

CLAUDINEI TABORDA DA SILVEIRA

**ESTUDO DAS UNIDADES ECODINÂMICAS DA PAISAGEM NA  
APA DE GUARATUBA / PR:  
SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geologia, Área de Concentração Geologia Ambiental, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pio Fiori

Co-orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Chisato Oka-Fiori  
Prof. Dr. Naldy Emerson Canalli

CURITIBA  
2005

# TERMO DE APROVAÇÃO

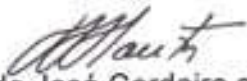
**Claudinei Taborda da Silveira**

**ESTUDO DAS UNIDADES ECODINÂMICAS DA PAISAGEM NA APA DE GUARATUBA/PR: SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL:**


Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geologia, área de concentração em Geologia Ambiental, da Universidade Federal do Paraná, Comissão formada por:



Prof. Dr. Lázaro Valentim Zuquette - USP



Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos - UFPR



Prof. Dr. Alberto Pio Fiori - UFPR  
Presidente

Curitiba, 29 de abril de 2005.

## **AGRADECIMENTOS:**

Agradeço à Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade;

Aos professores do Departamento de Geologia e Geografia da UFPR.

Aos professores que participaram da banca examinadora da Dissertação;

Ao Professor Leonardo Cordeiro Santos pelas sugestões feitas no exame de qualificação desse trabalho;

Em especial agradeço à contribuição intelectual do Professor Alberto Pio Fiori e Professora Chisato Oka-Fiori, pela orientação no desenvolvimento da pesquisa, apoio e amizade cultivada;

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa de fomento;

À Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, pela concessão de informações e dados cartográficos;

Aos funcionários administrativos do Departamento de Geologia e da UFPR, principalmente à Sarita;

Aos colegas de curso, que me acompanharam nessa jornada;

Aos colegas de estudo e laboratório pela participação;

Aos meus amigos pelo apoio em todas as horas;

À minha querida Clo, pela inspiração nos momentos finais;

E principalmente agradeço aos meus familiares: meu irmão Claudemir pela amizade, minha sobrinha Myllena pelo afeto e a minha mãe Raquel pelo carinho materno e apoio em todas as horas.

*“[...] A terra não pertence ao homem,  
o homem pertence a terra.  
Há uma ligação em tudo.  
O que ocorrer com a terra recairá sobre os filhos da terra.  
O homem não tramou o tecido da vida;  
ele é simplesmente um de seus fios.  
Tudo que fizer ao tecido, fará a si mesmo. [...]”*

Texto extraído do Manifesto do grande líder indígena Cacique Seattle, 1855.



# SUMÁRIO

LISTA DAS FIGURAS .....	viii
LISTA DAS FOTOS.....	x
LISTA DAS TABELAS.....	xi
LISTA DOS MAPAS .....	xii
LISTA DAS ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1.INTRODUÇÃO .....	1
1.1. PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVAS .....	2
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO .....	3
1.3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS À ÁREA DE ESTUDO.....	4
2.MÉTODO, MATERIAIS UTILIZADOS E PROCEDIMENTOS .....	5
2.1. MÉTODO.....	5
2.2. MATERIAIS UTILIZADOS .....	6
2.3. PROCEDIMENTOS .....	8
2.3.1. Técnicas de elaboração do mapa de declividade .....	11
2.3.2. Técnicas de elaboração do mapa de erosividade das chuvas .....	12
2.3.3. Técnicas de elaboração do mapa de forma das vertentes .....	14
2.3.4. Correlação dos dados .....	14
2.3.5. Sistemas de Informações Geográficas - SIG.....	18
3.UNIDADES GEOAMBIENTAIS .....	20
3.1. GEOLOGIA .....	20
3.1.1. Geologia Regional.....	20
3.1.2. Geologia Local.....	22
3.1.2.1. Complexo Cachoeira .....	23
3.1.2.2. Complexo Metamórfico Indiferenciado .....	24
3.1.2.3. Complexo Granítico-Gnáissico .....	25
3.1.2.4. Complexo Gnáissico-Migmatítico .....	26
3.1.2.5. Suíte Álcali-Granitos.....	28
3.1.2.6. Formação Guaratubinha.....	30

3.1.2.7.	Intrusivas básicas – Formação Serra Geral.....	32
3.1.2.8.	Formação Alexandra .....	32
3.1.2.9.	Formação Guabirota.....	33
3.1.2.10.	Sedimentos Recentes.....	34
3.2.	CLIMA.....	37
3.3.	GEOMORFOLOGIA.....	41
3.3.1.	Serra do Mar.....	43
3.3.2.	Planície Litorânea.....	45
3.3.3.	Primeiro Planalto Paranaense.....	46
3.4.	SOLOS.....	48
3.4.1.	Classes de solos da APA de Guaratuba.....	48
3.4.1.1.	Cambissolo.....	49
3.4.1.2.	Podzol.....	50
3.4.1.3.	Gley Pouco Húmico.....	51
3.4.1.4.	Podzólico Vermelho-amarelo.....	52
3.4.1.5.	Litólicos.....	53
3.4.1.6.	Latossolo Vermelho-amarelo.....	54
3.4.1.7.	Areias Quartzosas Marinhas.....	55
3.4.1.8.	Afloramento de Rochas.....	55
3.5.	VEGETAÇÃO.....	57
3.5.1.	Floresta Ombrófila Densa.....	58
3.5.1.1.	Floresta Ombrófila Densa Aluvial.....	59
3.5.1.2.	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.....	59
3.5.1.3.	Floresta Ombrófila Densa Submontana.....	60
3.5.1.4.	Floresta Ombrófila Densa Montana.....	60
3.5.1.5.	Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana.....	60
3.5.2.	Floresta Ombrófila Mista.....	61
3.5.2.1.	Floresta Ombrófila Mista Montana.....	62
3.5.3.	Áreas de Formações Pioneiras.....	62
3.5.3.1.	Formações Pioneiras de Influência Marinha.....	63
3.5.3.2.	Formações Pioneiras de Influência Fluviomarina.....	64
3.5.3.3.	Formações Pioneiras de Influência Fluvial.....	64
3.5.4.	Refúgios Vegetacionais.....	65
4.	ESTUDO DA ECODINÂMICA.....	66
4.1.	GEOLOGIA.....	66
4.1.1.	Resistência das rochas ao intemperismo.....	67
4.1.1.1.	Rochas Ígneas.....	68
4.1.1.2.	Rochas Metamórficas.....	69
4.1.1.3.	Rochas Sedimentares.....	71
4.1.2.	Grau de resistência das rochas à morfogênese.....	72
4.2.	FORMA DAS VERTENTES.....	75

4.3. DECLIVIDADE DO TERRENO .....	79
4.3.1. A declividade do relevo na APA de Guaratuba.....	81
4.4. SOLOS.....	84
4.5. EROSIVIDADE DAS CHUVAS.....	92
4.6. USO E COBERTURA DO SOLO.....	96
4.6.1. Estágio atual de antropização na área de estudo.....	97
4.6.2. Análise ecodinâmica do uso e cobertura do solo.....	107
4.7. INSTABILIDADE ECODINÂMICA: RESULTADOS E ANÁLISES .....	111
4.7.1. Instabilidade Ecodinâmica Potencial.....	111
4.7.2. Instabilidade Ecodinâmica Emergente.....	117
4.8. APLICAÇÕES: UNIDADES ECODINÂMICAS DA PAISAGEM VISANDO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO .....	121
4.8.1. Zoneamento das Unidades Ecodinâmicas da Paisagem .....	122
4.8.1.1. Unidades Ecodinâmicas na região de Planaltos.....	123
4.8.1.2. Unidades Ecodinâmicas na região da Serra do Mar.....	126
4.8.1.3. Unidades Ecodinâmicas na região da Planície Litorânea.....	130
4.8.1.4. Zonas alagadiças (vegetação das formações pioneiras).....	134
4.8.1.5. Zonas com alteração dos processos naturais por meio antrópico.....	134
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	137
6. REFERÊNCIAS.....	139

## LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 - Mapa ilustrativo da localização da APA de Guaratuba .....	4
Figura 2 - Articulação das Cartas Topográficas, escala 1:25.000 .....	7
Figura 3 - Articulação das Cartas Geológicas, escala 1:50.000 .....	7
Figura 4 - Articulação das Cartas de Vegetação, escala 1:50.000 .....	7
Figura 5 - localização espacial dos 52 postos das estações pluviométricas .....	7
Figura 6 - Imagem de Radar SRTM.....	8
Figura 7 - Imagem de Satélite <i>LandSat7</i> ETM+, composição com as bandas 5, 4 e 3.....	8
Figura 8 - Implementação esquemática do fluxograma da pesquisa .....	10
Figura 9 - Modelo esquemático de correlação dos dados .....	15
Figura 10 - Modelo esquemático de conversão de formato Vetorial para formato GRID.....	15
Figura 11 - GRID resultante da Instabilidade Ecodinâmica Potencial .....	18
Figura 12 - GRID resultante da Instabilidade Ecodinâmica Emergente .....	18
Figura 13 - Distribuição espacial do Complexo Cachoeira na APA de Guaratuba.....	25
Figura 14 - Distribuição espacial do Complexo Metamórfico Indiferenciado na APA de Guaratuba ....	25
Figura 15 - Distribuição espacial do Complexo Granítico-Gnáissico na APA de Guaratuba .....	27
Figura 16 - Distribuição espacial do Complexo Gnáissico-Migmatítico na APA de Guaratuba.....	27
Figura 17 - Distribuição espacial das Suítes Álcali-graníticas na APA de Guaratuba.....	30
Figura 18 - Distribuição espacial das rochas vulcano-sedimentares da Formação Guaratubinha na APA de Guaratuba .....	30
Figura 19 - Distribuição espacial das rochas Intrusivas Básicas na APA de Guaratuba.....	33
Figura 20 - Distribuição espacial dos sedimentos da Formação Alexandra na APA de Guaratuba ....	33
Figura 21 - Distribuição espacial da Formação Guabirota na APA de Guaratuba .....	36
Figura 22 - Distribuição espacial dos sedimentos recentes marinhos e continentais .....	36
Figura 23 - Classificação climática no Estado do Paraná.....	39
Figura 24 - Precipitação média anual no Estado do Paraná .....	39
Figura 25 - Precipitação média para o trimestre mais chuvoso.....	40
Figura 26 - Precipitação média para o trimestre mais seco.....	40
Figura 27 - Unidades fisiográficas de inserção da APA de Guaratuba.....	41
Figura 28 - Unidades Ambientais Naturais - UAN's.....	42
Figura 29 - Distribuição espacial dos Cambissolos na APA de Guaratuba.....	51
Figura 30 - Distribuição espacial dos Podzóis na superfície da APA de Guaratuba.....	51
Figura 31 - Distribuição espacial dos solos Gley Pouco Húmico na APA de Guaratuba .....	53
Figura 32 - Distribuição espacial dos solos Podzólicos Vermelho-amarelo .....	53
Figura 33 - Distribuição espacial dos solos Litólicos na superfície da APA de Guaratuba .....	54
Figura 34 - Distribuição espacial dos Latossolos Vermelho-amarelo .....	54
Figura 35 - Distribuição espacial das Areias quartzosas na APA de Guaratuba.....	56

Figura 36 - Distribuição espacial dos Afloramentos de rochas .....	56
Figura 37 - Região Fitogeográfica Floresta Ombrófila Densa .....	62
Figura 38 - Região Fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista .....	62
Figura 39 - Região Fitogeográfica Formações Pioneiras.....	63
Figura 40 - Roteiro de campo percorrido na área de estudo pelas estradas trafegáveis.....	97
Figura 41 - Implementação esquemática de obtenção e mapeamento das classes que representam as Unidades Ecodinâmica da Paisagem .....	123
Figura 42 - Abrangência das zonas de baixa instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica de planaltos .....	124
Figura 43 - Abrangência das zonas de intermediária instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica de planaltos .....	125
Figura 44 - Abrangência das zonas de alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica de planaltos .....	126
Figura 45 - Abrangência das zonas de intermediária instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Serra do Mar.....	128
Figura 46 - Abrangência das zonas de alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Serra do Mar.....	129
Figura 47 - Abrangência das zonas de muito alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Serra do Mar.....	130
Figura 48 - Abrangência das zonas de baixa instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Planície Litorânea.....	132
Figura 49 - Abrangência das zonas de intermediária instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Planície Litorânea.....	133
Figura 50 - Abrangência das zonas de alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Planície Litorânea.....	133
Figura 51 - Abrangência zonas alagadiças e encharcadas (com tipos vegetacionais das formações pioneiras).....	134
Figura 52 - Abrangência das zonas com influência antropogênica no interior da APA de Guaratuba.....	135

## LISTA DAS FOTOS

Foto 1 - Serra Pedra Branca do Araraquara .....	25
Foto 2 - Serra Canavieira .....	25
Foto 3 - Vista para face oeste da Serra da Prata.....	27
Foto 4 - Formação Guaratubinha .....	31
Foto 5 - Formação Guaratubinha .....	31
Foto 6 - Cultivo de bananas na porção inferior das vertentes das serras .....	99
Foto 7 - Bananais na extensão da área da planície.....	99
Foto 8 - Cultivos de banana na porção inferior das vertentes e nas planícies .....	99
Foto 9 - Valas para drenagem e desencharcamento do solo .....	100
Foto 10 - Cultivo de bananas até as margens dos rios não respeitando a APP .....	100
Foto 11 - Solapamento nas margens dos rios .....	100
Foto 12 - Cultivo de bananas em encostas inclinadas.....	101
Foto 13 - Terreno alagado, preparo para cultivo de arroz .....	101
Foto 14 - Cultivo de arroz na planície litorânea .....	101
Foto 15 - Cultivo de mandioca, agricultura de subsistência .....	102
Foto 16 - Cultivo da Palmeira Real .....	102
Foto 17 - Criação de búfalos na fazenda Estrela.....	103
Foto 18 - Búfalos (detalhe da foto anterior) .....	103
Foto 19 - Pequeno rebanho de gado .....	104
Foto 20 - Reses sendo deslocadas.....	104
Foto 21 - Silvicultura de <i>Pinus spp.</i> , situados na porção oeste da APA.....	104
Foto 22 - Silvicultura de <i>Pinus spp.</i> (árvores com porte desenvolvido) .....	104
Foto 23 - Draga de areia instalada no rio Taquaruvu .....	106
Foto 24 - Areal com dragagem de areia no rio Taquaruvu .....	106
Foto 25 - Pedreira ativa: moagem de rocha migmatítica para brita.....	106
Foto 26 - Pedreira cujo produto atende a construção civil (edificação e pavimentação) .....	106
Foto 27 - Loteamentos avançando no perímetro da APA.....	107
Foto 28 - Loteamentos instalados na UC.....	107
Foto 29 - Cicatrizes de deslizamentos nas encostas.....	112

