeada como CX esteja correta, e, no entanto, as pequenas porções de GX encontradas especificamente nos vales fluviais não estão contempladas pela escala do mapeamento (1:50.000).

A situação do Ponto 28 é similar à descrita acima, já que o mapeamento aponta para a local de coleta a associação GX + RY, tendo sido identificado em campo CX. Portanto, acredita que isso se deva a pouca representatividade do ponto de coleta, o qual está posicionado sobre um terraço. Desta forma, a porção de CX deveria ser contemplada somente num mapeamento de maior nível de detalhamento.

4 ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA

A abordagem geopedológica é importante por relacionar a interação entre o substrato, o relevo, os solos e tem sido preferencialmente aplicada para o estudo das ocorrências erosivas e suas conseqüências (BORGES *et al.*, 2009). As unidades geológicas, geomorfológicas e pedológicas descritas anteriormente serão agora ponderadas conforme sua suscetibilidade à produção de sedimentos.

4.1 Ponderação das unidades geológicas, índices morfométricos e subordens pedológicas

A contribuição da geologia para a confecção da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos é pautada nas informações relativas ao grau de coesão das rochas que compõem cada compartimento geológico. De acordo com CREPANI *et al.* (2001), o grau de coesão das rochas deve ser entendido como a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem. Dessa forma, quanto menor o grau de coesão das rochas maior será a suscetibilidade aos processos intempéricos, e conseqüentemente à formação de mantos constituídos por sedimentos disponíveis ao transporte.

Na Tabela 29 tem-se listadas as unidades geológicas mapeadas na área de drenagem da baía de Antonina com respectivo peso, atribuído dentro de uma escala de suscetibilidade ao grau de coesão das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, conforme discussão desenvolvida por CREPANI *et al.* (*Op. Cit.*).

Às unidades geológicas cuja descrição de sua composição evidenciou a presença de quartzitos, granitos, granulitos e migmatitos, atribuíram-se os menores valores de suscetibilidade aos processos intempéricos. Em seguida, estão as unidades nas quais se identificou predomínio de diorito, gabro, muscovita e biotita. Dentre as unidades que denotam mediana suscetibilidade estão àquelas constituídas por hornblenda, xistos e filito. Com grau muito alto de suscetibilidade encontram-se as unidades formadas por siltitos, argilitos, folhelhos e, principalmente por sedimentos inconsolidados.

Tabela 29 Ponderação das unidades geológicas conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Código	Unidade Geológica	Peso
APIsn	Complexo Serra Negra	1,5
APIcmq	Complexo Cachoeira	1,0
APIcca	Complexo Cachoeira	1,9
APIcq	Complexo Cachoeira	1,7
APIcga	Complexo Cachoeira	2,0
APIcgm	Complexo Cachoeira	1,7
APIcxm	Complexo Cachoeira	1,8
APIrmx	Complexo Metamórfico Indiferenciado	1,7
APIg3	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	1,2
APIg7	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	1,2
APIg8	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	1,2
APImge	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
APImgm	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
APImgr	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
APImga	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
APImgi	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
APIsgf	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
PEg1	Suíte álcali -granitos	1,1
PEg2	Suíte álcali -granitos	1,1
PEg4	Suíte álcali -granitos	1,1
PEg6	Suíte álcali -granitos	1,1
PEg7	Suíte álcali -granitos	1,1
Egg	Formação Guaratubinha	1,1
Ega	Formação Guaratubinha	1,1
Egs	Formação Guaratubinha	2,7
Egm	Intrusivas granitóides	1,1
JKdp	Intrusivas Básicas	1,5
Ta	Formação Alexandra	2,8
QAr	Sedimentos recentes	3,0
QHa	Sedimentos recentes	3,0
QHa1	Sedimentos recentes	3,0
QHa2	Sedimentos recentes	3,0
QHmg	Sedimentos recentes	3,0
QHmo	Sedimentos recentes	3,0
Qm	Sedimentos recentes	3,0
QHcs	Sedimentos recentes	3,0
QHc	Sedimentos recentes	3,0
Qt	Sedimentos recentes	3,0

Na análise da geomorfologia quanto à suscetibilidade à produção de sedimentos, foram considerados dois índices morfométricos do terreno: declividade e forma das vertentes.

A declividade revela relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética. Assim, quanto maior a declividade, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética, e maior é, também, a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte de sedimentos. Na Tabela 30 tem-se a ponderação atribuída a cada classe de declividade, conforme o grau de suscetibilidade à produção de sedimentos.

Tabela 30 Ponderação das classes de declividade conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Declividade (%)	**Declividade** (Graus)	**Peso**
< 5	< 2,9	1,0
5 – 12	2,9 – 6,8	1,5
12 – 30	6,8 – 16,7	2,0
30 – 47	16,7 – 25,2	2,5
> 47	> 25,2	3,0

Conforme descrito no capítulo metodológico, o agrupamento das classes de declividade foi efetuado a partir das proposições desenvolvidas por DE BIASE (1995). A ponderação dessas classes quanto à suscetibilidade à produção de sedimentos foi atribuída de acordo com SANTOS, *et al*. (2007).

O estudo das formas das vertentes, no que se refere à instabilidade das suas condições físicas e à dinâmica ocorrida pela sua evolução, elucida como são superados os limites da estabilidade das vertentes, o que permite compreender os processos deflagradores da erosão e dos movimentos de massa.

Na análise das formas das vertentes, verificou-se que de acordo com KIRKBY e CHORLEY (1967) *apud* STABILE e VIEIRA (2009) a curvatura côncava, ao potencializar os fluxos hídricos e promover a convergência dos mesmos, é um dos principais fatores responsáveis pelos processos erosivos. Em relação aos movimentos de massa, VIEIRA (2007) afirma que as porções côncavas, por concentrarem maior volume de água e sedimentos, provocam a elevação da pressão, a qual tem o papel de reduzir a estabilidade das vertentes, durante índices pluviométricos intensos. Nesse sentido, conforme apresentado na Tabela 31, atribui-se maior peso às formas côncavas.

Nos seguimentos retilíneos o padrão reto da sua forma faz com que a água flua de forma laminar não concentrada, o que justifica o valor de suscetibilidade moderada atribuída a essa classe.

Para os segmentos convexos, nos quais os movimentos da água ocorrem de forma difusa, de modo que não há concentração dos fluxos de água e o potencial à ocorrência de processos erosivos torna-se menor, atribuiu-se peso relativo à baixa suscetibilidade. Finalmente, para os trechos de planície onde a água tende a se concentrar, porém na ausência de mobilidade, atribuíram-se os menores valores de suscetibilidade.

Tabela 31 Ponderação das classes de formas de vertentes conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Forma de Vertente	Peso
Trecho de Planície	1,0
Vertente Convexa	1,5
Vertente Retilínea	2,0
Vertente Côncava	3,0

Os dados pedológicos foram ponderados conforme sua predisposição natural à produção de sedimentos. Os Organossolos Fólicos caracterizam-se por estarem posicionados nos campos de altitude, bem como apresentarem horizontes orgânicos sob contato lítico. Dessa maneira, disponibilizam volumes desprezíveis de sedimentos quando erodidos, fato que justifica os valores de suscetibilidade muito baixa atribuídos a essa subordem.

Aos solos hidromórficos existentes na região (GJ, GX, GX + CY e GX + RY) atribuiu-se suscetibilidade baixa e muito baixa à disponibilização de sedimentos, uma vez que os mesmos caracterizam-se por estarem situados em porções de deposição. Devem-se justificar os valores superiores empregados aos CY, bem como aos GX + CY e GX + RY, em função da maior predisposição desses solos aos processos erosivos quando situadas em margens fluviais, se comparados aos GX e GJ. A citada maior predisposição aos processos erosivos deve-se às características morfológicas (estrutura, sobretudo) dos solos em questão.

Os EK denotam horizonte eluvial, que uma vez desprovidos de cobertura vegetal são rapidamente erodidos, em razão da sua textura altamente arenosa. Esses solos também apresentam no horizonte B, uma camada impermeabilizante que favorece sua rápida saturação e, o conseqüente escoamento superficial. Assim, mesmo estando associados aos GX, atribuiu-se peso superior em relação às subordens supramencionadas.

Os RL e CX apresentam pequena profundidade efetiva e reduzido volume de material a ser transportado. Porém, comumente, denotam contato lítico ou associação a Afloramentos Rochosos. Essas características conferem a estes solos baixa capacidade para suportar até a vegetação natural, sendo os mesmos de considerável potencial à ocorrência de movimentos de massa. Em razão disso, foram empregados valores de moderada susceptibilidade à produção de sedimentos às subordens RL, CX e RL + CX.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos denotam avançado estágio de intemperização, o que se traduz em profundidades superiores àquelas encontradas nos demais solos existentes na área de drenagem da baía de Antonina. Em geral são solos que derivam de rochas ácidas, com importante teor de quartzo e menor de argila. Em razão do significativo volume de sedimento a ser disponibilizado, associado à sua maior permeabilidade quando comparados a solos argilosos, atribuiu-se à associação CX + LVA peso correspondente à alta suscetibilidade à produção de sedimentos.

A associação CX + PVA evidencia muito alta suscetibilidade à erosão, pois mesmo considerando-se a predominância dos Cambissolos deve-se mencionar que os Argissolos apresentam importante diferença de textura entre os horizontes A e B, o que modifica a infiltração da água no solo, aumentando a carga hídrica e favorecendo o desenvolvimento do *piping*, gerador de voçorocas. Essa característica de diferença textural entre os horizontes, de modo menos intensa, também é percebida em significativa parcela dos CX que se associam aos PVA, fato que justifica a atribuição do termo argissólico a esses CX.

Na Tabela 32 é apresentada a ponderação atribuída a cada subordem pedológica (ou associação) existente na área de estudo.

Tabela 32 Ponderação dos solos conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Sigla	Subordem Pedológica	Peso
OO	Organossolo Fólico	1,0
GJ	Gleissolo Tiomórfico	1,0
GX	Gleissolo Háplico	1,0
GX + CY	Gleissolo Háplico + Cambissolo Flúvico	1,3
GX + RY	Gleissolo Háplico + Neossolo Flúvico	1,3
CY	Cambissolo Flúvico	1,5
EK + GX	Espodossolo Humilúvico + Gleissolo Háplico	1,5
RL	Neossolo Litólico	2,0
CX	Cambissolo Háplico	2,0
CX + RL	Cambissolo Háplico + Neossolo Litólico	2,0
CX + LVA	Cambissolo Háplico + Latossolo Vermelho-Amarelo	2,5
CX + PVA	Cambissolo Háplico + Argissolo Vermelho-Amarelo	3,0

4.2 Análise da Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos

A Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos da Área de Drenagem da Baía de Antonina está representada na Figura 30. Ao se analisar os dados dessa carta, os quais estão descritos na Tabela 33, percebe-se o predomínio da classe relativa à moderada suscetibilidade, com 63,9% de toda a área considerada.

Tabela 33 Suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina

Suscetibilidade Geopedológica	**Valor**	**Área** (km²)	**%**
Muito Baixa	1,0 – 1,3	30,3	2,0
Baixa	1,4 – 1,7	275,1	18,8
Moderada	1,8 – 2,2	958,3	63,9
Alta	2,3 – 2,6	196,9	13,1
Muito Alta	2,6 – 3,0	39,9	2,7

Acredita-se que o predomínio da classe de moderada suscetibilidade na porção de Serra, que se traduz no maior compartimento geomorfológico da área de drenagem da baía de Antonina (com 57,6%), se deva à combinação de rochas com alto grau de coesão (baixa suscetibilidade), com declividades elevadas (alta suscetibilidade) e solos com taxas medianas de produção de sedimentos. Na região do compartimento geomorfológico do Planalto Dissecado, também se observou a prevalência de valores correspondentes à moderada suscetibilidade.

A classe de baixa suscetibilidade foi a segunda maior em termos de área, somando 275,1 km² (18,8% da área total). Essa classe foi observada principalmente na região deposicional. Tanto nas porções geomorfológicas de Planície Aluvial, quanto de Planalto Ondulado, notou-se maior freqüência da combinação de superfícies de baixa e moderada suscetibilidades.

Com 13,1% da área em estudo tem-se a classe de alta suscetibilidade, com predomínio nas porções de Morros e Colinas, bem como em trechos de média à baixa vertente da Serra, nas três situações citadas deve-se ressaltar a presença da associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, a qual evidencia muito alta suscetibilidade à disponibilização de material sedimentar.

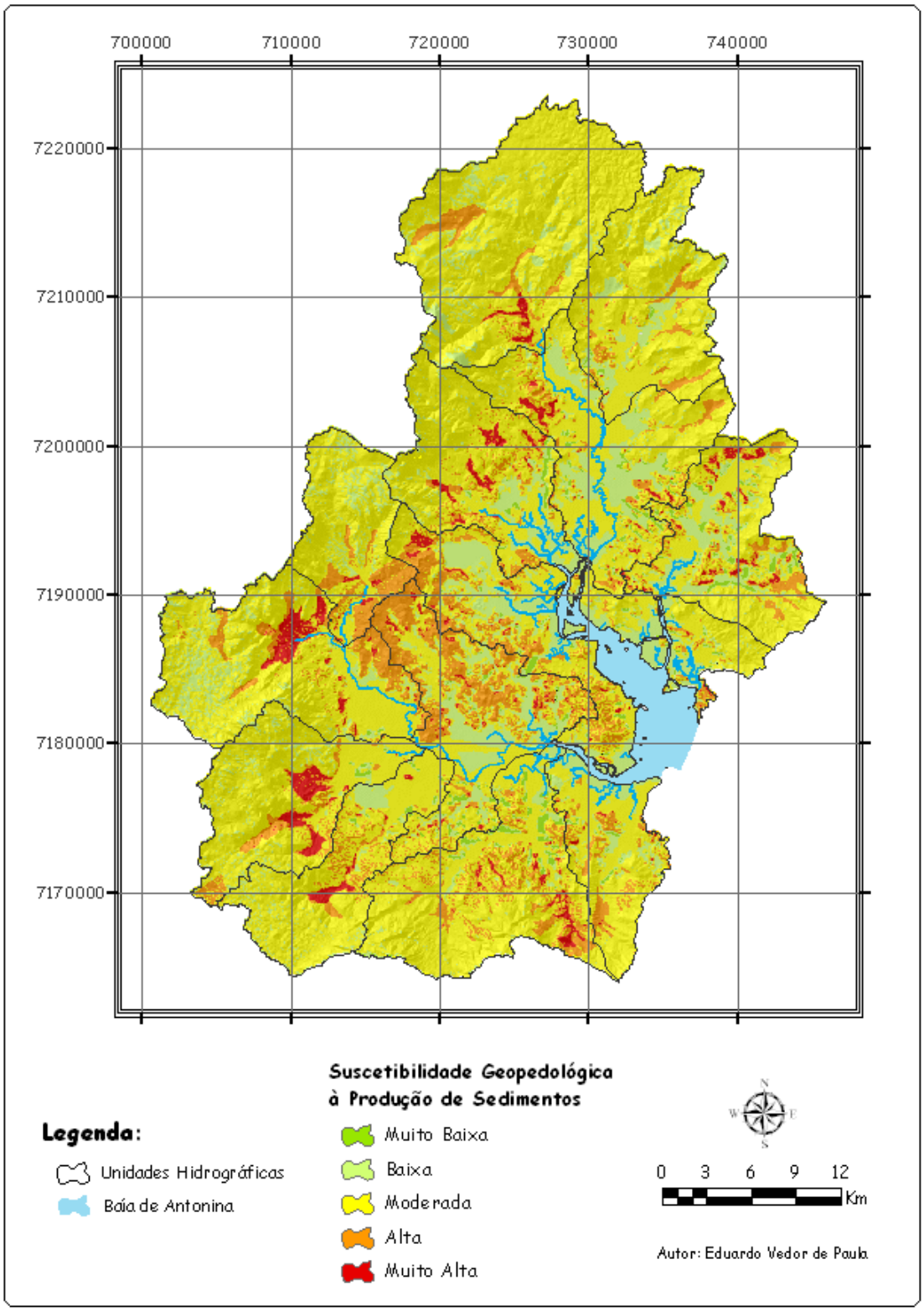


Figura 30 Ilustração da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos da Área de Drenagem da Baía de Antonina (a carta original está representada no Anexo 48)

As porções de suscetibilidade muito alta, com 2,7% da área, são encontradas, sobretudo, em vales fluviais situados na serra, nos quais se nota a presença da unidade geológica constituída por sedimentos recentes, sob a associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, em porções de significativos declives em vertentes côncavas. Com menor representatividade, os segmentos de muito baixa suscetibilidade apresentaram somente 2% da área, estando restritos a pequenos fragmentos situados principalmente nas Planícies Aluviais e Áreas Coluviais.

Quando analisada a suscetibilidade geopedológica a partir das 15 unidades hidrográficas delimitadas no presente estudo, nota-se, conforme dados organizados na Tabela 34 e na Figura 31, que a bacia hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara se destaca por apresentar os maiores trechos de suscetibilidade alta e muito alta. Isto ocorre porque estas duas classes são correspondentes a 33,2% da área desta bacia. Na seqüência está a Área Incremental 2 com 24,5%, seguida das bacias do Sagrado, do Alto Nhundiaquara e Faisqueira, as quais revelam 18% de seus territórios pertencentes às duas classes de maior suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos

Tabela 34 Suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos por unidade hidrográfica

Cód.	**Unidade Hidrográfica**	**Suscetibilidade Geopedológica** (km²)				
		Muito Baixa	**Baixa**	**Moderada**	**Alta**	**Muito Alta**
1	Área Incremental 1	1,3	14,2	40,2	8,7	0,9
2	Área Incremental 2	2,9	25,7	42,8	20,9	2,3
3	Área Incremental 3	1,1	15,1	24,6	2,6	0,3
4	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	0,2	24,7	141,0	12,3	2,0
5	Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	0,8	19,9	83,0	8,4	0,4
6	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	4,8	33,1	81,2	13,1	2,8
7	Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	2,3	16,4	71,0	12,8	3,7
8	Bacia Hidrográfica do Rio São João	0,0	10,2	49,0	11,1	0,9
9	Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	5,4	24,3	55,6	13,7	4,1
10	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	0,8	20,2	93,7	19,2	7,0
11	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	3,6	27,8	45,5	34,9	3,4
12	Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	0,9	12,2	74,1	9,3	6,2
13	Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	0,9	14,9	61,6	8,1	2,1
14	Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	5,4	11,0	93,5	21,5	3,7
15	Ilhas	0,1	5,2	1,2	0,4	0,1
	Total	30,3	274,9	958,2	196,9	39,9

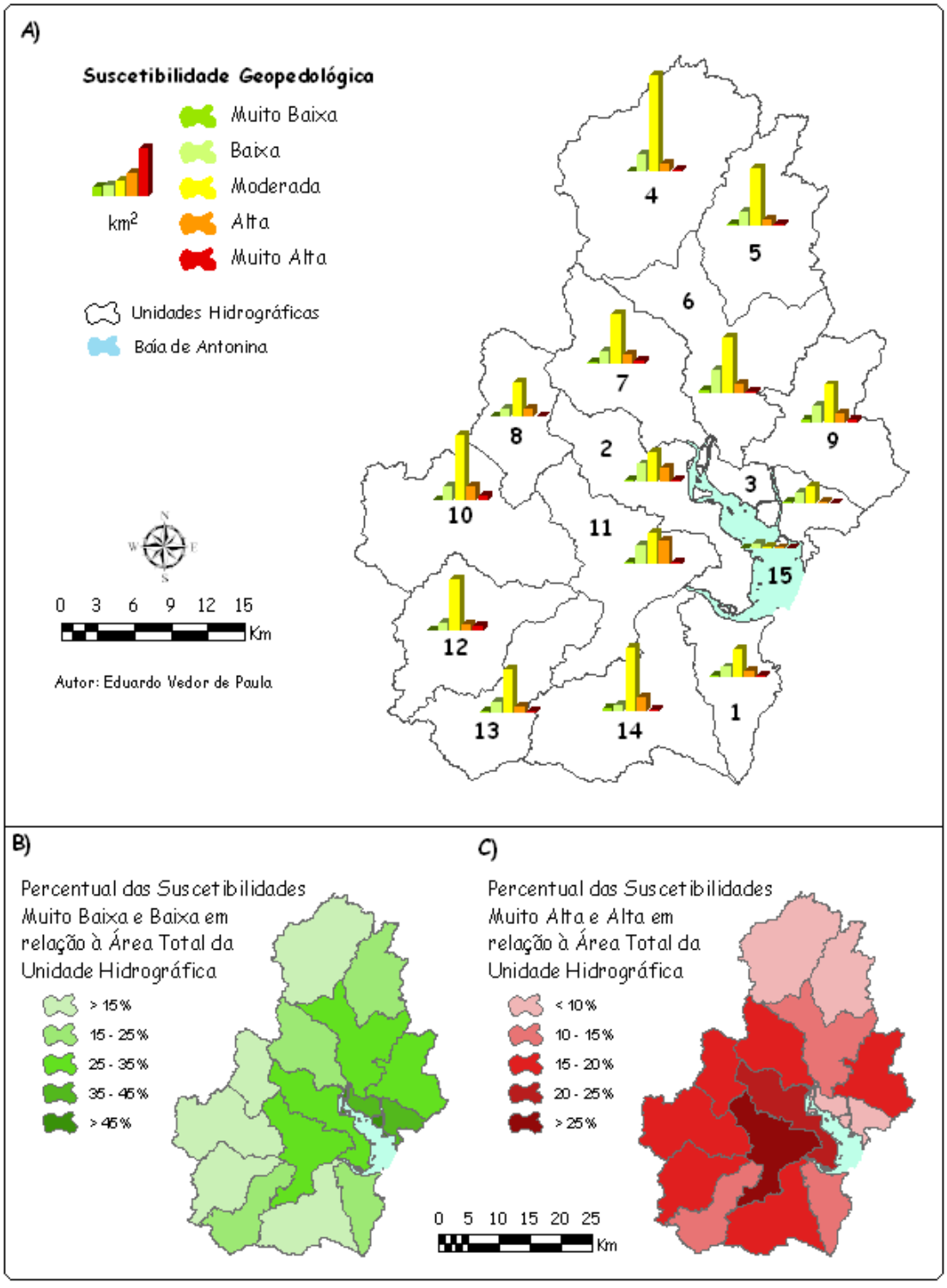


Figura 31 Análise da suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos da área de drenagem da baía de Antonina, por unidade hidrográfica

As Ilhas internas à área de drenagem da baía de Antonina correspondem à unidade hidrográfica com os mais expressivos valores percentuais de baixa e muito baixa suscetibilidade geopedológica, uma vez que 75,6% de suas áreas encontrarem-se nas duas classes de menor suscetibilidade. Na seqüência estão as áreas incrementais 3 e 2, as quais apresentam respectivamente 37% e 30,2% de suas áreas nas classes de menor suscetibilidade. As unidades hidrográficas dos rios Faisqueira, Baixo Cachoeira e Alto Cachoeira também merecem ser referenciadas, pelo fato de apresentar aproximadamente 28% de seu território interno nas classes em discussão.

5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

No corrente capítulo realizou-se a caracterização climática da região da baía de Antonina, sendo enfatizados os aspectos pluviométricos. Seqüencialmente efetuou-se a descrição da Carta de Vegetação Natural, a qual foi confeccionada para a composição do Cenário 1 de estimativa da produção de sedimentos na área de estudo. Depois de caracterizado o Cenário 1, no qual a influência antrópica é desconsiderada, realizou-se a descrição do Cenário 2 quando a carta de cobertura vegetal e uso da terra do ano de 2005 foi utilizada. Esse capítulo é finalizado com a discussão da produção de sedimentos nas bacias hidrográficas e áreas incrementais que escoam para a baía de Antonina, bem como nas ilhas internas à mesma.

5.1 Caracterização Climática com Ênfase na Pluviosidade

O clima é condicionado por fatores estáticos e por fatores dinâmicos. Os fatores estáticos correspondem à latitude, altitude, relevo e proximidade do oceano, enquanto que os fatores dinâmicos decorrem da movimentação dos sistemas atmosféricos, representados pelas massas de ar e frentes a elas associadas. Segundo SORRE (1984) o clima pode ser definido como *"o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar em sua sucessão habitual"*.

No âmbito regional (litoral do estado do Paraná) o clima é definido pela predominância de dois sistemas atmosféricos: MPA (Massa Polar Atlântica, originária do Anticiclone Migratório Polar), e MTA (Massa Tropical Atlântica, originária no Anticiclone Semifixo do Atlântico). A FPA (Frente Polar Atlântica), por sua vez, é fundamental no controle do regime pluvial na região o ano todo (MONTEIRO, 1968).

Para a região em questão o clima é considerado do tipo Cfa, chuvoso tropical sempre úmido, de acordo com a classificação de KOEPPEN (IAPAR, 2000). Na Planície, cuja temperatura média anual é de 21,1ºC (Figura 32), em conseqüência do rápido aquecimento do solo com o sol nascente, ocorrem brisas marítimas de leste e sudoeste, aproximadamente ao meio-dia, soprando continente adentro. Ao anoitecer, o solo esfria de forma mais rápida que o mar ocorrendo inversão do gradiente de pressão, de forma que o vento passa a soprar da terra em direção ao oceano. Apesar desta alternância entre brisas marítimas e continentais, os ventos predominantes são os influenciados pelo alísio sudeste.

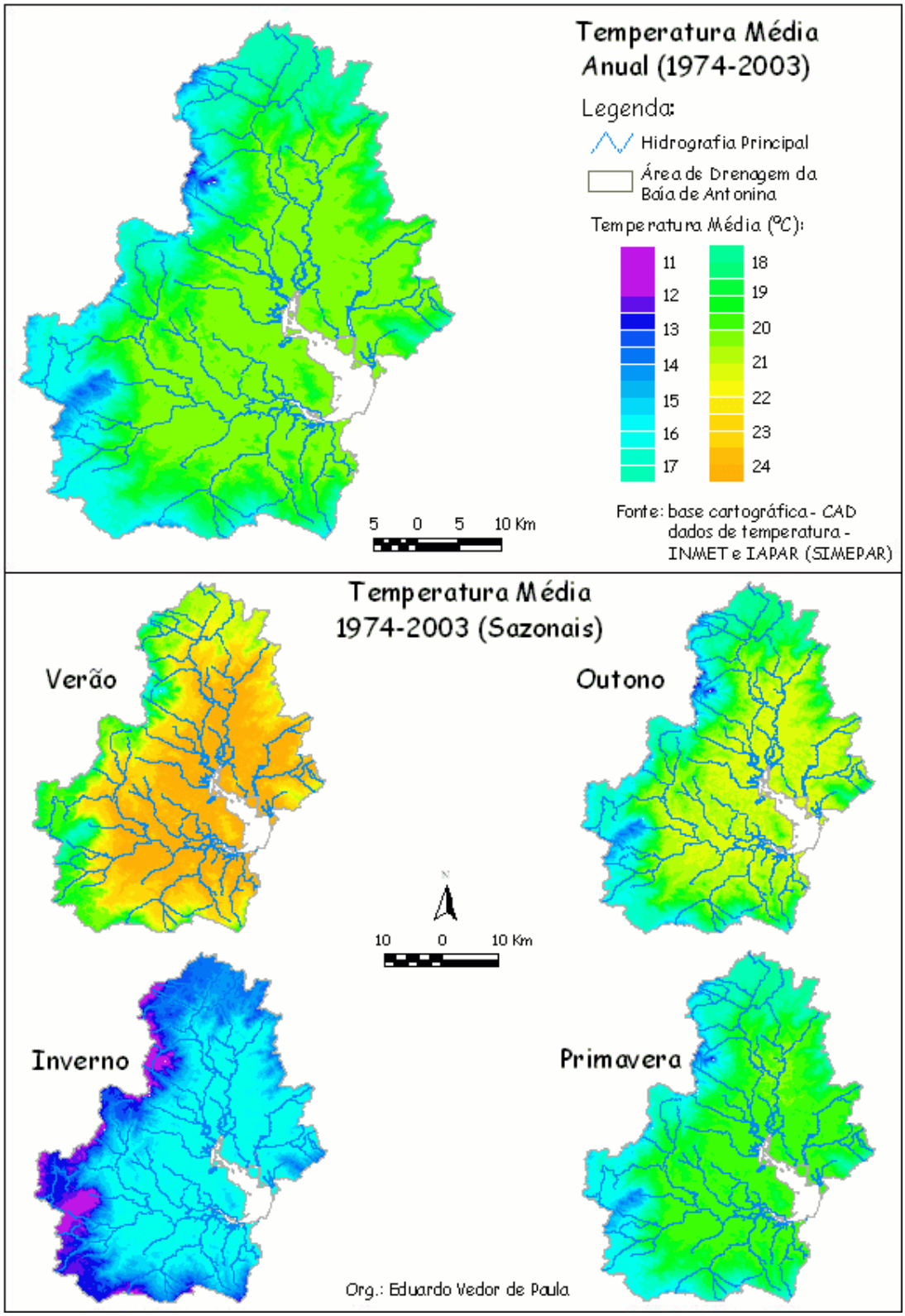


Figura 32 Temperatura média anual e sazonal na área de drenagem da baía de Antonina (1974-2003)

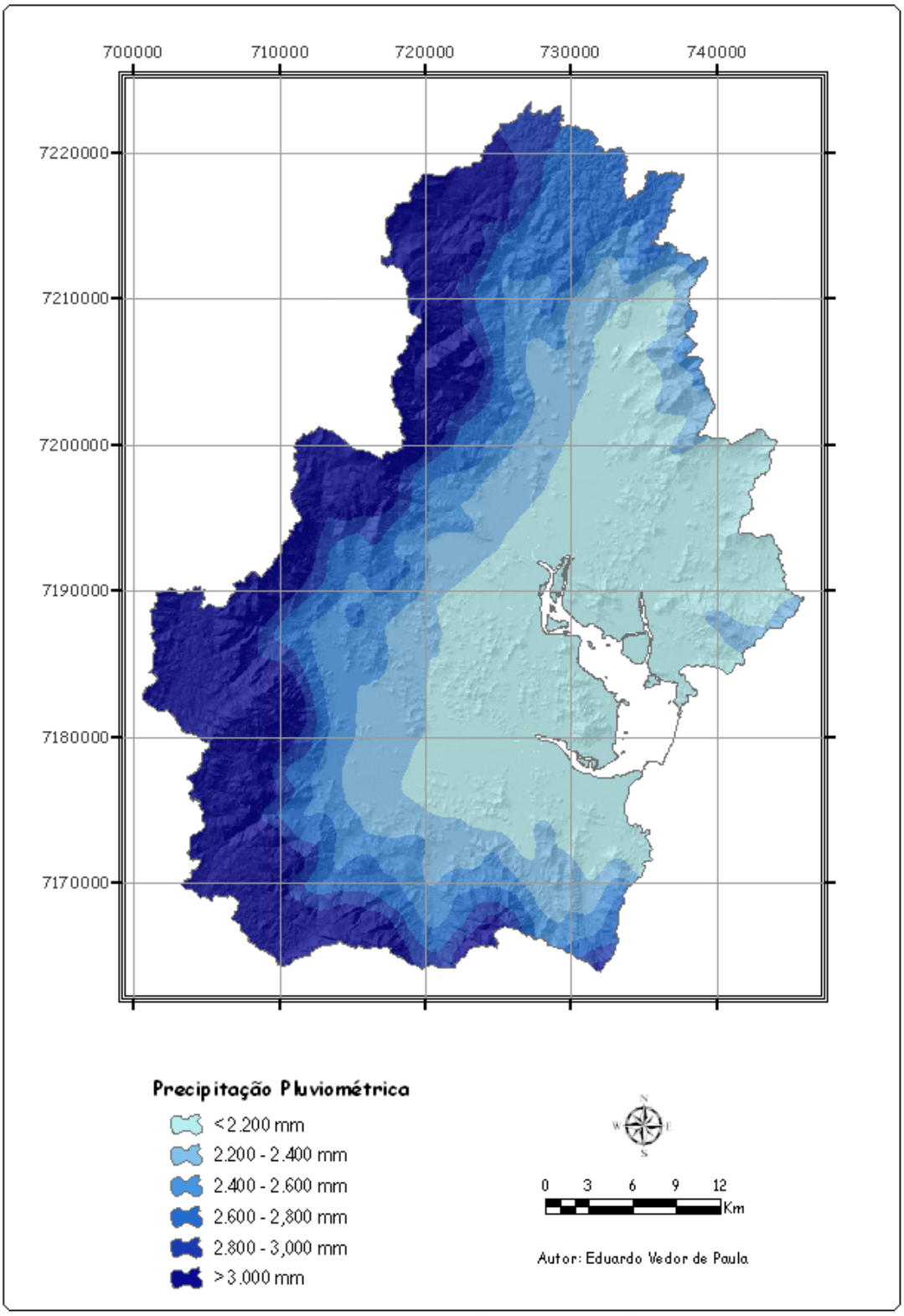
A Serra do Mar tem temperatura média anual registrada de 14ºC, sendo identificadas mínimas de até 7ºC (Figura 32). Devido à expressão do seu relevo com bruscas variações altimétricas, a temperatura média sobre esse ambiente diminui cerca de 0,6ºC a cada 100 m de altura acima. A Serra do Mar constitui barreira natural aos ventos regulares que sopram do oceano proveniente de sudeste. A umidade desses ventos se condensa na vertente da serra, formando uma camada de estratos entre 1.000 e 1.200 m. Devido à concentração dessa umidade, ocorre a chuva orográfica nas encostas a leste da serra. (MAACK,1968; PAULA, 2005).