## LISTA DAS TABELAS

Tabela 1 - Escala de pesos atribuídos por classes de Instabilidade Ecodinâmica .....	9
Tabela 2 - Dados de Erosividade da Porção Oriental do Estado do Paraná.....	13
Tabela 3 - Unidades Geológicas e sua distribuição espacial na APA de Guaratuba .....	23
Tabela 4 - Total de chuva anual e número de dias com chuva, segundo postos do Litoral Paranaense (1975 - 1984) .....	39
Tabela 5 - Classes de solos e sua distribuição espacial na APA de Guaratuba .....	50
Tabela 6 - Escala decrescente de resistência ao intemperismo dos três grupos de rochas.....	67
Tabela 7 - Composição química média das rochas ígneas em porcentagem de peso dos principais óxidos .....	69
Tabela 8 - Composição química dos minerais das rochas metamórficas .....	70
Tabela 9 - Composição química média das principais rochas sedimentares.....	72
Tabela 10 - Proposta da escala de classificação de pesos por tipo de rochas .....	72
Tabela 11 - Grau de Instabilidade Ecodinâmica por classe litológica com atributo de pesos.....	73
Tabela 12 - Grau de Instabilidade Ecodinâmica por compartimentação de predomínio de formas das vertentes.....	76
Tabela 13 - Valores de representatividade da área ocupada por classe de declividade nas unidades de relevo da APA de Guaratuba.....	81
Tabela 14 - Grau de Instabilidade Ecodinâmica por classe de declividade.....	82
Tabela 15 - Grau de instabilidade por classes de solos .....	85
Tabela 16 - Cálculo ponderado das associações de solos com pesos atribuídos .....	88
Tabela 17 - Legenda das subclasses das unidades de solos .....	91
Tabela 18 - Grau de Instabilidade Ecodinâmica por classe de erosividade .....	93
Tabela 19 - Grau de instabilidade emergente do uso e cobertura do solo.....	108
Tabela 20 - Características físicas predominantes por classe de instabilidade potencial.....	112

## LISTA DOS MAPAS

Mapa 1 - Mapa Geológico .....	74
Mapa 2 - Mapa de Compartimentação por predomínio das formas de vertentes .....	78
Mapa 3 - Mapa de Declividade.....	83
Mapa 4 - Mapa de Solos .....	90
Mapa 5 - Mapa de Erosividade das Chuvas .....	95
Mapa 6 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo .....	110
Mapa 7 - Mapa das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial .....	116
Mapa 8 - Mapa das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente.....	120
Mapa 9 - Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Paisagem .....	136



## LISTA DAS ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

BR 277 – Rodovia Federal

CHPAR – Centro de Hidráulica e Hidrologia

COPEL – Companhia de Energia Elétrica do Paraná

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GPS – Global Position System

ha – hectares (unidade de medida de área)

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A

PR 508 – Rodovia Estadual

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*

SIG – Sistema de Informações Geográficas

UC – Unidade de Conservação

UFPR – Universidade Federal do Paraná

## RESUMO

A porção oriental do território do Paraná, composta pelas unidades fisiográficas da Serra do Mar, Planície Litorânea e parte leste do Primeiro Planalto Paranaense, recebe grande influência pela proximidade geográfica de dois cenários de grandes transformações antrópicas: à leste a orla marítima, com forte apelo à especulação imobiliária com vista ao turismo e à oeste a influência da Região Metropolitana de Curitiba. Inserida nesse contexto está a área de estudo, localizada entre as coordenadas: latitudes 25°32'41''S e 26°00'29''S e longitudes 49°08'22''W e 48°32'18''W, compreendendo a unidade de conservação APA de Guaratuba, situada nos municípios de Guaratuba, Matinhos, Paranaguá, Tijucas do Sul e São José dos Pinhais. Geologicamente a APA está inserida no Escudo Paranaense, onde estão as rochas mais antigas e topograficamente mais elevadas do estado, englobando o embasamento costeiro. O presente trabalho se constitui no mapeamento, delimitação, definição e caracterização das Unidades Ecodinâmicas da Paisagem, para fins de apoio ao planejamento territorial da região. A metodologia adotada está fundamentada na abordagem morfodinâmica, ou Princípios da Ecodinâmica, segundo as proposições de TRICART (1977). Foram considerados, também, aplicações de ROSS (1990 e 1994), que de maneira integrada analisa os fatores da paisagem, e os trabalhos desenvolvidos pelo INPE (1999) e CPRM (2003). As Unidades Ecodinâmicas tratam da dinâmica dos ecossistemas, nesse trabalho são obtidas através das informações dos mapas de instabilidade ecodinâmica Potencial e Emergente. Os resultados do mapa de Instabilidade Ecodinâmica Potencial indicam os graus de instabilidade através da correlação das informações físico-naturais, aqui representadas pela geologia, cobertura pedológica, declividade do terreno, pluviosidade e da forma das vertentes, apresentando a configuração desses fatores na dinâmica natural da paisagem. A análise integrada é feita através de processamentos por combinações numéricas aplicando operadores de soma ponderada em matrizes, às quais são atribuídos valores numéricos de pesos. O mapa de Instabilidade Ecodinâmica Emergente é determinado pelo uso da mesma técnica de processamento, correlacionando os resultados obtidos da Instabilidade Ecodinâmica Potencial com os dados de uso e cobertura do solo, indicando com isso as regiões de desequilíbrio pelo grau de proteção do solo e ocupação antrópica. A representação desses resultados é expresso em mapas temáticos que estabelecem cinco classes de instabilidade ecodinâmica: muito alta, alta, moderada, baixa e muito baixa. Os processamentos são realizados em ambiente computacional utilizando as técnicas das ferramentas de Sistema de Informações Geográficas - SIG, com o *software ArcView 3.2* e de suas extensões *3D Analyst* e *Spatial Analyst*. A partir desses resultados foram definidas as Unidades Ecodinâmicas da Paisagem que apresentam graus de atuação da morfogênese na área de estudo, representadas por zonas espaciais em cada zona fisiográfica, também expressa as zonas que recebem maior interferência antropogênica.

## ABSTRACT

The East part of *Paraná's* territory is composed by physic unities, as Serra do Mar (a mountain range), *Planície Litorânea* (coastland plain) and the East part of *Primeiro Planalto Paranaense* (Paraná's first plateau). It is influenced by geographic approximation of two scenes of big anthropical transformations: in the East of coast, with hard real estate speculation about tour and, in the West part of Região Metropolitana de Curitiba (Curitiba's Metropolitan Region). In this context, is inserted the study area, between the geographic coordinates: latitudes 25°32'41''S and 26°00'29''S and longitudes 49°08'22''W and 48°32'18''W, involving the Guaratuba's APA (*Área de Proteção Ambiental* - Environmental Protection Area), located at the towns of Guaratuba, Matinhos, Paranaguá, Tijucas do Sul and São José dos Pinhais. Geologically the APA is inserted in the *Escudo Paranaense* (a geological shield in Parana) where are the oldest rocks and the highest at the state, including the coast base. This paper consists in mapping, delimiting, definition and characterization of the Potential Instability Ecodynamic Unities, to subsidy environmental planning on the region. The adopted method is based on the morphodynamic approach or Ecodynamics Principle suggested by Tricart (1977). Also were considered Ross' applies (1990 and 1994), tha in a integrated way analyses the landscape factories, and some works done by INPE (1999) and CRPM (2003). The Ecodynamic Unities deal with the landscape dynamic, in this case are obtained by using informations in the potential and emergent instability ecodynamic maps. The results of potential instability ecodynamic map indicates the measure of instability doin relations of natural and physic informations, represented by geology, soil, slope, slope forms and rain erosion, presenting the configuration of these factories on the natural dynamic. The integrated analysis is done using matrixes ponder sum operations, thar receive a numeric value. The emergent instability ecodynamic map is determined using the same technique establishing relations the results of potential ecodynamic instability with the the datum of soil use and cover, this way, indicating the regions of unbalance by the soil protection and human occupy. These results are presented in thematic maps that establish five ecodynamic instability categories : very high, high, moderate, low and very low. The process occurs using computer programs with GIS (Geographic Information System) techniques, as *ArcView 3.2* and the extensions *3D Analyst* and *Spatial Analyst*. This way, were defined the Landscape Ecodynamic Unities that presents the degrees of morphogenetic function in the study area and in the zones with higher human interference.

## 1. INTRODUÇÃO

As tentativas de racionalização no uso dos recursos naturais e otimização do espaço ocupado, decorrentes do presente estágio de alteração causado pelo homem ao ambiente natural, faz com que seja necessário a (re)formulação e aplicação de instrumentos auxiliares na gestão e no planejamento ambiental.

Desse modo, na atualidade, cada vez mais a sociedade e instituições têm assimilado o real valor e importância de estudos de planejamento ambiental, do ordenamento e da gestão territorial, dentre outros instrumentos que estão voltados e envolvidos com essas questões.

Essa ascensão de paradigma faz com que sejam revistos alguns posicionamentos adotados quanto ao uso dos recursos naturais e o manejo da apropriação do espaço. Assim, são crescentes os números de trabalhos que buscam oferecer novas soluções e demonstrar aplicações de métodos que apresentam, nas mais diversas perspectivas, a análise e o estudo da paisagem, com a expectativa de compreender e amenizar as alterações nos processos naturais.

Hoje, o auxílio de ferramentas tecnológicas oferecidas pela informática oferecem grande apoio e facilidades, e uma das aplicações na geociência são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), que se constituem de técnicas computacionais para estudos espaciais.

A aplicação dos SIG's em estudos ambientais é um valioso recurso, possibilitando correlacionar os aspectos físicos, bióticos e antrópicos da paisagem, por meio da elaboração de um modelo digital do cenário real, propiciando análise integrada de seus componentes, gestão por meio da espacialização dos fenômenos, simulações futuras com a combinação de eventos hipotéticos, dentre inúmeras outras aplicabilidades.

Com o propósito de complementar e contribuir com estudos voltados à região oriental do estado do Paraná, à construção do conhecimento científico contribuindo com a aplicação do método adotado e a utilização de novas tecnologias para a análise do espaço, o presente trabalho propõe a elaboração e delimitação de Unidades Ecodinâmicas da Paisagem, bem como a geração das informações e mapeamento da Instabilidade Ecodinâmica Potencial e Emergente na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba.

O presente trabalho tem como foco a análise da paisagem, na tentativa do estudo integrado de alguns dos componentes físico-naturais e antrópicos. Assim a análise ecodinâmica correlaciona, sob a perspectiva qualitativa, e apresenta resultados para apoio no planejamento. Os resultados são apresentados em forma de mapas temáticos, representados por classes de instabilidade da paisagem.

## 1.1. Problemática e Justificativas

Atualmente a porção oriental do Estado, onde está localizada a área de estudo, é a região com maior índice de cobertura florestal do Paraná, cujos aspectos fisiográficos associados lhe conferem uma paisagem impar. Situado na parte sul dessa região está a APA de Guaratuba, que compõe um cenário natural bastante preservado abrigando remanescentes da Mata Atlântica, em maior parte constituído pela Floresta Ombrófila Densa, possui uma vasta extensão territorial, representando um dos importantes redutos ecológicos paranaense. Sua grande importância ecológica se deve também pela diversidade da fauna e flora, associada à beleza cênica das elevadas encostas que compõe a Serra do Mar.

A APA de Guaratuba é uma Unidade de Conservação com regulamentações legais permissíveis ao uso e posse particular de suas terras, contudo respeitando suas devidas restrições. Sua localização geográfica confere-lhe um atenuante de preocupação, pois está situada entre dois cenários de grandes transformações antropogênicas, à leste a orla litorânea com crescente desenvolvimento ao turismo e lazer acarretando forte especulação imobiliária e à oeste a proximidade com a cidade de Curitiba, com grande adensamento demográfico e em fase de expansão por seus eixos metropolitanos.

Desde a década de 70 Bigarella *et al* (1978) tem se preocupado com questões relativas à atuação antrópica nessa região, apresentando considerações quanto à fragilidade e problemas encontrados na Serra do Mar, principalmente com os desmatamentos, apontando como um problema de segurança ambiental, uma vez que um erro nas previsões de uso pode desencadear conseqüências desastrosas.

Fazer o uso correto desse território é valorosa e difícil tarefa, uma vez que muitos embates se atropelam, tanto o desejo preservacionista, uma vez que por um lado se deve considerar a real necessidade de manter tal ambiente, singular e importante para todos, como também o desejo de prosperar pelos que ali residem, que por sua vez buscam cada vez mais ampliar seus cultivos agrícolas e desenvolvimento econômico.

As alternativas são de buscar compreensão e conhecer cada vez mais essa área, para que assim possam ser elaborados planos de ordenamento e gestão, ou ainda aperfeiçoando e reformulando os que estão em vigência. Por isso, esse trabalho contribui com levantamento de informações, aplicação de métodos auxiliares em planejamento territorial com uso de SIG, elaboração de subsídios para demais estudos na Unidade de Conservação (UC), entre outros.

## **1.2. Objetivos do Trabalho**

O objetivo principal desse trabalho constitui-se na definição, caracterização, delimitação, conceituação e mapeamento das Unidades Ecodinâmicas da Paisagem na APA de Guaratuba, bem como das classes de Instabilidade Ecodinâmica Potencial e Emergente. Objetiva também o aprimoramento da aplicação do método de estudo das Unidades Ecodinâmicas e da Fragilidade Ambiental, utilizando-se de novas tecnologias computacionais e inserindo em tal estudo a análise da geologia e maior detalhamento na análise dos solos.

Os objetivos secundários para esse trabalho, que completam e são de suporte para o objetivo principal, constituem-se na organização, caracterização e discussão dos temas componentes da paisagem na área de estudo, bem como na organização dos respectivos mapas temáticos, sendo eles de: solo, geologia e uso e ocupação do solo, também da elaboração e processamentos para os mapas de: declividade do relevo, compartimentação por predomínio das formas de vertentes e erosividade das chuvas.

### 1.3. Localização e acessos à Área de Estudo

A área de estudo corresponde à Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, criada em 1992, com 199.586,51 ha., representando aproximadamente 1% do território paranaense. Sua extensão abrange os municípios de Guaratuba, Matinhos, Paranaguá, Tijucas do Sul e São José dos Pinhais (Figura 1), situada nas unidades fisiográficas: Planície Litorânea, Serra do Mar e Primeiro Planalto. Localiza-se geograficamente entre as coordenadas de latitudes  $25^{\circ}32'41''\text{S}$  e  $26^{\circ}00'29''\text{S}$  e longitudes  $49^{\circ}08'22''\text{W}$  e  $48^{\circ}32'18''\text{W}$ . Dentro dos limites territoriais da APA estão situadas duas outras unidades de conservação de categoria Parque: o Parque Nacional Saint-Hilaire / Lang e o Parque Estadual do Boguaçu.

As principais vias de acesso são: BR 277, importante rodovia e principal via de acesso de Curitiba à cidade portuária de Paranaguá; BR 376, importante rodovia que liga Curitiba à Joinville e Florianópolis; PR508 e PR512, rodovias estaduais que ligam os municípios da porção sul do litoral do Paraná e a Estrada do Cubatãozinho que atravessa no sentido norte-sul a APA de Guaratuba, essa última não é pavimentada e é a principal via de tráfego e acesso interno na APA.

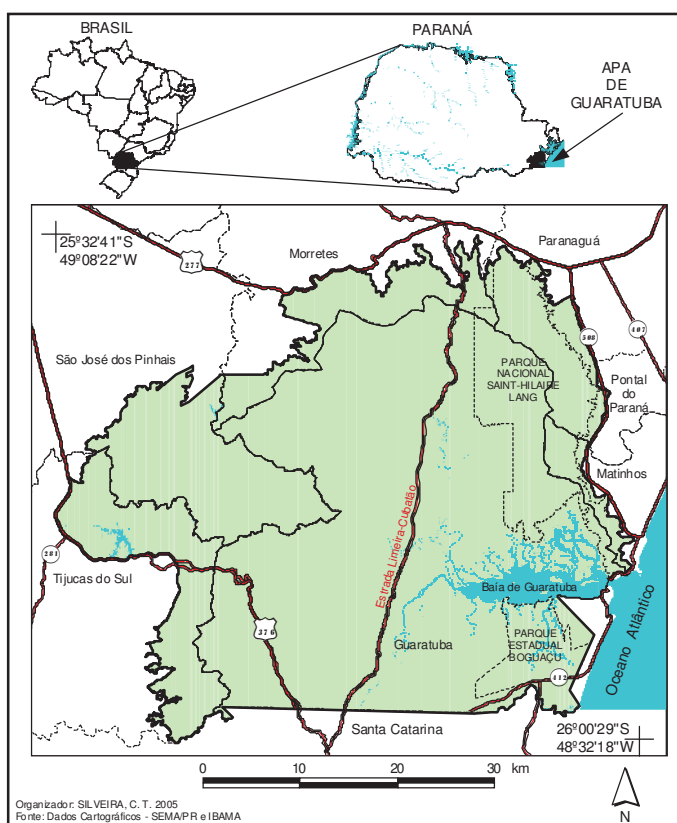


Figura 1 - Mapa ilustrativo da localização da APA de Guaratuba



## 2. MÉTODO, MATERIAIS UTILIZADOS E PROCEDIMENTOS

### 2.1. Método

A concepção teórico-metodológica que norteia a presente pesquisa fundamenta-se na Teoria Geossistêmica, seguindo os fundamentos de Bertrand (1972) e Sotchava (1976). Tem como principal referência a abordagem morfodinâmica, ou Princípios da Ecodinâmica, segundo as proposições de Tricart (1977). Foram considerados também como referência as aplicações de Ross (1990 e 1994), INPE (1999) e CPRM (2003).

Bertrand (1972) considera a paisagem como sendo o resultado da combinação dinâmica em uma porção do espaço, portanto instável, de elementos físicos, bióticos e antrópicos, interrelacionados dialéticamente entre si, desse modo fazendo da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução. A compreensão entre esses componentes implica na investigação conjunta dos mesmos, desse modo, os estudos devem nortear-se sob uma dimensão integrada identificando os processos decorrentes da interconexão dos elementos, que se processam em caráter dinâmico à paisagem.

Sotchava (1976) aborda no geossistema os fatores naturais considerando-os em interface com fatores econômicos e sociais, com caráter dinâmico e interativo.

O conceito de ecodinâmica, segundo Tricart (1977), é um modelo de avaliação das unidades territoriais, com base no balanço pedogênese/morfogênese, propiciando sua classificação quanto aos graus de instabilidade ambiental. Está galgada na compreensão de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam em relações de equilíbrio dinâmico. Desse modo, buscando analisar de maneira integrada o ambiente, esse autor propõe o conceito de Unidades Ecodinâmicas, que estuda a dinâmica dos ecossistemas.

Nas áreas onde prevalecem os processos morfogenéticos são entendidas como ecodinamicamente instáveis, enquanto que nas que predominam a pedogênese são as ecodinamicamente estáveis. Quando há um equilíbrio entre ambos é caracterizada como área de estabilidade intermediária ou de transição. As Unidades Ecodinâmicas foram classificadas por Tricart (1977) em três categorias:



meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis, propondo também a cartografia destas unidades da paisagem através da Carta Ecodinâmica.

Com base nesse conceito, visando aplicações ao Planejamento Ambiental, Ross (1990 e 1994) acrescenta novos critérios estabelecendo a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais, sendo as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, ou denominadas de Fragilidade Potencial, que relaciona os fatores naturais do território; e as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente, ou Fragilidade Emergente, relacionando a Instabilidade Potencial com a cobertura do solo e as intervenções antrópicas.

Também, os trabalhos desenvolvidos pelo INPE (1999), que atende e subsidia a elaboração Zoneamento Ecológico-Econômico dos Estado da Amazônia Legal, e pela CPRM (2003), que como parte do programa para gestão territorial, apoia e orienta a elaboração do Zoneamento Geoambiental da Região de Irauçuba, no estado do Ceará, contribuíram com procedimentos e técnicas de aplicação do método, sendo discutidos e referenciados no escopo do presente trabalho.

## **2.2. Materiais utilizados**

Os materiais utilizados no desenvolvimento do trabalho foram:

- Cartas Topográficas, na escala 1:25.000, em ambiente digital, confeccionadas pelo Departamento de Serviço Geográfico – DSG (1998 – 2001): MI 2857-2 SE, MI 2858-1 NO, MI 2858-1 NE, MI 2858-1 SO, MI 2858-1 SE, MI 2858-2, NO, MI 2858-2 NE, MI 2858-2 SO, MI 2858-2 SE, MI 2857-4 NO, MI 2857-4 NE, MI 2857-4 SE, MI 2858-3 NO, MI 2858-3 NE, MI 2858-3 SO, MI 2858-3 SE, MI 2858-4 NO, MI 2858-4 NE, MI 2858-4 SO e MI 2858-4 SE (Figura 2), concedidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA;
- Cartas Geológicas, escala 1:50.000, em ambiente digital. Compilações de informações geológicas organizadas pela MINEROPAR (2002) em convênio SEMA (2002a), atendendo ao Programa Pró-Atlântica: MI 2857-2, MI 2857-4, MI 2858-1, MI 2858-2, MI 2858-3 e MI 2858-4 (Figura 3);

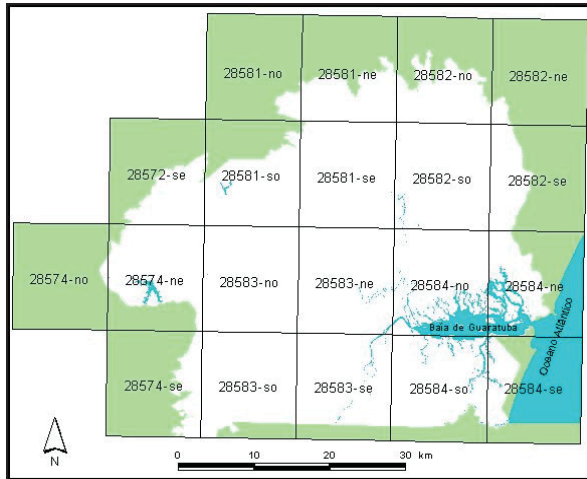


Figura 2 - Articulação das Cartas Topográficas, escala 1:25.000

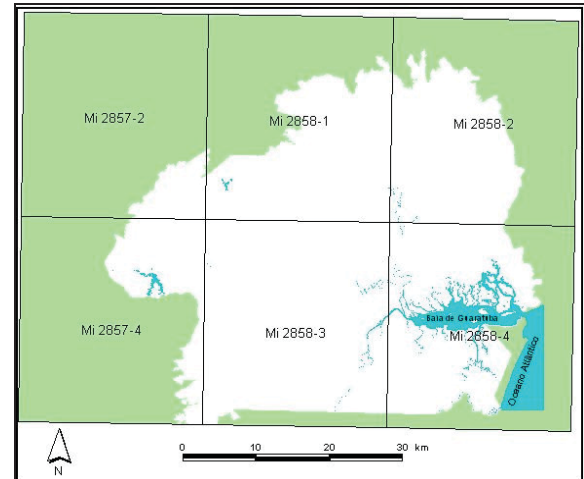


Figura 3 - Articulação das Cartas Geológicas, escala 1:50.000

- Mapa Compilado de Solos da APA de Guaratuba, escala 1:50000, ano de 1998, (SCHMIDLIN, 1998), base de dados concedidos pela SEMA (2001);
- Cartas de Vegetação, na escala 1:50.000, em ambiente digital, do ano de 2002: MI 2857-2, MI 2857-4, MI 2858-1, MI 2858-2, MI 2858-3 e MI 2858-4 (Figura 4), do Mapeamento da Floresta Atlântica no Estado do Paraná, SEMA (2002b);
- Informações pluviométricas e de erosividade, fonte dos dados: Banco de Dados Hidrometeorológico, CHPAR/LACTEC/COPEL, período de 1975 a 2000 – localização espacial das estações pluviométricas da porção oriental do Estado do Paraná (Figura 5);

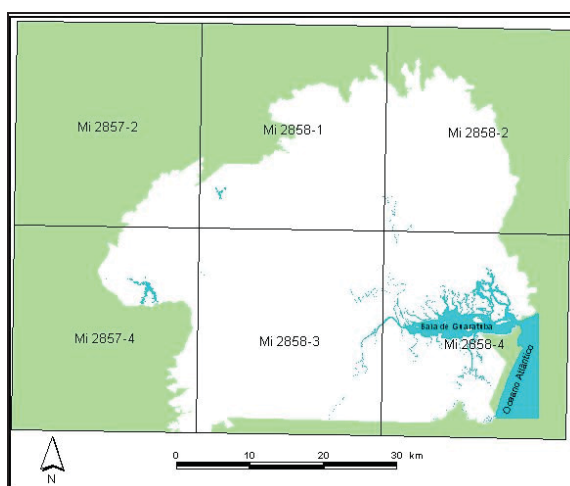


Figura 4 - Articulação das Cartas de Vegetação, escala 1:50.000

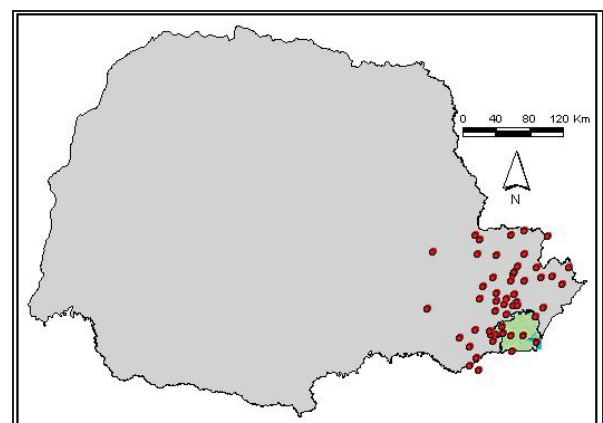


Figura 5 - localização espacial dos 52 postos das estações pluviométricas

- Imagem de Radar SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* (Figura 6);

- Imagem de Satélite *LandSat7* ETM+, utilizando a composição com as bandas 5, 4 e 3, respectivamente em RGB, recobrimento do ano de 2003 (Figura 7);

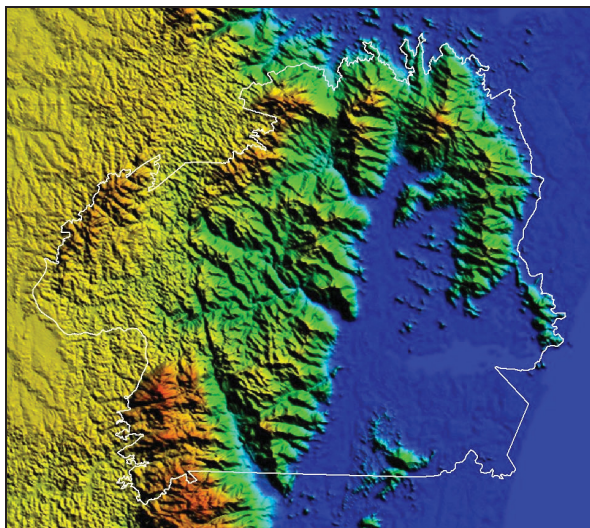


Figura 6 - Imagem de Radar SRTM

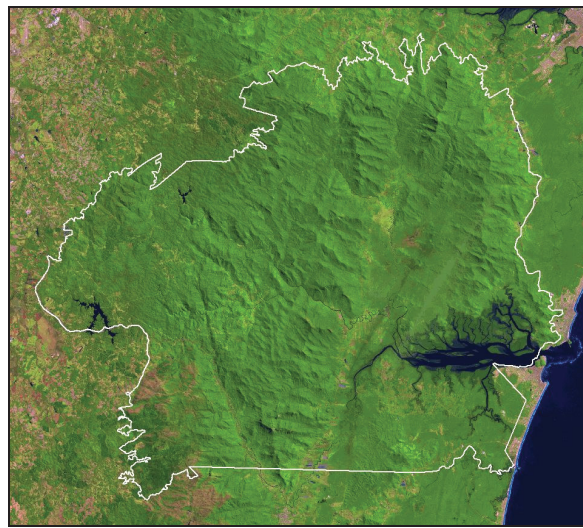


Figura 7 - Imagem de Satélite *LandSat7* ETM+, composição com as bandas 5, 4 e 3

- Os equipamentos utilizados em campo foram: GPS para referenciamento das coordenadas; trado para fins de análise vertical dos solos e pedocomparador para coleta de amostras de solos.
- *Software's* utilizado para processamento e armazenamento das informações espaciais: *Arcview 3.2* e módulos *Spatial Analyst* e *3D Analyst*.