No que é referente à análise da pluviosidade verifica-se que a porção litorânea do Paraná apresenta os mais elevados totais anuais pluviométricos do estado, superando os 2.000 mm, conforme se verifica na Figura 33. Deve-se enfatizar ainda, que os valores observados na vertente leste da Serra do Mar estão entre os mais expressivos do país, já que superam o total acumulado anual de 3.500 mm, conforme se verifica na estação do Véu da Noiva, situada a 680 m de altitude.

Nas porções constituídas pela planície são identificados valores anuais de precipitação de 2.000 a 2.400 mm. Entre a planície e a serra nota-se uma estreita faixa de transição, cujos valores se ampliam de 2.400 a 2.800 mm. Na serra a pluviosidade é maior que 2.800 mm, comumente superando 3.500 mm nos maciços rochosos, onde o efeito da orografia se destaca. No Planalto Dissecado (porção norte), verifica-se média pluviométrica anual de 2.500 mm (Figura 33).

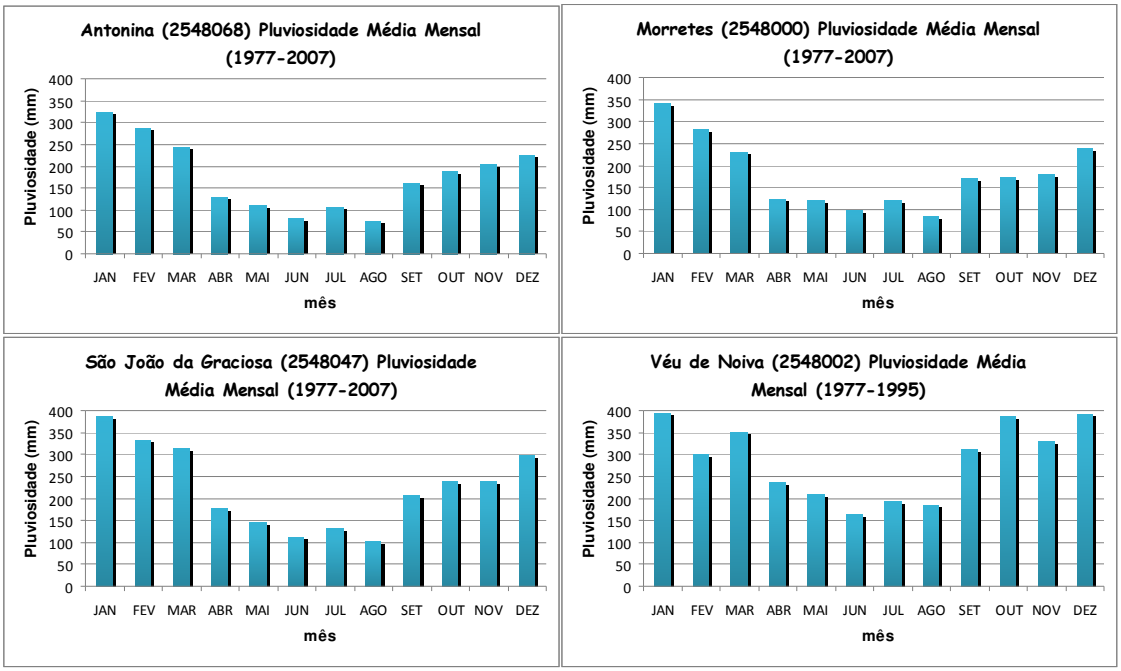
Quanto à sazonalidade das chuvas no litoral deve-se destacar a considerável abundância de precipitações que ocorrem no verão, época do ano em que predomina a atuação da MTa. O aquecimento basal e a acentuação de instabilidade desta massa de ar, fomentada pelo efeito orográfico do sistema atlântico, respondem pela acentuação da pluviosidade. A variação mensal das chuvas no litoral, tomando-se como exemplo as estações de Antonina (2548068), Morretes (2548000), São João da Graciosa (2548047) e Véu da Noiva (2548002), pode ser visualizada na Figura 34.

Os meses de inverno são climatologicamente caracterizados pelas baixas temperaturas e pela redução significativa dos episódios de chuva. Os principais sistemas meteorológicos que provocam precipitação neste período são as frentes frias. Estes sistemas geralmente não provocam acumulados significativos.



Fonte: SUDERHSA (2006) e INMET (2006)

Figura 33 Precipitação pluviométrica média anual na área de drenagem da baía de Antonina (1975-2005)



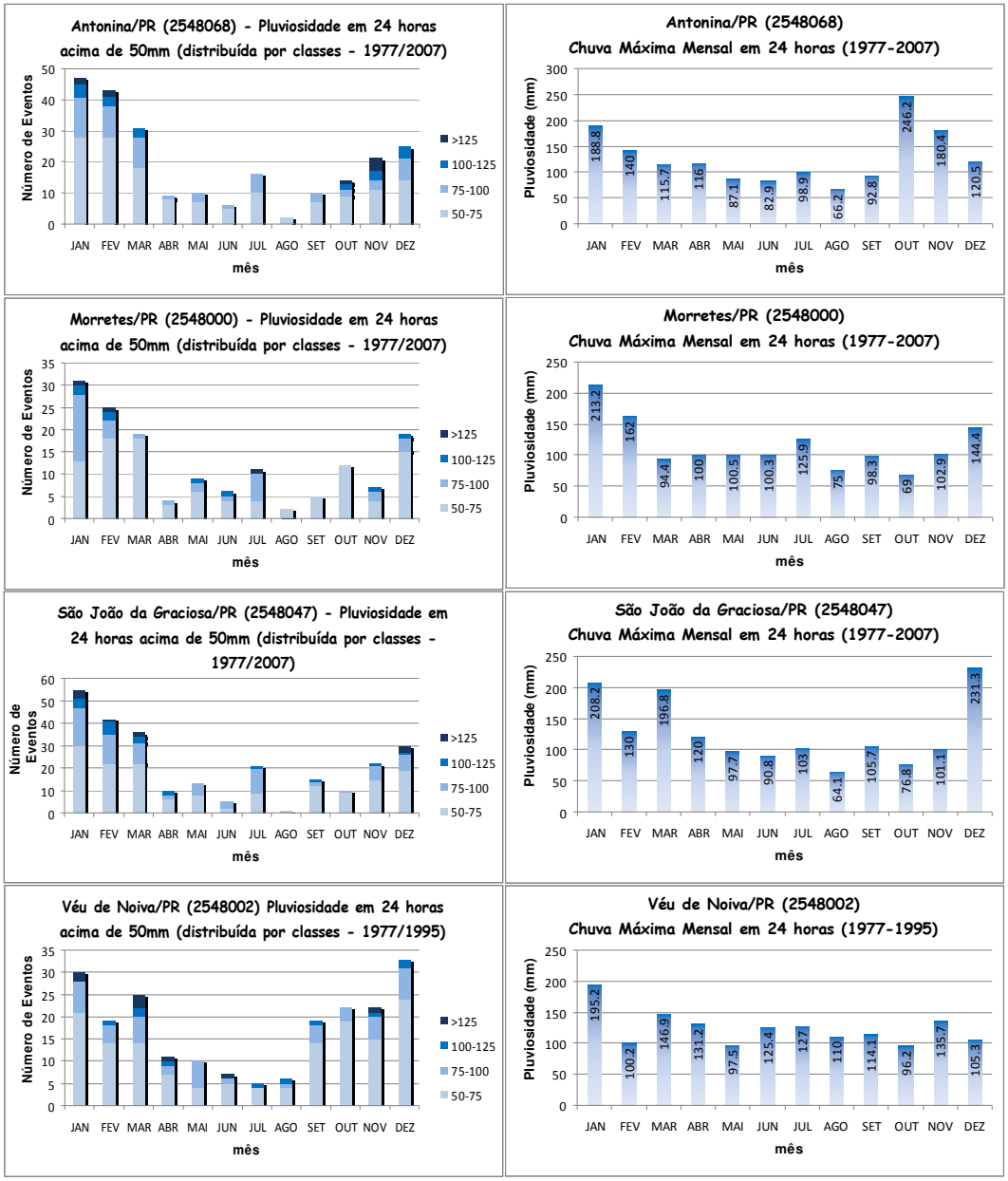
Fonte: SUDERHSA (2006) e INMET (2006)

Figura 34 Precipitação pluviométrica média mensal em estações situadas na área de drenagem da baía de Antonina

Além do acumulado pluviométrico apresentar-se maior no verão, correspondendo a aproximadamente 40% do total pluviométrico anual, deve-se destacar que as chuvas convectivas de maior intensidade ocorrem, sobretudo, nesta época do ano, aspecto que favorece o desenvolvimento de processos erosivos e de movimentos de massa, e consequentemente o assoreamento dos rios e da própria baía.

Na Figura 35 tem-se representado o somatório mensal, obtido a partir da série histórica de cada estação, dos eventos de pluviosidade superior a 50 mm em 24 h, os quais revelam alto poder de transporte de sedimentos. Para as mesmas estações também estão representados os valores registrados para as chuvas máximas em 24 h.

Deve-se indicar que eventos de precipitação superiores a 40 mm em 24 h já são capazes de ocasionar alagamentos e enchentes em cidades como Curitiba e São Paulo (PAULA, 2003). Confrontando notícias de jornal (Folha do Litoral Paranaense) com dados de precipitação da cidade de Paranaguá, CUNHA (2006) verificou que eventos de cerca de 30 mm em 24 h são suficientes para a ocorrência de enchentes nas porções mais baixas daquele município, sobretudo em condições de maré alta.



Fonte: SUDERHSA (2006) e INMET (2006)

Figura 35 Eventos pluviométricos superiores a 50 mm em 24 horas e eventos pluviométricos extremos, registrados em estações situadas na área de drenagem da baía de Antonina

Quando estas chuvas de elevada intensidade ocorrem nas cabeceiras de drenagem situadas na Serra do Mar, tem-se o que os moradores locais denominam de “cabeça d’água”. Em virtude das expressivas declividades existentes na serra, o escoamento da água evidencia expressiva energia, e conseqüentemente o poder de transporte de sedimentos é ampliado. Esses episódios provocam consideráveis danos materiais e já ocasionaram perda de vidas na região.

Para exemplificar a importância das chuvas convectivas no processo de carreamento de material sedimentar à baía de Antonina, tomou-se o evento ocorrido em 27/11/2006 na bacia do rio do Pinto, quando foram registrados 70,6 mm em 24 h, na estação pluviométrica de Morretes (2548038), situada à cerca de 100 m do local ilustrado na Figura 36. Ao se observar as duas fotografias nota-se, além do aumento expressivo nível do rio, também a alteração na turbidez da água, o que se traduz numa importante ampliação do transporte de sedimentos.

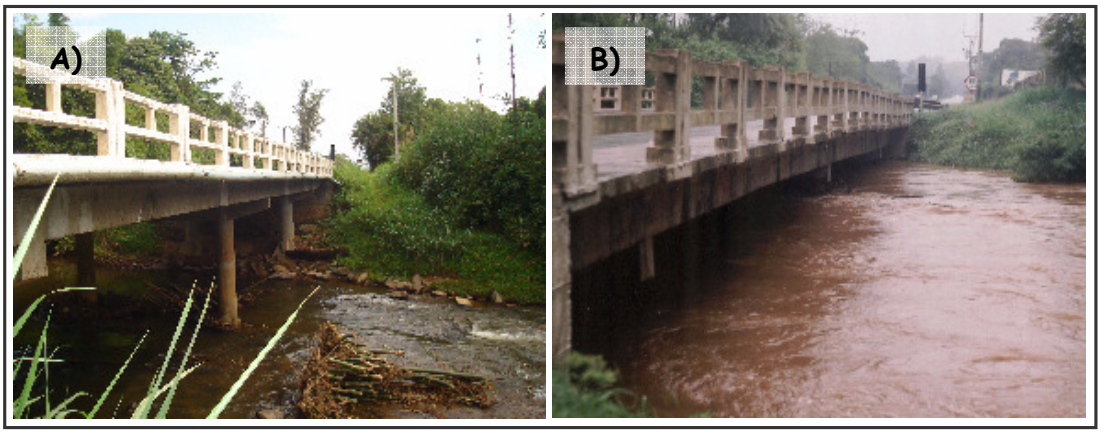


Figura 36 Fotografias tiradas do rio do Pinto (Morretes/PR), na ponte da PR 410 (A) vazão normal e (B) vazão após ocorrência de chuva convectiva

No rio do Pinto, a cerca de 7.850 m à montante da ponte da rodovia PR-410, tem-se o posto de monitoramento fluviométrico da Anhaia (82198000), no qual se registrou a vazão de 49,66 m³/s nesse mesmo dia, valor aproximadamente 15 vezes superior à vazão média identificada para o ano de 2006 na estação da Anhaia. Assim, entende-se que os eventos decorrentes das chuvas torrenciais exercem papel de destaque no processo de assoreamento da baía de Antonina.

Devido à relevância da análise da pluviosidade na discussão da produção de sedimentos, conforme descrito no capítulo metodológico, realizou-se a regionalização das chuvas na área de drenagem da baía de Antonina, dividindo-se a mesma em duas unidades (Figura 37). Entende-se que para a região de menor pluviosidade, cujos valores são inferiores a 2.800 mm anuais, não se nota a influência dos eventos orográficos. À medida que para a região cujos valores anuais de precipitação superam os 2.800mm, a qual é correspondente às porções mais elevadas da serra, nota-se maior propensão aos processos erosivos, bem como à ocorrência de movimentos de massa. Cabe indicar que a área abrangida pela primeira região soma 1.115 km², enquanto que a região de maior pluviosidade totaliza 440 km².

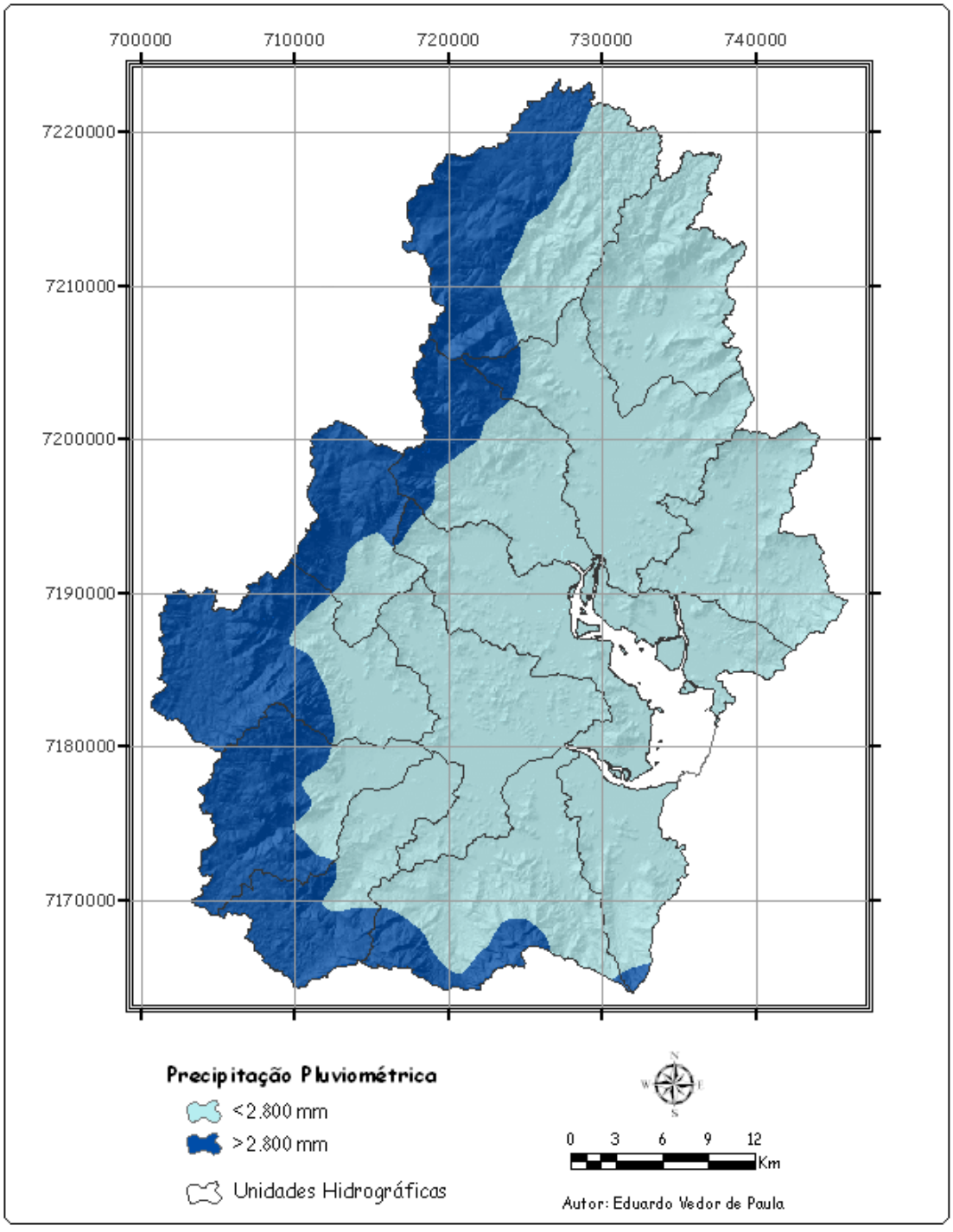


Figura 37 Regionalização da pluviosidade na área de drenagem da baía de Antonina

5.2 Vegetação Natural da Área de Drenagem da Baía de Antonina (Cenário 1)

No que se refere ao conceito de vegetação natural, verifica-se que o mesmo está intimamente relacionado ao conceito de clímax e à valorização das paisagens, levando-se em consideração sua evolução no tempo e no espaço (FÁVERO *et al*., 2004). BOLOS Y CAPDEVILLA (1990) define clímax não como a etapa rigorosamente final de uma região, mas como a vegetação estável que existia, ou que possa existir, em áreas sujeitas a condições típicas da região, em termos de solo, relevo e clima. Portanto, a "Vegetação Natural" pode ser compreendida como a máxima expressão que a vegetação atingiria se tivesse possibilidade de se desenvolver sem a interferência do ser humano, considerando-se os atuais limites dados pelo clima e pelas condições edáficas (FÁVERO *et al*., 2004).

A seguir far-se-á sucinta descrição das tipologias vegetais existentes na Carta de Vegetação Natural da área de drenagem da baía de Antonina, de acordo com o Sistema de Classificação Brasileira (IBGE, 1992). Informações mais detalhadas estão publicadas em PARANÁ (2002, p.37-50).

A Floresta Ombrófila Densa refere-se à região fitoecológica de maior extensão na área em estudo, com 90,5% da mesma, já que compreende 1.407,8 km². São encontradas na região as seguintes unidades da Floresta Ombrófila Densa, conforme RODERJAN *et. al.* (2002):

- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas: trata-se da floresta de planície, cujo desenvolvimento se dá à medida que as Formações Pioneiras evoluem para uma estrutura florestal com mais de um estrato e sofrem aumento gradativo de biodiversidade. Ocorre sobre áreas de origem marinha e de origem continental, situada entre o nível do mar e abaixo de 20 m de altitude. De modo geral, os solos da planície são imperfeitamente ou mal drenados, havendo acúmulo de água nas porções mais baixas. Ainda assim, as espécies adaptadas ao meio formam florestas altas, de até 35 m, com até quatro estratos de copas. Esta tipologia vegetal apresenta muito alto grau de proteção ao solo;

- Floresta Ombrófila Densa Aluvial: também se refere à floresta de planície, porém desenvolvida sobre depósitos de origem fluvial, portanto continentais, ao longo de rios meandrantes da planície. Tem a mesma estrutura, complexidade e grau de biodiversidade da anterior;

- Floresta Ombrófila Densa Submontana: ocorre nas partes mais baixas das encostas, sobre relevo convexo, comumente de boa drenagem e profundidade, geralmente associados a Cambissolos ou Argissolos. São áreas relativamente estáveis, de declividades moderadas, que permitem o estabelecimento de vegetação florestal densa e alta, até 30-35 m. Está comumente situada entre 20 e 600 m de altitude. A exemplo das duas tipologias florestais anteriormente citadas, também denota alto grau de proteção aos solos;

- Floresta Ombrófila Densa Montana: estende-se em geral entre 600 e 1.200 m de altitude, muitas vezes em porções íngremes do relevo, nas quais os deslizamentos são freqüentes, dando origem a solos mais rasos e, portanto, menor densidade de árvores. Apesar dessa menor densidade de árvores, no presente estudo foi atribuída à formação Montana o mesmo grau de proteção ao solo proporcionado pela formação Submontana, sobretudo quando se considera a similaridade fisionômica de ambas;

- Floresta Ombrófila Densa Altomontana: representa a vegetação florestal situada nos topos das montanhas da Serra do Mar, em altitude geralmente acima de 1.200 m. É formada de árvores baixas (3-5 m) e geralmente tortuosas, em alta densidade e desenvolve-se sobre solos muito rasos, tais como Neossolos Litólicos e Organossolos, que explicam a limitação do crescimento das plantas. Entende-se que o grau de proteção exercido por esta formação seja inferior às anteriormente apresentadas.

Outra região fitoecológica existente na região é a Floresta Ombrófila Mista, a qual ocorre no planalto, a partir da encosta oeste da Serra do Mar, que está incluída na área de mapeamento apenas a formação Montana, somando 30,6 km². Esta unidade representa a floresta com araucária propriamente dita e ocorre em forma de capões ou então contínua, em grande extensão. Seu grau de proteção ao solo é igual àquele atribuído à Floresta Ombrófila Densa Montana.

As áreas de Formações Pioneiras são encontradas apenas na planície e totalizam 81,4 km², configurando apenas 5,2% da área total. As três unidades encontradas na região apresentam alto grau de proteção ao solo, sendo que a seguir têm-se suas descrições:

- Formações Pioneiras de Influência Marinha: compreende a restinga, desde a vegetação fixadora de dunas até a primeira formação de porte arbóreo que ocupa os solos arenosos do litoral. A influência é dita marinha por ser o mar o formador dos cordões de areia geologicamente chamados de restingas, onde se desenvolve essa vegetação. Na fase inicial, ocorre grande quantidade de liquens e samambaias. Evoluem para a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas à medida que se forma um segundo estrato arbóreo. Devido ao fato de a baía de Antonina adentrar consideravelmente o continente, a porção desta classe demonstra-se muito reduzida na área de estudo;

- Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha: representam os manguezais, que ocorrem na orla da baía e desembocaduras de rios, em costas de águas calmas onde a deposição de sedimentos muito finos e leves forma solos lodosos e instáveis. São apenas três as espécies que compõem essas formações: mangue-vermelho, mangue-siriúba e mangue-branco. Essa vegetação é diretamente atingida e regulada pelo fluxo das marés. A parte interior é lentamente convertida em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas à medida que a condição física do solo fica mais estável;

- Formações Pioneiras de Influência Fluvial: são formações vegetais em solos instáveis que sofrem inundações periódicas por influência de rios ou das marés, formadas, em geral, por uma espécie dominante. À medida que evoluem, há aumento de biodiversidade e de complexidade estrutural. A partir do momento em que deixam de ser formações homogêneas com um estrato arbóreo são consideradas florestas de planície, ou Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas.

Os Refúgios Vegetacionais são campos de altitude localizados nos topos das montanhas a partir de 1.200 m de altitude, todavia em paredões rochosos já são encontrados acima de 1.000 m. Na área em análise somam 7,5 km². Desenvolvem-se em solos muito rasos, situados no limite acima da Floresta Ombrófila Densa Altomontana ou a ela entremeada. Formam núcleos de vegetação completamente distinta da que está em volta, o que justifica a denominação de "refúgios". Quanto ao grau de proteção ao solo exercido por estas formações, verifica-se que o mesmo é moderado, o se traduz no menor encontrado na área de estudo.

Observando-se a Carta de Vegetação Natural da área de drenagem da baía de Antonina (Anexo 49), ilustrada na Figura 38, bem como os dados disponíveis na Tabela 35, é notória a predominância da Floresta Ombrófila Densa Submontana, que corresponde a 57,7% da área total, ou seja, cerca 897,2 km^2. Em seguida, tem-se a Floresta Ombrófila Densa Montana, com 20,5%, a Floresta Ombrófila Densa Aluvial, com 5,4%, e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, com 3,1%. A Floresta Ombrófila Mista Montana soma 30,6 km^2 (1,97%), enquanto a Floresta Ombrófila Densa Altomontana detém somente 1,8% e os Campos de Altitude 0,5%. As Formações Pioneiras somadas recobrem 5,2% da área total.

É pertinente ressaltar que a coluna referente à cobertura vegetal preservada em 1999, mencionada na Tabela 35, é relativa aos compartimentos vegetais pertencentes ao sistema primário de classificação da vegetação brasileira, os quais não foram estimados a partir da metodologia descrita no Capítulo 2.2.2. Assim, a última coluna, presente nessa mesma tabela, corresponde à soma das áreas preservadas com as áreas estimadas de cada formação vegetal interna à região em análise.

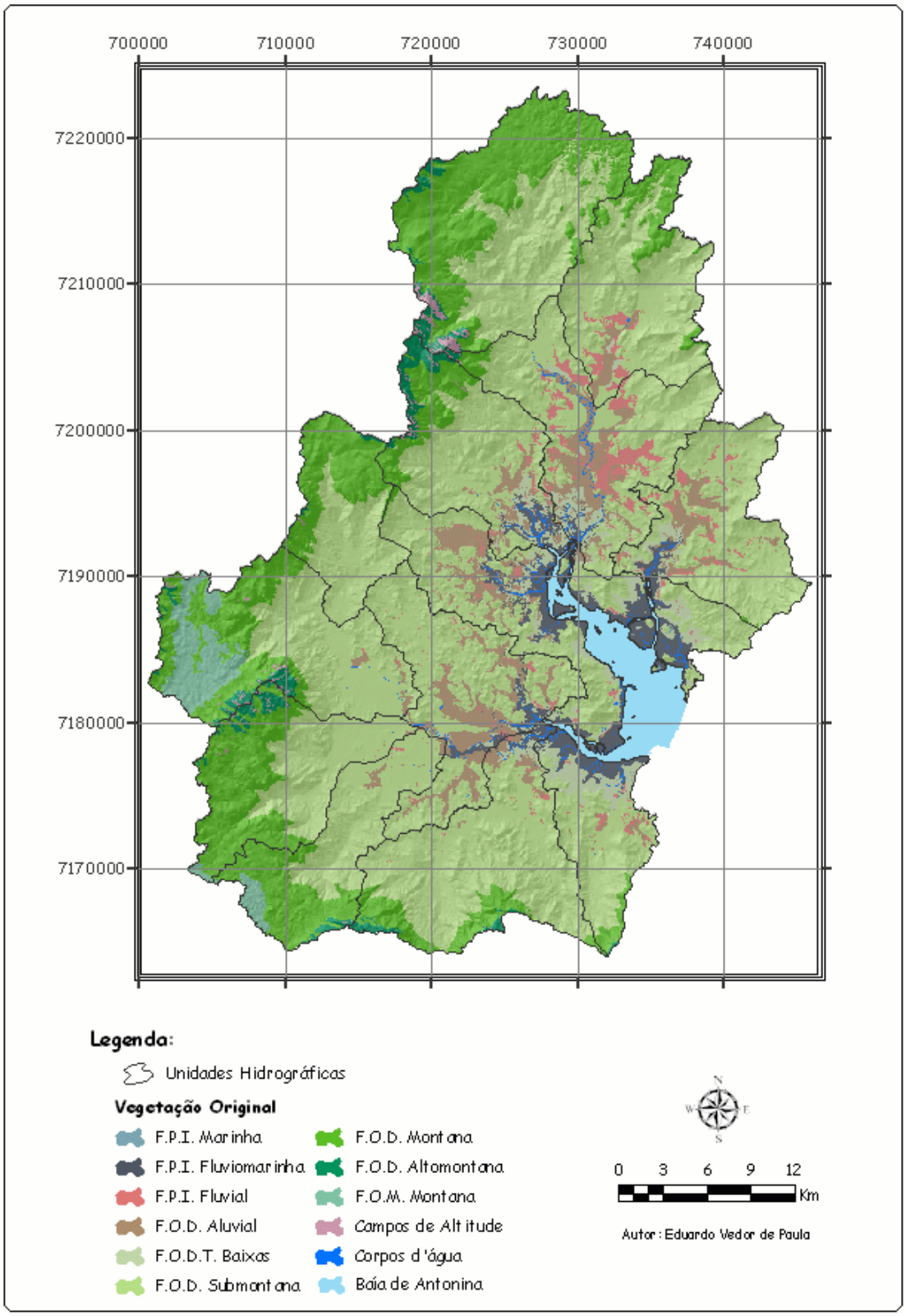


Figura 38 Ilustração da Carta de Vegetação Natural na área de drenagem da baía de Antonina (carta original inserida no Anexo 49)

Tabela 35 Cobertura vegetal preservada e estimada da área de drenagem da baía de Antonina

Compartimento Vegetal	Cobertura Preservada (em 1999)		Cobertura Estimada		Cobertura Vegetal (Preservada + Estimada)	
	Área Km²	%	Área Km²	%	Área Km²	%
Campos de Altitude	7,47	0,87	0,00	0,00	7,47	0,48
Corpos d'água	57,98	6,74	0,00	0,00	57,98	3,73
F.O.D. Altomontana	27,51	3,20	1,11	0,16	28,62	1,84
F.O.D. Aluvial	20,02	2,33	63,58	9,12	83,60	5,38
F.O.D. Montana	237,41	27,59	81,48	11,69	318,89	20,51
F.O.D. Submontana	404,69	47,02	492,55	70,64	897,24	57,72
F.O.D.T. Baixas	25,47	2,96	23,33	3,35	48,80	3,14
F.O.M. Montana	23,74	2,76	6,86	0,98	30,60	1,97
F.P.I. Fluvial	12,92	1,50	19,45	2,79	32,37	2,08
F.P.I. Fluviomarinha	43,10	5,01	5,62	0,81	48,72	3,13
F.P.I. Marinha	0,29	0,03	0,00	0,00	0,29	0,02
Total	860,60	100,00	697,28	100,00	1.554,58	100,00

5.3 Estimativa da Produção Natural de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina (Cenário 1)

Os valores por unidade hidrográfica da produção de sedimentos estimados para o Cenário 1, relativo ao estágio que a vegetação atingiria no presente, caso não tivesse havido interferência antrópica na área de drenagem da baía de Antonina, estão representados na Tabela 36. A espacialidade as classes de produção natural de sedimentos podem ser visualizadas na Figura 39 (Anexo 50).