### 2.3. Procedimentos

O mapa de Instabilidade Ecodinâmica Potencial (Mapa 6) foi elaborado a partir da correlação das informações de declividade, erosividade das chuvas, solo, formas de vertentes e geologia, definindo a relação morfogênese/pedogênese na paisagem. O Mapa de Instabilidade Ecodinâmica Emergente (Mapa 7) foi determinado pela correlação dos resultados da Instabilidade Potencial com o mapa de uso e cobertura do solo. Por meio desses resultados alcançados foram determinadas as Unidades Ecodinâmicas da Paisagem (Mapa 8), que apresenta uma proposta de zoneamento da área de estudo sob a perspectiva da instabilidade

ecodinâmica, apontando zonas sob maior atuação dos processos morfogenéticos, escalonadas em graus de instabilidade, e áreas que sofrem maior interferência humana vindo a refletir na dinâmica natural.

Para que fosse possível realizar a superposição entre os diferentes temas e representá-los foi adotado uma escala numérica com valores de pesos atribuídos aos temas, que variam do grau de instabilidade muito baixo até muito alto, ordenadas em grandeza crescente (Tabela 1).

Tabela 1 – Escala de pesos atribuídos por classes de Instabilidade Ecodinâmica

<b>Grau de Instabilidade</b>	<b>Intervalo de Pesos</b>
Muito baixa	1,0 – 1,9
Baixa	2,0 – 2,9
Intermediária	3,0 – 3,9
Alta	4,0 – 4,9
Muito alta	5,0 – 5,9

As etapas que constituem o trabalho podem ser evidenciadas na implementação esquemática do fluxograma da pesquisa (Figura 8), agrupadas em quatro níveis: compilação que refere-se ao levantamento, organização e processamento de dados e análise dos temas, através do levantamento de dados primários e secundários e modelagem para integração no SIG; correlação aonde foi feita a superposição dos temas envolvidos no trabalho, resultante nas Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente; interpretação referente a análise e interpretação dos resultados alcançados no nível antecedente; e por fim, a aplicação e proposições a partir do desenvolvimento e avaliação dos resultados e interpretações.

Os mapas de solos, geologia e uso e cobertura do solo foram organizados a partir da obtenção de dados secundários, já apresentadas no subcapítulo anterior. Os mapas de declividade, erosividade das chuvas e forma das vertentes foram elaborados no desenvolvimento do presente trabalho, suas técnicas de elaboração são apresentadas no tópico a seguir.

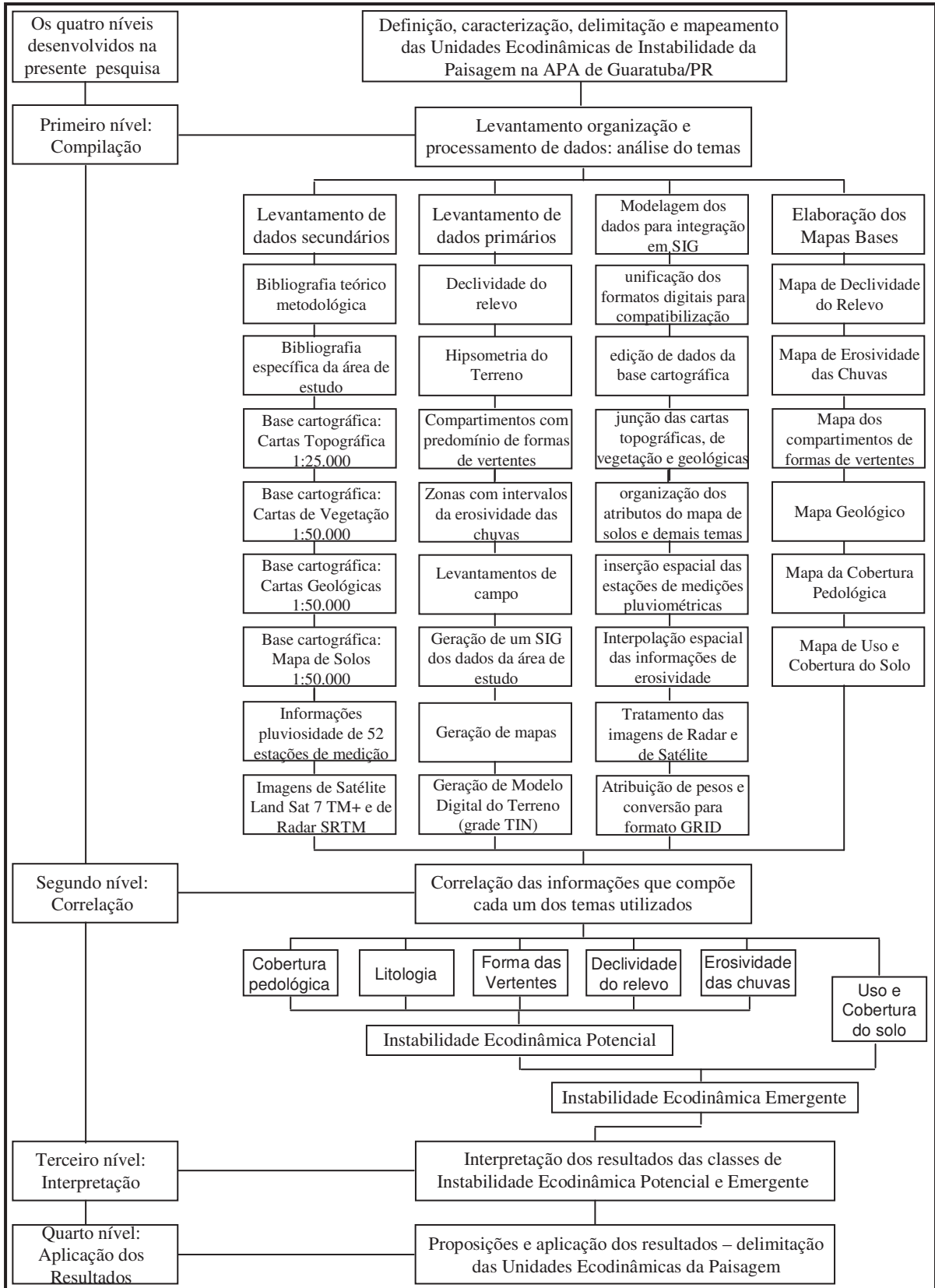


Figura 8 – Implementação esquemática do fluxograma da pesquisa



### 2.3.1. Técnicas de elaboração do mapa de declividade

O mapa de declividade foi gerado com ferramentas de geoprocessamento, sobre uma plataforma de SIG, por meio da elaboração de um Modelo Digital do Terreno (MDT), no *software Arcview 3.2*, com o uso das extensões *3D Analyst* e *Spatial Analyst*, utilizando-se das informações altimétricas das Cartas Topográficas, em meio digital, na escala 1:25000.

As Cartas Topográficas que recobrem toda a área de estudo (Figura 2) estavam disponíveis em formato vetorial, em extensão DXF. Desse modo, o primeiro passo foi a conversão dos arquivos digitais da extensão DXF, que é uma extensão genérica de dados cartográficos digitais, para a extensão SHP, que é a extensão dos arquivos processados e editáveis em *Arcview*. A forma de armazenamento de dados vetoriais no *software Arcview* é de um arquivo SHP, que representa a entidade gráfica, associado a um arquivo DBF, que armazena um banco de dados em forma de tabela e um arquivo de index SHX.

Depois de convertidos os arquivos para a extensão compatível do SIG, as Cartas Topográficas foram armazenadas e apresentadas (mosaicadas) em um único arquivo através do comando “merge themes together”, aplicando esse processo para o layer das curvas de nível, representadas por entidades de polilinhas; para o layer de pontos cotados, representados por entidades de pontos e para a hidrografia, como entidade polilinhas.

Para os layers curva de nível e pontos cotados foram atribuídas as informações de elevação (cota Z), depois disso os arquivos SHP foram convertidos de 2D para 3D, referenciando-se no atributo cota Z. O layer de hidrografia também foi convertido para 3D, no entanto este não se referencia em atributo mas sim em informações da superfície do terreno que já estão em formato tridimensionais, nesse caso os layers de altimetria. Então, esses três layers são selecionados, juntamente com um arquivo de entidade polígono do recorte da área de estudo e através do comando “create TIN for features” é gerado um MDT da área. O *software* utiliza para o MDT um método de triangulação irregular no terreno, a triangulação de Delaunay, que constitui o modelo tridimensional.

O MDT é armazenado em um arquivo TIN, a partir desse arquivo podem ser gerados mapas de hipsometria “elevation range”, orientação das vertentes “aspect” ou declividade “slop”. Assim, selecionando a opção “slop” basta definir os intervalos

das classes de declividade, o número de classes e atribuir as cores representativas para cada classe. Uma ressalva é que no *Arcview 3.x* as classes de declividade devem ser expressas em graus, desse modo é necessário a conversão dos valores percentuais para valores em graus, utilizando-se da operação: o valor da declividade em porcentagem, dividido por 100, tirando-se o inverso da tangente, é igual ao valor da declividade em graus.

Depois de obtido o MDT, o arquivo TIN é convertido para formato vetorial, em entidade polígono, para que fossem feitos alguns ajustes, principalmente nas porções de cristas e fundos de vales. Ainda no formato de vetor são atribuídos os pesos por graus de Instabilidade Ecodinâmica para as classes de declividade, sendo <5% peso 1 e >47% peso 5, e as demais classes com os respectivos pesos intermediários.

### **2.3.2. Técnicas de elaboração do mapa de erosividade das chuvas**

O mapa de erosividade das chuvas foi elaborado por meio de método computacional, utilizando-se do *software* de SIG *Arcview 3.2* e seus módulos *3D Analyst* e *Spatial Analyst*.

A partir dos dados das estações pluviométricas adquiridos em forma de tabelas (Tabela 2), em extensão XLS do *software Excel*, foram realizados os cálculos da erosividade. As informações que continham na tabela eram o nome, localização por meio das coordenadas geográficas, altitude da estação, os valores de precipitação por médias mensais e anual no período de 1975 à 2000.

O primeiro passo foi a inserção espacial dos dados no SIG, acrescentando-os como entidade ponto, sendo feito por meio das coordenadas geográficas de cada posto de estação pluviométrica. A partir disso, realizou-se o processamento computacional dos dados, tendo que inicialmente gerar um modelo de elevação do terreno. Depois, com o comando de criação de contornos, baseando-se nos atributos com as informações de valores de erosividade, associadas às entidades pontos que representam cada uma das estações de medição pluviométrica, foram traçadas as isolinhas interpoladas em contornos entre os pontos.

Tabela 2 - Dados de Erosividade da Porção Oriental do Estado do Paraná.

<b>Estações</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Pluviosidade (ano)</b>	<b>Erosividade</b>
Tatupeva	24.42	48.45	230	1380,8	5950,4
Córrego Comprido (B.Turvo)	24.45	48.29	160	1352,6	6012,5
Criciúma (Paraná)	24.45	48.55	320	1371,2	5948,7
Pacas (Mandassaia)	24.57	48.45	800	1425,0	6440,1
Balsa do Cerro Azul	24.48	49.17	270	1289,7	5547,6
Turvo-Cerro Azul	24.45	49.20	400	1395,3	6202,2
Costas (Barra Estrela)	24.57	49.18	480	1403,4	6033,9
Tunas	24.58	49.05	840	1257,8	5473,3
Abapa	24.56	49.50	1050	1348,4	5669,7
Morretes	25.28	48.50	8	2147,2	8994,7
Praia Grande (Paraná)	25.10	48.53	750	1545,9	6251,0
Véu da Noiva	25.26	48.57	680	3473,8	12803,8
Colônia do Cachoeira	25.14	48.45	80	2454,0	9993,1
Paranaguá	25.31	48.31	5	2116,1	8807,5
U.H.Chaminé	25.48	48.59	800	2191,0	8634,4
Paiol de Baixo	25.14	48.54	800	1428,7	6410,6
Pedra Branca do Araraquara	25.59	48.53	150	2757,5	9416,8
Paranaguá Subestação COPEL	25.31	48.31	5	2075,2	8461,8
Costão	25.16	48.18	10	2627,5	10477,5
Marumbi	25.30	48.52	60	2019,0	8257,8
Barragem do Capivari	25.68	48.52	850	1400,3	6311,9
Rio do Cedro – P.Fiscal Km 309	25.05	48.36	702	1627,7	7734,0
Morretes (Est.Exp.Frutas Tropic)	25.30	48.49	59	1977,4	8147,4
Barragem Capivari Jus.V.Gr.S-D	25.05	48.50	670	1578,5	6187,0
Mananciais da Serra	25.29	48.59	1048	2053,8	8157,4
Rio Guaraqueçaba	25.05	48.13	40	2808,5	10712,4
Bananal	25.11	48.25	64	2549,7	10539,8
Passo Do Vau (Tagacaba de Cima)	25.12	48.33	73	2671,2	10670,0
São João da Graciosa	25.23	48.52	80	2694,7	11228,5
Colonia Santa Cruz	25.37	48.36	79	2004,5	8187,0
Pilão de Pedra	25.36	48.57	893	2241,0	8736,8
Cubatão	25.49	48.45	12	2504,4	9288,0
Ilha do Rio Claro	25.49	48.54	310	2037,9	8502,2
Guaratuba	25.53	48.35	9	2336,7	9322,1
Porto Amazonas	25.33	49.53	793	1489,4	6042,7
Rio da Várzea dos Lima	25.57	49.23	810	1617,0	6132,6
Piraquara	25.27	49.04	900	1424,7	5890,5
Curitiba	25.26	49.16	924	1406,9	5943,0
U.H. Guaricana	25.44	49.00	750	2436,1	9422,8
Vossoroca	25.49	49.05	805	1712,0	6878,8
Fazendinha	25.34	49.05	910	1486,4	6105,1
Ribeirão do Mel	25.53	49.06	899	1505,6	5910,5
Fazenda Agronomia	25.49	49.08	930	1438,6	5908,8
Quatro Barras	25.22	49.04	936	1354,4	5602,8
Colombo	25.18	49.14	950	1466,5	5992,3
Bocaiúva do Sul	25.12	49.07	980	1466,5	5992,3
Quitandinha	25.51	49.30	820	1560,4	6209,8
Mandirituba	25.46	49.19	920	1289,4	5248,1
Rincão	25.47	49.09	900	1657,0	6727,0
Fragosos	26.09	49.23	790	1572,9	6335,6
Colônia Padre Paulo	26.04	49.18	820	1534,9	6277,8
Campo Alegre	26.12	49.16	-	1636,9	6556,7

Fonte: Banco de Dados Hidrometeorológicos da COPEL (CHPAR, 2002)



Utilizou-se para a criação dos contornos o interpolador *Spline – Regular*, sob a perspectiva linear do terreno. Assim, foram criadas áreas de influência por índice de erosividade, separando-as em classes que são representadas por entidades de polígonos, em formato SHP. Por último, foram atribuídos os pesos referentes a classe que cada polígono representa e convertido-o para o formato GRID, com resolução espacial de 30 metros, o qual será correlacionado com os demais dados para análise e delimitação das Unidades de Instabilidade Ecodinâmicas.

### **2.3.3. Técnicas de elaboração do mapa de forma das vertentes**

O mapa de forma das vertentes foi elaborado com uso do *software* de SIG *Arcview 3.2*, utilizando dados altimétricos extraídos das cartas topográficas de escala 1:25.000, modelo digital do terreno e imagem de radar SRTM. Com tais recursos foram identificadas e delimitadas as formas das vertentes e agrupadas, armazenadas em entidades polígonos de formato de dados vetorial.

As formas de vertentes identificadas para esse trabalho na extensão da área de estudo foram classificadas como: vertentes retilíneas cujo perfil não apresenta curvatura, vertentes côncavas onde a encosta possui curvatura negativa que vai da base ao topo e vertentes convexas com curvatura positiva. A partir do agrupamento por predomínio das curvaturas das encostas, foram delimitados compartimentos que expressam a forma predominante das formas do relevo.

### **2.3.4. Correlação dos dados**

A superposição dos temas componentes da paisagem constitui o nível de correlação no desenvolvimento do trabalho, segundo apresentado na implementação esquemática do fluxograma da pesquisa (Figura 8). As correlações espaciais das informações em ambiente computacional foram realizadas utilizando-se de recursos de SIG, sendo feito entre os dados de cada tema (Figura 9),

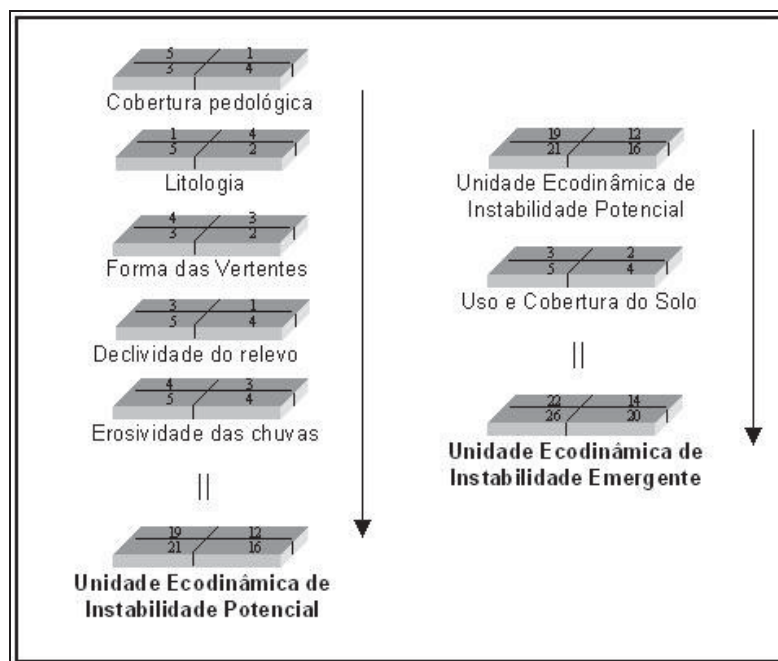


Figura 9 - Modelo esquemático de correlação dos dados

A integração dos parâmetros analisados foi realizada pela soma ponderada dos GRID's criados. Os GRID's são resultantes da conversão das informações espaciais, em formato vetorial, para um modelo regular do terreno, conforme apresentado no esquema da Figura 10. O formato GRID é uma grade regular, representado por uma malha quadriculada de dimensão espacial definida, assemelhando ao formato matricial, composto por pixel. O tamanho do GRID adotado no presente estudo foi com as dimensões de 30 metros de resolução, estando adequado a escala de trabalho.

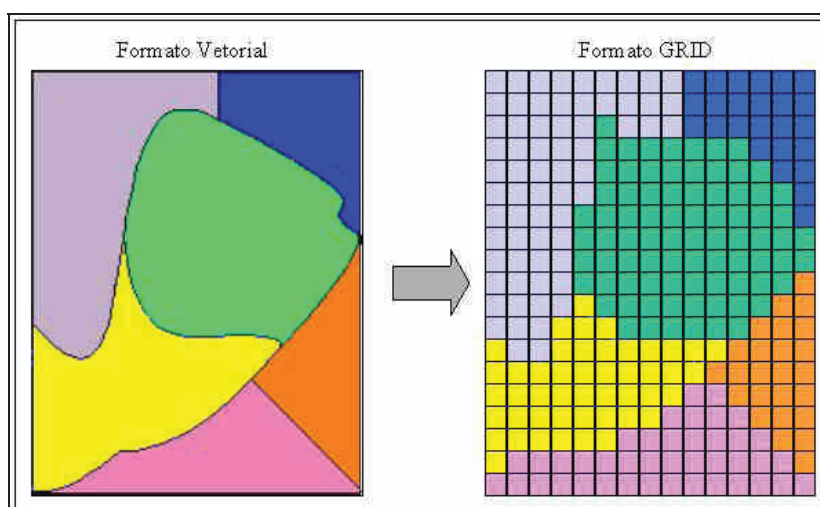


Figura 10 - Modelo esquemático de conversão de formato Vetorial para formato GRID

Os GRID's criados para elaboração dos Mapas de Instabilidade Ecodinâmica foram: solos, geologia, formas de vertentes, declividade do relevo, erosividade das chuvas e uso e cobertura do solo e para cada um deles foi aplicado um valor ponderado para a determinação das classes de Instabilidade Ecodinâmica Potencial e Emergente. Esse valor ponderado considera o nível de influência de cada um dos temas na dinâmica da paisagem, seguindo os mesmos preceitos aplicados no estudo desenvolvido pela CPRM (2003).

A expressão utilizada para o cálculo final que resulta nas classes de Instabilidade Ecodinâmica Potencial (I.E.P.):

$$\text{I.E.P.} = (\text{solos} \times \text{Psolo}) + (\text{decl} \times \text{Pdecl}) + (\text{eros} \times \text{Peros}) + (\text{vert} \times \text{Pvert}) + (\text{geol} \times \text{Pgeol})$$

Atribuindo-se a seguinte ponderação para os temas:

- Psolo (solos) = 30%;
- Pdecl (declividade do relevo) = 35%;
- Peros (erosividade das chuvas) = 15%;
- Pvert (forma das vertentes) = 10%;
- Pgeol (geologia) = 10%.

O valor de ponderação atribuído aos solos e a declividade do relevo, sendo respectivamente de 35% e 30% para cada um dos temas, são superiores aos demais, isso se deve a interpretação tomada no presente trabalho de que esses dois temas são mais influentes no balanço da morfogênese, uma vez que a inclinação das encostas assume papel importante na ação erosiva e nos movimentos de massa, pois são os valores da declividade diretamente proporcional a energia cinética, resultante da energia potencial das águas pluviais, que atua no esculpir da paisagem. Os solos assumem também importante papel, pois representam a camada de suporte da vegetação e vida, estão relacionados aos processos erosivos e deslizamentos sofrendo atuação de acordo com as suas características.

O tema erosividade das chuvas que representa a atuação climática recebeu o valor de ponderação igual a 15%. Com isto não se quer dizer que seja menos importante, porém na escala de abordagem do trabalho a atuação do clima não

envolve tantas diferenciações, pois toda a área de estudo está situada em uma mesma zona climática e, ainda que com diferenciações de micro-clima e meso-clima, não podem ser definidas aqui porque as estações pluviométricas não formam uma rede de pontos de medição em maior quantidade e mais detalhada, o que resultaria em informações espaciais mais precisas.

Os temas litologia e compartimentos geomorfológicos de predomínio de formas de vertentes receberam a ponderação igual a 10%. Essa atribuição de valor ponderado para a litologia explica-se pelo tempo de atuação da morfogênese sobre a rocha que é diferenciada dos demais temas. A escala temporal na geologia assume intervalos de tempo muito maiores que nos demais temas, por tal fato, nesse trabalho faz-se a atribuição de valor ponderado menor que para a declividade, solos e erosividade. Quanto à geomorfologia, representada pela delimitação de compartimentos com zonas de predomínio de formas de vertentes, recebe igualmente valor ponderado de 10% na soma da média ponderada.

A expressão utilizada para o cálculo que resulta nas classes de Instabilidade Ecodinâmica Emergente (I.E.E.):

$$I.E.E. = (I.E.P. \times Ppoten) + (uso/cobertura \times Puso-cob)$$

Atribuindo-se a seguinte ponderação para os temas:

- Ppoten (Instabilidade Ecodinâmica Potencial) = 50%;
- Puso-cob (uso e cobertura do solo) = 50%.

Quanto ao valor de atribuição de peso ponderado no cálculo para se obter os resultados das classes de Instabilidade Ecodinâmica Emergente, foi considerado que ambos os temas do cruzamento possuem pesos equivalentes, assim para ambos foi dado o valor ponderado de 50%.

As expressões para os cálculos que resultaram nas informações de instabilidades ecodinâmicas foram processadas no *software Arcview 3.2* com módulo *Spatial Analyst*, por meio do comando “*Map Calculator...*”, aplicando uma média ponderada em cálculos de matrizes resultando assim num GRID para instabilidade ecodinâmica potencial (Figura 11) e emergente (Figura 12), cujos valores numéricos originários da aplicação seguem o intervalo de 1 a 5, sendo que

cada unidade espacial obtinha valores decimais, dessa forma foram reclassificados nas classes 0, 2, 3, 4 e 5. O valor 0 representa os corpos d'água, a ausência do valor 1 indica que não aparece nos resultados a classe de muito baixa instabilidade potencial e para os demais seguem a grandeza de baixa, intermediária, alta e muito alta instabilidade, respectivamente.

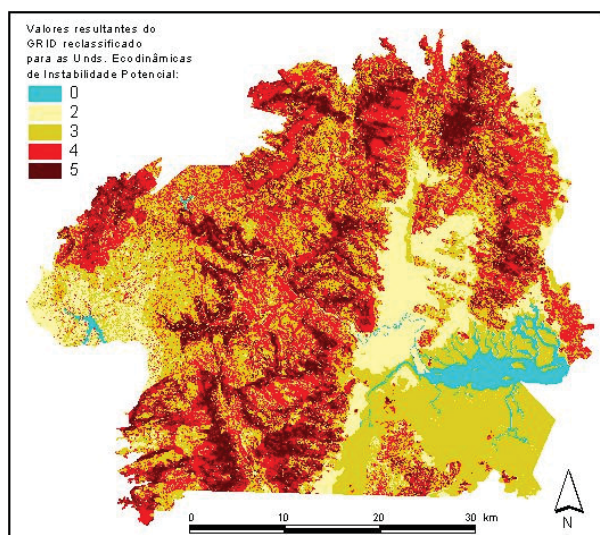


Figura 11 - GRID resultante da Instabilidade Ecodinâmica Potencial

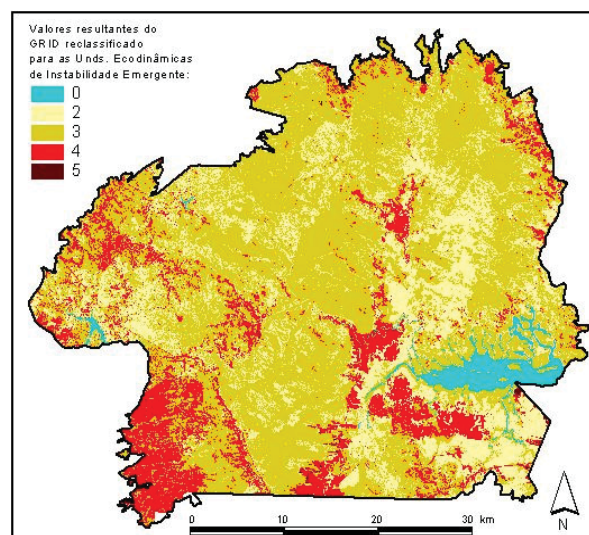


Figura 12 - GRID resultante da Instabilidade Ecodinâmica Emergente

### 2.3.5. Sistemas de Informações Geográficas - SIG

Apresentando as ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas, Silva (1998), aponta para sua utilização como alternativas para o entendimento do meio físico, compondo essa ferramenta o universo da Geotecnologia. E conceitua como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais.