Tabela 36 Estimativa da produção natural de sedimentos por unidade hidrográfica da área de drenagem da baía de Antonina

Unidade Hidrográfica	**Área** (km²)*	**Produção Natural** ($t.a^{-1}$)	**Média** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	180,21	6.092	33,8
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	134,71	1.566	11,7
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	140,59	5.667	40,3
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	115,06	1.786	15,6
Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	135,08	2.513	18,6
Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	112,44	892	7,9
Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	106,04	3.105	29,3
Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	103,17	1.103	10,7
Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	102,67	4.143	40,3
Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	87,60	2.331	26,6
Bacia Hidrográfica do Rio São João	71,17	2.365	33,2
Área Incremental 1	65,23	714	11,0
Área Incremental 2	95,81	1.375	14,7
Área Incremental 3	43,62	347	8,0
Ilhas	6,98	62	9,7
Total	1.499,07	34.061	22,7

* Desconsiderando-se corpos hídricos

Quando se analisa a produção de sedimentos anual total por unidade hidrográfica, verifica-se que a bacia hidrográfica do Alto Cachoeira denota a maior contribuição ao processo de assoreamento da baía de Antonina, por disponibilizar 6.092 ton de sedimento por ano. Em seguida têm-se as bacias hidrográficas do Alto Nhundiaquara (5.667 $t.a^{-1}$), Marumbi (4.143 $t.a^{-1}$) e Cacatu (3.105 $t.a^{-1}$).

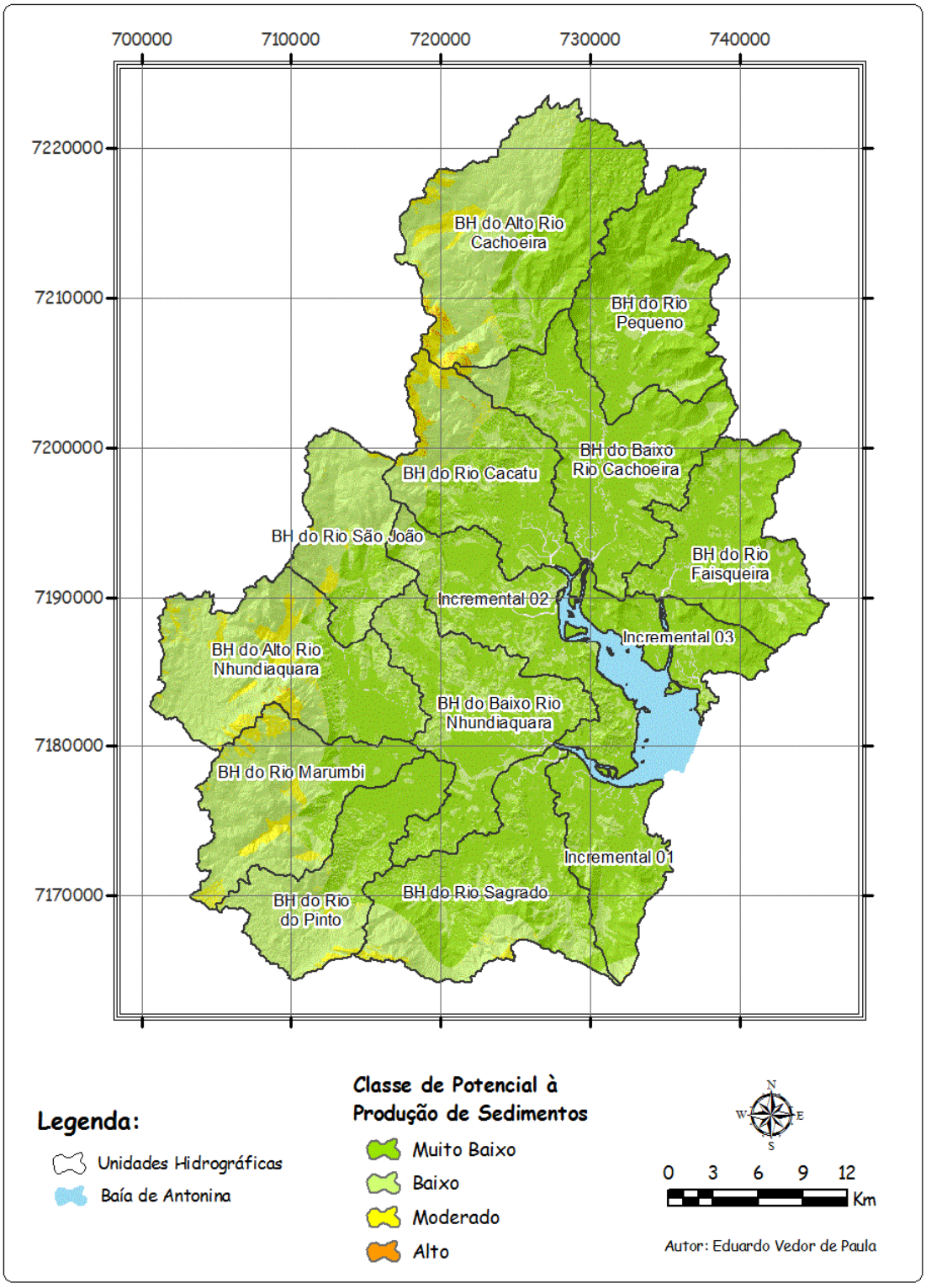


Figura 39 Potencial à produção de sedimentos para cobertura vegetal natural na área de drenagem da baía de Antonina (carta original representadas no Anexo 50)

De acordo com a Tabela 36, ao se observar a coluna referente à produção média anual de sedimentos por quilômetro quadrado em cada unidade hidrográfica, nota-se que as bacias hidrográficas do Alto Nhundiaquara e do Marumbi revelam os mais expressivos valores. Na seqüência estão a bacias do Alto Cachoeira e São João. É interessante destacar que tanto os maiores valores da produção total de sedimentos, quanto da produção média por quilômetro quadrado, ocorrem em unidades hidrográficas cujas cabeceiras de drenagem situam-se nas porções mais elevadas da Serra do Mar (Figura 39).

Os valores estimados para o cenário natural, quando comparados à literatura, conforme SHEN e JULIEN (1992) que afirmam que um fluxo típico de sedimentos refere-se a aproximadamente 25 $t.km^{-2}.a^{-1}$ (erosão geológica), percebe-se na área de estudo valor médio inferior ao indicado, qual seja: 22,7 $t.km^{-2}.a^{-1}$. No entanto, as bacias do Marumbi, Alto Nhundiaquara, Alto Cachoeira, São João, Cacatu e do Pinto, que juntas correspondem a 45,9% da área de drenagem da baía de Antonina, evidenciam fluxos sedimentares superiores aos indicados por SHEN e JULIEN (*Op. Cit*).

As unidades hidrográficas que apresentaram as maiores porções de elevada suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos não foram aquelas que revelaram as maiores taxas de produção de sedimentos. Entende-se que isso se deva a dois fatores: 1) função de proteção ao solo exercida pela cobertura vegetal; 2) intensidade das chuvas. Portanto, como a vegetação encontra-se totalmente preservada no Cenário 1, justifica-se o fato de a maior produção de sedimentos ser verificada nas unidades hidrográficas que abrangem as porções mais altas Serra do Mar, nas quais ocorrem os totais pluviométricos anuais mais elevados.

5.4 Cobertura Vegetal e Uso da Terra do ano de 2005 (Cenário 2)

O objetivo da construção do Cenário 2, para a estimativa da produção de sedimentos nas bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina, visa a melhor compreensão da contribuição antrópica no processo de assoreamento desta baía. Assim, procurou-se obter o mapeamento mais recente de cobertura vegetal e uso da terra disponível para toda área de estudo, o qual é correspondente ao ano de 2005 (31/12/2005).

As nove classes existentes nesse mapeamento estão listadas na Tabela 37, enquanto que sua espacialidade está ilustrada na Figura 40 (Anexo 51). A seguir far-se-á uma breve descrição de cada classe conforme grau de proteção conferido ao solo.

Tabela 37 Cobertura vegetal e uso da terra na área de drenagem da baía de Antonina em 2005

Classe	**Área** (Km²)	**%**
Floresta estágio médio ou avançado	1.226,70	81,72
Mangue	49,66	3,31
Floresta estágio inicial	79,97	5,33
Pastagem e campo	83,90	5,59
Reflorestamento	3,01	0,20
Agricultura	24,10	1,61
Área urbanizada e construída	12,49	0,83
Estrada rural	19,77	1,32
Solo exposto ou mineração	1,42	0,09

A classe Floresta Estágio Médio ou Avançado evidencia a maior representatividade espacial por somar 1.226,7 km², o que corresponde a 81,7% de toda área. Embora contemple diferentes tipologias vegetais em variados estágios de evolução, entende-se que estas áreas denotam maior grau de proteção aos solos, quando comparadas às demais classes mapeadas. Na Figura 41 tem-se representada as fisionomias das florestas em estágio avançado (A) e estágio médio (B).

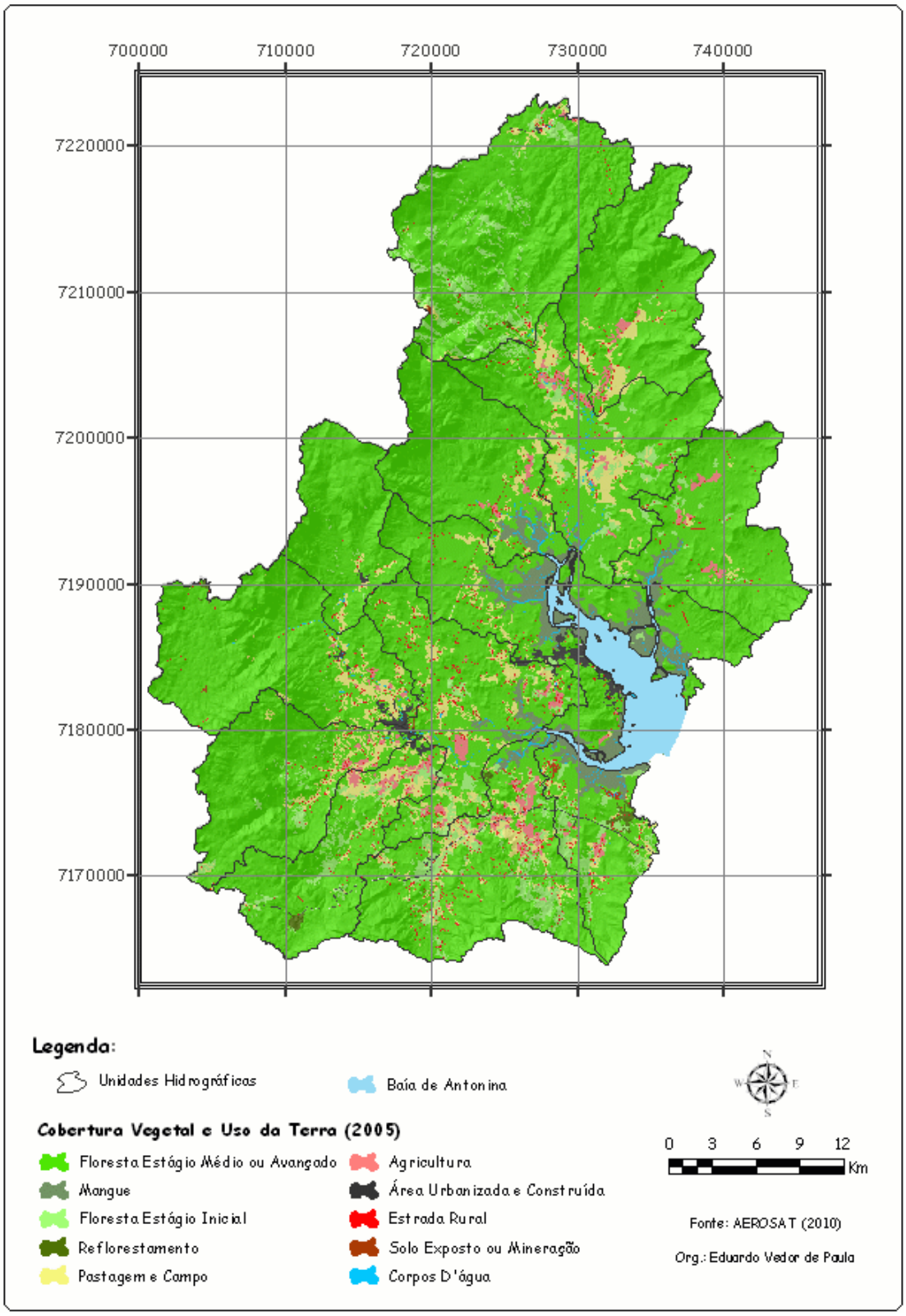


Figura 40 Ilustração da Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005 na área de drenagem da baía de Antonina (carta original representada no Anexo 51)

Figura 41 A) Fase avançada de Floresta Ombrófila Densa Submontana, no terço inferior da bacia hidrográfica do rio Sagrado (Morretes); B) Fisionomia do interior da floresta em fase intermediária de sucessão, bacia do rio Sambaqui (Morretes)

Apesar do expressivo percentual ocupado por florestas em estágios médio e avançado, não se deve deduzir que as bacias hidrográficas que escoam para a baía de Antonina encontram-se em ótimo estado de conservação, sobretudo, porque significativa parcela dessa área refere-se a vegetação em estágio médio de sucessão vegetal. Conforme PARANÁ (2002, p.48), estas são áreas onde houve supressão total da vegetação, seguida de um período mais ou menos longo de utilização pela agricultura. Depois de abandonadas, regeneram-se naturalmente por diferentes vias, dependentes do tipo e da intensidade do uso do solo que lhes antecedeu.

Os manguezais são restritos à orla da baía de Antonina e dos rios onde ocorre refluxo de marés. Por se situarem em áreas de aporte de sedimentos, bem como se encontrarem relativamente preservados entende-se que apresentam alto grau de proteção ao solo. Na Figura 42-A tem-se representada sua fisionomia, os quais somam 49,7 km² (3,3% da área estudada).

A classe de floresta em estágio inicial, de modo similar à floresta em estágio médio, também ocorre em áreas de supressão total da vegetação, porém é constituída por espécies herbáceas e arbustivas (Figura 42-B). No mapeamento em questão, essa classe corresponde às duas primeiras fases sucessionais descritas no sistema de classificação brasileira proposto pelo IBGE (1992). Ocupa 5,3% da área de drenagem da baía de Antonina e confere grau de proteção ao solo inferior à classe anteriormente apresentada.

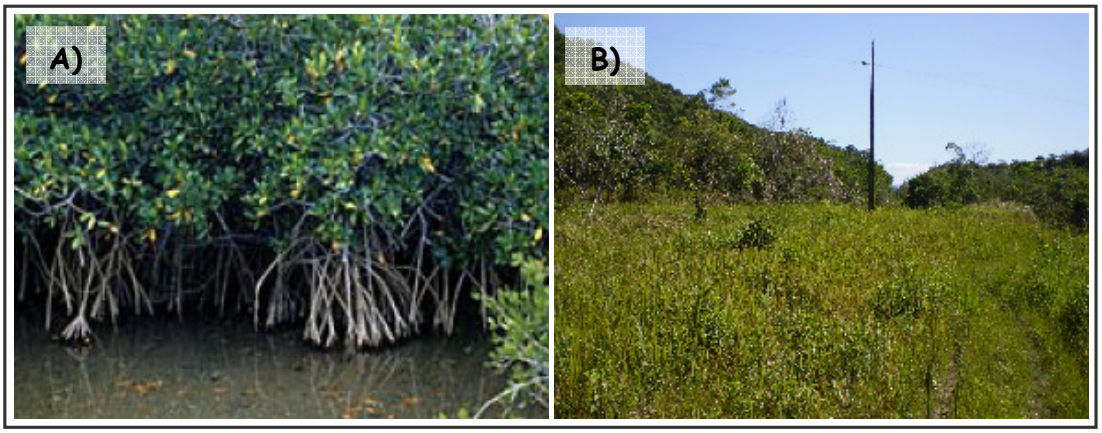


Figura 42 A) Manguezal com predomínio do mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), foz da bacia do rio Tucunduva (Antonina); B) Fisionomia da floresta em fase inicial de sucessão, bacia do rio Faisqueira (Antonina)

A criação de búfalos é comum nos municípios de Antonina e Morretes, tal como se observa na Figura 43-A. Os trechos de pastagens quando somados aos campos de altitude correspondem à aproximadamente 5,6% da área total. Por sua vez, os campos de altitude ocupam as cimeiras das serras, situadas acima dos limites da Floresta Ombrófila Densa Altomontana ou a ela entremeada (Figura 43-B).

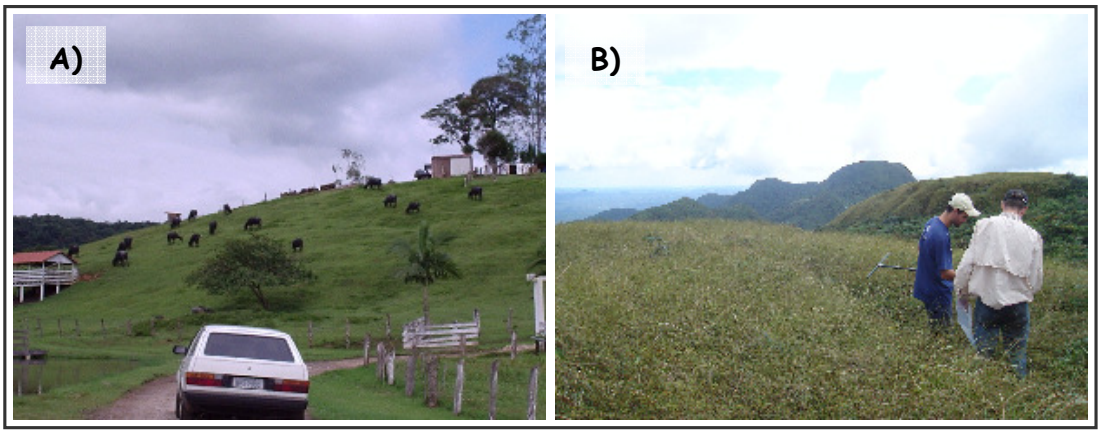


Figura 43 A) Área de pastagem situada na bacia do rio São João, em Morretes; B) Campo de altitude localizado na Serra da Canavieira, nascentes do rio Canhemborá, afluente do rio Sagrado (Morretes)

Entende-se que o grau de proteção ao solo proporcionado pelas pastagens e campos seja moderado, isto porque mesmo embora exista a presença de espécies herbáceas que não permitem a exposição do solo, nas pastagens o pisoteio dos animais provoca a compactação do horizonte superficial, o que compromete a infiltração da água e favorece o

escoamento superficial. Já nas porções de campo de altitude nota-se que as mesmas se desenvolvem sobre solos pouco resistentes aos processos erosivos, quais sejam: Neossolos Litólicos e Organossolos Fólicos.

Os reflorestamentos referem-se a áreas ocupadas com povoamentos comerciais, implantados com espécies arbóreas predominantemente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (Figura 44-A). Correspondem a apenas 0,2% da área em estudo e em função da inexistência de diferentes compartimentos vegetais, por se tratarem de cultivo de uma única espécie, o grau de proteção que promovem ao solo é similar ao identificado nas regiões de campos e pastagens, isto é, moderado.

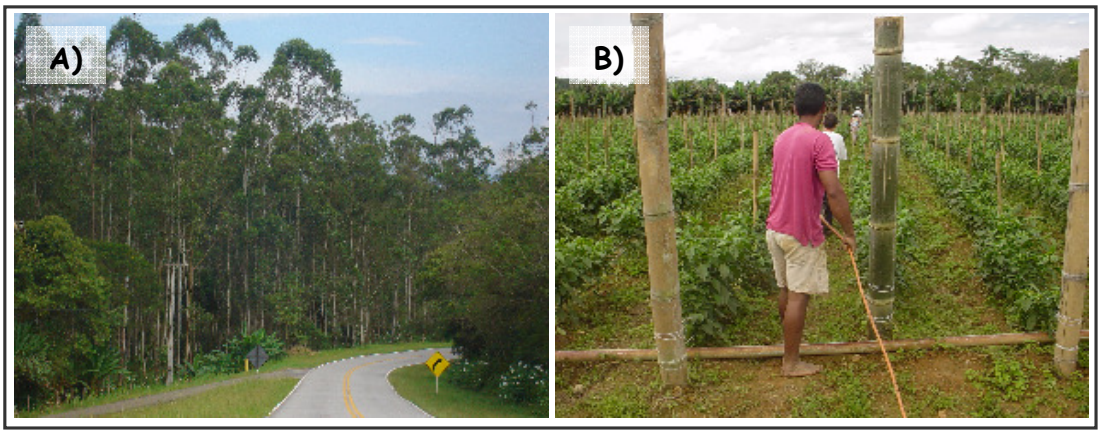


Figura 44 A) Reflorestamento de *Eucalyptus* situado ao longo da PR-410, na bacia do baixo rio Nhundiaquara; B) Agricultura na região de Morretes (propriedade situada na planície do rio Nhundiaquara)

Dentre os produtos agrícolas mais comuns na região destacam-se as hortaliças, gengibre, maracujá, banana, cana-de-açúcar, palmito e o arroz (ANDRETTA, 2006). O cultivo desses produtos (Figura 44-B), conforme mapeamento efetuado sobre as imagens SPOT-5, recobre uma área de 24,1 km² (1,6% da área total). Deve-se ressaltar que o detalhamento do mapeamento em análise não contemplou cultivos de reduzida expressão espacial (inferiores a 100 m²), sobretudo àqueles situados entre pastagens e porções de floresta em estágio avançado ou médio.

No momento da análise da produção de sedimentos no âmbito presente estudo atribuiu-se um baixo grau de proteção ao solo à classe de uso em questão. Em razão da expressiva heterogeneidade da produção agrícola existente na região, não foi possível a análise individualizada do grau de proteção ao solo exercido por cada sistema de produção. Atrelado a essa diversidade de culturas, nota-se o predomínio de pequenas propriedades

com modestos níveis de desenvolvimento econômico, nas quais, em geral, não são adotadas práticas conservacionistas de cultivo.

As áreas urbanizadas internas às bacias que escoam para a baía de Antonina são correspondentes às sedes dos municípios de Antonina (Figura 45-A) e Morretes, bem como à pequena porção do distrito de Morretes, denominado Porto de Cima. Quanto às demais áreas construídas destacam-se os segmentos das rodovias federais (BR-277 e BR-116) que cruzam a área mapeada, bem como a vila de moradores da Usina Hidrelétrica Parigot de Souza.

As inúmeras pequenas construções que se encontram isoladas na área rural não foram contempladas pelo presente mapeamento. Isto porque áreas construídas inferiores a 100 m² não são identificadas nas imagens usadas para o mapeamento. Desta forma, a classe formada por áreas urbanizadas e construídas soma apenas 12,5 km². Quanto ao grau de proteção ao solo, acredita-se que essas áreas, caracterizadas pela impermeabilização e intensa remobilização de solo, revelam valores baixos de proteção.

Figura 45 A) Área urbanizada, sede do município de Antonina; B) Estrada rural do Canhemborá, situada na bacia do rio Sagrado (Morretes)

De acordo com o exposto no Capítulo 2.2.3, a classe constituída pelas estradas rurais não havia sido contemplada. Entretanto, optou-se por incluí-la devido à expressiva densidade dessas estradas encontradas em determinadas porções da área de drenagem da baía de Antonina. A implantação de muitas delas de modo inadequado, aliada às dificuldades da realização de obras de manutenção, favorecem o desenvolvimento de processos erosivos. Essa classe, ilustrada na Figura 45-B, apresenta reduzidíssimo grau de proteção ao solo, e é correspondente a 1,3% da área de drenagem da baía de Antonina, somando, portanto 19,8 km².

Com relação a última classe de uso da terra contemplada, referente a solo exposto (Figura 46-A) e a mineração (Figura 46-B), verificou-se que a mesma soma apenas 1,53 km². Cabe apontar que as porções de solo exposto, identificadas em áreas de cultivo, foram incluídas à classe agricultura. Acredita-se ainda, que a reduzida área de mineração se deva ao não licenciamento, por parte do órgão ambiental estadual, de novas áreas destinadas a esta finalidade. No que se refere ao grau de proteção aos solos verifica-se que essa classe apresenta os menores valores possíveis.

Figura 46 A) Morro situado no km 32 da rodovia BR-277; B) Área de extração de saibro na bacia do rio São João (Morretes)

Quando se analisa o percentual das classes de cobertura vegetal e uso da terra por unidade hidrográfica, conforme valores expressos na Tabela 38, nota-se que a bacia do rio Sagrado denota maior grau de antropização[11] (28,6%) e dentre todas as unidades é a que releva o maior percentual de uso agrícola. A Área Incremental 1 também se destaca pelo elevado grau de antropização (25,1%), demonstrando-se ser a unidade hidrográfica com os maiores percentuais de reflorestamento, solo exposto e mineração, bem como floresta em estágio inicial.

A bacia do rio do Pinto corresponde à terceira unidade hidrográfica mais antropizada (23,9%). Seqüencialmente, estão as bacias do Baixo Nhundiaquara e Baixo Cachoeira, com 23,4% e 23,2% respectivamente. Essas duas unidades revelam os maiores trechos de pastagem de toda área de drenagem da baía de Antonina.

[11] No âmbito do presente estudo entende-se por grau de antropização o somatório das classes 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 representadas na Tabela 38, enquanto que a soma das classes 1 e 2 são referentes ao que se denominou de grau de conservação.

Embora a Área Incremental 2 apresente somente 10,1% de sua área antropizada, deve-se apontar que a sede municipal de Antonina situa-se na mesma, o que explica o maior percentual de uso urbano nessa unidade hidrográfica, conforme consta na Tabela 38.

Tabela 38 Cobertura vegetal e uso da terra em 2005 por unidade hidrográfica

Unidades Hidrográficas	**Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra - 2005** (% em relação à área da unidade hidrográfica)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	84,8	0,0	12,5	0,1	1,6	0,2	0,2	0,4	0,1
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	76,5	0,3	7,5	0,0	11,9	2,7	0,0	1,1	0,0
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	91,3	0,0	0,1	0,2	5,4	0,6	1,3	1,0	0,1
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	73,8	2,8	4,8	0,1	11,2	3,2	0,9	3,1	0,2
Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	69,6	1,7	12,9	0,3	8,1	3,6	0,7	3,1	0,0
Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	91,6	0,0	0,3	0,0	5,7	1,7	0,0	0,7	0,0
Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	89,7	4,4	0,3	0,0	3,5	1,2	0,0	0,8	0,1
Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	91,2	2,2	2,1	0,0	1,4	2,3	0,0	0,9	0,0
Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	87,2	0,0	3,5	0,0	6,2	0,9	0,9	1,2	0,0
Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	76,1	0,0	8,5	0,9	8,3	3,2	1,4	1,5	0,0
Bacia Hidrográfica do Rio São João	96,1	0,0	0,5	0,0	2,5	0,0	0,5	0,3	0,0
Área Incremental 1	63,5	11,4	14,4	2,1	4,7	1,5	0,8	0,7	0,9
Área Incremental 2	73,9	14,8	0,3	0,1	3,7	0,3	5,4	1,4	0,1
Área Incremental 3	76,5	22,4	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0
Ilhas	20,0	76,9	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	81,8	3,3	5,3	0,2	5,6	1,6	0,8	1,2	0,1

Legenda (Classes de cobertura vegetal e uso da terra – 2005):

1- Floresta em estágio médio ou avançado
2- Mangue
3- Floresta em estágio inicial
4- Reflorestamento
5- Pastagem e campo
6- Agricultura
7- Área urbanizada e construída
8- Estrada rural
9- Solo exposto ou mineração

Dentre as unidades com maior grau de conservação estão: Área Incremental 3 (98,9%), Ilhas (96,9%), bacia do rio São João (96,1%), bacia do rio Cacatu (94,1%) e bacia do rio Faisqueira (93,4%).

5.5 Estimativa da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina (Cenário 2)

O Cenário 2 de estimativa de produção de sedimentos, referente à cobertura vegetal e uso da terra no último trimestre de 2005, tem seus valores calculados para as unidades hidrográficas, devidamente apresentados na Tabela 39. A espacialidade do potencial à produção de sedimentos está disponível na Figura 47 (Anexo 52).

Tabela 39 Estimativa da produção de sedimentos em 2005 por unidade hidrográfica da área de drenagem da baía de Antonina

Unidade Hidrográfica	**Área** (km^2)*	**Produção 2005** ($t.a^{-1}$)	**Média** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	180,21	8.257	45,8
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	134,71	4.130	30,7
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	140,59	7.344	52,2
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	115,06	5.841	50,8
Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	135,08	7.290	54,0
Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	112,44	2.117	18,9
Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	106,04	3.188	30,1
Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	103,17	1.883	18,3
Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	102,67	5.919	57,7
Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	87,60	5.212	59,5
Bacia Hidrográfica do Rio São João	71,17	2.760	38,8
Área Incremental 1	65,23	2.662	40,8
Área Incremental 2	95,81	3.517	37,2
Área Incremental 3	43,62	392	9,0
Ilhas	6,98	68	9,7
Total	1.499,07	60.580	40,4

* Desconsiderando-se corpos hídricos

As bacias hidrográficas que denotaram maior produção anual de sedimentos foram Alto Cachoeira (8.257 $t.a^{-1}$), Alto Nhundiaquara (7.344 $t.a^{-1}$), Sagrado (7.290 $t.a^{-1}$) e Marumbi (5.919 $t.a^{-1}$). Entretanto, aquelas que apresentaram os mais significativos valores anuais por km² foram as bacias do Pinto, Marumbi, Sagrado, Alto Nhundiaquara e Baixo Nhundiaquara. Neste cenário, a maior produção de sedimentos foi identificada nas porções de sopé da Serra do Mar, Morros e Colinas, nas quais a densidade de estradas rurais, bem como as áreas destinadas ao uso agropecuário demonstraram-se elevados.