Conforme Silveira (2000a), “Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), por definição, é um banco de dados associado a informações que estão representadas graficamente e com referenciamento espacial, com vistas à formação de um conjunto de dados que facilite a gestão e o zoneamento”.

Dados espaciais podem ser descritos, conforme SINTON (1978 *apud* SILVA 1998), de três maneiras: espacial, quando sua variação muda de lugar para lugar

(ex: declividade, altitude); temporal, quando sua variação muda com o tempo (ex: ocupação do solo); e temática, quando as variações são detectadas por mudanças de características (ex: geologia, pedologia).

Paredes (1994) afirma que diversos usos podem ser manuseados com os SIG's, assinalando alguns deles: para gerenciamento de recursos e projeto, o SIG é utilizado no processo de tomada de decisões; nos estudos científicos, como ferramenta de análise estatística; na integração de áreas de conhecimento (multidisciplinaridade) quando é usado como tecnologia para coleta ou visualização de informações espaciais; na formulação de decisões, já que esta ferramenta possibilita inúmeras alternativas que refletem uma realidade pela abrangência de informações.

Argento (1995) coloca que os SIG's revestem-se, nos dias de hoje, como apoio fundamental para a elaboração de mapeamentos geomorfológicos. Dessa forma os SIG's vêm ampliando seu poder pragmático da geomorfologia, que se constitui de importante subsídio ao Planejamento Ambiental.

### **3. UNIDADES GEOAMBIENTAIS**

#### **3.1. Geologia**

A geologia é um dos fundamentais suportes da paisagem, uma vez que interfere em outros relevantes aspectos físico-naturais, principalmente os solos, a hidrografia e a geomorfologia, que por sua vez desencadeiam uma série de outras importantes mudanças em demais fatores que integram o ambiente.

Além da influência físico-natural, a geologia é de grande relevância nas relações antropogênicas, uma vez que o espaço ocupado traz um substrato geológico que influenciará no assentamento urbano e na construção de obras de engenharia, também pelo uso e exploração de recursos minerais que é fonte de matéria prima para o desenvolvimento tecnológico.

Desse modo a abordagem da geologia é presente no desenvolvimento desse trabalho, que tem como foco a análise da paisagem sob o estudo da ecodinâmica com o viés de contribuição ao planejamento.

A principal fonte de informações sobre a geologia local, utilizada nesse trabalho, foi extraída das informações cartografadas no Projeto Carta Geológica, escala 1:50.000 (Figura 3), da área de abrangência do Programa Pró-Atlântica, bem como de seu respectivo relatório, organizado e confeccionado pela MINEROPAR (2002), em convênio com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, através do Programa Pró-Atlântica.

##### **3.1.1. Geologia Regional**

Conforme ressalta Almeida & Carneiro (1998), os estágios evolutivos do embasamento costeiro são ainda mal conhecidos.

Quanto a evolução geológica do Estado do Paraná, segundo a MINEROPAR (2001), data de mais de 2,8 bilhões de anos, sendo os registros anteriores há 570 milhões de anos relativos essencialmente a rochas magmáticas e metamórficas, que constitui o embasamento da Plataforma Sul Americana. Este embasamento está



exposto na porção leste do Paraná, denominado pelo termo Escudo, abrangendo todo o Primeiro Planalto e Litoral e, na parte oeste do estado, onde é recoberto por derrames vulcânicos e depósitos sedimentares, denomina-se de Bacia do Paraná, abrangendo os Segundo e Terceiro Planaltos paranaense.

No Escudo Paranaense são encontradas as rochas mais antigas e topograficamente mais elevadas do estado. Sua evolução é bastante longa, envolvendo diversos eventos tectônicos e magmáticos durante o Arqueano e o Proterozóico Inferior, quando já compunha um segmento continental, com bacias marinhas ao seu redor, compondo as rochas mais antigas (Complexo Gnáissico-Migmatítico); avançando para o Proterozóico Médio aconteceram aberturas de oceanos com a formação de bacias vulcano-sedimentares, como as do Grupo Setuva com 1,4 bilhões de ano e do Grupo Açungui com 1 bilhão de anos, onde hoje podem ser encontradas rochas de origem marinha, tal como mármore. Essas sucessivas aberturas e fechamentos dos oceanos envolveram processos tectônicos complexos com formação e coalisão dos continentes, originando estruturas complexas, dobramentos e falhamentos, além de extenso magmatismo granítico, que ocorreu no final do Proterozóico. Do Proterozóico Superior para o início do Paleozóico toda a área do Escudo foi palco de intenso magmatismo granítico, sendo hoje representado por 42 corpos de granitos, ou granitóides, com dimensões variadas, compreendendo o Complexo Granítico-Gnáissico (Morro Redondo e Serra da Igreja) e Suite Álcali-Granitos (Pedra Branca de Araraquara e Serra das Cavaieiras). Após a consolidação do Escudo Paranaense ocorreram intrusões de rochas básicas e alcalinas, relacionadas com os processos tectônicos associados aos eventos magmáticos Mesozóicos da Bacia do Paraná (Formação Serra Geral), ligados ao rifteamento do Oceano Atlântico, separando a plataforma Sul Americana da Africana, concomitante ao desenvolvimento do Arco de Ponta que teve início no Devoniano sendo mais pronunciado no Mesozóico. Esse intenso magmatismo resulta na intrusão de diques, sentido NW. No Terciário, resumidamente pode se apontar a reativação de falhas pela rotação da placa Sul-Americana para oeste; subsidência, soerguimento e basculamento de blocos e bacias (Paleógeno), resultante em muitas anomalias de drenagem, vistas muito comumente na Serra do Mar. No Quaternário estão presentes os depósitos recentes (aluviais, coluviais e marinhos), faz-se modelação da paisagem atual por ação climática (clima



atual/úmido e paleoclimas/semi-árido) e a instalação da presente rede de drenagem (SIGA JR, BASEI & MACHIAVELLI, 1993; KOPS & EBERT, 1997 e ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

As rochas arqueanas paranaense são divididas, mais comumente, adotando parâmetros da natureza tectônica dos blocos, dada pela combinação de critérios litológicos, estruturais, petrológicos e geocronológicos. Desse modo, o Arqueano e o Proterozóico Inferior do Escudo Paranaense são divididos em dois domínios tectônicos, denominados Luís Alves e Curitiba. O Domínio Luís Alves tem os registros das rochas mais antigas do sul do Brasil, englobando principalmente metabásicas, metaultrabásicas, granulitos, charnockitos e outras de alto grau metamórfico, bem como seus produtos de retalhamento tectônico, os cataclasitos de um modo geral e metamórfico, principalmente xistos de baixo grau. Nesse domínio estão compreendidos os Complexos Granulíticos Serra Negra e Máfico Ultramáfico de Piên. O Domínio Curitiba consiste em uma seqüência de rochas que perderam suas características originais, tecno-fácies, formadas em diversos ambientes metavulcanos-sedimentares. Esse domínio corresponde às rochas dos Grupos Setuva e Açungui, deslocadas sobre o Domínio Luís Alves. Compreende uma associação de gnaisses, migmatitos, granitos de anatexia e rochas resultantes do metamorfismo posterior, de grau mais baixo do que o de origem. Nestes blocos ocorrem também as intrusões granitóides da Serra do Mar, cujas manifestações vulcânicas são representadas pelos riolitos e andesitos da formação Guaratubinha (MINEROPAR, 2001).

### **3.1.2. Geologia Local**

As informações utilizadas para análise e descrição da geologia na área de estudo foram obtidas das Cartas Geológicas 1:50.000 do Programa Pró-Atlântica e de seu respectivo relatório, organizados e confeccionados por MINEROPAR (2002) em convênio com a SEMA para o PRÓ-ATLÂNTICA, cuja área do projeto se estende na ocorrência da Floresta Ombrófila Densa e sistemas associados no Estado do Paraná, englobando a Planície Litorânea, Serra do Mar e parte do Primeiro Planalto. Com a organização de um mosaico dessas cartas foi composto um Mapa Geológico da APA de Guaratuba (Mapa 1).

### 3.1.2.1. Complexo Cachoeira

As associações litológicas do Complexo Cachoeira que se encontram inserido na APA de Guaratuba (Figura 13), são: muscovita-biotita-quartzitos, fuchcita-quartzitos, quartzo-xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalações de magnetita-mica-quartzo-xisto, mica-quartzo-xistos e metacherts (APIcq).

O Complexo Cachoeira é de pouca representação espacial na APA, ocupando uma porção equivalente a 0,10% da área total dessa UC (Tabela 3). Na porção norte da APA está inserido em pequena área próximo ao Complexo Gnáissico-Migmatítico e na parte sul próximo ao Complexo Metamórfico indiferenciado.

Conforme descrito por MINEROPAR (2002), este complexo é constituído por rochas gnáissicas, foliadas a bandadas, leuco a mesocráticas e de textura fina a média, ocorrendo, na abrangência da área de estudo, nos municípios de Morretes e Guaratuba, em pequenas proporções espaciais (Tabela 3). Encontram-se associadas, na forma de enclaves, rochas básicas e ultrabásicas: piroxenitos, metagabronoritos, anfíbolitos e xistos magnesianos. Encontram-se também charnoquitos, enderbitos, granulitos e gnaisses cataclásticos e milonitos, e em menor proporção quartzitos, magnetita-quartzitos, formações ferríferas e gnaisses kinzigíticos.

Tabela 3 – Unidades Geológicas e sua distribuição espacial na APA de Guaratuba

<b>Unidades Geológicas</b>	<b>Porção espacial que ocupam na APA (%)</b>
Complexo Cachoeira	0,10%
Complexo Metamórfico Indiferenciado	3,16%
Complexo Granítico-Gnáissico	14,34%
Complexo Gnáissico-Migmatítico	37,36%
Suite Álcali-Granitos	9,12%
Formação Guaratubinha	7,56%
Intrusivas Básicas	0,03%
Formação Alexandra	0,06%
Formação Guabirota	0,09%
Sedimentos Recentes	25,40%
Corpos d'água *	2,78%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

\*O item corpos d'água representa a baía de Guaratuba, as represas Voçoroca, Guaricana e Chaminé. Foram inclusos na tabela com o objetivo de totalizar 100% da soma das porções espaciais.

Rochas cataclásticas e miloníticas ocorrem ao longo de inúmeras zonas de cisalhamento que rasgam esse domínio em direções WNW-ESE e NE-SW. Essas

feições ocorrem nas proximidades das zonas de contato com os domínios adjacentes.

### **3.1.2.2. Complexo Metamórfico Indiferenciado**

No projeto Carta Geológica estão cartografadas as associações litológicas do Complexo Metamórfico Indiferenciado, termo utilizado para englobar uma série de unidades de posicionamento estratigráfico duvidoso, referidas como “sem denominação” pela CPRM (1989) na compilação geológica da Região Metropolitana de Curitiba. As associações litológicas desse complexo que ocorrem na extensão da APA de Guaratuba (Figura 14), são: biotita-muscovita-xistos e clorita-biotita-moscovita-xistos, com ocorrências locais de quartzo-xistos e quartzitos. Clorita-biotita-muscovita xistos e tremolita-actinolita xistos (APIrmx).

Na APA de Guaratuba essa unidade geológica ocupa 3,16% da área total da UC, conforme pode ser visto na Tabela 3, constituindo principalmente os morros e colinas que estão circundados pela planície litorânea, uma vez que seus sedimentos recobrem parte dessa unidade geológica.

Este compartimento consiste numa seqüência de rochas que perderam suas características originais, podendo ser definidas como tectono-fácies. Correspondem à base das rochas da Faixa Apiaí, representada pelos grupos Setuva e Açungui, que ocorrem a sudoeste de Curitiba, dentro de uma faixa sinuosa que se estende de Campo Largo a Contenda. Predominam rochas gnáissicas (biotita-anfibólio-gnaisses e migmatíticas) com melanossoma de biotita-anfibólio-gnaisses e leucossoma de composição tonalítico-granodiorítica, associadas a anfibolitos, gnaisses graníticos, núcleos de gnaisses granulíticos e rochas máfico-ultramáficas toleíticas: metaperidotitos, serpentinitos, xistos magnesianos, metapiroxenitos e gabros, (MINEROPAR, 2002).