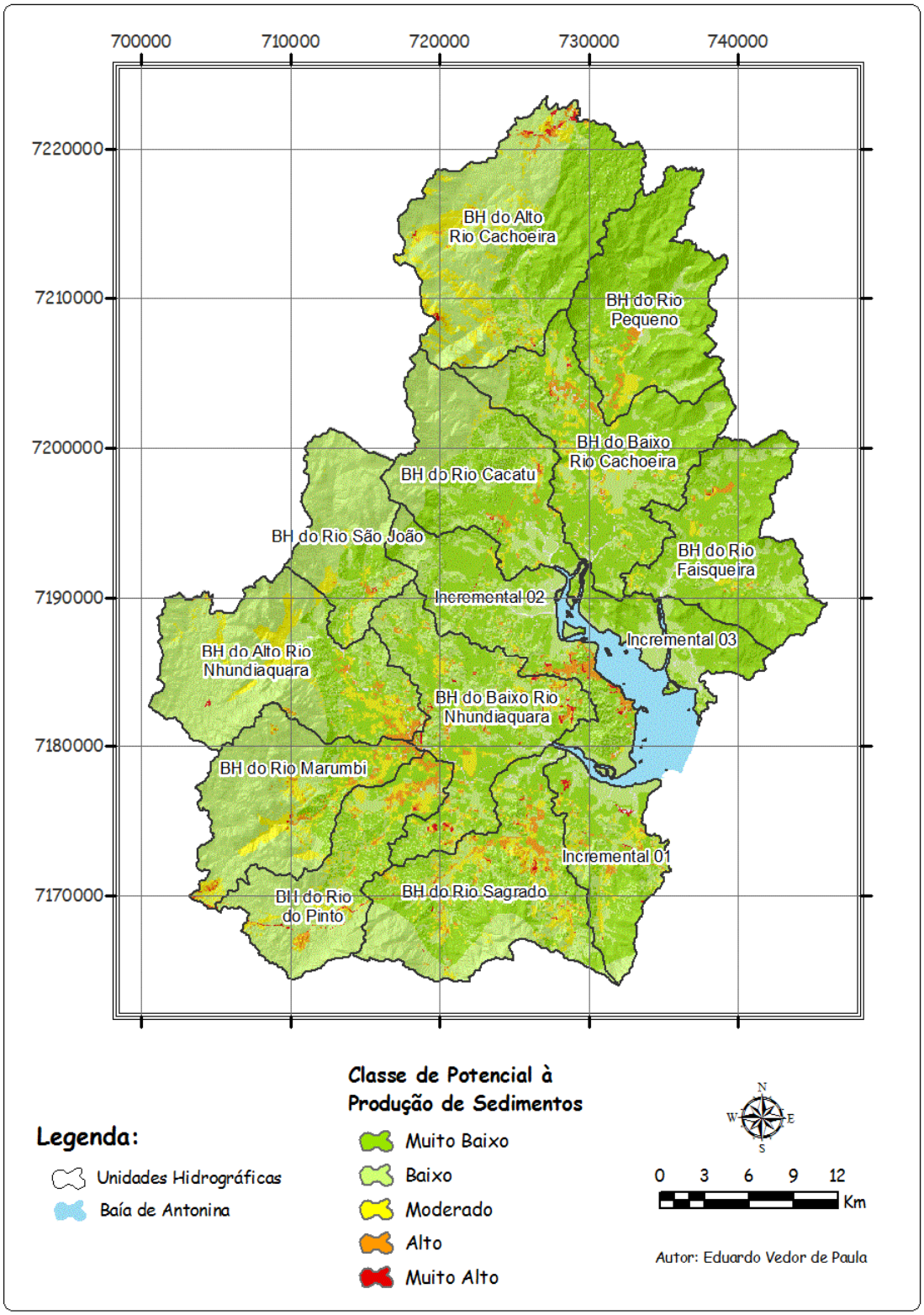


Figura 47 Potencial à produção de sedimentos para cobertura vegetal e uso da terra de 2005, na área de drenagem da baía de Antonina (carta original representadas no Anexo 52)

De acordo com os dados descritos na Tabela 40, ao se efetuar a comparação entre os dois cenários simulados, verifica-se o acréscimo 26.519 ton por ano na disponibilização de sedimentos à baía de Antonina. Isso significa, em termos médios, a ampliação de 17,7 ton de sedimentos por quilômetro quadrado ao ano em toda área estudada.

Tabela 40 Estimativa do acréscimo na produção de sedimentos quando comparados os Cenários 1 e 2 (por unidade hidrográfica)

Unidade Hidrográfica	**Acréscimo na Produção de Sedimentos**		
	$t.a^{-1}$	$t.km^{-2}.a^{-1}$	%
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	2.165	12,0	35,5
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	2.564	19,0	163,7
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	1.677	11,9	29,6
Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	4.055	35,2	227,0
Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	4.777	35,4	190,1
Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	1.225	10,9	137,3
Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	83	0,8	2,7
Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	780	7,6	70,7
Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	1.776	17,3	42,9
Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	2.881	32,9	123,6
Bacia Hidrográfica do Rio São João	395	5,6	16,7
Área Incremental 1	1.948	29,9	272,8
Área Incremental 2	2.142	22,4	155,8
Área Incremental 3	45	1,0	13,0
Ilhas	6	0,9	9,7
Total	26.519	17,7	77,9

A unidade hidrográfica que apresentou o aumento absoluto mais significativo foi a bacia do rio Sagrado, tendo em vista que o acréscimo anual foi ampliado em 4.777 ton, o que se traduz num aumento de 190,1%. É pertinente salientar que, conforme exposto no Capítulo 5.4, essa bacia referiu-se àquela com maior grau de antropização no ano de 2005, destacando-se por apresentar maior uso agrícola e densidade de estradas rurais dentre todas as unidades hidrográficas. Ao se retomar a análise da suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, verifica-se que a bacia do Sagrado está entre as cinco unidades com maior percentual de áreas de suscetibilidade alta e muito alta.

Um aumento importante na produção de sedimentos também foi percebido na bacia do baixo rio Nhundiaquara, cujo acréscimo anual foi de 4.055 ton, ou seja, 227%. Essa bacia, conforme discutido no Capítulo 4.2, caracterizou-se como a de maior suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos e também se destacou por estar entre as unidades hidrográficas mais antropizadas, evidenciando maior área combinada de agricultura e pastagem e, juntamente com a bacia do rio Sagrado, denota a maior densidade de estradas rurais na região em análise (Tabela 38).

A bacia do rio do Pinto foi a que apresentou o terceiro maior acréscimo na produção anual de sedimentos, ou seja, 32,9 $t.km^{-2}.a^{-1}$. Isso corresponde a um aumento de 2.881 $t.a^{-1}$. Embora essa unidade hidrográfica não esteja entre aquelas de maior suscetibilidade geopedológica, deve-se apontar seu alto grau de antropização identificado em 2005. Significativas áreas de agricultura e pastagem foram mapeadas em seu terço inferior, parte da área urbana de Morretes está inclusa em seu território, além de ser cortada pela rodovia BR-277 em todo seu trecho de serra.

Além das três unidades hidrográficas citadas, merecem destaque a bacia do alto rio Nhundiaquara, cujo acréscimo foi de 2.564 $t.a^{-1}$, o que se traduz em um aumento percentual na ordem de 163,7%. A Área Incremental 1 foi a unidade hidrográfica que apresentou a mais significava ampliação percentual na produção de sedimentos, ou seja, 272,8%. Esse valor é correspondente ao aumento na ordem de 29,9 $t.km^{-2}.a^{-1}$, fato que pode ser explicado em razão dessa unidade hidrográfica referir-se àquela com os maiores trechos de solo exposto e reflorestamento, além de apresentar importantes áreas de uso agropecuário.

Entre as unidades hidrográficas de menor produção sedimentar está a bacia do rio Cacatu, na qual o acréscimo anual estimado foi de apenas 83 ton, o que é referente a 0,8 $t.km^{-2}.a^{-1}$, ou então ao acréscimo de 2,7%. As Ilhas e a Área Incremental 3 revelaram resultados baixos e muito similares, na ordem de 0,9 e 1 $t.km^{-2}.a^{-1}$, valores esses que podem ser explicados pelo alto grau de conservação das mesmas, que de acordo com as informações disponíveis na Tabela 38, denotam os maiores percentuais de áreas conservadas. Por fim, também devem ser evidenciadas devido aos baixos acréscimos na produção de sedimentos as bacias dos rios São João e Faisqueira, cujos acréscimos foram de 5,6 e 7,6 $t.km^{-2}.a^{-1}$.

5.6 Análise e Discussão dos Resultados

A seguir, os resultados das estimativas para os dois cenários considerados no presente estudo são comparados a estudos similares realizados no Brasil, bem como aos trabalhos voltados à discussão da produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina.

5.6.1 Relação com estudos realizados no Brasil

Em estudo realizado por CAMPAGNOLI (2005) tem-se a publicação do mapa de áreas de produção de sedimentos do Brasil. Para sua confecção foi efetuada a reinterpretação dos Mapas Exploratórios de Solos do Projeto RADAMBRASIL, sendo também utilizados os dados geológicos do CPRM (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais) e a declividade gerada a partir das informações altimétricas disponibilizadas pela USGS (*United States Geological Service*), sendo estes três conjuntos de dados compatíveis à escala 1:1.000.000. Os dados de pluviosidade média considerados foram fornecidos pelo CPTEC/INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), cuja resolução espacial referia-se a 200 km. Para representar a cobertura vegetal e uso da terra utilizou-se o mapa disponibilizado pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), na escala 1.5.000.000, relativo ao ano de 2004, ao qual se acrescentaram as informações de desmatamento publicadas em 2006 pelo PRODES-INPE (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

O recorte desse mapeamento para a área de drenagem da baía de Antonina está representado na Figura 48. Ao ser analisada nota-se coerência das taxas de produção de sedimentos conforme a espacialidade dos compartimentos geomorfológicos. Todavia, devem-se efetuar as necessárias ressalvas quanto a sua reduzida escala. Nas planícies e porções dos planaltos (Dissecado e Ondulado) observam-se potencial de produção de sedimentos muito baixo, enquanto que na serra potencial muito alto. Em algumas porções de transição entre planície e serra foi identificado potencial moderado.

No entanto, quando se efetuou a estimativa da produção de sedimentos sobre os dados visualizados na Figura 48, obteve-se o valor de 319.180 $t.a^{-1}$ (212,8 $t.km^{-2}.a^{-1}$), o qual se revelou muito acima daqueles encontrados no presente estudo. Acredita-se que isso se deva especificamente à baixíssima resolução espacial dos dados considerados na confecção do mapa de produção de sedimentos do Brasil, evidenciando-se a baixa qualidade do mapa de cobertura vegetal e uso da terra, cuja escala foi de 1:5.000.000.

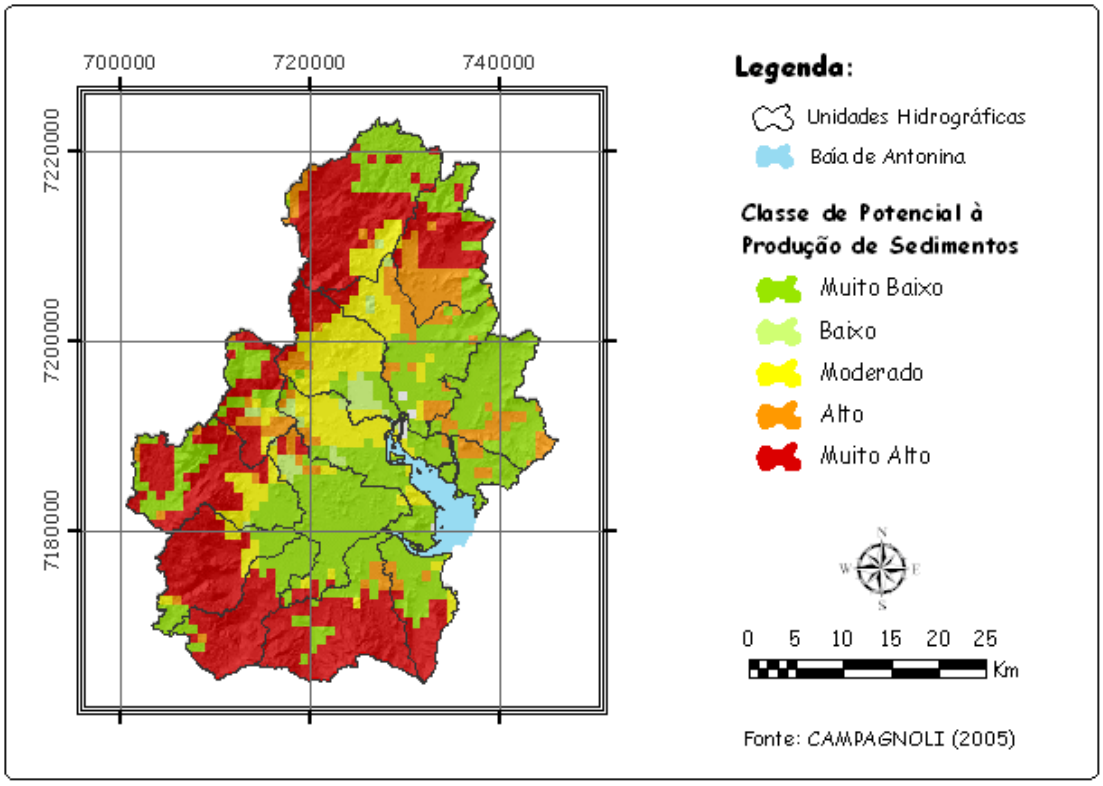


Figura 48 Recorte do mapa de produção de sedimentos do Brasil, para a área de drenagem da baía de Antonina

Em estudo realizado na região do setor sul da alta bacia do rio Araguaia, situada na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso, cuja área de drenagem apresenta 1.545 km², sendo, portanto, muito similar às dimensões da área do presente estudo, BORGES *et al.* (2009) também efetuaram a estimativa da produção de sedimentos em diferentes datas, utilizando metodologia semelhante à empregada no presente estudo. Esses autores obtiveram os valores para produção de sedimentos apresentados na Tabela 41, na qual se tem também indicado o percentual de vegetação nativa em cada um dos anos considerados na análise.

Tabela 41 Quantificação da estimativa da evolução da produção de sedimentos para o setor sul da alta bacia do rio Araguaia

Ano	**Produção** ($t.a^{-1}$)	**Produção** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)	**Vegetação Nativa** (%)
1977	41.165	26,6	77,0
1989	65.600	42,4	59,5
1997	85.109	55,1	46,5
2006	91.286	59,1	40,0

Fonte: BORGES *et al* (2009)

Ao se efetuar a análise dos dados disponíveis na Tabela 41 em comparação com os obtidos no presente estudo, nota-se coerência entre os mesmos, ou seja, os valores encontrados revelam relação entre o uso da terra, a suscetibilidade do meio físico e a produção de sedimentos estimada.

O valor mais próximo à produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina, em 2005, referiu-se ao obtido no ano de 1989, quando foram estimados 40,4 e 42,4 $t.km^{-2}.a^{-1}$ para as duas áreas, respectivamente. Todavia, em 1989, no trecho considerado da bacia do Araguaia, existia apenas 59,5% de mata nativa, ou seja, muito menos dos 85,1% de remanescentes vegetais existentes na área de drenagem da baía de Antonina. Acredita-se que essa diferença no uso e similaridade nos resultados deva ser atribuída à diferença de suscetibilidade das duas regiões. BORGES *et al* (*Op. Cit.*) salienta que 71% da área estudada denota suscetibilidade muito baixa à produção de sedimentos, e que outros 23% suscetibilidade moderada. Já para área da corrente pesquisa predominam os percentuais de suscetibilidade moderada (63,9%), seguidos dos de baixa (18,3%) e alta (13,1%).

5.6.2 Relação com estudos realizados na Área de Drenagem da Baía de Antonina

No que se refere aos estudos desenvolvidos na área de drenagem da baía de Antonina, quanto à discussão da produção de sedimentos em suas bacias hidrográficas, devem-se destacar três trabalhos:

- Projeto Floresta Atlântica (PARANÁ, 2002), no qual os estudos hidrossedimentológicos foram limitados à realização de monitoramentos e cálculos de descarga sólida total;

- Dissertação de mestrado de MANTOVANELLI (1999), na qual se efetuou a caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na baía de Paranaguá e em sua área de drenagem;

- Projeto desenvolvido pelo LACTEC (Instituto de Tecnologia para do Desenvolvimento) e CEHPAR (Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza), sob contratação da COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica), no qual se realizou o estudo da influência da usina Governador Parigot de Souza no processo de assoreamento da baía de Antonina.

No Projeto Floresta Atlântica, cujos resultados estão publicados em NAGASHIMA *et al.* (1996) e OKAWA *et al.* (1997), as conclusões obtidas pelos autores indicam que os cálculos efetuados para a estimativa de descargas sólidas totais revelaram-se longe de serem considerados aceitáveis, devido à escassez de dados medidos em campo. Desta forma, verificou-se a necessidade de se analisar em maior nível de detalhe, as fórmulas de cálculo de descargas sólidas para os rios com as características da região litorânea, bem como de se analisar a forma de amostrar o material de fundo destes canais. Embora os resultados de sedimentos apresentados no Projeto Floresta Atlântica não possibilitem sua comparação aos produzidos no presente trabalho, deve-se valorizar que o mesmo contribuiu na expansão da rede de monitoramento litorânea.

O trabalho de MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) trata-se de um importante estudo sobre o sistema de drenagem das baías de Antonina e Paranaguá, principalmente em função da extensão do monitoramento realizado. Dentre os resultados obtidos deve-se enfatizar a quantificação do aporte de água doce e material particulado em suspensão dos principais rios que compõem a área de drenagem das baías citadas. Nota-se na Figura 49 que cerca de 90% dos rios que escoam para a baía de Antonina foram considerados, quais sejam: 1) Cedro, 2) Faisqueira, 3) Copiúva, 4) Cachoeira, 5) Venda, 6) Cacatu, 7) Meio, 8) Nunes, 9) Xaxim, 10) Curitibaíba, 11) Moura, 12) São Joãozinho, 13) Sepitanduva, 14) Nhundiaquara, 15) Marumbi, 16) Pinto, 17) Passa Sete, 18) Sagrado, 19) Jacareí. O único rio a não integrar a área de escoamento da baía de Antonina, referiu-se ao rio Piedade (20).

Nos rios indicados na Figura 49, MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) realizou duas campanhas "instantâneas" de 2 a 3 dias, uma no inverno de 1997 e outra no verão de 1998. Nessas campanhas foram quantificadas as descargas líquidas e as concentrações de sólidos em suspensão, cujas áreas à montante dos pontos de medição corresponderam a 65% da área total analisada. Como praticamente não houve variação na precipitação durante os dias de amostragem, os eventos foram considerados simultâneos e comparáveis entre si. Na Tabela 42 estão representadas, além da dimensão das bacias dos 19 rios que drenam para a baía de Antonina, também a vazão sólida específica obtida tanto no inverno quanto no verão.

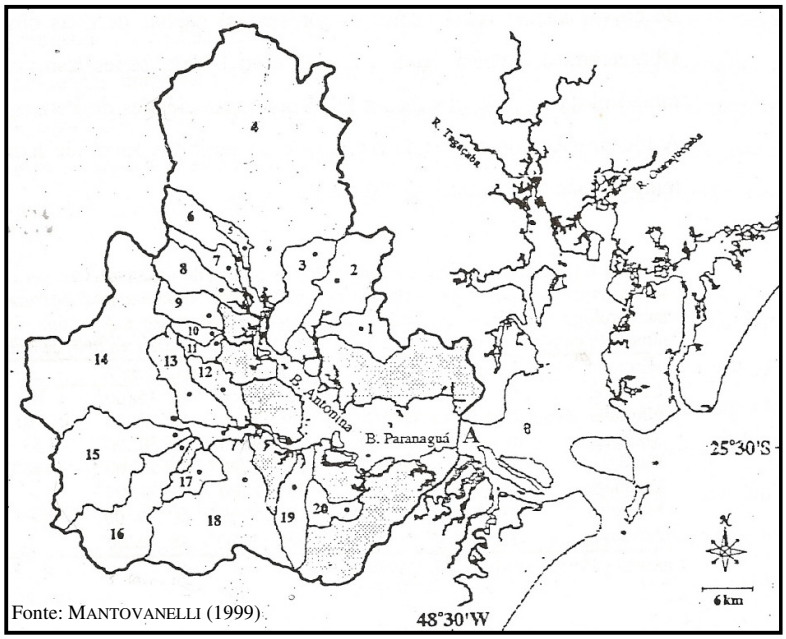


Figura 49 Área de estudo considerada em MANTOVANELLI (1999)

Tabela 42 Dados de vazão sólida específica calculados a partir da campanhas "instantâneas" de inverno e verão (MANTOVANELLI, 1999)

Rio	**Área de Drenagem** (km²)	**Vazão Sólida Específica** ($kg.km^{-2}.d^{-1}$) inverno	**Vazão Sólida Específica** ($kg.km^{-2}.d^{-1}$) verão
1- Cedro	31,5	0,8	33,4
2- Faisqueira	58,2	3,8	183,4
3- Copiúva	26,1	13,3	197,4
4- Cachoeira	415,1	48,4	223,7
5- Venda	9,0	20,9	65,0
6- Cacatu	36,4	0,2	4,9
7- Meio	19,8	0,0	1,3
8- Nunes	36,9	0,0	0,9
9- Xaxim	25,5	0,7	54,7
10- Curitibaíba	9,1	0,3	35,0
11- Moura	9,7	0,6	54,3
12- São Joãozinho	24,2	0,0	37,8
13- Sepitanduva	43,9	1,0	100,6
14- Nhundiaquara	223,9	0,7	176,5
15- Marumbi	107,9	0,7	11,4
16- Pinto	80,6	4,2	292,8
17- Passa Sete	20,8	2,9	49,8
18- Sagrado	136,0	2,3	121,7
19- Jacareí	34,3	1,0	55,3

Fonte: Adaptado de MANTOVANELLI (1999)

Quando analisada a vazão sólida específica dos dados coletados no inverno, verifica-se que a bacia do rio Cachoeira revela os mais expressivos valores, fato que pode ser explicado pelo acréscimo das águas turbinadas da UHE-GPS. Na seqüência, também com valores muito superiores aos demais, têm-se os rios da Venda e Copiúva, os quais em períodos de maré baixa funcionam como afluentes ao rio Cachoeira. Os rios do Pinto, Faisqueira, Passa Sete e Sagrado apresentaram valores baixos, enquanto que nos demais observou-se vazões sólidas específicas inferiores a um ou nulas.

No período de verão a maior vazão sólida específica foi identificada na bacia do rio do Pinto, na qual já no período do estudo observava-se elevado grau de antropização, devendo-se destacar que na mesma, além de se registrar elevados índices pluviométricos também existem significativos trechos de elevada suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos. Elevado valor de vazão sólida específica no período de verão foi novamente observada na bacia do rio Cachoeira, sendo esta seguida pelas bacias dos rios Copiúva, Faisqueira, Nhundiaquara e Sagrado.

Valores muito reduzidos no verão foram encontrados nas bacias dos rios do Nunes, do Meio e Cacatu, os quais podem ser atribuídos ao alto grau de conservação da vegetação, às características físicas e à pequena extensão das mesmas. Esses três rios apresentam grande parcela de seus cursos sobre rochas e nas porções mais elevadas dessas bacias encontram-se importantes porções de Afloramentos Rochosos, Organossolos e Neossolos Litólicos.

O fato de MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) não ter publicado as coordenadas dos pontos de coleta da campanha instantânea, impossibilitou a imediata comparação entre os dados levantados em campo pela autora, com as estimativas da produção de sedimentos efetuadas no presente estudo. Todavia, as informações dos dois estudos foram agrupadas em áreas similares de acordo com o exposto na Tabela 43.

De modo geral, quando comparados os dois trabalhos (Tabela 43) fica evidente que a maioria das bacias expressa valores superiores no presente estudo. Entende-se que isso decorra, sobretudo, em razão da não ocorrência de eventos de elevada pluviosidade durante os dias de coleta tanto no inverno quanto no verão, e conseqüentemente ocorrera uma subestimação da produção sedimentar, no momento da extrapolação dos dados diários publicados autora para todo o ano.

Tabela 43 Comparação da produção anual de sedimentos nas bacias hidrográficas consideradas por MANTOVANELLI (1999), calculados a partir dos dados medidos em campo, com as unidades hidrográficas delimitadas neste estudo

Informações Extraídas da Tabela 39			MANTOVANELLI (1999)		
Unidade Hidrográfica	Área (km²)	Produção ($t.km^{-2}.a^{-1}$) 2005	Bacia Hidrográfica	Área (km²)	Produção ($t.km^{-2}.a^{-1}$) 1997/1998
Bacia do Rio Faisqueira	103,2	18,3	1- Cedro 2- Faisqueira	31,5 58,2	24,4
Bacia do Baixo Rio Cachoeira	134,7	30,7	3- Copiúva 4- Cachoeira (25%) 5- Venda	26,1 103,8 9,0	48,4
Bacia do Alto Rio Cachoeira Bacia do Rio Pequeno	180,2 112,4	35,5	4- Cachoeira (75%)	311,3	49,7
Bacia do Rio Cacatu	106,0	30,1	6- Cacatu 7- Meio 8- Nunes	36,4 19,8 36,9	0,5
Área Incremental 2 (50%)	47,9	37,2	9- Xaxim 10- Curitibaíba 11- Moura	25,5 9,1 9,7	9,4
Bacia do Baixo Rio Nhundiaquara	115,1	50,8	12- São Joãozinho 13- Sapitanduva 17- Passa Sete	24,2 43,9 20,8	13,3
Bacia do Alto Rio Nhundiaquara Bacia do Rio São João	140,6 71,2	47,7	14- Nhundiaquara	223,9	32,4
Bacia do Rio Marumbi	102,7	57,7	15- Marumbi	107,9	2,2
Bacia do Rio do Pinto	87,6	59,5	16- do Pinto	80,6	54,3
Bacia do Rio Sagrado	135,1	54,0	18- Sagrado	136,0	22,7
Área Incremental 1 (55%)	35,9	40,8	19- Jacareí	34,3	10,3
TOTAL	1.372,6	41,7	TOTAL	1.348,9	27,7

Outro aspecto que auxilia na compreensão das discrepâncias encontradas entre os valores dos dois estudos, refere-se ao fato de que as coletas de sedimentos realizadas por MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) não contemplaram a área de drenagem total das bacias, uma vez que foram efetuadas em locais acessíveis à montante das áreas influenciadas pelas marés. Desta forma, os sedimentos coletados correspondem à contribuição das porções nas quais, em geral, a vegetação demonstra maior grau de conservação, sendo desconsideradas algumas porções de planície, onde a antropização muitas vezes é intensa, e conseqüentemente nota-se disponibilização de importantes volumes de sedimentos.

Diante do exposto e observando-se os valores de produção de sedimentos indicados na Tabela 43, percebe-se que as bacias dos rios Cacatu e Baixo Nhundiaquara, bem como as Áreas Incrementais 1 e 2 denotam produção de sedimentos muito superior no presente estudo em comparação aos resultados de MANTOVANELLI (*Op. Cit.*). Entende-se que essas unidades hidrográficas expressem muito bem a supramencionada diferença de cobertura vegetal e uso da terra entre a porção anterior ao ponto de coleta estabelecido por MANTOVANELLI (*Op. Cit.*), e a planície desses rios, nas quais o grau de antropização pode ser considerado intenso.

Maior produção de sedimentos também foi percebida no presente estudo para a bacia do rio Sagrado, e nas bacias dos rios São João e Alto Nhundiaquara (a área destas duas bacias é correspondente à bacia do Nhundiaquara, em MANTOVANELLI). No entanto, a diferença entre os valores obtidos nos dois estudos não demonstram a mesma magnitude das quatro unidades acima indicadas. Acredita-se que essa menor diferença encontrada possa ser atribuída ao menor grau de conservação da vegetação à montante dos pontos de coleta.

Na bacia do rio Faisqueira nota-se situação inversa às unidades hidrográficas anteriormente comparadas, ou seja, nessa bacia verificou-se maior produção sedimentar em MANTOVANELLI (*Op. Cit.*). Entende-se que a explicação para tal seja referente a duas características peculiares observadas no processo de ocupação do rio Faisqueira, quais sejam: maior antropização no terço médio, em detrimento ao alto grau de conservação da vegetação no terço inferior e; presença de inúmeras propriedades recentemente abandonadas, conforme se pôde observar nos trabalhos de campo.

A bacia do rio do Pinto é a que permite ótima comparabilidade entre os estudos em questão, em função de apresentar dimensões muito semelhantes e, sobretudo, em virtude de o ponto de amostragem estabelecido por MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) estar posicionado praticamente na foz desse rio. Tendo em vista a alta correspondência entre os valores observados, supõe-se que os dados de campo obtidos pela autora contribuam à validação da metodologia proposta no presente trabalho.

Embora a bacia do rio Marumbi, a exemplo da bacia do rio do Pinto, denote semelhanças quanto a sua dimensão nos dois estudos, acredita-se que as amostras coletadas durante a campanha instantânea não representem o transporte de sedimentos da mesma. Isto porque os dados revelam-se discrepantes àqueles também coletados pela autora nesse mesmo local, conforme a seguir se discute.

Para concluir a análise dos dados apresentados na Tabela 43, nota-se que nas bacias que abrangem a região do rio Cachoeira (Alto e Baixo Cachoeira e rio Pequeno), são observados valores superiores aos obtidos por MANTOVANELLI (*Op. Cit.*). Esses valores implicam em significativo acréscimo na produção total de sedimentos quando considerada a dimensão de toda a bacia do rio Cachoeira. Essa maior produção pode ser atribuída ao fato de o presente estudo não contemplar os impactos decorrentes da operação da usina GPS. Segundo LAMBERTUCCI (1996) a vazão do rio Cachoeira praticamente dobrou com a descarga do rio Capivari, passando de 21,7 para 39 m³/s. De acordo com BAPTISTA (1995) *apud* CURCIO (1998) a erosão nas margens dos rios pode crescer em função de variações na descarga, proporcionada por fluxos artificiais provenientes de operação em barragens.

É primordial enfatizar que o objetivo das discussões desenvolvidas a partir dos dados disponíveis nas Tabelas 42 e 43, referiu-se à análise da importância relativa de cada bacia contribuinte, bem como comparar dados de campo com as estimativas de produção de sedimentos resultantes da metodologia proposta no âmbito do corrente trabalho.

Além das campanhas "instantâneas", MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) também efetuou duas campanhas com levantamentos diários (uma no inverno e outra no verão), nas quais foram coletadas as vazões líquidas e sólidas dos rios Cachoeira (0,84*At*), Nhundiaquara (0,94*At*) e Marumbi (0,98*At*). Essas campanhas diárias contemplaram períodos de aproximadamente três meses. Na Tabela 44 estão representados os resultados de vazão sólida específica para os períodos de verão e inverno, mas também as estimativas de produção de sedimentos (total e em relação à área da bacia).

Tabela 44 Quantificação da estimativa da produção de sedimentos para as bacias dos rios Cachoeira, Marumbi e Nhundiaquara, a partir de campanhas diárias (MANTOVANELLI, 1999)

Rio	**N. Coletas** Inverno / Verão	**Vazão Sólida Específica** ($kg.km^{-2}.d^{-1}$) inverno	**Vazão Sólida Específica** ($kg.km^{-2}.d^{-1}$) verão	**Produção** ($t.a^{-1}$)	**Produção** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)
Cachoeira	42 / 35	110,9	271,0	28.933	69,7
Marumbi	32 / 33	20,4	196,8	4.277	39,6
Nhundiaquara	37 / 38	53,4	211,8	11.247	50,2

Anterior à análise comparativa entre os dados estimados a partir das coletas diárias de MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) e aqueles estimados no presente trabalho para o ano de 2005, deve-se fazer menção que a autora não publicou os dados brutos coletados em campo, o

que não torna possível avaliar a pluviosidade acumulada anterior às coletas, na tentativa de se identificar o registro de eventos de extremos, os quais conforme anteriormente discutido, evidenciam significativa contribuição à produção de sedimentos.

Ao se analisar as estimativas anuais da produção de sedimentos representadas nas Tabelas 39 e 44, verifica-se que os valores observados para a bacia do rio Nhundiaquara mostraram ótima relação, sendo que no estudo de MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) notou-se um total acumulado cerca de 11% acima. Esse maior percentual pode ser atribuído à ocorrência de um fenômeno *El Niño* de alta intensidade, durante o período de verão em que as campanhas diárias se desenvolveram, o que justifica as anomalias positivas de precipitação (valores superiores às médias históricas) observadas.

Os dados do Marumbi mostraram produção de sedimentos cerca de 40% acima quando comparados ao presente estudo. Talvez essa diferença encontrada possa ser discutida em função da combinação de duas explicações: 1) dentre as três bacias monitoradas por MANTOVANELLI (*Op. Cit.*) esta é a que apresenta menor área de drenagem, bem como características físicas que proporcionam uma resposta hidrológica rápida aos eventos pluviométricos. Sendo assim, como a autora não publicou os dados brutos das campanhas de campo, torna-se impossível verificar se eventos de elevada vazão e, conseqüentemente maiores concentrações de sólidos em suspensão foram contemplados nas amostragens; 2) a bacia hidrográfica em questão apresenta significativas extensões de Afloramentos Rochosos, os quais não foram espacializados na Carta Pedológica de modo isolado, mas associados à Neossolos Litólicos ou a Organossolos. Desta forma, áreas com ausência de solos, nas quais não há disponibilização de sedimentos, contribuíram para a estimativa da produção de sedimentos, o que pode ter resultado em uma superestimação para essa bacia no presente trabalho. 3) Deve-se valorizar ainda a importância dos sedimentos de arrasto que não foram monitorados pela autora.

Os dados medidos no rio Cachoeira revelaram-se aproximadamente 100% superiores em MANTOVANELLI (1999), devendo-se destacar, novamente, o efeito da restituição do canal fuga UHE-GPS.

MANTOVANELLI (1999) calculou a produção de sedimentos a partir de uma estimativa simplificada, considerando-se a soma dos aportes médios do material particulado em suspensão dos três rios quantificados, no verão e no inverno, sendo esta corrigida pelo percentual de representatividade destes rios nas campanhas "instantâneas", em 80% da área de interesse e, extrapolando-se linearmente este valor para a área total da bacia de drenagem das baías de Antonina e Paranaguá. A partir destes valores obteve-se o

fluxo médio anual de sedimentos de 47,6 $t.km^{-2}.a^{-1}$, o que resulta em uma produção anual para a área de drenagem da baía de Antonina (1.500km²) de 71.400 $t.a^{-1}$. Embora a produção anual tenha se revelado 18% superior ao valor estimado no Cenário 2 do presente estudo, acredita-se que esta diferença se deva à contribuição no processo de disponibilização de sedimentos provocado pela operação da UHE-GPS.

Outra pesquisa importante que aborda a produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina foi desenvolvida pelo LACTEC, sendo os resultados publicados em GIBERTONI *et al.* (2007) e GIBERTONI *et al.* (2008). Esta pesquisa, contratada pela COPEL[12], teve por objetivo a análise da influência da UHE-GPS no processo de assoreamento da baía em comparação as suas principais bacias hidrográficas.

A produção hidrossedimentológica foi estimada a partir do modelo semi-distribuído SWAT, quando foram analisadas as seguintes bacias hidrográficas: Faisqueira, Cachoeira, Cacatu, Xaxim, Nhundiaquara e Sagrado. Estas bacias somam 1.327 km², o que corresponde a 88% da área de drenagem da baía de Antonina. As simulações contemplaram o período entre os dias 1/01/1993 e 30/06/2007, fornecendo como resultado os valores médios diários de vazão e de volume de sedimento transportado. De acordo com GIBERTONI *et al.* (2007, p.6), não foi considerada uma escala de tempo adequada para aplicação nas bacias (menor que 24 horas), devido à falta de dados entrada necessários para este tipo de simulação.

Dentre os cenários simulados por GIBERTONI *et al* (2008), dois tiveram seus resultados comparados aos obtidos no escopo do presente estudo. O primeiro referiu-se à cobertura vegetal e uso da terra do ano de 1999, para o qual se utilizou o mapeamento efetuado por PARANÁ (2002) a partir de imagens LANDSAT 7. O segundo cenário, denominado de natural, correspondeu à substituição das áreas com uso agropecuário por vegetação natural. Ambos os cenários foram simulados com e sem as vazões turbinadas de GPS, conforme pode se observar nos resultados sintetizados na Tabela 45.

As bacias dos rios Cacatu, Xaxim e Faisqueira revelaram resultados similares entre si, indicando baixa produção de sedimentos nos dois cenários simulados. As bacias dos rios Nhundiaquara e Sagrado apresentaram valores elevados e relativamente próximos no cenário natural, quando se considera a produção em proporção à área. No cenário de 1999 a produção destas bacias mostrou-se muito alta, com destaque para a bacia do Sagrado cujo valor encontrado foi de 59,8 $t.km^{-2}.a^{-1}$.

[12] Deve-se apontar que os resultados desses estudos não foram inicialmente disponibilizados pela COPEL, sendo fornecidos somente em janeiro de 2010, por deliberação de Audiência Pública realizada no município de Antonina em 16/10/2009.

Na bacia do rio Cachoeira, sem a operação da UHE-GPS, foram estimados produção de sedimento de 32,4 $t.km^{-2}.a^{-1}$ para o cenário natural e de 37,3 $t.km^{-2}.a^{-1}$ para o cenário recente. Quando a usina passou a ser considerada nas simulações, os valores de sedimentos transportados praticamente dobraram, atingindo 75,3 $t.km^{-2}.a^{-1}$ em 1999.

Tabela 45 Quantificação da estimativa da produção de sedimentos para as principais bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina (Adaptado de GIBERTONI *et al*., 2008)

Bacia Hidrográfica	**Cenário**	**Produção** ($t.a^{-1}$)	**Produção** ($t.km^{-2}.a^{-1}$)
Cachoeira (sem GPS) Área = 408 km²	Natural	13.205	32,4
	1999	15.208	37,3
Cachoeira (com GPS) Área = 408 km²	Natural	24.990	61,3
	1999	30.730	75,3
Nhundiaquara Área = 516 km²	Natural	21.011	40,7
	1999	25.169	48,8
Sagrado Área = 136 km²	Natural	5.470	40,2
	1999	8.130	59,8
Cacatu Área = 107 km²	Natural	2.434	22,7
	1999	2.466	23,1
Faisqueira Área = 104 km²	Natural	2.693	25,9
	1999	2.704	26,0
Xaxim Área = 56 km²	Natural	1.279	22,8
	1999	1.334	23,8
Total (Sem GPS) Área = 1.327 km²	Natural	46.095	34,7
	1999	54.892	41,4
Total (Com GPS) Área = 1.327 km²	Natural	57.879	43,6
	1999	68.260	51,4

Ao se realizar a comparação dos resultados para área total sem a UHE-GPS, descritos na Tabela 45, com os obtidos no presente estudo (Tabelas 36 e 39), nota-se valores muito próximos no caso das estimativas recentes, já que para GIBERTONI *et al.* (2008) a produção de sedimentos foi 41,4 $t.km^{-2}.a^{-1}$, enquanto que no presente estudo foi de 40,4 $t.km^{-2}.a^{-1}$. Talvez a pequena diferença entre as estimativas deva ser atribuída às características da cobertura da terra do mapeamento de 2005, para o qual a expressiva área de vegetação secundária em estágio médio de sucessão foi incluída na mesma classe de vegetação em estágio avançado.

Com relação às estimativas para os cenários naturais perceberam-se diferenças significativas, sendo que a produção de sedimentos no presente estudo foi estimada em 22,7 $t.km^{-2}.a^{-1}$, enquanto que no cenário sem a UHE-GPS GIBERTONI *et al.* (*Op. Cit.*) obteve-se o valor de 34,7 $t.km^{-2}.a^{-1}$. Todavia ao se analisar a descrição da cobertura vegetal do cenário dito natural em GIBERTONI *et al.* (*Op. Cit.*), nota-se que os autores simplesmente substituíram os trechos de uso agropecuário, que correspondem à cerca de 4% da área total analisada, pela classe de uso denominada no modelo de FRST, a qual abrange Floresta Ombrófila Mista, vegetação secundária nos estágios inicial e intermediário e reflorestamento. Desta forma, acredita-se que se esses autores tivessem considerado como cenário natural a Carta de Vegetação Natural elaborada no presente estudo (Anexo 49), certamente os valores seriam mais próximos.

Quando a operação da UHE-GPS foi considerada (Tabela 45) notou-se um acréscimo na ordem de 25% à produção total de sedimentos para a área de drenagem da baía de Antonina, tanto no cenário denominado de natural quanto no cenário correspondente ao uso da terra em 1999. Portanto, se esse acréscimo atribuído a operação de GPS for incluído à produção de sedimentos estimada no Cenário 2 da presente pesquisa, condizente ao ano de 2005, ter-se-ia a produção anual de 75.725 $t.a^{-1}$, valor correspondente a 50,5 $t.km^{-2}.a^{-1}$. Esses valores demonstram-se comparáveis aos apresentados na Tabela 45 para o cenário de 1999, no qual GPS foi considerado.

Embora os resultados produzidos por GIBERTONI *et al.* (*Op. Cit.*) mostrem-se compatíveis aos estimados neste estudo, a espacialidade das áreas disponibilizadoras de sedimentos, caso sejam publicadas, devem ser analisadas com cautela, em razão, sobretudo, das seguintes limitações:

- o mapeamento pedológico adotado refere-se ao publicado por EMBRAPA (1984), o qual conforme descrito no Capítulo 2.1.4.1, refere-se à escala 1:650.000, não sendo compatível com a demandada pela presente análise;

- as características físico-hídricas dos solos foram extraídas de EMBRAPA (1984), sendo que muitas destas não correspondem a perfis coletados em compartimentos geopedológicos similares aos existentes no litoral paranaense;

- para as características físicas da cobertura vegetal e uso da terra foram consideradas as informações *default* disponíveis no modelo, sendo efetuada a adaptação das classes vegetativas de maior similaridade com as observadas na região, porém os autores não descrevem essas adaptações. Por exemplo, as classes de Floresta Ombrófila Mista e Vegetação Secundária em Estágio Inicial de Sucessão, que denotam importantes diferenças quanto ao grau de proteção ao solo foram agrupadas numa classe de características físicas. O mesmo ocorreu para os usos agrícola e pecuário. Enquanto que para os caxetais e as várzeas que constituem as Formações Pioneiras de Influência Fluvial, revelando características similares, foram atribuídos valores distintos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior produção de sedimentos foi identificada nas porções de sopé da Serra do Mar, Morros e Colinas, nas quais a densidade de estradas rurais, bem como os percentuais de uso agropecuário são elevados. Na bacia do rio do Pinto verificou-se, no cenário recente (2005), a produção sedimentar de 59,5 $t.km^{-2}.a^{-1}$, na bacia do Marumbi 57,7 $t.km^{-2}.a^{-1}$, Sagrado 54 $t.km^{-2}.a^{-1}$, Alto Nhundiaquara 52,2 $t.km^{-2}.a^{-1}$ e Baixo Nhundiaquara 50,8 $t.km^{-2}.a^{-1}$. Essas unidades hidrográficas, que apresentaram os mais expressivos valores relativos de produção de sedimentos caracterizam-se por denotar a supramencionada combinação de usos da terra.

A produção natural de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina revelou-se 77% inferior à estimada para 2005. Neste cenário natural destacaram as unidades hidrográficas cujas nascentes localizam-se na Serra do Mar, quais sejam: Marumbi (40,3 $t.km^{-2}.a^{-1}$) e Alto Nhundiaquara (40,3 $t.km^{-2}.a^{-1}$), seguidas de Alto Cachoeira (33,8 $t.km^{-2}.a^{-1}$), São João (33,2 $t.km^{-2}.a^{-1}$) e Cacatu (29,3 $t.km^{-2}.a^{-1}$). Quando se analisa a espacialidade do potencial à produção de sedimentos em comparação aos dados de suscetibilidade geopedológica, torna-se evidente a significativa importância exercida pela vegetação na proteção ao solo.

Na comparação entre os dois cenários analisados no presente estudo, verificou-se que a unidade hidrográfica que apresenta aumento absoluto mais significativo na produção de sedimentos foi a bacia do rio Sagrado, tendo em vista o acréscimo anual ampliado em 4.777 ton, o que se traduz num aumento de 190,1%. É pertinente indicar que essa bacia denotou maior grau de antropização no ano de 2005 (28,7%), evidenciando os maiores percentuais de uso agrícola e densidade de estradas rurais dentre todas as unidades hidrográficas. Ao se considerar a análise da suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, verifica-se que a bacia do rio Sagrado está entre as cinco unidades com maior percentual de áreas de suscetibilidade alta e muito alta.

No momento em que as estimativas de produção de sedimentos efetuadas no presente trabalho foram comparadas aos dados coletados e tratados por MANTOVANELLI (1999), bem como aos resultados obtidos por GIBERTONI *et al.* (2008), a partir simulações efetuadas por meio do modelo SWAT, percebeu-se uma coerência entre os mesmos. Este último estudo também permitiu a estimativa da contribuição do aporte sedimentar decorrente da operação da usina GPS, o qual é referente à cerca de 25% do volume total gerado na área de drenagem da baía de Antonina.

Diante do exposto, o valor estimado no presente estudo para a produção de sedimentos, considerando-se tanto o uso da terra de 2005 quanto a influência da usina GPS, corroborou em 50,5 $t.km^{-2}.a^{-1}$, o que é correspondente a 75.725 $t.a^{-1}$. A partir das informações tratadas por MANTOVANELLI (1999) o valor encontrado foi 47,6 $t.km^{-2}.a^{-1}$, ou seja, 71.400 $t.a^{-1}$. Todavia, sabe-se que as amostras instantâneas realizadas pela autora não contemplaram eventos de elevada precipitação, fato que pode justificar esses valores menores encontrados. De acordo com as simulações conduzidas por GIBERTONI *et al.* (2008) a produção de sedimentos referiu-se a 51,4 $t.km^{-2}.a^{-1}$, que soma 77.100 $t.a^{-1}$. Deve-se destacar que para a comparação dos três trabalhos foi considerada somente a área de drenagem da baía de Antonina, excluindo-se os corpos hídricos.

A hipótese de que o processo de assoreamento da baía de Antonina esteja se intensificando em decorrência da contribuição antrópica, devido a alterações no uso da terra e realização de obras de engenharia, com destaque para a operação da UHE-GPS, nas bacias hidrográficas foi evidenciada no presente trabalho. Tanto que o acréscimo à produção de sedimentos ao cenário natural, quando considerado o uso da terra de 2005, foi de 26.519 $t.a^{-1}$, que se traduz em um aumento de 77,9%. Porém quando além das mudanças na cobertura do solo também se consideraram as águas turbinadas da UHE-GPS o acréscimo correspondeu a 41.664 $t.a^{-1}$, ou seja, 122,3%.

Dentre as limitações do método adotado para a delimitação e hierarquização das áreas fornecedoras de sedimentos, seguida da estimativa dessa produção, destaca-se a subjetividade inerente à etapa de ponderação dos elementos do meio físico, algo que demanda clareza nos critérios estabelecidos, visto que não existe consenso na literatura. Outro aspecto limitante à imediata aplicação do roteiro metodológico adotado para o desenvolvimento do presente estudo refere-se à necessidade de se dispor das informações cartográficas padronizadas, em termos de escala e georreferenciamento para a área estudada.

Entretanto, dentre os aspectos positivos do método adotado, deve-se destacar a combinação do baixo custo, aliado a viabilidade de sua aplicação em grandes extensões territoriais, para as quais não se dispõe de séries temporais de dados hidrossedimentológicos, a exemplo do que ocorre na área de drenagem da baía de Antonina.

É importante valorizar também a detalhada resolução espacial (10 m) da delimitação das áreas produtoras de sedimentos internas a cada unidade hidrográfica. Sendo possível, desta forma, hierarquizar quais áreas devem ser priorizadas tanto para conservação quanto para desenvolvimento de projetos de adequação do uso, ou então na recuperação de áreas degradadas, visando a redução do processo de assoreamento.

No que se refere aos objetivos específicos da presente pesquisa deve-se ressaltar que os mesmos foram atingidos, conforme descrição que segue:

- A detalhada caracterização geológica, geomorfológica e pedológica das unidades hidrográficas foi realizada, de modo a se obter os produtos geomorfológicos (índices morfométricos) na escala 1:25.000, e as cartas geológica e pedológica em escala 1:50.000. Cabe o destaque para a confecção da inédita Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina, na qual se identificaram 10 subordens pedológicas, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). O processo de validação da carta de pedologia, pautado no trabalho de campo em que 45 pontos foram visitados, demonstrou a eficiência da metodologia utilizada para sua confecção;

- A construção e a análise da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à produção de sedimentos foram efetuadas com êxito, de modo que a classe de moderada suscetibilidade revelou significativo predomínio, por corresponder a 63,9% da área, seguida das classes de baixa suscetibilidade (18,8%), alta (13,1%) e muito alta (2,7%). Acredita-se que o predomínio da classe de moderada suscetibilidade se deva à extensão da porção de Serra, que se traduz no maior compartimento geomorfológico da área de drenagem da baía de Antonina (com 57,6%). Neste compartimento nota-se a combinação de rochas com alto grau de coesão (baixa suscetibilidade), com declividades elevadas (alta suscetibilidade) e solos com taxas medianas de produção de sedimentos;

- A elaboração Carta de Vegetação Natural permitiu a estimava da produção sedimentar desconsiderando-se a influência antrópica, podendo, ainda, no futuro subsidiar projetos de recuperação de áreas degradadas. Observando-se a carta de Vegetação Natural da área de estudo é notória a predominância da Floresta Ombrófila Densa Submontana, que corresponde a 57,7% da área total, ou seja, cerca 897,2 km^2. Em seguida tem-se a Floresta Ombrófila Densa Montana com 20,5%, a Floresta Ombrófila Densa Aluvial com 5,4% e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas com 3,1%;

- A análise climatológica da área de drenagem da baía de Antonina, seguida de detalhada caracterização e regionalização da pluviosidade, foram essenciais à elaboração e discussão dos cenários considerados para a estimativa da produção de sedimentos. A inédita metodologia desenvolvida para a espacialização da pluviosidade anual possibilitou, de modo eficiente, a minimização do problema relativo à ausência de dados, sobretudo nas porções serranas, nas quais a orografia é importante;

- A estimativa do aporte de sedimentos à baía de Antonina, considerando-se um primeiro cenário referente à cobertura vegetal original (Carta de Vegetação Natural), e outro relativo à recente cobertura vegetal e uso da terra (mapeamento de 2005), foi conduzida com sucesso. Entende-se que a metodologia adotada proporcionou a obtenção de resultados coerentes, quando comparados a outros estudos realizados no Brasil, ou então aos valores estimados por MANTOVANELLI (1999) e GIBERTONI *et al* (2008);

- O banco de dados georreferenciados para a área de drenagem da baía de Antonina, construído em plataforma de Sistemas de Informações Geográficas, permitiu o processamento de grande volume de dados e o desenvolvimento das análises quantitativas de modo preciso. Deve-se mencionar que todos os dados produzidos na presente pesquisa estão integrados no banco de dados em questão, fato que permitirá com agilidade e eficiência a realização de adaptações à metodologia de estimativa da produção de sedimentos, conforme avanços conceituais ou diante de novas informações de campo. Esses dados integrados também serão essenciais ao desenvolvimento de projetos voltados às ações mitigadoras ao processo de assoreamento da baía de Antonina, no âmbito do Programa CAD.

Dentre as recomendações para estudos futuros sugere-se:

- A validação em campo da carta de potencial à produção de sedimentos, devendo-se efetuar a comparação das áreas de maior potencial com as localidades nas quais os processos erosivos se desenvolvem, bem como nas quais se encontram cicatrizes decorrentes de deslizamentos.

- No mapa de suscetibilidade geopedológica propõe-se a avaliação do índice geomorfológico (área de contribuição de cada pixel) em substituição à carta de forma das vertentes, para a delimitação da suscetibilidade geomorfológica à produção de sedimentos. O índice geomorfológico representa o comprimento de rampa, que conforme BERTONI e LOMBARDI NETO (2008), não é menos importante que o declive na identificação dos processos erosivos, pois à medida que o caminho percorrido pelo escoamento se amplia, não somente as águas se avolumam proporcionalmente, como também, a sua velocidade de escoamento aumenta progressivamente.

- Na análise da suscetibilidade atribuída aos solos sugere-se que a textura dos horizontes superficiais seja considerada no momento da ponderação. Para tanto, faz-se necessário o detalhamento da Carta Pedológica elaborada no presente estudo, de modo a se atingir o quarto nível categórico do Sistema de Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). É pertinente salientar que embora tenha sido realizado o levantamento das classes texturais em 43 pontos no processo de validação da Carta Pedológica, observou-se em uma mesma subordem a existência de horizontes superficiais desde argilosos até arenosos, o que não permitiu a generalização destas informações.

- A avaliação da produção de sedimentos nas Áreas de Preservação Permanente (APP's), na tentativa de se verificar quais destas áreas revelam maior suscetibilidade, bem como qual o impacto da recuperação das mesmas na mitigação do processo de assoreamento da baía de Antonina.

- Nos cenários simulados por GIBERTONI *et al.* (2008), a partir do modelo SWAT, recomenda-se que os seguintes aspectos sejam revistos, na possibilidade da realização de novas simulações: 1) substituição do mapeamento de solos publicado por EMBRAPA (1984), pelo produzido no presente estudo; 2) substituição dos parâmetros físico-hídricos por valores coletados na área de estudo; 3) para a simulação do cenário natural que se considere a Carta de Vegetação Natural,

produzida no presente estudo; 4) para a simulação do cenário recente que se considere o mapa de cobertura vegetal e uso da terra editado no presente estudo e referente ao ano de 2005;

- Diante da importância da usina GPS no processo de disponibilização de sedimentos à baía de Antonina, que de acordo com GIBERTONI *et al.* (2008, p.26) ao se considerar "as vazões turbinadas na usina GPS, as vazões [liquidas] do rio Cachoeira na foz passam a ser 86% maiores", enquanto que "o volume sólido praticamente dobra". E, ainda, que "os processos que alteraram a dinâmica do rio Cachoeira não estão estabilizados" (GIBERTONI *et al.* 2007, p.49). Recomenda-se o detalhado estudo dos impactos, pretéritos e atuais decorrentes da operação desta usina, no compartimento fluvial do rio Cachoeira. Dentre as análises a serem realizadas devem ser priorizadas: 1) avaliação da possível alteração do nível freático e de suas conseqüências na vegetação ciliar; 2) avaliação da possível alteração do nível de base do canal principal e de suas conseqüências na intensificação dos processos erosivos em toda a bacia; 3) quantificação da alteração morfológica do canal principal atrelada à formação de meandros abandonados, por meio da interpretação de fotografias aéreas disponíveis para os anos de 1954, 1980, 1996 e 2002; 4) implantação de monitoramento hidrossedimentológico permanente e automático à montante e à jusante do canal fuga.

A partir da experiência adquirida com o desenvolvimento do presente trabalho são apresentadas a seguir recomendações para a gestão territorial e mitigação do processo de assoreamento da baía de Antonina:

- Cadastro das propriedades rurais em um banco de dados geográfico, por unidade hidrográfica, devendo ser descritas as atividades desenvolvidas em cada propriedade;

- Implantação do SISLEG[13] (Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente) nas propriedades rurais;

- Realização de reuniões com a comunidade de cada unidade hidrográfica, para apresentar e discutir a produção de sedimentos;

- Adequação das estradas rurais;

- Responsabilização dos proprietários das áreas de exploração mineral abandonadas.

[13] O SISLEG (Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente), foi institucionalizado por meio do Decreto Estadual 387/99, estabelecendo um sistema estadual de implantação APP e de Reserva Legal previstas no Art. 16 da Lei Federal 4771/65 (Código Florestal). O SISLEG tem como diretrizes básicas a manutenção dos remanescentes florestais nativos, a ampliação da cobertura florestal mínima visando a conservação da Biodiversidade e o uso dos recursos florestais, e o estabelecimento das zonas prioritárias para a conservação e recuperação de áreas florestais pela formação dos corredores de Biodiversidade (IAP, 2008).

Sugere-se que os grandes empreendimentos estabelecidos na região se envolvam no processo de gestão, por meio da adoção de unidades hidrográficas, de modo a subsidiar técnica e financeiramente as ações supramencionadas. Exemplo, ainda que embrionário, desta prática, refere-se ao adotado pela Cattalini Terminais Marítimos, empresa situada em Paranaguá, que como ação compensatória à obra de dragagem de manutenção de seus berços, se responsabilizou pelo monitoramento hidrossedimentológico do rio Sagrado, o qual vem sendo realizado desde abril de 2009.

Resgatando o elemento motivador da corrente pesquisa, é pertinente evidenciar que por meio do Programa CAD está sendo proposto que o licenciamento ambiental para operação de obras de dragagens no estado do Paraná seja aprovado mediante o desenvolvimento de projetos voltados às ações mitigadoras ao assoreamento, as quais deverão ocorrer na área de drenagem da baía de Antonina. Contudo, nem governo, nem sociedade civil dispõem de informações estratégicas ao planejamento destas ações. Diante disto, os resultados da presente pesquisa (principais áreas disponibilizadoras de sedimentos) servirão de suporte aos projetos de mitigação ao assoreamento, tornando aplicáveis os ideais do Programa CAD. Deve-se destacar que esta proposta de vincular as obras de dragagens à conservação e recuperação ambiental nas áreas de drenagens dos portos, demonstra-se inédita, tanto no cenário nacional quanto internacional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRETTA, G. C. **Valor Bruto da Produção Agropecuária Paranaense – 1997 e 2004**. Curitiba: SEAB/DERAL/DEB, 2006.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná.** São Paulo, 1992. 334 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

ANGULO, R. J. Mapa do Cenozóico do litoral do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, v.55, p.25-42, 2004.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1994.

BANDEIRA, V. P. S. **Uma análise crítica do licenciamento ambiental**: a influência da Usina Governador Parigot de Souza (COPEL) no assoreamento da baía de Antonina/PR. Antonina, 2006, 28f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental Portuária), Faculdades Integradas Espírita.

BARBOSA, C. C.; CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S.; CREPANI, E.; NOVO, E.; CORDEIRO, J. P. Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9. Santos/SP, 1998. **Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 1998. INPE, CD-ROM, p. 487-500.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 6 ed. São Paulo: Ícone, 2008.

BERTRAND. G. **Paysage et Géographie Physique Globales:** esquisse méthodologique. Toulouse: R.G.P.S.O., v. 39, 1968.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais.** v.3. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

BIGARELLA, J. J.; KLEIN, R. M.; LANGE, R. B.; LOYOLA e SILVA, J.; LARACH, J. O. I.; RAUEN, M. J. **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná:** um problema de segurança ambiental e nacional. Secretaria de Estado do Planejamento – ADEA (Associação de Defesa e Educação Ambiental). Curitiba: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. (eds.). 1978, 248 p.

BOLDRINI, E. B.; PAULA, E. V. Programa CAD (Contaminantes, Assoreamento e Dragagem no estuário de Paranaguá/PR) e a recuperação de bacias hidrográficas para mitigar o processo de assoreamento. *In*: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Engenharia, Tecnologias e Meio Ambiente. Antonina: ADEMADAN; UNIBEM; Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (MCT). 2008. 296p.

BORGES, R. O.; SILVA, R. A. A.; CAMPAGNOLI, F.; CASTRO, S. S. Mapeamento da evolução da produção de sedimentos no setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia. *In*: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 8. São Paulo, 2009. **Anais do VIII Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, 2009. CD-ROM.

BOLOS Y CAPDEVILLA, J. O. Fitocenologia, estudio de comunidades de plantas. *In*: Congresso Brasileiro de Botânica, 36. Brasília, 1990. **Anais do 36° Congresso Brasileiro de Botânica**, Brasília: Sociedade Brasileira de Botânica, 1990. p. 5-21.

BRANCO, J.C. **Alterações morfológicas na foz do rio Cachoeira, Estado do Paraná, com base na análise da evolução das unidades de planície de maré**. Curitiba, 2004, 70f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental). Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

CAMPAGNOLI, F. **A aplicação do assoreamento na definição de geoindicadores ambientais em áreas urbanas: exemplo na bacia do Alto Tietê, SP**. São Paulo, 2002, 192f. Tese (Doutorado em Geologia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CAMPAGNOLI, F. The Brazilian lands: rates os potencial production of sediments. *In*: Sediment Budgtes Symposium, 7. Foz do Iguaçu, PR, Brazil 2005. **Anais of VII IAHS Scientific Assembly**. 2005. CD-ROM.

CAMPAGNOLI, F. The production of the sediment from South American: propose of mapping of the erosion rates based on geological and geomorphological aspects. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia: UFU. ano 7, n.1, 2006, p. 3-8.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2 Ed., ver., atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, N. O., FILIZOLA, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação do assoreamento de reservatórios**. 1 Ed. Brasília: Dupligráfica Editora Ltda. 2000, v.1. 140p.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em: <www.funape.org.br/geomorfologia>. Acesso em novembro de 2007.