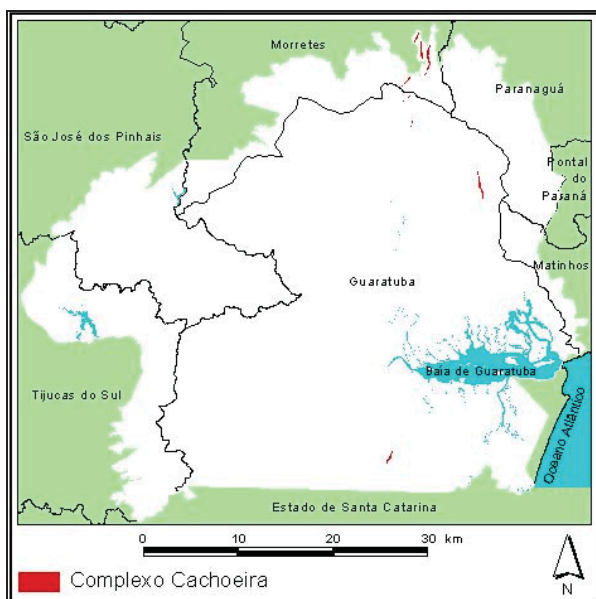


Figura 13 - Distribuição espacial do Complexo Cachoeira na APA de Guaratuba

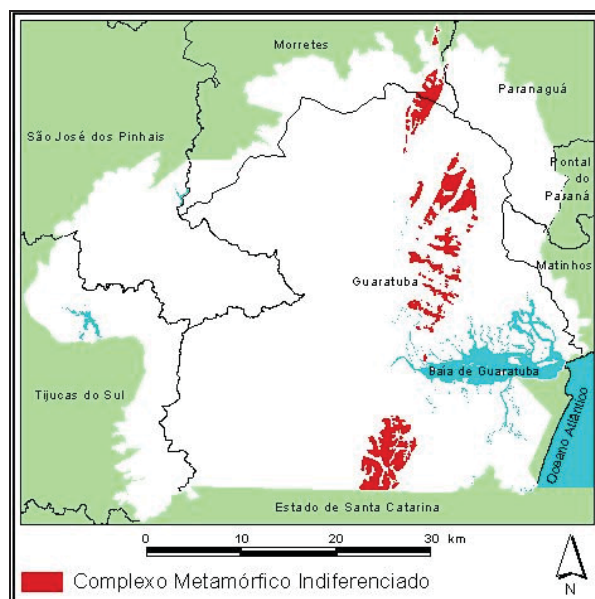


Figura 14 - Distribuição espacial do Complexo Metamórfico Indiferenciado

### 3.1.2.3. Complexo Granítico-Gnáissico

As intrusões desse complexo são formadas por monzogranitos e granodioritos gnáissicos, porfiróides a equigranulares, apresentando na APA de Guaratuba dois corpos granitóides (Figura 15): Pedra Branca de Araraquara (APIg1) e Serra Canaveira (APIg8), aparecendo respectivamente na Foto 1 e Foto 2.

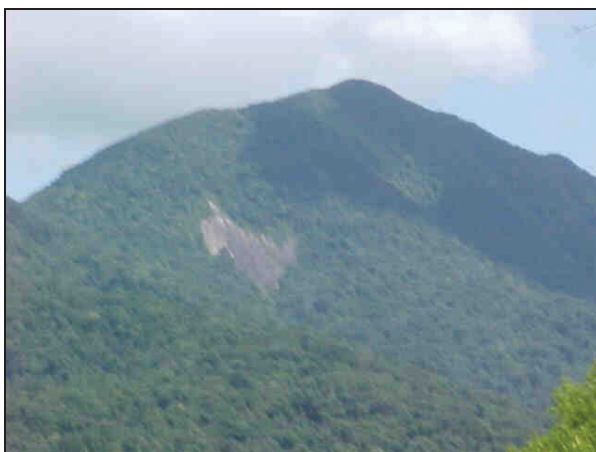


Foto 1 - Serra Pedra Branca do Araraquara  
Fonte: Silveira & Oka-Fiori (2002)

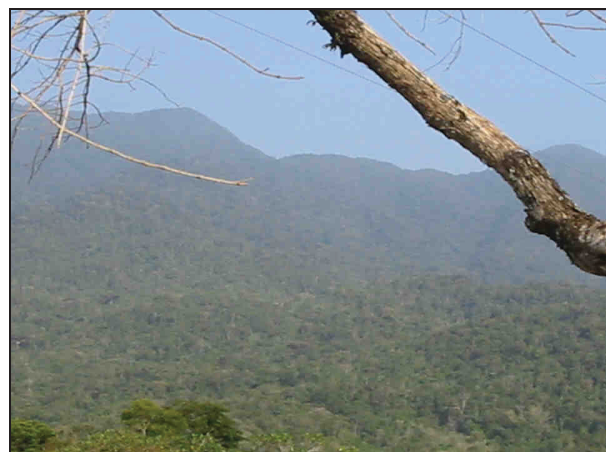


Foto 2 - Serra Canaveira  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Na APA o granitóide Pedra Branca do Araraquara ocupa a porção geográfica sul seguindo até o centro da UC e o Serra Canaveira a porção norte, ambos

representam 14,34% da superfície dessa UC (Tabela 3). Esses granitóides são formadores das serras Boa Vista, do Engenho, Guarapari, Araraquara, e outras

Entre os seus litotipos predominam anfibólio-biotita-granitóides porfiríticos, tendo como encaixantes xistos aluminosos, seqüências paragnáissicas com biotita-gnaisses, mica-xistos, quartzitos, com freqüentes intercalações de anfibolitos e unidades de ortognaisses. Faixas miloníticas espessas são freqüentes em meio aos granitóides. O tipo mais comum é um granitóide a base de quartzo, plagioclásio, microclíneo, biotita e/ou hornblenda. Opacos, zircão, apatita e titanita são os principais minerais acessórios, (MINEROPAR, 2002).

Estruturalmente estes granitóides mostram-se heterogeneamente deformados com megacristais, principalmente K-feldspato. Em certos locais observa-se uma fina clivagem, subordinada às feições ígneas, de fluxo magmático. Faixas miloníticas desenvolvidas em zonas de cisalhamento são freqüentes e estão relacionadas a falhas transcorrentes ou de cavalgamento, com sentido de transporte para oeste, (MINEROPAR, 2002).

#### **3.1.2.4. Complexo Gnáissico-Migmatítico**

Encontram-se na APA de Guaratuba as seguintes associações litológicas desse complexo (Figura 16), recentemente redefinido como Complexo Atuba:

- Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaissse, mica-quartzo-xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito (APImge);
- Migmatitos oftálmicos, com paleossoma de biotita-gnaissse, biotita-hornblenda-gnaissse e hornblenda-gnaissse, com quartzitos locais (APImgm);
- Biotita Gnaisses (APImgn);
- Gnaisses ocelares, interdigitados com migmatitos estromáticos, com ocorrência de gnaisses fitados e leucocráticos e xistos feldspáticos (APImga);
- Migmatitos indiferenciados, com anfibolitos e veios quartzo-feldspáticos associados a migmatitos “dent de cheval”, localmente pegmatitos e aplo-granitos; (APImgi).
- Noritos, enderbitos, charno-enderbitos, gnaisses, meta-quartzo-dioritos, metadioritos, metagabros, incluindo serpentinitos e esteatitos (APlgr);



- Suíte granítica foliada granitos metassomáticos ou de anatexia indiferenciados (APIsgf).

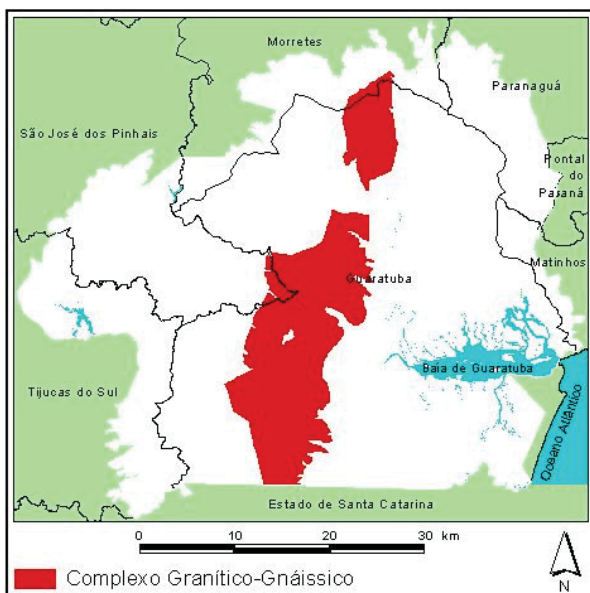


Figura 15 - Distribuição espacial do Complexo Granítico-Gnáissico

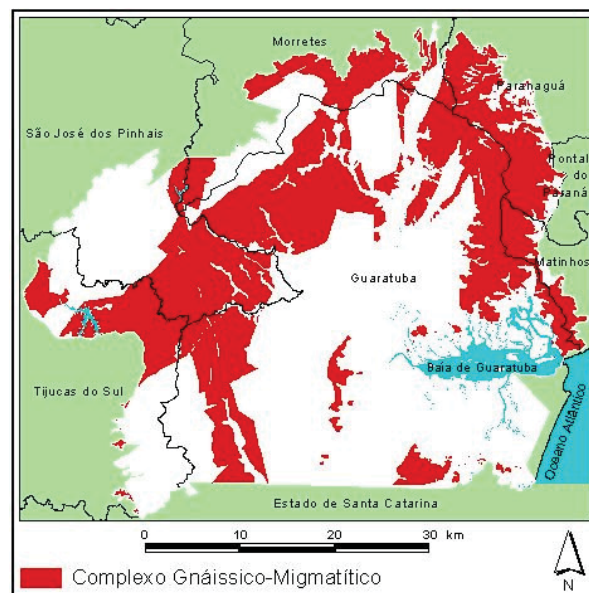


Figura 16 – Distribuição espacial do Complexo Gnáissico-Migmatítico

Dentre as unidades geológicas identificadas na APA, o Complexo Migmatítico-Gnáissico é o mais significativo em extensão na superfície, representando 37,36% do total de sua área (Tabela 3). Este complexo é formador de importantes serras, localizadas na APA, tais como a Serra da Prata (Foto 3), Serra do Engenho, Serra Maria, entre outras.



Foto 3 - Vista para face oeste da Serra da Prata (tirada da PR 508)  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Trata-se de um conjunto de migmatitos estromatíticos, *augen-gnaisses*, gnaisses graníticos e fitados, rochas meta-ultrabásicas, metabasitos, anfíbolitos e quartzitos. São freqüentes as intercalações de corpos anfíbolíticos, por vezes granatíferos, bem como de xistos magnesianos, desde lentes centimétricas até corpos métricos. São comuns feições relacionadas a uma segunda fase de

migmatização, com mobilizados róseos (K-feldspato), concordantes ou não ao bandamento gnáissico. A associação litológica AP<sub>I</sub>gr (noritos, enderbitos, charno-enderbitos, etc) corresponde mais apropriadamente a um complexo granulítico. Dentro deste conjunto foram reconhecidas duas tendências cálcio-alcálicas: uma tonalítica (norito-enderbítica) e outra norito-jotunito-opdalito-charnoquítica. Em termos metamórficos, foi identificada neste setor do Complexo um evento de recristalização com temperaturas na ordem de 800°C, dentro do fácies granulito. A associação AP<sub>I</sub>sgf (suíte granítica foliada, anatexítica e metassomática) está inserida no Complexo Gnáissico-Migmatítico pela íntima relação com os migmatitos encaixantes, em contraste com as rochas granitóides do Complexo Granítico-Gnáissico referido anteriormente, consideradas intrusivas, (MINEROPAR, 2002).

A foliação NE-SW constitui o principal padrão estrutural, marcado pelo achatamento e estiramento dos minerais. Estes gnaisses limitam-se na porção meridional através de uma zona de cisalhamento (lineamento Mandirituba - Piraquara) com uma suíte de granitóides heterogeneamente deformados, designados por Machiavelli *et al.* (1991 *apud* MINEROPAR, 2002), de Suíte Granítico-Milonítica Rio Piên. Estes granitóides balizam o limite sul-sudeste do complexo e foram interpretados como pertencentes às raízes de um arco magmático do Proterozóico Superior. A principal estrutura nestas rochas é uma foliação milonítica S<sub>n</sub> com aspecto anastomosado e concentração máxima em N66°E/64°NW. Os dados geocronológicos indicam que a foliação milonítica foi desenvolvida durante o Neoproterozóico, possuindo caráter heterogêneo e não-coaxial, em regime dúctil, e em condições físico-químicas da fácies xisto verde, zona da biotita até o limite inferior da fácies anfíbolito e associada a movimentos tectônicos.

#### **3.1.2.5. Suíte Álcali-Granitos**

Trata-se de um magmatismo em regime extensional pós-orogênico. Ocorrem diversos corpos graníticos no setor sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina, individualizados principalmente em projetos realizados na década de 1960 e 1970, organizados no programa Carta Geológica.

Esses maciços graníticos apresentam dimensões variadas, constituindo desde pequenos *stocks* até batólitos, cujas denominações têm por base a toponímia regional onde ocorrem: Anhangava, Graciosa, Alto Turvo, Rio do Salto, Morro Redondo, Marumbi, Serra da Igreja e Agudos do Sul. Distribuem-se tanto no domínio Curitiba quanto no Luís Alves, predominando sobre o último, não ocorrendo nos terrenos pertencentes ao domínio Paranaguá (batólito Paranaguá). Caracterizam-se esses maciços pela natureza alcalina, pela textura equigranular e pela isotropia, em contraste com a pronunciada foliação dos gnaisses e migmatitos encaixantes, com os quais os contatos são normalmente realizados através de zonas de falha, (MINEROPAR, 2002).

Na APA de Guaratuba há incidência de dois desses maciços graníticos. Na porção sudoeste o Granito Morro Redondo e à noroeste o Granito Serra da Igreja (Figura 17). Na área de estudo essa unidade geológica tem relativa relevância, constituindo 9,12% da sua superfície espacial (Tabela 3).

O Granito Morro Redondo foi identificado inicialmente por Maack (1961), sendo cartografado posteriormente por Trein *et al.* (1969) e Muratori *et al.* (1969), Albuquerque *et al.* (1971) e Fuck (1967) *in* MINEROPAR (2002). De modo geral, observa-se a presença de granitos isótipos nas porções mais centrais e cataclasados nas bordas. Os litotipos mais comuns apresentam granulação média, equi a inequigranulares, raramente porfiríticos, leucocráticos e de coloração cinza-clara. Essas rochas apresentam normalmente textura granular hipidiomórfica, sendo constituídas por quartzo (5 - 30%), feldspato alcalino (20 - 60%, normalmente perítico), pagioclásio (albita, 5 - 30%), biotita (0 - 10%), hornblenda (0 - 10%), anfibólios sódicos (riebeckita-arfvedsonita), piroxênios de Na-Ca (aegirina-augita), além de olivina (faialita). Os acessórios comuns são titanita, apatita, rutilo, fluorita e opacos, e como produtos de alteração ocorrem clorita, epidoto, muscovita e argilo-minerais, (MINEROPAR, 2002).