CATTANI, P. E. **Estimativa do assoreamento sedimentar ao longo da baía de Paranaguá**. Pontal do Paraná, 2009, 102f. Monografia (Graduação em Oceanografia). Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

CHAVES, H. M. L. Modelagem matemática da erosão hídrica: passado, presente futuro. *In:* ALVAREZ, V. A.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS. p.731-750.

COELHO, A. B. F. **Entrevista concedida pelo responsável pela Divisão Comercial da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina**. Paranaguá, 08 jan. 2010.

CORRÊA, C. M. C.; DEDECEK, R. A. Erosão real e estimada através da RUSLE em estradas de uso florestais, em condições de relevo plano a suave ondulado. **Revista Floresta**. Curitiba, v.39, n.2. 2009. p.381-391.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDES FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE. 2001.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Instituto de Geociências, UNICAMP, 1992.

CUNHA M. R. B.; **Identificação das áreas e períodos mais suscetíveis à ocorrência de enchentes no município de Paranaguá** (2000 – 2005). Paranaguá, 2006, 67 f. Monografia (Graduação em Geografia). Departamento de Geografia, Instituto Superior do Litoral do Paraná.

CUNICO, C. **Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Marumbi/PR: Perspectivas para análise e avaliação das condições sócio-ambientais.** Curitiba, 2007, 176f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

CURCIO, G. R. **Entrevista concedida pelo pesquisador da Embrapa Florestas**. Colombo, 18 out. 2007.

CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; WISNIEWSKI, C.; TIEPOLO, G. Desmatamento de margens de rios: a situação do Rio Cachoeira. *In*: LIMA, R. E.; NEGRELLE (orgs.). **Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná:** Diagnóstico**.** Curitiba: Editora da UFPR; Brasília: CNPq. 1998. p. 77-81.

CURCIO, G. R.; BRITEZ, R. M.; TIEPOLO, G.; RACHWAL, M. F. G.; WISNIEWSKI, C.; RADOMSNKI, M. I.; CATAPAN, M. I. S. Recomendações de espécies florestais nativas para a recomposição, por tipo de solo, das florestas ciliares do rio Cachoeira. *In*: NEGRELLE, R. R. B.; LIMA, R. E. (orgs.). **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná**: Subsídios à ação. Curitiba: Nimad-UFPR, 2002. p.135-154.

CURCIO, G. R.; UHLMANN, A.; SAVEGNANI, L. A geopedologia e a coleta de sementes de espécies arbóreas em florestas fluviais *In*: MEDEIROS, A. C. S.; VIBRANS, A. C. (Ed.). **Coleta, manejo e armazenamento de sementes de espécies arbóreas da Mata Atlântica**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2006. p.5-28.

DALRYMPLE, R. W., ZAITLIN, B. A., BOYD, R. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications, . **J. Sed. Petrology.** 62, 1992. p.1130-1146.

DE BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In: **Revista do Departamento de Geografia.** v.6. São Paulo: FFLCH/ USP, 1995.

DINIZ, N. C. **Automação da cartografia geotécnica**: uma ferramenta de estudos e projetos para avaliação ambiental. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EDUSP). 2vol.

DOMINGUES, Z. H. **Histórico da cobertura vegetal de Guaraqueçaba, PR: estudo de caso da Bacia do Rio Tagaçaba.** Curitiba, 2004, 209 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná.

ELLISON, W. D. **Estudios sobre erosion del suelo**. INTA Série Informes Técnicos n.62 Buenos Aires, 1963.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná.** Curitiba: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR. Boletim técnico 57. Tomos I e II, 1984.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FÁVERO, O. A.; NUCCI, J. C.; BIASI, M. Vegetação natural potencial e mapeamento da vegetação e usos atuais das terras da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP: Conservação e gestão ambiental. **RA'E GA**: O espaço geográfico em análise. Curitiba, v.8, p. 55-68, 2004.

FILIZOLA, N. **O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia Brasileira**. 1 Ed. Brasília: ANEEL, 1999. v.1. 63p.

FUPEF. **Diagnóstico e avaliação da vegetação na área de influência do vazamento de óleo do poliduto Opala**, município de Morretes, Paraná. Curitiba, 2003. Relatório Final.

GIBERTONI, R. C.; PAIVA, R. C. D. SANTOS, I. **Estudo da influência da Usina Governador Parigot de Souza no processo de assoreamento da baía de Antonina** – Resultados das simulações dos modelos hidrossedimentológicos: distribuído de bacia e hidrodinâmico de canal. Curitiba: LACTEC, 2007. 52 p. Relatório Técnico Companhia Paranaense de Energia Elétrica.

GIBERTONI, R. C.; SANTOS, I.; PAIVA, R. D. C.; POVH, P. H.; FRIEDRICH, M. F.; GONÇALVEZ, J. E. **Estudo da influência da Usina Governador Parigot de Souza no processo de assoreamento da baía de Antonina**. Curitiba: LACTEC, 2008. 59 p. Relatório Final Companhia Paranaense de Energia Elétrica.

GONÇALVES, J. E.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, A. C.; NOCKO, H. R.; REKSIDLER, R. **Modelagem Hidrodinâmica e de Transporte de Sedimentos na Baía de Antonina**. Antonina: ADEMADAN, 2005. 43 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

GUERRA, A. J. T.; Encostas e a Questão Ambiental. *In:* CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T (orgs.) **A Questão Ambiental:** Diferentes Abordagens**.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

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

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

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente**. Disponível em <http://www.iap.pr.gov.br> Acesso em 25 jan. 2008.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual de classificação da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual de Técnico de Pedologia**. Série Manuais Técnicos em Geociências. n. 4. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná). **Cartas climáticas do estado do Paraná.** Londrina/PR, 2000.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social) / Fundação Édison Vieira. **Zoneamento do Litoral Paranaense**. Curitiba, 1989. Convênio SEPL (Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral) /IPARDES. 175p.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). **Diagnóstico e Monitoramento do assoreamento dos reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2000. Relatório Parcial 2.

KOUAKOU, R. N.; XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à avaliação de geopotencialidade agroterritorial. *In*: XAVIER DA SILVA, J; ZAIDAN, R. T. (orgs.). **Geoprocessamento e análise ambiental:** aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

LAMBERTUCCI, J. L. **Diagnóstico preliminar do estado de conservação da microbacia hidrográfica do Rio Cachoeira.** Curitiba, 1996, 67 f. Monografia (Graduação em Geografia). Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacias hidrográficas:** aspectos conceituais e metodológicos, Brasília: IBAMA, 1995.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Tradução de: Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez Editor, 2001.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região Sul do Brasil**. Curitiba, 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

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

LIMA, J. E. F. W.; SANTOS, P. M. C.; CARVALHO, N. O.; SILVA, E. M. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins**. Brasília: EMBRAPA Cerrados; ANA; ANEEL, 2004. 116p. Relatório Técnico. CD-ROM.

MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. Curitiba, BADEP/UFPR/IBPT, 1968.

MANTOVANELLI, A. **Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem**. Curitiba, 1999, 149f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental). Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

MARSHALL, A. **Etude de l'evolution de l'occupation du sol dans le bassin versant de Cachoeira, Paraná, Bresil**: Contribution a l'etude des causes de l'envasement d'une baie. Paris, 2004. 97 f. Mémoire de DEA (Mondes Tropicaus), Ecole Doctorale de Géographie de Paris.

MEDEIROS, J. S. **Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. São Paulo, 1999. 221 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, F. A. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **RA'E GA**: O espaço geográfico em análise. Curitiba, n.3, p. 67-89, 1999.

MINEROPAR (Minerais do Paraná). **Atlas Geomorfológico do Estado Paraná** – Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. Clima *In*: **A Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, Tomo 1, v. 4, 1968. p.14-166.

MOORE, I. D., GRAYSON, R. B.; LANDSON, A. R. Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological, and Biological Applications. **Hydrological Processes.** n.5, 1991, p.3-30.

MOREIRA, L. B.; ABESSA, D. M. S.; COSTA-LOTUFO, L. V.; PEREIRA, C. D. S.; MORAIS, R. D.; CORTEZ, F. S.; DAVANSO, M. B; MARANHO, L. A. Utilização de testes de toxicidade para avaliação da qualidade de sedimentos portuários no Ceará (CE): Porto de Mucuripe. *In:* BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Licenciamento e Monitoramento Ambiental. Antonina: Governo do Estado do Paraná; SEMA/PR; ADEMADAN; UNIBEM. 2007.

MORGAN, R. P. C. **Soil Erosion & Conservacion**. New York. Longman, Inc., 1986, 298p.

MÜLLER FILHO, I. L.; SARTORI, M. G. B. **Elementos para a interpretação geomorfológica de cartas topográficas**: contribuição à análise ambiental. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

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

NAGASHIMA, E. S.; OKAWA, C. M. P.; OLIVEIRA, S. D. **Monitoramento de estações fluviométricas e sedimentológicas da Bacia Litorânea**: apresentação dos dados coletados. Curitiba: SUDERHSA, 1996. Relatório Técnico Projeto Floresta Atlântica.

NETTO, A. L. C. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil 1998. p. 93-148.

NOWATZKI, A.; SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V. Utilização do SIG na delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) na bacia do rio Sagrado (Morretes-PR). **Sociedade & Natureza.** Uberlândia. Prelo.

ODRESKI, L.L.R. **Evolução sedimentar e batimétrica da baía de Antonina** - PR. Curitiba, 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

ODRESKI, L. L. R.; SOARES, C. R.; ANGULO, R. J.; ZEM, R. C. Taxas de Assoreamento e a Influência Antrópica no Controle da Sedimentação da Baía de Antonina (Antonina/PR). **Boletim Paranaense de Geociências**, Editora UFPR, n. 53, p. 7-12, 2003.

OKA-FIORI, C.; CANALI, E. N. Mapeamento Geomorfológico. *In*: LIMA, R. E.; NEGRELLE (orgs.). **Caracterização do NIMAD do litoral paranaense. Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná. Diagnóstico.** Curitiba: Editora da UFPR. 1998. p. 51-56.

OKAWA, C. M. P.; MANASSÉS, E. J.; NAGASHIMA, E. S. **Cálculos de descarga sólida total baseados em dados sedimentológicos**. Curitiba: SUDERHSA, 1997. 162p. Relatório Técnico Projeto Floresta Atlântica.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Floresta Atlântica. **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.** Curitiba: SEMA. Relatório Final. 2002. CD-ROM.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Floresta Atlântica. **Mapeamento geológico da região de ocorrência da Floresta Atlântica no Paraná**. Curitiba: SEMA / MINEROPAR. 2003. CD-ROM.

PAULA, E. V. **Dengue: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Estado do Paraná (1993-2003)**. Curitiba, 2005, 164 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. **Caracterização sócio-ambiental das bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina** (Projeto CAD - Fase 1). Antonina: ADEMADAN, 2005. 56 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. **Caracterização sócio-ambiental das bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina** (Projeto CAD - Fase 2). Antonina: ADEMADAN, 2006a. 54 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. **Caracterização sócio-ambiental das bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina e Paranaguá** (Projeto CAD - Fase 3). Antonina: ADEMADAN, 2006b. 109 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix, Terminais Marítimos Cattalini e Terminais de Contêineres de Paranaguá.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. O assoreamento das baías de Antonina e Paranaguá e a gestão de suas bacias hidrográficas. *In:* BOLDRINI, E. B.; SOARES, C. R.; PAULA, E. V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Licenciamento e Monitoramento Ambiental. Antonina: Governo do Estado do Paraná; SEMA/PR; ADEMADAN; UNIBEM. 2007.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. Delimitação das áreas prioritárias à recuperação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pequeno (Antonina/PR). *In*: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Engenharia, Tecnologias e Meio Ambiente. Antonina: ADEMADAN; UNIBEM; Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (MCT). 2008. 296p.

PAULA, E. V.; CUNICO, C.; BOLDRINI, E. B. Controle do assoreamento e dos contaminantes por meio da gestão de bacias hidrográficas para o planejamento das dragagens portuárias na Baía de Antonina/Paraná/Brasil. **RAE´GA**: O espaço geográfico em análise. Curitiba, n.12. 2006. p.195-210.

PAULA, E. V.; CUNICO, C.; LAGO, M. HARO, R. **Delimitação das formas de vertentes e áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Rio Pequeno (Antonina/PR).** Antonina: ADEMADAN, 2008. 36 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

PAULA, E. V.; NOWATZKI, A. **Delimitação das áreas prioritárias à recuperação na bacia hidrográfica do Rio Sagrado (Morretes/PR)**. Antonina: ADEMADAN, 2009. 45 p. Terminais Marítimos Cattalini.

PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C. Elaboração da Carta Pedológica Potencial das bacias de drenagem da Baía de Antonina. *In*: BOLDRINI, E. B.; SOARES, C. R.; PAULA, E. V. (Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente. Antonina: ADEMADAN; UNIBEM; MCT, 2008. 229-242p.

PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C. Estimate of Natural Vegetation in the Baía Antonina's Drainage Area (State of Paraná – Brazil), Based on Geopedological Information. **Quaternary and Environmental Geosciences**. v.2 Curitiba, 2009. 58-66p.

PERILLO, G. M. E. Definitions and Geomorphologic Classifications of Estuaries. *In* PERILLO, G. M. E. (Ed.). **Geomorphology and sedimentology of Estuaries**. The Netherlands: Elsevier Science B.V. 1995. p 17-47.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, Q. C **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Fundação Cargill: Campinas, 1987.

RAUEN, M. J.; FASOLO, P. J.; PÖTTER, R. O.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P.; HOCHMULLER, D. P.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G. **Levantamento semidetalhado de solos**. *In*: Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do Estado do Paraná; Bacias Hidrográficas dos rios das Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguaçu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e Litoral. Coord. João Carlos Henklain. Londrina: IAPAR, 1994. v.2. il. (IAPAR. Boletim técnico, 24).

RICHARDS, J. A. **Remote Sensing Digital Image Analysis**: An Introduction. Berlin: Springer–Verlag, 1986.

ROBERT, M. C.; PROCOPIAK, L. K.; FONSECA, A. R. D.; SANTANA FILHO, V.; **Impactos das dragagens e outras atividades antrópicas na pesca artesanal das baías de Paranaguá e Antonina**. (CAD Fase 3). Antonina: ADEMADAN, 2006. 65 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix, Terminais Marítimos da Cattalini e Terminais de Contêineres de Paranaguá.

ROCHA, H. O. da *et al***. Levantamento geomorfológico com ênfase em solos da porção sul de tombamento da Serra do Mar**. Convênio 52/90 – UFPR e Instituto de Terras, Cartografia e Floresta. Curitiba – PR: 1992. Vol 1 – 7.

ROCHA, H. O.; CARDOSO, A.; SCHMIDLIN, D.; ROCHA, A. J. **Levantamento de Solos:** Reserva Natural do Rio Cachoeira. Curitiba: Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental/ The Nature Consevancy. 2002.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G**.** As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, n.24. 2002 p.75-92.

RODRIGUES, S. C. **Análise empírico experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do Planalto Paulistano: sub-bacia do Reservatório Billings**. São Paulo, 1998, 264 f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia** FFLCH/USP**,** São Paulo, n. 8, 1994.

SALAMUNI, R.; ROCHA, A. L. **Geologia da região do rio Cachoeira.** Antonina/PR. Relatório inédito. Curitiba, 2002.

SANTOS, I.; ANDRIOLO, M. V.; GILBERTONI. R. C.; PEREIRA FILHO, D. L. B. **Desenvolvimento de modelo de avaliação da qualidade de água e transporte de sedimentos para pequenas e médias centrais hidrelétricas:** modelagem da erosão e transporte de sedimentos. Curitiba: LACTEC, 2005a. 92 p. Relatório técnico.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALLI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**. Ano 37,. n.4, 2007. p.812-820.

SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V.; GROCHOCKI, M. A. F. Mapeamento Geomorfológico como Subsídio à Identificação e à Estimativa dos Solos na Área de Drenagem da Baía de Antonina (PR). **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia: UFU. Ano 10. 2009. p.29-36.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. Ed. (Revisada e Ampliada). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos (EMBRAPA): Viçosa, 2005b.

SHEN, H. W.; JULIEN, P. Erosion and sediment transport. *In*: MAIDMENT, D. R. (Ed.). **Handbook of hydrology**. McGraw-Hill. 1992. p.12.1-12.61.

SILVA, A. S. Análise morfológica dos solos e erosão. *In:* GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos**: conceitos, temas e aplicações. 2. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005. p.101-126.

SOARES, C. R. **Natureza dos sedimentos de fundo das baías das Laranjeiras e Guaraqueçaba** – Complexo Estuarino de Paranaguá (PR). São Paulo, 1990. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências, Universidade Estadual Paulista.

SOARES, C. R.; LANA, P. C.; LAMOUR, M. R.; CARRILHO, J. C.; LORENZI, L.; ALVES, P. R. P. 1997. **Parecer técnico sobre as possíveis áreas de despejo do material a ser dragado para o aprofundamento do canal de acesso à região de Antonina** (Baía de Paranaguá – PR). Pontal do Paraná: CEM/UFPR/TPPF/FUNPAR, 1997. 50 p. + anexos.

SOARES C. R.; LANA P. C. **Baía de Paranaguá**: mapas e histórias. Curitiba: Editora UFPR, 98 p. 1994.

SOARES, C. R.; LAMOUR, M. R. **Histórico dos sítios de despejo, das dragagens e das taxas de assoreamento no canal de acesso aos Terminais Portuários da Ponta do Félix:** perspectivas para o futuro. Curitiba / Pontal do Paraná: Centro de Estudos do Mar - UFPR, 2006. 38 p. Parecer técnico.

SOARES, C. R.; LESSA, G. C.; GOTTARDI NETO, A.; RIESEMBERG, C. E.; SILVA, C. B. Caracterização da distribuição dos sedimentos de fundo das baías de Paranaguá e Antonina. **Anais Congresso Brasileiro de Geologia**, 1996. v. 3. p. 390-394

SORRE, M. A. Adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica. *In*: MEGALE, J. F. (Org.) **Max Sorre**. São Paulo: Ática, 1984. (Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46).

STABILE, R. A.; VIEIRA, B. C. O Papel da Declividade e da Forma das Vertentes na Distribuição das Feições Erosivas da Bacia Água da Faca, Piratininga (SP), 13. Viçosa (MG), 2009. **Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 1-11.

TARBOTON D. G. **Terrain analysis using Digital Elevation Models** (TauDEM). 2005. Disponível em: <http://hydrology.neng.usu.edu/taudem/>. Acesso em: 15 out. 2009.

TARBOTON D. G.; BRAS, R. L.; RODRIGUEZ–ITURBE, I. On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data. **Hydrological Processes**. n.5, 1991, p.81-100.

TEIXEIRA, A. L. A; CHRISTOFOLETTI A. **Sistema de Informações Geográficas: dicionário ilustrado**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

TOMLIN, D. **Geographic information systems and Cartographic Modeling**. Prentice Hall, New York, 1990.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). **Methods for assessing the toxicity of sediment-associated contaminants with estuarine and marine amphipods**. EPA/600/-94/025. 1994.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. **Metodologia para la evaluación de la erosion hídrica.** Madrid: Departamento de Hidráulica e Hidrologia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 1984.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, 2003. p.539-546.

VANHONI, F. **Tipologia climática do litoral do Paraná**. Curitiba, 2006, 88 f. Monografia (Graduação em Geografia), Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

VIEIRA, B. C. **Previsão de Escorregamentos Translacionais Rasos na Serra do Mar (SP) a partir de Modelos Matemáticos em Bases Físicas**. Rio de Janeiro, 2007, 193 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ZEVERBERGEN, L. W.; THORNE, C. R. Quantitative Analysis of Land Surface Topography. **Earth Surface Processes and Landforms**. n.12, 1987, p.47-56.

8 ANEXOS

Anexo 1

Ficha de Descrição de Ponto 1	
Ponto nº	01
Número do campo:	04
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	GX + RY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Dúvida
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio Pequeno (acesso estrada de Guaraqueçaba). Coordenadas: X 732.341; Y 7.204.217.
Situação	Porção Plana, a 10 metros do terraço em direção ao rio.
Altitude:	14m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Sedimentos Recentes (Quaternário)
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano (fundo de vale)
Relevo regional:	Planície Aluvial cercada por morros isolados
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Aluvial
Uso atual:	Vegetação Secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 1				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/3	1-15cm
A/C	Não	Não	10YR 3/4	15-20cm
C1	Sim	Sim	10YR 3/4	20-40cm
C2	Sim	Sim	Mosqueado	40->120cm (65cm)
Observações: - lençol aflora a partir de 60cm. - no horizonte A percebe-se considerável oxidação devido à presença de raízes (2,5YR 4/8). - no horizonte C encontra-se intensa presença de sedimentos recentes inconsolidados, o que dificulta a determinação das cores.				

Resultado de Análise de Laboratório - Granulometria Ponto 1							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19605	Ponto 46 Hor.A	53	71	536	340	Franco Argilossiltosa	Siltosa
19606	Ponto 46 Hor.C1	179	108	373	340	Franco Argilosa	Média
19607	Ponto 46 Hor.C2	801	47	12	140	Areia Franca	Arenosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 1			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19605	Ponto 46 Hor.A	3,60	6,21
19606	Ponto 46 Hor.C1	0,80	1,38
19607	Ponto 46 Hor.C2	0,80	1,38

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Neossolo Flúvico (RY)

Anexo 2

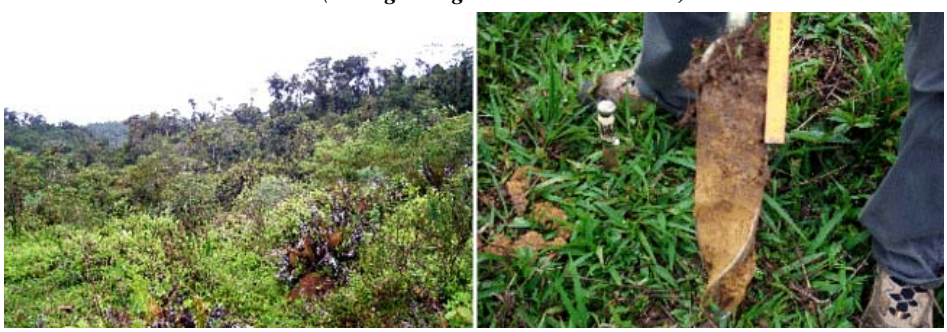
Ficha de Descrição de Ponto 2	
Ponto nº	02
Número do campo:	01
Data:	18/09/2007
Classificação Potencial:	CX + LVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico câmbico.
Localização, município e coordenadas:	Porção norte da Bacia do Rio Cachoeira (acesso via BR-116). Antonina/PR. Coordenadas: X 727499; Y 7221932.
Situação	Pequeno platô existente numa vertente de média declividade (19%), sendo que a cobertura vegetal caracteriza-se por pequena clareira.
Altitude:	699m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge, Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior) Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse mica-quartzo-xisto ultrabasito metabasito e anfibolito.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Planalto Dissecado
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Montana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 2				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Não	Sim	10YR 4/2	0-10cm
A/B	Não	Não		10-15cm
B	Não	Não	10YR 6/8	15-95cm (49cm)
B	Não	Sim	10YR 6/8	15-95cm (60cm)
	Não	Não	10YR 6/8	15-95cm (92cm)
Observações: - Forte presença de raízes apenas no horizonte A. - Presença de fragmentos milimétricos e centimétricos de grãos de quartzo a partir de 80cm de profundidade.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 2							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19119	Ponto 2 Hor. A	107	230,5	382,5	280	Franco Argilosa	Média
19120	Ponto 2 Hor. B	97	155	228	520	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 2			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19119	Ponto 2 Hor. A	32,92	56,75
19120	Ponto 2 Hor. B	4,44	7,65

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)



Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 3

Ficha de Descrição de Ponto 3	
Ponto nº	03
Número do campo:	11
Data:	14/03/2008
Classificação Potencial:	CX + LVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Porção sul da Bacia do Rio Pequeno, afluente do Rio Cachoeira (acesso via PR-340). Antonina/PR. Coordenadas: X 730.397; Y 7.205.927.
Situação	Terço inferior da vertente, com declividade de 20%.
Altitude:	30 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge, Complexo Cachoeira. Arqueano (Proterozóico Inferior). Mica-quartzo-xistos, magnetita-quartzo-xistos, mica-quartzo-granada-xistos, tremolita-actinolita-xistos, filitos e quartzitos, rochas básicas e ultrabásicas metamorfizadas, gnaisses e protomilonitos.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Serra (sopé da serra)
Erosão:	Expressiva (Laminar e em sulcos)
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Pecuária (criação de búfalos)

Descrição Morfológica Ponto 3				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/3	0-8cm
B1	Sim	Sim	10YR 5/8	8-120cm (40cm)
B2	Não coletado devido à ausência de extensão do trado.	Não		> 120cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 3							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19988	Ponto 3 Hor.A	240	240	200	320	Franco Argiloarenosa	Média
19989	Ponto 3-Hor.B1	200	160	160	480	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 3			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19988	Ponto 3 Hor.A	9,78	16,86
19989	Ponto 3-Hor.B1	1,32	2,28

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)

Anexo 4

Ficha de Descrição de Ponto 4	
Ponto nº	04
Número do campo:	03
Data:	30/10/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico.
Localização, município e coordenadas:	Nascentes da bacia hidrográfica do Rio Sagrado (acesso via BR-277). Morretes/ PR. Coordenadas: X 725.918; Y 7.170.129.
Situação	Terço médio da vertente com 20% de declividade
Altitude:	234m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImgm. Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior). Migmatitos oftálmicos com paleossoma de biotita-gnaisse, biotita-hornblenda-gnaisse e hornblenda-gnaisse com quartzitos.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas.
Relevo local:	Ondulado à forte ondulado
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Extensa voçoroca na porção inferior da vertente.
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana.
Uso atual:	Agricultura

Descrição Morfológica Ponto 4				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
B	Sim	Sim	10YR 3/1	0-10cm
B/C	Não	Não		10-20cm
C1	Sim	Sim	10YR 5/4	20-35cm
C2	Sim	Não	10YR 5/4	>35cm
Observações: Horizonte A fase erodida				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 4							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19628	Ponto 4 Hor.B	268	104	268	360	Franco Argilosa	Argilosa
19629	Ponto 4 Hor.C	349	96	235	320	Franco Argilosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 4			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19628	Ponto 4 Hor.B	8,25	14,22
19629	Ponto 4 Hor.C	0,8	1,38

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 5

Ficha de Descrição de Ponto 5	
Ponto nº	05
Número do campo:	03
Data:	30/10/2007
Classificação Potencial:	CX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolos Háplicos Tb Distróficos
Localização, município e coordenadas:	Nascentes da bacia hidrográfica do Rio do Pinto (acesso via BR-277). Morretes/PR. Coordenadas: X 707.795; Y 7.167.848.
Situação	Terço inferior da vertente com 10% de declividade
Altitude:	854m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge, Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior) Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse mica-quartzo-xisto ultrabasito metabasito e anfibolito.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Planalto Ondulado
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Mista Montana (Transição para a Floresta Ombrófila Densa Montana).
Uso atual:	Pastagem natural

Descrição Morfológica Ponto 5				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/1	0-7cm
A/B	Sim	Não	10YR 5/2	7-15cm
B1	Sim	Sim	10YR 5/2	15-30cm
B2	Sim	Sim	10YR 5/2 mosqueado com 10% de 2,5Y 6/6	>30cm
Observações: - Ponto coletado sobre gramíneas. - No horizonte B2 presença de água.				

Resultado de Análise de Laboratório – Textura Ponto 5							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19608	Ponto 5 Hor.A	397	109	274	220	Franco Argiloarenosa	Média
19609	Ponto 5 Hor.B1	266	88	226	420	Argila	Argilosa
19610	Ponto 5 Hor.B2	275	87	238	400	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 5			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19608	Ponto 5 Hor.A	22,15	38,19
19609	Ponto 5 Hor.B1	4,77	8,22
19610	Ponto 5 Hor.B2	4,09	7,05

Fotos (local de coleta e amostra Hor.B1)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 6

Ficha de Descrição de Ponto 6	
Ponto nº	06
Número do campo:	06
Data:	27/11/2007
Classificação Potencial:	CX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Guaraqueçaba, bacia do Rio do Cedro, afluente do Rio Faisqueira (cerca de 4km do final da PR 404). Coordenadas: X 743.064; Y 7.190.903.
Situação	Cerca de 5% de declividade
Altitude:	45m
Litologia, formação geológica e cronologia:	Qt. Sedimentos Recentes. Depósitos de tálus. Quaternário holoceno.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Suave Ondulado
Relevo regional:	Área Coluvial Montanhosa
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Fase intermediária de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 6				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5 YR 3/1	0-5cm
A/B	Não	Não		5-10cm
B	Sim	Sim	10 YR 4/4	10-60cm
C	Sim	Sim	7,5 YR 4/6	>60cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Granulometria Ponto 6							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19895	Ponto 6 Hor.A	408	138	175	280	Franco Argiloarenosa	Média
19896	Ponto 6 Hor.B	286	157	197	360	Franco Argilosa	Argilosa
19897	Ponto 6 Hor.C	247	102	72	580	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 6			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19895	Ponto 6 Hor.A	29,45	50,77
19896	Ponto 6 Hor.B	12,93	22,29
19897	Ponto 6 Hor.C	4,92	8,48

Fotos (Local de coleta e paisagem regional)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 7

Ficha de Descrição de Ponto 7	
Ponto nº	07
Número do campo:	06
Data:	27/11/2007
Classificação Potencial:	CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Gleissolo Háplico Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Morretes, bacia do Rio do Iporanga, afluente do Rio Marumbi (acesso estrada secundária à PR 411). Coordenadas: X 713.855; Y 7.178.991.
Situação	Plano
Altitude:	40m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Sedimentos Recentes. Quaternário. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária fase intermediária de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 7				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	2,5Y 3/2	0-20cm
A/B	Não	Não		20-30cm
Bi	Sim	Sim	2,5Y 6/3	30-60cm (40cm)
C	Sim	Sim	2,5Y 8/1 mosqueado com 10% de 2,5Y 6/1 e 5% de 10YR 7/8	>60cm
Observações: Amostras coletadas sob chuva				

Resultado de Análise de Laboratório – Textura Ponto 7							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19898	Ponto 7 Hor.A	225	123	112	540	Argila	Argilosa
19899	Ponto 7 Hor.Bi	411	93	97	400	Argiloarenosa	Argilosa
19900	Ponto 7 Hor.C	427	204	110	260	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 7			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19898	Ponto 7 Hor.A	20,83	35,91
19899	Ponto 7 Hor.Bi	1,90	3,28
19900	Ponto 7 Hor.C	0,00	0,00

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Flúvico (CY)

Anexo 8

Ficha de Descrição de Ponto 8	
Ponto nº	08
Número do campo:	12
Data:	11/03/2007
Classificação Potencial:	GX + CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado.
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo
Localização, município e coordenadas:	Chácara, podendo ser acessada por estrada vicinal à PR-410, cuja entrada encontra-se 50 metros à esquerda depois da ponte sobre o Rio Sapitanduva (sentido Morretes – Antonina). Morretes/PR. Coordenadas: X 718.590; Y 7.187.841.
Situação	Plano
Altitude:	30 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Sedimentos Recentes. Quaternário. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Área Coluvial Montanhosa
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária fase intermediária de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 8				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 4/4	0-20cm
A/B	Sim	Não	7,5YR 5/6	20-40cm
B1	Sim	Sim	7,5YR 5/6	40-90cm (60cm)
B2	Sim	Sim	10YR 5/6	>90cm
Observações: presença de 2cm de serrapilheira sobre horizonte A.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 8							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19990	Ponto 8 Hor.Ap	242	118	321	320	Franco Argilosa	Média
19991	Ponto 8 Hor.B1	437	146	178	240	Franco Argiloarenosa	Média
19992	Ponto 8 Hor.B2	285	86	230	400	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 8			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19990	Ponto 8 Hor.Ap	9,78	16,86
19991	Ponto 8 Hor.B1	0,26	0,45
19992	Ponto 8 Hor.B2	0,89	1,53

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Flúvico (CY)

Anexo 9

Ficha de Descrição de Ponto 9	
Ponto nº	09
Número do campo:	06
Data:	11/12/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Divisor de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Sagrado, podendo ser acessado por estrada secundária à BR 277 (sentido Curitiba). Morretes/PR. Coordenadas: X 728.058; Y 7.175.352.
Situação	Terço inferior da vertente com declividade de 10%
Altitude:	17m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge. Complexo Gnáissico Migmatítico. Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Suave Ondulado
Relevo regional:	Área Coluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio intermediário de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 9				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	2,5Y 4/2	0-15cm
A/B	Sim	Não	2,5Y 4/2	15-20cm
B1	Sim	Sim	2,5Y 5/3	25-50cm (40cm)
B2	Sim	Não	2,5Y 5/4	50-70cm (55cm)
C	Sim	Sim	10YR 5/6	>70cm (100cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório – Textura Ponto 9							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19919	Ponto 9 Hor.A	175	256	330	240	Franco	Média
19920	Ponto 9 Hor.B	169	230	322	280	Franco Argilosa	Média
19921	Ponto 9 Hor.C	164	114	243	480	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 9			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19919	Ponto 9 Hor.A	24,10	41,55
19920	Ponto 9 Hor.B	5,71	9,84
19921	Ponto 9 Hor.C	4,49	7,74

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 10

Ficha de Descrição de Ponto 10	
Ponto nº	10
Número de campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Ipiranga, afluente do Rio Nhundiaquara, próximo à bifurcação entre PR 410 e PR 411. Morretes/PR. Coordenadas: X 715.976; Y 7.190.050.
Situação	Terço médio da vertente com declividade de 14%
Altitude:	120m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm. Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Pastagem

Descrição Morfológica Ponto 10				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 5/3	0-10cm
A/B	Sim	Sim	7,5YR 5/4	10-20cm
B	Sim	Sim	7,5YR 5/8	20-90cm (55cm)
C	Sim	Sim	7,5YR 5/8	>90cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 10							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19215	Ponto 10 Hor. A	138	192,5	380	289,5	Franco Argilosa	Média
19216	Ponto 10 Hor. A/B	188,5	155	420	236,5	Franco	Média
19217	Ponto 10 Hor. B	105	94	660	141	Franco Siltosa	Média
19218	Ponto 10 Hor. C	133,5	85	620	161,5	Franco Siltosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 10			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19215	Ponto 10 Hor. A	38,45	66,29
19216	Ponto 10 Hor. A/B	25,49	43,94
19217	Ponto 10 Hor. B	4,61	7,94
19218	Ponto 10 Hor. C	5,62	9,69

Fotos (Caminho de acesso e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 11

Ficha de Descrição de Ponto 11	
Ponto nº	11
Número do campo:	12
Data:	14/03/2008
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico.
Localização, município e coordenadas:	RPPN do Rio Cachoeira (SPVS), cujo acesso se dá via Estrada da Guaraqueçaba (PR-405), à 2.200 metros da ponte sobre o Rio Cachoera (sentido Guaraqueçaba). Antonina/PR. Coordenadas: X 733.057; Y 7.198.761.
Situação	Topo com declividade de 5%
Altitude:	25 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	PEg2. Granito Serra da Graciosa. Proterozóico Superior (Cambriano).
Material originário:	Produto da alteração do granito
Relevo local:	Suave ondulado
Relevo regional:	Serra (sopé da serra)
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Pastagem

Descrição Morfológica Ponto 11				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5 YR 4/4	0-10cm
B	Sim	Sim	7,5 YR 5/8	10-80cm (60cm)
B/C	Sim	Sim	7,5 YR 5/8	>80cm (90cm)
Observações: Ponto coletado sob chuva frontal				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 11							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19993	Ponto 11 Hor.A	358	84	179	380	Franco Argiloarenosa	Argilosa
19994	Ponto 11 Hor.B	232	68	121	580	Argila	Argilosa
19995	Ponto 11 Hor.B/C	231	70	140	560	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 11			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19993	Ponto 11 Hor.A	10,61	18,29
19994	Ponto 11 Hor.B	4,20	7,24
19995	Ponto 11 Hor.B/C	0,00	0,00

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Anexo 12

Ficha de Descrição de Ponto 12	
Ponto nº	12
Número do campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	CX + RL
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Neossolo Litólico Distrófico típico.
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Mãe Catira, afluente do Rio Nhundiaquara, cujo acesso se dá via Estrada da Graciosa (PR-410). Morretes/PR. Coordenadas: X 713.725; Y 7.193.119.
Situação	Terço inferior da vertente com declividade de 13%
Altitude:	187m
Litologia, formação geológica e cronologia:	PEg2. Granito Serra da Graciosa. Proterozóico Superior (Cambriano).
Material originário:	Produto da alteração do granito
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio intermediário de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 12				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 3/2	0-12cm
Bi	Sim	Sim	7,5YR 5/6	12-35cm (25cm)
C	Sim	Sim	7,5YR 6/6	>35cm (45cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 12							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19219	Ponto 12 Hor. A	535,5	131	22	113,5	Areia Franca	Arenosa
19221	Ponto 12 Hor. Bi	501	114,5	24	144,5	Franco Arenosa	Arenosa
19220	Ponto 12 Hor. C	396,5	105	36	138,5	Franco Arenosa	Arenosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 12			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19219	Ponto 12 Hor. A	25,60	44,13
19221	Ponto 12 Hor. Bi	11,48	19,79
19220	Ponto 12 Hor. C	13,10	22,58

Fotos (trilha de acesso e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 13

Ficha de Descrição de Ponto 13	
Ponto nº	13
Número de campo:	10
Data:	05/04/2008
Classificação Potencial:	CX + RL
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Neossolo Litólico Distrófico típico.
Localização, município e coordenadas:	Localizado no Município de Morretes, na bacia hidrográfica do Rio dos Padres, afluente do Rio do Pinto. O acesso se dá por trilha, cujo início situa-se à esquerda do Viaduto dos Padres na BR 277 (sentido Paranaguá). Coordenadas: X 713.870; Y 7.167.645.
Situação	Terço inferior da vertente com declividade entre 18% e 25%
Altitude:	725 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge. Complexo Gnáissico-Migmatítico. (Proterozóico Inferior) Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito.
Material originário:	Produto da alteração das rochas supramencionadas.
Relevo local:	Montanhoso
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Floresta Ombrófila Densa Submontana

Descrição Morfológica Ponto 13				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/4	0-9cm
A/C	Não	Não		9-14cm
C	Sim	Sim	10YR 4/4 (7% de alterita)	14-50cm (30cm)
R	Não	Não		>50cm
Observações: elevada presença de raízes no horizonte A				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 13							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19996	Ponto 13 Hor.A	149	68	384	400	Argila	Argilosa
19997	Ponto 13 Hor.C	122	64	454	360	Franco Argilossiltosa	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 13			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19996	Ponto 13 Hor.A	25,22	43,48
19997	Ponto 13 Hor.C	11,37	19,60

Fotos (trilha de acesso e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Neossolo Litólico (RL)

Anexo 14

Ficha de Descrição de Ponto 14	
Ponto nº	14
Número do campo:	05
Data:	23/11/2007
Classificação Potencial:	GX + RY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação de Gleissolo Háplico + Neossolo Flúvico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Gleissolo Sálico Indiscriminado + Gleissolo Háplico Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Curtume, o qual deságua diretamente na Baía de Antonina. Está localizado na Fazenda Lavita, podendo ser acessado pela PR-340. Antonina/PR. Coordenadas: X 717.122; Y 7.186.501.
Situação	Plano
Altitude:	10m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHmo. Sedimentos recentes. Quaternário Holoceno. Sedimentos argilo-siltico-arenosos de fundo de baía.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície de Restinga
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Imperfeitamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas
Uso atual:	Agricultura

Descrição Morfológica Ponto 14				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/1	0-5cm
A/B	Não	Não		5-20cm
B	Sim	Sim	2,5Y 6/1 mosqueado com 10% de 7,5YR 6/8	20-90cm (60cm)
B/C	Sim	Não	2,5Y 6/1 mosqueado com 15% de 7,5YR 6/8	90-100cm
C	Sim	Sim	2,5Y 6/1 mosqueado com 20% de 7,5YR 6/8	>100cm
Observações: Solo artificialmente drenado				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 14							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19901	Ponto 14 Hor.A	295	160	226	320	Franco Argiloarenosa	Média
19902	Ponto 14 Hor.B	140	175	245	440	Argila	Argilosa
19903	Ponto 14 Hor.C	496	118	87	300	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 14			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19901	Ponto 14 Hor.A	16,77	28,91
19902	Ponto 14 Hor.B	2,30	3,97
19903	Ponto 14 Hor.C	0,68	1,17

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 15

Ficha de Descrição de Ponto 15	
Ponto nº	15
Número do campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	EK + GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação de Espodossolo Humilúvico + Gleissolo Háplico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Gleissolo Sálico Indiscriminado + Gleissolo Háplico Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí, o qual deságua diretamente na Baía de Antonina, próximo à ferrovia, podendo ser acessado pela BR-277. Morretes/PR. Coordenadas: X 729.751; Y 7.176.310.
Situação	Plano
Altitude:	11m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHcs. Sedimentos recentes. Quaternário Holoceno. Cascalheiras continentais re-trabalhadas.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície de Restinga
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio intermediário de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 15				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	2,5Y 3/2	0-25cm
B1	Sim	Sim	Gley1 4/N	25-55cm
B2	Sim	Sim	Gley1 7/N mosqueado com 15% de 7,5YR 5/8 e 5% de 7,5R 4/6	55-70cm
C	Sim	Sim	7,5YR 5/8 mosqueado com 25% de Gley1 7/N e 2% de 7,5R 4/6	>70cm (100cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 15							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19222	Ponto 15 Hor. A	389	171,5	26	179,5	Franco Arenosa	Média
19223	Ponto 15 Hor. B1	353,5	168	28	198,5	Franco Arenosa	Média
19224	Ponto 15 Hor. B2	254	16	40	186	Franco Arenosa	Média
19225	Ponto 15 Hor. C	84	106,5	52	289,5	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 15			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19222	Ponto 15 Hor. A	23,98	41,34
19223	Ponto 15 Hor. B1	5,65	9,74
19224	Ponto 15 Hor. B2	2,88	4,97
19225	Ponto 15 Hor. C	3,42	5,90

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 16

Ficha de Descrição de Ponto 16	
Ponto nº	16
Número do campo:	11
Data:	14/03/2008
Classificação Potencial:	EK + GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação entre Espodossolo Humilúvico e Gleissolo Háplico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo e Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Situado próximo à Foz do Rio Jacareí na Baía de Antonina, sendo acessado pelo trilho do trem (cerca de 1km do mesmo). Paranaguá/PR. Coordenadas: X 723.336; Y 7.176.143.
Situação	Plano
Altitude:	10 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHcs. Sedimentos Recentes. Quaternário Holoceno. Cascalheiras continentais retrabalhadas.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Planície de Restinga
Relevo regional:	Planície Litorânea
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas.
Uso atual:	Vegetação Secundária em Estágio Intermediário de Sucessão

Descrição Morfológica Ponto 16				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 1/1	0-15cm
E	Sim	Sim	10YR 8/1	15-55cm
B	Sim	Sim	10YR 2/2	>55-90cm
Observações				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 16							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
20012	Ponto 16 Hor.A	750	125	66	60	Areia Franca	Arenosa
20014	Ponto 16 Hor.E	900	97	3	0	Areia	Arenosa
20013	Ponto 16 Hor.B	687	134	80	100	Areia Franca	Arenosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 16			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
20012	Ponto 16 Hor.A	13,39	23,08
20014	Ponto 16 Hor.E	0,96	1,66
20013	Ponto 16 Hor.B	8,76	15,10

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Espodossolo Humilúvico (EK)

Anexo 17

Ficha de Descrição de Ponto 17	
Ponto nº	17
Número do campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	GX + CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação Gleissolo Háplico + Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico.
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Margem esquerda do Rio da Lagoa, situado na bacia hidrográfica do Rio Sapitanduva, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso PR 410). Morretes/PR. Coordenadas: X 717.872; Y 7.187.280.
Situação	Plano às margens de rio de quarta ordem.
Altitude:	29m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Sedimentos Recentes (Quaternário).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Nas margens em que a vegetação ciliar está ausente.
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Formação Pioneira de Influência Fluvial
Uso atual:	Solo exposto

Descrição Morfológica Ponto 17				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/4	0-15cm
Bi	Sim	Sim	7,5YR 4/4	15-50cm
C	Sim	Sim	7,5YR 5/6 com 5% de mosqueado 5YR 6/8	>50cm
Observações: O horizonte B apresenta estrutura em blocos sub-angulares médios.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 17							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19226	Ponto 17 Hor. A	232,5	322,5	180	265	Franco Argiloarenosa	Média
19227	Ponto 17 Hor. Bi	140	251,5	300	308,5	Franco Argilosa	Argilosa
19228	Ponto 17 Hor. C	152	220,5	200	427,5	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 17			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19226	Ponto 17 Hor. A	13,93	24,02
19227	Ponto 17 Hor. Bi	7,06	12,17
19228	Ponto 17 Hor. C	6,77	11,67

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Flúvico (CY)

Anexo 18

Ficha de Descrição de Ponto 19	
Ponto nº	19
Número do campo:	12
Data:	11/03/2008
Classificação Potencial:	GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Gleissolo Háplico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Chácara, podendo ser acessada por estrada vicinal à PR-408, cuja entrada encontra-se 50 metros à esquerda antes da ponte sobre o Rio São Joãozinho Feliz (sentido Morretes – Antonina). Antonina/PR. Coordenadas: X 723.900; Y 7.186.038.
Situação	Declive entre 0 e 5%
Altitude:	20 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm. Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas.
Relevo local:	Área Coluvial
Relevo regional:	Planície Litorânea
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana.
Uso atual:	Vegetação Secundária em Estágio Inicial de Sucessão

Descrição Morfológica Ponto 19				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/2	0-12cm
Bg	Sim	Sim	Gley1 8/10Y	12-40cm
C	Sim	Sim	Gley1 7/10Y mosqueado com 5% de 2,5 YR 6/8	>40cm
Observações: - significativa presença de pasto não decomposto na superfície.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 19							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
20009	Ponto 48 Hor.A	305	215	200	280	Franco Argiloarenosa	Média
20010	Ponto 48 Hor.B	644	167	109	80	Areia Franca	Arenosa
20011	Ponto 48 Hor.C	189	86	306	420	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 19			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
20009	Ponto 48 Hor.A	12,23	21,08
20010	Ponto 48 Hor.B	0,53	0,91
20011	Ponto 48 Hor.C	0,86	1,48

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 19

Ficha de Descrição de Ponto 20	
Ponto nº	20
Número do campo:	06
Data:	27/11/2007
Classificação Potencial:	GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Guaraqueçaba, bacia do Rio do Cedro, afluente do Rio Faisqueira (cerca de 4km do final da PR 404). Coordenadas: X 743.172; Y 7.191.287.
Situação	Plano
Altitude:	30m
Litologia, formação geológica e cronologia:	Qt. Sedimentos Recentes. Depósitos de tálus. Quaternário holoceno.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Excessivamente drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária fase inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 20				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/2	0-4cm
A/B	Não	Não		4-10cm
B	Sim	Sim	10YR 5/6	10-60cm
C1	Sim	Sim	7,5YR 5/6	60-100cm
C2	Sim	Sim	7,5YR 6/6	>100cm
Observações: - Ausência de hidromorfia - Presença de fragmentos entre 2 e 8mm no horizonte C2.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 20							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19904	Ponto 20 Hor.A	478	188	34	300	Franco Argiloarenosa	Média
19905	Ponto 20 Hor.B	390	181	130	300	Franco Argiloarenosa	Média
19906	Ponto 20 Hor.C1	510	170	160	160	Franco Arenosa	Média
19907	Ponto 20 Hor.C2	235	86	279	400	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 20			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19904	Ponto 20 Hor.A	19,57	33,74
19905	Ponto 20 Hor.B	3,52	6,07
19906	Ponto 20 Hor.C1	1,69	2,91
19907	Ponto 20 Hor.C2	0,11	0,19

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 20

Ficha de Descrição de Ponto 21	
Ponto nº	21
Número do campo:	04
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio São Joãozinho Feliz, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso PR-410). Coordenadas: X 723.512; Y 7.183.661.
Situação	Terço inferior da vertente, com declividade de 4%.
Altitude:	25m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm. Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados. Arqueano -Proterozóico inferior.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Plano (fundo de vale)
Relevo regional:	Transição Planície Aluvial e Área Coluvial Montanhosa.
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Pastagem

Descrição Morfológica Ponto 21				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/1	0-5cm
A/B	Sim	Não	10YR 4/2	5-20cm
B	Sim	Sim	Gley1 6/5GY	20-70cm
C	Sim	Sim	Gley1 6/5GY mosqueado com 30% de 10YR 7/6	>70cm
Observações: - No horizonte A/B nota-se significativa oxidação em função da presença de raízes.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 21							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19614	Ponto 21 Hor.A	231	117	312	340	Franco Argilosa	Média
19615	Ponto 21 Hor.B	93	52	355	500	Argila	Argilosa
19616	Ponto 21 Hor.C	235	66	319	380	Franco Argilosa	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 21			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19614	Ponto 21 Hor.A	19,90	34,31
19615	Ponto 21 Hor.B	1,98	3,41
19616	Ponto 21 Hor.C	0,80	1,38

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 21

Ficha de Descrição de Ponto 22	
Ponto nº	22
Número do campo:	06
Data:	05/12/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio Xaxim, o qual deságua diretamente na Baía de Antonina (acesso PR-340). Coordenadas: X 724.394; Y 7.187.287.
Situação	Terço médio da vertente, com declividade de 25%.
Altitude:	65m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm. Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados. Arqueano -Proterozóico inferior.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Forte Ondulado
Relevo regional:	Colina
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Fase intermediária de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 22				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 4/6	0-6cm
A/B	Não	Não		6-15cm
B1	Sim	Sim	7,5YR 5/6	15-45cm
B2	Sim	Sim	7,5YR 5/6	45-70cm
C	Sim	Sim	7,5YR 5/6	>70cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 22							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19922	Ponto 22 Hor.A	135	66	300	500	Argila	Argilosa
19923	Ponto 22 Hor.B1	154	71	255	520	Argila	Argilosa
19924	Ponto 22 Hor.B2	161	61	219	560	Argila	Argilosa
19925	Ponto 22 Hor.C	172	65	203	560	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 22			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19922	Ponto 22 Hor.A	35,34	60,92
19923	Ponto 22 Hor.B1	6,93	11,95
19924	Ponto 22 Hor.B2	2,73	4,71
19925	Ponto 22 Hor.C	2,19	3,78

Fotos não autorizadas pelo proprietário

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 22

Ficha de Descrição de Ponto 23	
Ponto nº	23
Número do campo:	04
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Gleissolo Háplico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio Pequeno (acesso estrada do Bairro Alto, atravessando o rio). Coordenadas: X 734.743; Y 7.207.788.
Situação	Porção plana entre montanhas
Altitude:	32m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHc. Argilas, silte e areias, cascalhos e brechas, depósitos de colúvios e tálus. Sedimentos Recentes (Quaternário Holoceno).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano (fundo de vale)
Relevo regional:	Áreas Coluviais Montanhosas
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação Secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 23				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
O/A	Sim	Sim	10YR 3/3	1-20cm
A/B	Sim	Sim	2,5Y 5/4	20-30cm
B	Sim	Sim	2,5Y 5/4	30-60cm
C	Sim	Sim	2,5Y 4/3 mosqueado com 50% de 10YR 5/6	>60cm
Observações: - No horizonte superficial encontra-se abundância de material em vias de decomposição na serrapilheira. - Nota-se manchas escuras ao longo de todo o Ponto. - O material encontrado no horizonte C provavelmente tem origem fluvial.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 23							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19617	Ponto 23 Hor.A	113	120	427	340	Franco Argilosa	Média
19619	Ponto 23 Hor.A/B	34	163	443	360	Franco Argilossiltosa	Argilosa
19618	Ponto 23 Hor.B	42	235	443	280	Franco Argilosa	Média
19620	Ponto 23 Hor.C	555	123	162	160	Franco Arenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 23			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19617	Ponto 23 Hor.A	35,87	61,84
19619	Ponto 23 Hor.A/B	4,81	8,29
19618	Ponto 23 Hor.B	4,27	7,36
19620	Ponto 23 Hor.C	0,80	1,38

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 23

Ficha de Descrição de Ponto 24	
Ponto nº	24
Número do campo:	06
Data:	05/12/2007
Classificação Potencial:	GX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio Xaxim, o qual deságua diretamente na Baía de Antonina (acesso PR-340). Coordenadas: X 723.825; Y 7.188.154.
Situação	Plano
Altitude:	10m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Sedimentos Recentes. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Quaternário.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Imperfeitamente drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Aluvial
Uso atual:	Fase intermediária de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 24				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 2/2	0-25cm
A/B	Sim	Não	10YR 4/2	25-35cm
B	Sim	Sim	10YR 6/2 mosqueado com 20% de 10YR 6/8	35-50cm
C	Sim	Sim	10YR 6/2 mosqueado com 50% de 10YR 6/8	50-65cm
R	Não	Não		>65cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 24							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19926	Ponto 24 Hor.A	385	207	329	80	Franco Arenosa	Média
19927	Ponto 24 Hor.B	398	167	135	300	Franco Argiloarenosa	Média
19928	Ponto 24 Hor.C	455	147	159	240	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 24			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19926	Ponto 24 Hor.A	7,94	13,69
19927	Ponto 24 Hor.B	1,90	3,28
19928	Ponto 24 Hor.C	0,14	0,24

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 24

Ficha de Descrição de Ponto 26	
Ponto nº	26
Número do campo:	06
Data:	11/12/2007
Classificação Potencial:	GX + RY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação de Gleissolo Háplico + Neossolo Flúvico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Gleissolo Sálico Indiscriminado + Gleissolo Háplico Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Fazenda de reflorestamento, podendo ser acessado por estrada secundária à BR-277. Morretes/PR. Coordenadas: X 728.814; Y 7.178.135.
Situação	Plano
Altitude:	5m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHcs. Sedimentos recentes. Quaternário Holoceno. Cascalheiras continentais retrabalhadas.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície de Restinga
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (solos semi-hidromórficos e não hidromórficos).
Uso atual:	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (solos semi-hidromórficos e não hidromórficos).

Descrição Morfológica Ponto 26				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 2/1	0-20cm
A/C	Sim	Não	10YR 3/1	20-28cm
C1	Sim	Sim	10YR 4/1	28-100cm (60cm)
C2	Sim	Sim	Gley2 5/10B	>100cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 26							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19932	Ponto 26 Hor.A	905	40	36	20	Areia	Arenosa
19933	Ponto 26 Hor.C1	783	71	67	80	Areia Franca	Arenosa
19934	Ponto 26 Hor.C2	790	61	70	80	Areia Franca	Arenosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 26			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19932	Ponto 26 Hor.A	8,26	14,24
19933	Ponto 26 Hor.C1	2,30	3,97
19934	Ponto 26 Hor.C2	1,44	2,48

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 25

Ficha de Descrição de Ponto 27	
Ponto nº	27
Número do campo:	10
Data:	05/04/2008
Classificação Potencial:	OO
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Afloramentos De Rocha + Neossolo Litólico Hístico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Localizado no Município de Morretes, nas nascentes do Rio Canhemborá, afluente do Rio Sagrado. O acesso se dá por trilha, cujo início situa-se à esquerda do Viaduto dos Padres na BR 277 (sentido Paranaguá). Coordenadas: X 715.466; Y 7.165.762. (cerca de 4 horas de caminhada).
Situação	Suave ondulado (5 a 10% de declividade)
Altitude:	1.331 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	PEg7. Suíte álcali -granitos. Proterozóico Superior. Granito Serra da Igreja.
Material originário:	Matéria Orgânica.
Relevo local:	Topo de Serra
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Muito mal drenado
Vegetação primária:	Campo de Altitude
Uso atual:	Campo de Altitude

Descrição Morfológica Ponto 27				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
O1	Sim	Sim	Glei 1 2,5/N	0-20cm
O2	Sim	Sim	Glei 1 2,5/N	20-40cm
O3	Sim	Sim	Glei 1 2,5/N	40-65cm
R	Não	Não		>65cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 27							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19998	Ponto 27 O1	12	118	771	100	Franco Siltosa	Siltosa
19999	Ponto 27 O2	2	127	672	200	Franco Siltosa	Siltosa
20000	Ponto 27 O3	1	95	584	320	Franco Argilossiltosa	Siltosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 27			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19998	Ponto 27 O1	168,26	290,08
19999	Ponto 27 O2	179,57	309,58
20000	Ponto 27 O3	180,56	311,29

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Organossolo Fólico (OO)

Anexo 26

Ficha de Descrição de Ponto 28	
Ponto nº	28 (1B)
Número do campo:	04
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	GX + RY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Dúvida
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio Pequeno (acesso estrada de Guaraqueçaba). Coordenadas: X 732.347; Y 7.204.221.
Situação	Porção Plana, beira de terraço.
Altitude:	15m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHc. Argilas, silte e areias, cascalhos e brechas, depósitos de colúvios e tálus. Sedimentos Recentes (Quaternário Holoceno).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano (terraço)
Relevo regional:	Planície Aluvial cercada por morros isolados
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Aluvial
Uso atual:	Vegetação Secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 28				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 5/8	1-10cm
A/B	Não	Não		10-25cm
B	Sim	Sim	10YR 5/7	25-200cm (50cm)
C	Sim	Sim	10YR 5/6	> 200
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 28							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19602	Ponto 28 Hor.A	46	103	551	300	Franco-Argilosa-Siltosa	Siltosa
19603	Ponto 28 Hor.B	43	101	496	360	Franco-Argilosa-Siltosa	Argilosa
19604	Ponto 28 Hor.C	709	143	48	100	Areia Franca	Arenosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 28			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19602	Ponto 28 Hor.A	23,22	40,0
19603	Ponto 28 Hor.B	21,12	36,4
19604	Ponto 28 Hor.C	0,80	1,4

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (terraço fluvial até 200cm)

Anexo 27

Ficha de Descrição de Ponto 29	
Ponto nº	29
Número do campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não Classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico
Localização, município e coordenadas:	Nascentes da bacia hidrográfica do Rio São Joãozinho Feliz, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso via PR-410). Antonina/PR. Coordenadas: X 720.917; Y 7.185.615.
Situação	Terço médio da vertente com declividade de 7%. Trincheira aberta para construção de piscina.
Altitude:	48m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm, Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Suave ondulado
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Acentuadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Gramado

Descrição Morfológica Ponto 29				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 3/2	0-15cm
B1	Sim	Sim	7,5YR 4/4	15-45cm (30cm)
B2	Sim	Sim	10YR 5/6	>45cm (60cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 29							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19229	Ponto 29 Hor. A	306,5	104	380	209,5	Franco	Média
19231	Ponto 29 Hor. B1	236	92,5	520	151,5	Franco Siltosa	Média
19230	Ponto 29 Hor. B2	141	67,5	640	151,5	Franco Siltosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 29			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19229	Ponto 29 Hor. A	31,10	53,62
19231	Ponto 29 Hor. B1	6,70	11,55
19230	Ponto 29 Hor. B2	5,33	9,19

Fotos (Paisagem regional e local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 28

Ficha de Descrição de Ponto 30	
Ponto nº	30
Número do campo:	02
Data:	02/10/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Município de Morretes, bacia hidrográfica do Rio Passa Sete, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso via estrada antiga Morretes – Paranaguá). Coordenadas: X 723.695; Y 7.175.134.
Situação	Terço médio da vertente com declividade de 13%.
Altitude:	50m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImgm. Complexo Gnáissico-Migmatítico. Migmatitos oftálmicos com paleossoma de biotita-gnaisse, biotita-hornblenda-gnaisse e hornblenda-gnaisse com quartzitos. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado (encosta de colina)
Relevo regional:	Colina
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Pastagem

Descrição Morfológica Ponto 30				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 4/1	1-18cm
B	Sim	Sim	7,5YR 5/3	20-70cm (35cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 30							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19232	Ponto 30 Hor. A	352,5	124	30	223,5	Franco Argiloarenosa	Média
19233	Ponto 30 Hor. B	234	127	38	259	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 30			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19232	Ponto 30 Hor. A	23,76	40,96
19233	Ponto 30 Hor. B	4,57	7,88

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 29

Ficha de Descrição de Ponto 31	
Ponto nº	31
Número do campo:	06
Data:	11/12/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Divisor de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Sagrado, podendo ser acessado por estrada secundária à BR 277 (sentido Curitiba). Morretes/PR. Coordenadas: X 727.620; Y 7.175.540.
Situação	Topo de colina com declividade de 5%
Altitude:	51m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge. Complexo Gnáissico Migmatítico. Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Suave Ondulado
Relevo regional:	Colina
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio intermediário de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 31				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/4	0-8cm
A/B	Sim	Não	10YR 4/4	8-20cm
B1	Sim	Sim	5YR 5/6	20-60cm (40cm)
B2	Sim	Sim	5YR 5/8	>60cm (73cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 31							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19929	Ponto 31 Hor.A	187	139	274	400	Argila	Argilosa
19930	Ponto 31 Hor.B1	142	171	208	480	Argila	Argilosa
19931	Ponto 31 Hor.B2	88	121	152	640	Muito Argilosa	Muito Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 31			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19929	Ponto 31 Hor.A	33,25	57,32
19930	Ponto 31 Hor.B1	5,10	8,79
19931	Ponto 31 Hor.B2	2,48	4,28

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 30

Ficha de Descrição de Ponto 32	
Ponto nº	32
Número do campo:	02
Data:	02/10/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Município de Morretes, bacia hidrográfica do Rio Passa Sete, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso via PR-408). Coordenadas: X 723.695; Y 7.175.134.
Situação	Terço inferior da vertente com declividade de 4%.
Altitude:	18m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImgm. Complexo Gnáissico-Migmatítico. Migmatitos oftálmicos com paleossoma de biotita-gnaisse, biotita-hornblenda-gnaisse e hornblenda-gnaisse com quartzitos. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Suave Ondulado
Relevo regional:	Área Coluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio intermediário de sucessão.

Descrição Morfológica Ponto 32				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 4/2	0-25cm
B	Sim	Sim	7,5YR 4/3	25-40cm
C	Sim	Sim	7,5YR 5/8	>40cm (50cm)
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 32							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19234	Ponto 32 Hor. A	472,5	127,5	300	100	Franco Arenosa	Média
19235	Ponto 32 Hor. B	270,5	94,5	520	115	Franco Siltosa	Média
19236	Ponto 32 Hor. C	417	105,5	340	137,5	Franco Arenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 32			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19234	Ponto 32 Hor. A	23,47	40,46
19235	Ponto 32 Hor. B	3,85	6,64
19236	Ponto 32 Hor. C	14,94	25,76

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 31

Ficha de Descrição de Ponto 33	
Ponto nº	33
Número do campo:	04
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	PVA
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, Morro do Anhambi (acesso via terreno da Espírita). Coordenadas: X 730.269; Y 7.184.529.
Situação	Terço inferior da vertente com declividade de26%.
Altitude:	25m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImga. Complexo Gnáissico-Migmatítico. Gnaisses ocelares interdigitados com migmatitos estromáticos. Ocorrência de gnaisses fitados leucocráticos e xistos feldspáticos. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Forte Ondulado (encosta de morro)
Relevo regional:	Morro
Erosão:	Laminar e em sulcos nas localidades com declividade acentuada e sem presença de cobertura vegetal.
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação Secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 33				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 4/1	1-10cm
B	Sim	Sim	7,5YR 5/3	10-40cm
C	Sim	Sim	7,5YR 5/6	>40cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 33							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19621	Ponto 33 Hor.A	169	133	238	460	Argila	Argilosa
19622	Ponto 33 Hor.B	247	116	177	460	Argila	Argilosa
19623	Ponto 33 Hor.C	141	67	152	640	Muito Argilosa	Muito Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 33			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19621	Ponto 33 Hor.A	17,99	31,01
19622	Ponto 33 Hor.B	9,43	16,26
19623	Ponto 33 Hor.C	3,74	6,45

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 32

Ficha de Descrição de Ponto 34	
Ponto nº	34
Número do campo:	09
Data:	09/04/2008
Classificação Potencial:	CX + LVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico.
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí, acesso via BR-277. Paranaguá/PR. Coordenadas: X 731.163; Y 7.169.366.
Situação	Terço inferior da vertente, com declividade entre 10 e 15%.
Altitude:	90 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge, Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior). Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Serra (sopé da serra)
Erosão:	Laminar (horizonte A degradado)
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Agricultura (produção de mandioca)

Descrição Morfológica Ponto 34				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
Ap	Sim	Não	10YR 5/6	0-20cm
B1	Sim	Sim	10YR 5/6	20-50cm
B2	Sim	Sim	10YR 5/6	50-90cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 34							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
20001	Ponto 34 B1	192	184	165	460	Argila	Argilosa
20002	Ponto 34 B2	152	193	156	500	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 34			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
20001	Ponto 34 B1	2,21	3,85
20002	Ponto 34 B2	2,41	4,15

Foto não autorizada pelo proprietário

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)

Anexo 33

Ficha de Descrição de Ponto 35	
Ponto nº	35
Número do campo:	09
Data:	09/04/2008
Classificação Potencial:	CX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico.
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí, acesso via BR-277. Paranaguá/PR. Coordenadas: X 731.063; Y 7.169.613.
Situação	Fundo de vale com declividade de 4%.
Altitude:	52 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge, Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior). Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas associado aos sedimentos trazidos de porções à montante.
Relevo local:	Área Coluvial Montanhosa
Relevo regional:	Área Coluvial Montanhosa
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 35				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
Ap	Sim	Sim	2,5YR 3/2	0-20cm
A/B	Sim	Não	2,5YR 4/3	20-30cm
B1	Sim	Sim	2,5YR 5/6	30-60cm
B2	Sim	Sim	2,5YR 5/6	>60cm
Observações: - Nos horizontes superficiais (A e A/B) nota-se manchas avermelhadas decorrente do processo de oxidação, próximo às raízes.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 35							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
20003	Ponto 35 Hor.A	338	284	158	220	Franco Argiloarenosa	Média
20004	Ponto 35 Hor.B1	232	336	192	240	Franco Argiloarenosa	Média
20005	Ponto 35 Hor.B2	219	232	190	360	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 35			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
20003	Ponto 35 Hor.A	8,86	15,27
20004	Ponto 35 Hor.B1	1,36	2,34
20005	Ponto 35 Hor.B2	0,96	1,66

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 34

Ficha de Descrição de Ponto 36	
Ponto nº	36
Número do campo:	06
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	GX + RY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, margem esquerda do Rio Cachoeira, próximo a ponte da PR-405. Coordenadas: X 731.078; Y 7.198.024.
Situação	Plano
Altitude:	8m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Sedimentos Recentes. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Quaternário.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Aluvial
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio inicial de sucessão.

Descrição Morfológica Ponto 36				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/2	0-4cm
A/B	Sim	Sim	10YR 4/1	4-20cm
B	Sim	Sim	10YR 8/2 mosqueado com 5% de 10YR 8/6	20cm -> 120cm (50cm)
Observações: - Forte presença de raízes no horizonte A - Intensa presença de manchas avermelhadas no horizonte A/B - Em 110cm encontrou-se o lençol.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 36							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19908	Ponto 36 Hor.A	261	132	187	420	Argila	Argilosa
19910	Ponto 36 Hor.A/B	56	336	268	340	Franco Argilosa	Média
19909	Ponto 36 Hor.B	211	109	221	460	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 36			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19908	Ponto 36 Hor.A	57,57	99,25
19910	Ponto 36 Hor.A/B	40,33	69,53
19909	Ponto 36 Hor.B	1,83	3,15

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 35

Ficha de Descrição de Ponto 37	
Ponto nº	37
Número do campo:	05
Data:	23/11/2007
Classificação Potencial:	GX + RY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação de Gleissolo Háplico + Neossolo Flúvico
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Gleissolo Sálico
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira, o qual deságua diretamente na Baía de Antonina, podendo ser acessado pela PR-404. Antonina/PR. Coordenadas: X 735.933; Y 7.189.335.
Situação	Plano
Altitude:	6m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHmo. Sedimentos recentes. Quaternário Holoceno. Sedimentos argilo-siltico-arenosos de fundo de baía.
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície de Restinga
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente Drenado
(Regime hídrico) Semi-hidromórfico	
Vegetação primária:	Formação Pioneira de Influência Fluvial (arbustiva)
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio intermediário de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 37				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/2	0-10cm
A/B	Sim	Não	10YR 5/2	10-30cm
B	Sim	Sim	10YR 8/1 mosqueado com 30% de 5YR 5/8	30-60cm
C1	Sim	Sim	2,5YR 6/3	60-75cm
C2	Sim	Sim	2,5YR 6/3	>75cm
Observações: - O lençol aflora a partir de 60cm - Na transição A/B nota-se manchas milimétricas avermelhadas, decorrentes do processo de oxidação próximas às raízes.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 37							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19911	Ponto 37 Hor.A	100	320	261	320	Franco Argilosa	Média
19912	Ponto 37 Hor.B	330	347	124	200	Franco Argiloarenosa	Média
19913	Ponto 37 Hor.C1	746	137	103	14	Areia	Arenosa
19914	Ponto 37 Hor.C2	250	82	189	480	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 37			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19911	Ponto 37 Hor.A	27,94	48,17
19912	Ponto 37 Hor.B	5,10	8,79
19913	Ponto 37 Hor.C1	0,00	0,00
19914	Ponto 37 Hor.C2	0,00	0,00

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Neossolo Flúvico (RY)

Anexo 36

Ficha de Descrição de Ponto 38	
Ponto nº	38
Número do campo:	09
Data:	09/04/2008
Classificação Potencial:	CX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico.
Localização, município e coordenadas:	Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí, acesso via BR-277. limite entre Paranaguá/PR e Morretes/PR. Coordenadas: X 731.216; Y 7.169.049.
Situação	Fundo de vale com declividade de 7%.
Altitude:	90 metros
Litologia, formação geológica e cronologia:	Qd, Sedimentos recentes. Quaternário Holoceno. Depósitos de tálus.
Material originário:	Sedimentos trazidos de porções à montante.
Relevo local:	Área Coluvial Montanhosa
Relevo regional:	Área Coluvial Montanhosa
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Plantação de palmeiras

Descrição Morfológica Ponto 38				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/2	0-10cm
A/B	Sim	Não	10YR 4/6	10-25cm
B	Sim	Sim	2,5 YR 5/3	25-100cm
C	Sim	Sim	10YR 5/6	>100cm
Observações: - intensa presença de calhaus e matacões intemperizados.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 38							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
20006	Ponto 38 Hor.A	267	283	211	240	Franco Argiloarenosa	Média
20007	Ponto 38 Hor.B	214	60	501	280	Franco Argilosa	Média
20008	Ponto 38 Hor.C	260	255	266	220	Franco Argiloarenosa	Média

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 38			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
20006	Ponto 38 Hor.A	5,78	9,96
20007	Ponto 38 Hor.B	1,75	3,02
20008	Ponto 38 Hor.C	0,17	0,29

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 37

Ficha de Descrição de Ponto 39	
Ponto nº	39
Número de campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	GX + CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação Gleissolo Háplico + Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico.
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Situado na bacia hidrográfica do Rio Sapitanduva, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso PR 410). Morretes/PR. Coordenadas: X 717.753; Y 7.187.111.
Situação	Plano
Altitude:	29m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Sedimentos Recentes (Quaternário).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Macega

Descrição Morfológica Ponto 39				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 5/8	0-10cm
B	Sim	Sim	10YR 5/8	10-30cm
C	Sim	Sim	10YR 5/8	>30cm
Observações: - Em 55cm atingiu-se o lençol freático.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 39							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19237	Ponto 39 Hor. A	66,5	54,5	420	459	Argilossiltosa	Argilosa
19238	Ponto 39 Hor. B	41,5	72	440	446,5	Argilossiltosa	Argilosa
19239	Ponto 39 Hor. C	23,5	109	400	467,5	Argilossiltosa	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 39			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19237	Ponto 39 Hor. A	27,00	46,55
19238	Ponto 39 Hor. B	16,31	28,12
19239	Ponto 39 Hor. C	5,22	9,00

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 38

Ficha de Descrição de Ponto 40	
Ponto nº	40
Número do campo:	02
Data:	02/10/2007
Classificação Potencial:	GX + CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Associação Gleissolo Háplico + Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico.
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Município de Morretes, bacia do Rio Sagrado (acesso via antiga estrada Paranaguá – Morretes, próximo à BR-277). Coordenadas: X 726.547; Y 7.175.076.
Situação	Plano
Altitude:	6m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Sedimentos Recentes (Quaternário)
Material originário:	Sedimentos acima mencionados
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Aluvial
Uso atual:	Macega

Descrição Morfológica Ponto 40				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/3	0-20cm
B	Sim	Sim	2,5Y 6/4 mosqueado com 25% de 7,5Y 5/8	>20cm (40cm)
Observações: - Em 70cm o lençol aflora				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 40							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19240	Ponto 40 Hor. A	58,5	93,5	520	328	Franco Argilossiltosa	Siltosa
19241	Ponto 40 Hor. B	13,5	55,5	480	451	Argilossiltosa	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 40			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19240	Ponto 40 Hor. A	36,50	62,93
19241	Ponto 40 Hor. B	10,87	18,74

Foto (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Gleissolo Háplico (GX)

Anexo 39

Ficha de Descrição de Ponto 41	
Ponto nº	41
Número do campo:	05
Data:	23/11/2007
Classificação Potencial:	CX + PVA
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo + Gleissolo Indiscriminado
Localização, município e coordenadas:	Divisor da Bacia Hidrográfica do Rio Curtume, o qual deságua diretamente na Baía de Antonina. Está localizado na Fazenda Lavita, podendo ser acessado pela PR-340. Antonina/PR. Coordenadas: X 726.042; Y 7.186.122.
Situação	Topo do morro, com declividade de 10%.
Altitude:	110m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm. Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado (topo de morro)
Relevo regional:	Morro
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Fase Intermediária de Sucessão (Vegetação Secundária)

Descrição Morfológica Ponto 41				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	7,5YR 5/4	1-15cm
"A/B"	Sim	Sim	7,5YR 5/6	15-40cm
B	Sim	Sim	2,5YR 4/8	40-80cm (55cm)
C	Sim	Sim	2,5YR 5/6	> 80cm
Observações: - forte presença de raízes do horizonte A até a transição A/B. - Coleta realizada em corte de estrada				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 41							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19915	Ponto 41 Hor.A	237	85	258	420	Argila	Argilosa
19916	Ponto 41 Hor.A/B	225	77	278	420	Argila	Argilosa
19917	Ponto 41 Hor.B	89	54	458	400	Argilossiltosa	Argilosa
19918	Ponto 41 Hor.C	76	67	538	320	Franco Argilossiltosa	Siltosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 41			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19915	Ponto 41 Hor.A	27,94	48,17
19916	Ponto 41 Hor.A/B	5,89	10,15
19917	Ponto 41 Hor.B	2,08	3,59
19918	Ponto 41 Hor.C	0,68	1,17

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 40

Ficha de Descrição de Ponto 42	
Ponto nº	42
Número do campo:	03
Data:	30/10/2007
Classificação Potencial:	CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico.
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Gleissolo Indiscriminado.
Localização, município e coordenadas:	Situado na bacia hidrográfica do Rio Sagrado (acesso BR 277). Morretes/PR. Coordenadas: X 727.353; Y 7.172.479.
Situação	Plano.
Altitude:	18m
Litologia, formação geológica e cronologia:	QHa. Aluviões indiferenciados (areias, argilas e cascalhos). Sedimentos Recentes (Quaternário).
Material originário:	Sedimentos acima mencionados.
Relevo local:	Plano
Relevo regional:	Planície Aluvial
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Moderadamente drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio inicial de sucessão.

Descrição Morfológica Ponto 42				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A1	Sim	Sim	10YR 4/3	0-10cm
A2	Sim	Sim	10YR 4/4	10-30cm
Bi	Sim	Sim	Mosqueado cinza/vermelho	30-50cm
C	Sim	Sim	Gley1 5/5GY	>50cm
Observações: - Horizonte A2 apresenta material sem estrutura. - Local artificialmente drenado - Cor obtida de amostra seca.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 42							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19624	Ponto 42 Hor. A1	371	163	246	220	Franco Argiloarenosa	Média
19625	Ponto 42 Hor. A2	346	197	277	180	Franco Arenosa	Média
19626	Ponto 42 Hor. Bi	169	144	387	300	Franco Argilosa	Média
19627	Ponto 42 Hor. C	761	64	55	120	Areia Franca	Arenosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 42			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19624	Ponto 42 Hor. A1	11,42	19,69
19625	Ponto 42 Hor. A2	6,60	11,38
19626	Ponto 42 Hor. Bi	4,69	8,09
19627	Ponto 42 Hor. C	0,80	1,38

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Flúvico (CY)

Anexo 41

Ficha de Descrição de Ponto 43	
Ponto nº	43
Número do campo:	04
Data:	06/11/2007
Classificação Potencial:	GX + CY
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Município de Antonina, bacia do Rio Sapitanduva, afluente do Rio Nhundiaquara (acesso PR-410). Coordenadas: X 719.808; Y 7.186.372.
Situação	Terço inferior da vertente, com declividade de 2%.
Altitude:	67m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APIcxm. Complexo Cachoeira. Xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectinitos parcialmente migmatizados. Arqueano -Proterozóico inferior.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Plano (fundo de vale)
Relevo regional:	Planície Aluvial Não Significativa
Erosão:	Nas localidades em que a mata ciliar se encontra ausente.
Drenagem:	Mal drenado
Vegetação primária:	F.O.D. Submontana
Uso atual:	Vegetação Secundária em estágio intermediário de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 43				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 3/2	0-8cm
A/B	Não	Não		8-25cm
B	Sim	Sim	10YR 5/2	25-60cm (40cm)
C	Sim	Sim	10YR 5/4	>60cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 43							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19611	Ponto 43 Hor.A	268	225	187	320	Franco Argiloarenosa	Média
19612	Ponto 43 Hor.B	240	164	156	440	Argila	Argilosa
19613	Ponto 43 Hor.C	150	130	140	580	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 43			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19611	Ponto 43 Hor.A	12,34	21,27
19612	Ponto 43 Hor.B	1,75	3,02
19613	Ponto 43 Hor.C	3,51	6,05

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Flúvico (CY)

Anexo 42

Ficha de Descrição de Ponto 44	
Ponto nº	44
Número do campo:	03
Data:	30/10/2007
Classificação Potencial:	CX
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolos Háplicos Tb Distróficos
Localização, município e coordenadas:	Nascentes da bacia hidrográfica do Rio do Pinto (acesso via BR-277). Morretes/PR. Coordenadas: X 707.971; Y 7.167.853.
Situação	Topo com 6% de declividade
Altitude:	864m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge, Complexo Gnáissico-Migmatítico. Arqueano (Proterozóico Inferior) Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse mica-quartzo-xisto ultrabasito metabasito e anfibolito.
Material originário:	Produto da alteração das rochas acima mencionadas
Relevo local:	Ondulado
Relevo regional:	Planalto Ondulado
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Mista Montana (Transição para a Floresta Ombrófila Densa Montana).
Uso atual:	Pastagem natural

Descrição Morfológica Ponto 44				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 2/1	0-6cm
B	Sim	Sim	10YR 6/8	>6cm
Observações: Presença de manchas vermelhas no horizonte B.				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 44							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19630	Ponto 44 Hor.A	347	67	126	460	Argila	Argilosa
19631	Ponto 44 Hor.B	284	83	133	500	Argila	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 44			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19630	Ponto 44 Hor.A	23,91	41,22
19631	Ponto 44 Hor.B	3,43	5,91

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Anexo 43

Ficha de Descrição de Ponto 45	
Ponto nº	45
Número do campo:	02
Data:	01/10/2007
Classificação Potencial:	CX + RL (4km fora da área)
Classificação EMBRAPA (1:50.000)	Não classificado
Classificação EMBRAPA (1:650.000)	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, álico.
Localização, município e coordenadas:	Face oeste da Serra do Mar (Acesso PR-410). Limite entre Campina Grande do Sul e Quatro Barras. Coordenadas: X 707.117; Y 7.199.449.
Situação	Terço inferior da vertente com declividade de 23% (corte de estrada)
Altitude:	866m
Litologia, formação geológica e cronologia:	APImge. CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico. Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaisse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito. Arqueano (Proterozóico inferior).
Material originário:	Produto da alteração do granito
Relevo local:	Forte Ondulado
Relevo regional:	Serra
Erosão:	Não aparente
Drenagem:	Bem drenado
Vegetação primária:	Floresta Ombrófila Mista Montana (Transição Floresta Ombrófila Densa Montana).
Uso atual:	Vegetação secundária em estágio inicial de sucessão

Descrição Morfológica Ponto 45				
Horizonte	Pedocomparador	Laboratório	Cor	Profundidade
A	Sim	Sim	10YR 4/3	0-5cm
A/B	Sim	Não	10YR 5/4	5-20cm
B	Sim	Sim	10YR 5/4	20-60cm
C1	Sim	Sim	2,5YR 7/6	60-110cm
C2	Sim	Não	2,5YR 7/4 mosqueado com 15% de 10YR 6/8	110-120cm
C3	Sim	Não	10YR 7/8	>130cm
Observações:				

Resultado de Análise de Laboratório - Textura Ponto 45							
Identificação da Amostra		Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Classe Textural	Grupamento Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
19242	Ponto 45 Hor. A	255	113,5	420	211,5	Franco	Média
19243	Ponto 45 Hor. B	172	109	520	199	Franco Siltosa	Média
19244	Ponto 45 Hor. C1	155	145,5	300	399,5	Franco Argilosa	Argilosa

Resultado de Análise de Laboratório - Carbono Ponto 45			
Identificação da Amostra		CO (g/kg)	MO (g/kg)
19242	Ponto 45 Hor. A	31,57	54,42
19243	Ponto 45 Hor. B	3,46	5,97
19244	Ponto 45 Hor. C1	0,00	0,00

Fotos (local de coleta)

Classificação EMBRAPA 2006 ➠ Cambissolo Háplico (CX)

Carta de Potencial à Produção de Sedimentos para Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005, na Área de Drenagem da Baía de Antonina

700000 710000 720000 730000 740000

7220000 7210000 7200000 7190000 7180000 7170000

Antonina

Morretes

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Potencial à Produção de Sedimentos

- Muito Baixo
- Baixo
- Moderado
- Alto
- Muito Alto

μ

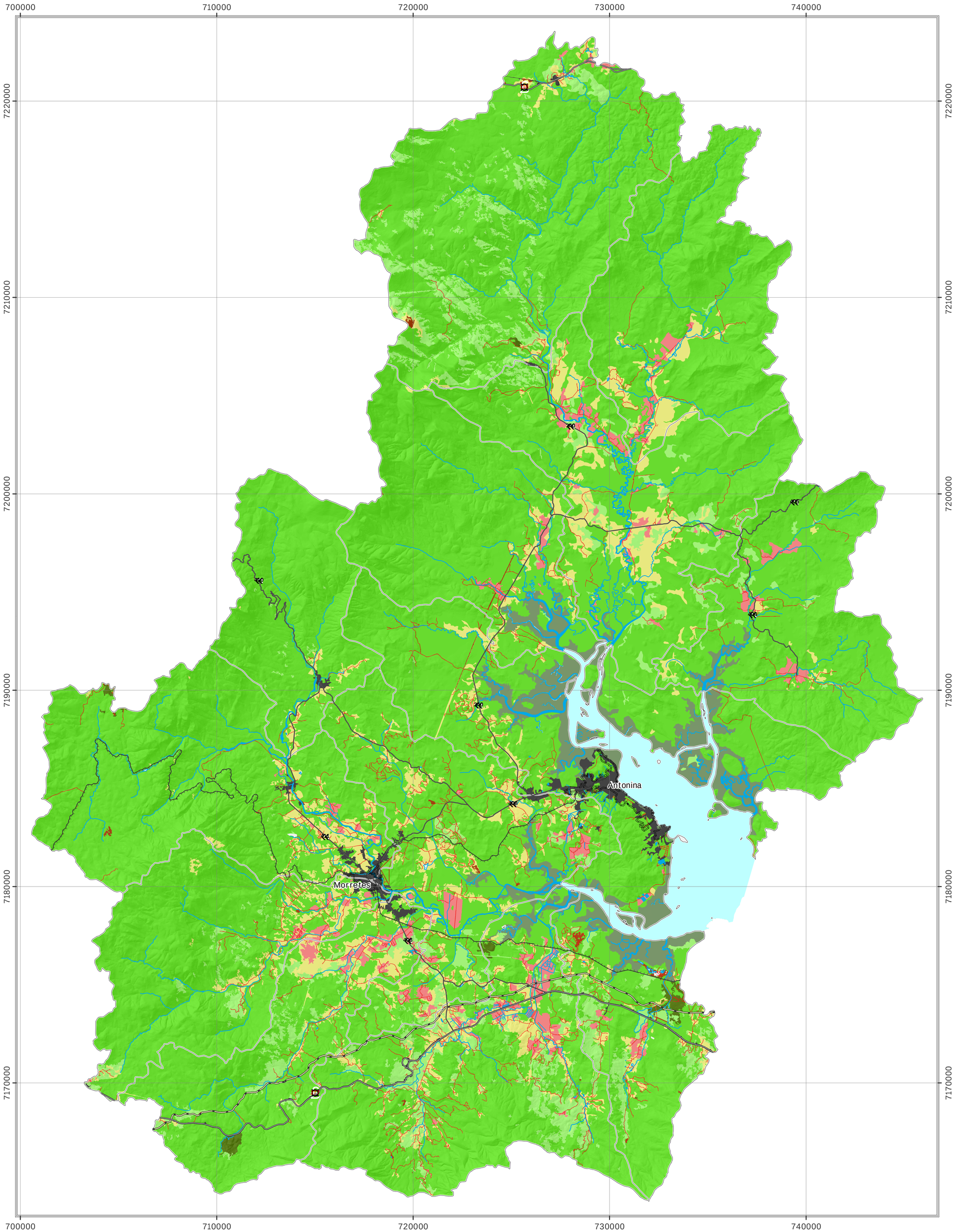
0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Autor: Eduardo Vedor de Paula

Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005 na Área de Drenagem da Baía de Antonina



Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2005

- Floresta Estágio Médio ou Avançado
- Mangue
- Floresta Estágio Inicial
- Reflorestamento
- Pastagem e Campo
- Agricultura
- Área Urbanizada e Construída
- Estrada Rural
- Solo Exposto ou Mineração

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Fonte: Adaptado de AEROSAT

Elaborado a partir de Imagens SPOT 5
Cenas: 713-400 e 713-401
Datas: 03/08/2005 e 31/12/2005

Org.: Eduardo Vedor de Paula

Carta de Potencial à Produção de Sedimentos para Cobertura Vegetal Natural, na Área de Drenagem da Baía de Antonina

700000 710000 720000 730000 740000

7220000 7210000 7200000 7190000 7180000 7170000

Antonina

Morretes

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Potencial à Produção de Sedimentos

- Muito Baixo
- Baixo
- Moderado
- Alto

μ

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Autor: Eduardo Vedor de Paula

Carta de Cobertura Vegetal Natural na Área de Drenagem da Baía de Antonina

700000 710000 720000 730000 740000

7220000 7210000 7200000 7190000 7180000 7170000

Antonina

Morretes

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Classes de Vegetação

Regiões Fitoecológicas

- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas
  (floresta atlântica da planície litorânea)
- Floresta Ombrófica Densa Aluvial
  (floresta atlântica das planícies aluviais)
- Floresta Ombrófica Densa Submontana
  (floresta atlântica do início das encostas)
- Floresta Ombrófica Densa Montana
  (floresta atlântica do meio das encostas)
- Floresta Ombrófica Densa Altomontana
  (floresta atlântica do alto das encostas)
- Floresta Ombrófica Mista Montana
  (floresta com araucária)

Áreas de Refúgios Vegetacionais

- Refúgios Montanos e Altomontanos
  (campos de altitude e vegetação rupestre)

Áreas de Formações Pioneiras

- Formações Pioneiras com Influência Fluviomarinha
  (campos salinos e manguezais)
- Formações Pioneiras com Influência Fluvial
  (varzeas e caxetais)
- Formações Pioneiras com Influência Marinha
  (restinga)

μ

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Autor.: Eduardo Vedor de Paula

Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos

- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

Antonina

Morretes

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Autor: Eduardo Vedor de Paula

700000 710000 720000 730000 740000

7220000 7210000 7200000 7190000 7180000 7170000

Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina

700000 710000 720000 730000 740000

7220000 7210000 7200000 7190000 7180000 7170000

Antonina

Morretes

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Área Urbana
- Baía de Antonina
- Aterro

Subordens Pedológicas

- CX - Cambissolos Háplicos
- CX1 - Cambissolos Háplicos associados a Neossolos Fluvicos
- CX2 - Cambissolos Háplicos associados a Argissolos Vermelho-Amarelos
- CX3 - Cambissolos Háplicos associados a Latossolos Vermelho-Amarelos
- CY - Cambissolos Flúvicos
- EK1 - Espodossolos Humilúvicos associados a Gleissolos Háplicos
- GJ - Gleissolos Tiomórficos
- GX - Gleissolos Háplicos
- GX1 - Gleissolos Háplicos associados a Cambissolos Flúvicos
- GX2 - Gleissolos Háplicos associados a Neossolos Flúvicos
- OO - Organossolos Fólicos associados a Afloramentos Rochosos
- RL - Neossolos Litólicos associados a Afloramentos Rochosos

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Org.: Eduardo Vedor de Paula
Leonardo José Cordeiro Santos

Equipe de Campo: Márcio Aluizio Fonsaca Grochocki
Jean Carlo Balbino Kukla de França
Fabiano Pereira Leal
Orestes Jarentchuk Junior
Ana Paula Marés Mikosik

Considerações Técnicas: Gustavo Ribas Curcio

Carta de Forma das Vertentes na Área de Drenagem da Baía de Antonina

700000 710000 720000 730000 740000

7220000 7210000 7200000 7190000 7180000 7170000

Antonina

Morretes

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Forma das Vertentes

- Côncava
- Retilínea
- Convexa
- Planície

μ

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Autor: Eduardo Vedor de Paula

Carta de Declividade da Área de Drenagem da Baía de Antonina

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovia
- Oleoduto
- Área Urbana
- Hidrografia Principal
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Declividade

- < 5%
- 5 - 12%
- 12 - 30%
- 30 - 47%
- > 47%

Antonina

Morretes

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Autor: Eduardo Vedor de Paula

Carta Geológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina

Legenda:

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Oleoduto
- Ferrovia
- Hidrografia Principal
- Área Urbana
- Unidades Hidrográficas
- Baía de Antonina

Estrutural Geológica

- contato geológico aproximado ou provável
- contato geológico definido
- cordão litorâneo
- dique básico
- falha aproximada indiferenciada
- falha definida
- falha encoberta
- falha provável indiferenciada
- falha transcorrente
- fraturas
- limite litológico
- lineamento estrutural
- zona de cataclase

Coluna Estratigráfica

QUATERNÁRIO HOLOCENO
Sedimentos Recentes
QAr
QHa | QHa1 | QHa2
QHmg | QHmo | Qm
QHc | QHcs | Qt

TERCIÁRIO MIOCENO
Formação Alexandra
Ta

JURÁSSICO-CRETÁCEO
Intrusivas Básicas
JKdp

EO-PALEOZÓICO
Intrusivas Granitóides
Egm
Formação Guaratubinha
Egg | Ega | Egs

PROTEROZÓICO SUPERIOR PALEOZÓICO
Suíte Álcali-Granitos, equigranulares rosados, alaskiticos
PEg1, 2, 4, 6, 7

ARQUEANO - PROTEROZÓICO INFERIOR
Complexo Gnáissico-Migmatitico
APImgi | APImge | APImgm | APImga | APImgr | APIsgf
Complexo Granítico-Gnáissico
APIg3, 7, 8
Complexo Metamórfico Indiferenciado
APIrmx
Complexo Cachoeira
APIcmq | APIcca | APIcq | APIcga | APIcgm | APIcxm
Complexo Serra Negra
APIsn

Aterro

0 2 4 6 8 10 Km

Escala 1:100.000

Sistema de Coordenadas Planas
Sistema de Projeções UTM (Fuso 22S)
Datum Horizontal: SAD69

Fonte: MINEROPAR
(Programa Pró-Atlântica)
Org.: Eduardo Vedor de Paula