O Granito Serra da Igreja, segundo o Relatório do Mapa Geológico do Programa Pró-Atlântica, seus limites foram estabelecidos por Muratori *et al.* (1969). Este granito apresenta fácies leucocráticos, equi a inequigranulares com granulação média e cores cinza-claro, cinza-rosado e róseo. FUCK *et al.* (1969), assinalam uma tendência alcalina, com presença de anfibólios e piroxênios sódicos.



Esse granito apresenta forma alongada no sentido NE-SW e relações de contato por falha com as rochas gnáissico-granulíticas do domínio Luís Alves. Apenas na sua porção nordeste da Serra do Mar paranaense encontra-se balizado pelas rochas gnáissicas do domínio Paranaguá, apresentando-se nesta região intensamente deformado, (MINEROPAR, 2002).

### 3.1.2.6. Formação Guaratubinha

As associações litológicas dessa formação que estão localizadas na APA de Guaratuba (Figura 18) são: diques de riolito pórfiro, felsito e microgranito (Egg); seqüência vulcânica ácida riolitos, tufos e brechas (Ega); seqüência sedimentar: arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados (Egs); seqüência vulcânica intermediária: andesitos e dacitos (Egi).

A Formação Guaratubinha aparece predominantemente na porção oeste da APA, nos municípios de São José dos Pinhais e Tijucas do Sul, e de modo menos significativo no município de Guaratuba. Ocupa 7,56% da superfície total da área de estudo.

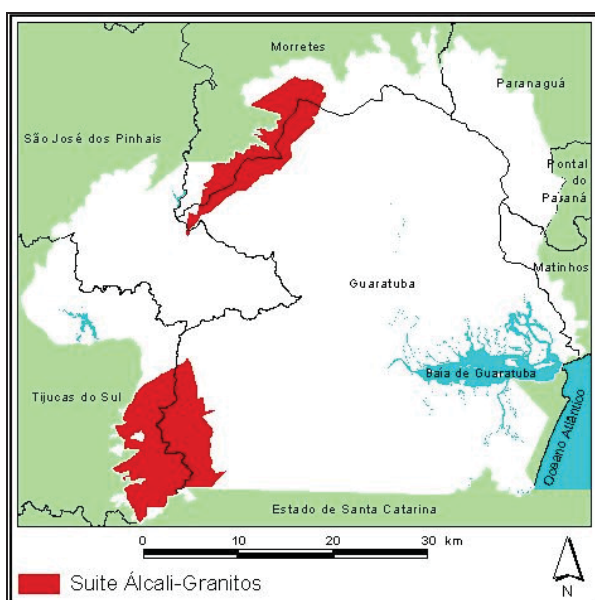


Figura 17 – Distribuição espacial das suítes graníticas na APA de Guaratuba

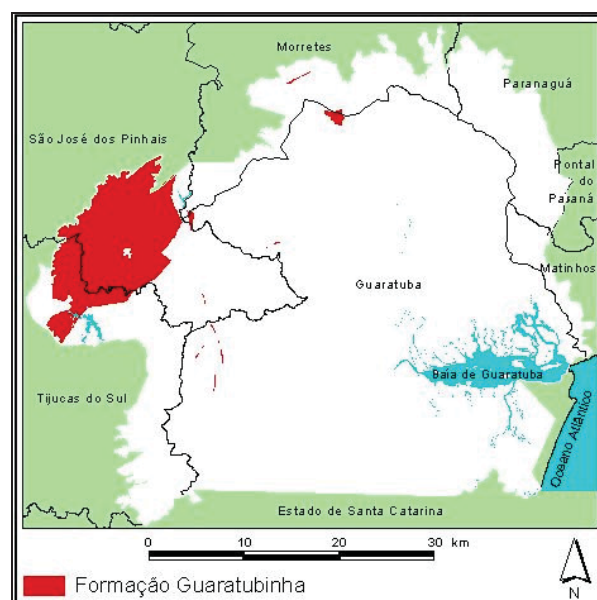


Figura 18 – Distribuição espacial das rochas vulcano-sedimentares da Formação Guaratubinha na APA de Guaratuba

As rochas vulcânicas da Formação Guaratubinha foram reconhecidas primeiramente por Fuck *et al.* (1967 apud Fuck *et al.* 1969), que a descrevem como sendo constituída por uma associação de vulcanismo de composição ácida e intermediária e de uma seqüência sedimentar repousando em discordância sobre migmatitos e rochas graníticas associadas (Foto 4 e Foto 5). A seqüência vulcânica ácida compreende riolitos, ignimbritos, tufos, brechas vulcânicas e microgranitos, repousando diretamente sobre os gnaisses e migmatitos, recortados localmente por diques de microgranito, riolitos, pórfiros e felsitos, esses microgranitos contêm em sua composição quartzo, ortoclásio, sanidina, ferromagnesianos e plagioclásios, sendo acessórios zircão, fluorita, clorita, epidoto e opacos. Outra seqüência vulcânica, de composição intermediária, é constituída por lavas e tufos andesíticos, além das de composição dacíticas, com textura geralmente porfírica, à base de plagioclásio, piroxênio e opacos, além de quartzo e zeólitas que preenchem cavidades, e de uma percentagem variável de vidro vulcânico. A seqüência sedimentar compreende arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados que ostentam comumente uma coloração castanho-avermelhada, observando-se nos primeros uma preservação de estratificação plano-paralela denotando marcante ritmicidade deposicional, enquanto que, nos conglomerados a estratificação revela também um arranjo gradacional de seixos e finos leitos de material arcosiano. As relações estratigráficas entre as litologias dessa formação não estão ainda claramente definidas.



Foto 4 - Formação Guaratubinha  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 5 - Formação Guaratubinha  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Todo o conjunto da formação apresenta intensamente perturbado com inclinações que variam de 20° a 80° , sendo comuns as zonas de cisalhamento, com zonas de cataclase, também evidências de uma estrutura do tipo sinclinal. Por suas semelhanças litológicas e estruturais, a Formação Guaratubinha é correlacionada ao Grupo Castro (no Paraná) e à Formação Campo Alegre, do Grupo Itajaí (em Santa Catarina). As direções estruturais do conjunto Guaratubinha são geralmente NE-SW correspondendo, genericamente, às direções estruturais dos migmatitos que constituem o seu embasamento, (FUCK *et al.*, 1969).

### **3.1.2.7. Intrusivas básicas – Formação Serra Geral**

Estas rochas intrusivas são relacionadas ao rifteamento do Atlântico e à Formação Serra Geral (vulcanismo basáltico da Bacia do Paraná). São corpos hipoabissais, em geral subverticais, alongados e de direção N50-70W, com idades variando de 136 a 113 milhões de anos (MINEROPAR, 1989 *apud* MINEROPAR, 2002). A litologia dessa formação na área de estudo (Figura 19) é compreendida pelos diques básicos, nos quais estão incluídos os basaltos, diabásios, gabros e dioritos pórfiros (JKdb).

### **3.1.2.8. Formação Alexandra**

A denominação de Formação Alexandra foi atribuída por Bigarella *et al.* (1959) para a seqüência sedimentar que ocorre no município de Paranagua. Essa Formação é constituída por sedimentos de uma planície gradacional inclinada em direção ao mar, tendo sido gerada numa época em que seu nível estava mais baixo que o atual, durante o Pleistoceno. São depósitos continentais, constituídos na base por sedimentos de caráter arenáceo e rudáceo predominando no restante da formação sedimentos síltico-argilosos e arcoseanos, depositados discordantemente sobre as rochas do Embasamento Cristalino.

Na superfície da APA essa formação representa 0,06% da área total (Tabela 3), aparecendo de modo pouco significativo na porção nordeste da UC (Figura 20), sendo constituída de conglomerados, arcósios, areias e argilitos (Ta).

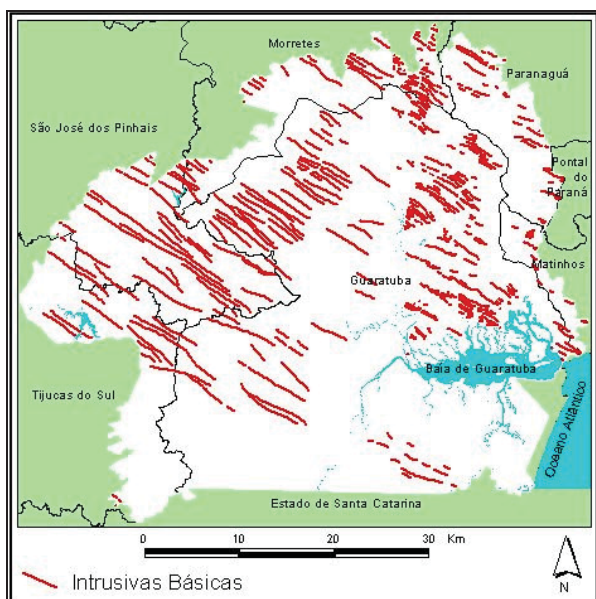


Figura 19 – Distribuição espacial das rochas intrusivas básicas na APA de Guaratuba

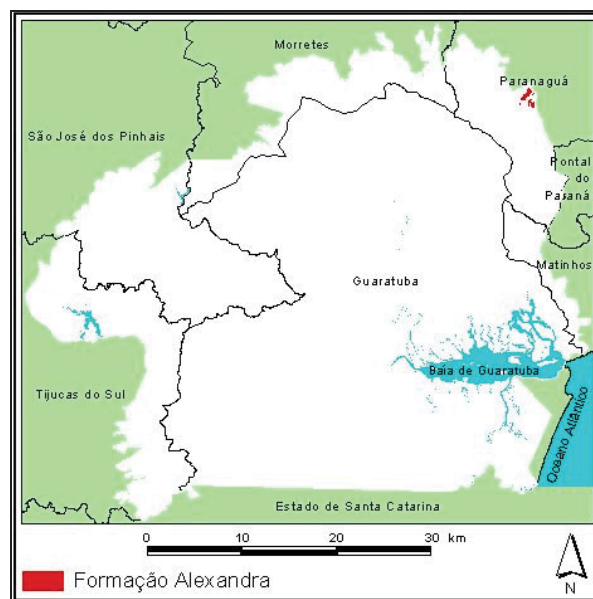


Figura 20 – Distribuição espacial dos sedimentos da Formação Alexandra

Os processos formadores das fácies foram interpretados por Angulo (1992) como sendo principalmente fluxos gravitacionais de dois tipos: de detritos (conglomerados sustentados pela matriz) e de lama (lamas e lamas e arenosas). Os arcósios e arenitos arcosianos teriam sido depositados em canais entrelaçados, com transição para fluxos mais densos não-confinados. O conjunto dos depósitos sugere um sistema deposicional de leque aluvial associado a corpos aquosos, de pequena dimensão talvez, pântanos, em clima úmido, porém mais seco que o atual, propiciando uma maior abundância de arbustos e plantas herbáceas.

### 3.1.2.9. Formação Guabirotuba

Formação Guabirotuba é a principal unidade sedimentar da Bacia de Curitiba, é composta por um pacote de sedimentos inconsolidados do Plioceno e Pleistoceno, possivelmente mais antigos, representados por camadas e lentes de argilas, arcósios, areias e cascalhos (QPg) que repousam discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino. Trata-se de uma seqüência sedimentar formada em um paleoambiente sob condições de um clima semi-árido, “em sítio propício ao desenvolvimento de extensos leques aluviais”, (BIGARELLA & SALAMUNI, 1962 *apud* MINEROPAR, 2002).

Dentro dos limites da APA de Guaratuba a Formação Guabirota aparece pouco expressiva (Figura 21), ocupando 0,09% de sua superfície, localizando-se à leste, nas proximidades da represa Voçoroca, no município de Tijucas do Sul.

### **3.1.2.10. Sedimentos Recentes**

Ocupam uma representativa porção espacial na superfície da APA de Guaratuba (Figura 22), representando 25,40% da área total da UC (Tabela 3).

Nas cartas geológicas 1:50.000 do Programa Pró-Atlântica estão cartografados os sedimentos recentes marinhos e continentais do Holoceno, estando representados pelas seguintes associações litológicas:

- Aluviões (Qha) recobrem extensas regiões da APA de Guaratuba, na porção da planície litorânea, no leito dos rios São João, Cubatão, Cubatãozinho e Canavieiras. Nas serras localizam-se em planícies aluviais dos canais principais ao longo do médio curso dos rios. Os aluviões são constituídos por sedimentos de deposição fluvial, predominando terrenos arenosos e leitos de cascalho. Aos aluviões associam-se depósitos de várzea e de talude. Os primeiros são depósitos de sedimentos inconsolidados, de pequena espessura, aparecendo em áreas restritas ao longo de alguns rios, sendo constituídos por siltes e argilas, em parte turfosos e com areias de diversas granulações, aparecendo também leitos de cascalho, onde predominam seixos de quartzo e quartzito, bem selecionados e arredondados, indicando transporte efetivo. Também têm idade holocênica. Nos mapas da Comissão da Carta Geológica do Paraná os aluviões foram individualizados em indiferenciados, (Qha), antigos (Qha1) e recentes (Qha2).
- Sedimentos associados a manguezais (QHmg) estão na área de estudo circunvizinhos à Baía de Guaratuba, aparecendo tanto em seu entorno quanto nos canais tributários daquela porção. Segundo Angulo (2002) diversos trabalhos relativos ao litoral paranaense generalizam áreas de sedimentos flúvio-marinhos na zona de influência das marés, pela denominação de manguezais. Esse autor identifica neste ambiente de sedimentação até seis unidades distintas, com vegetação característica, constituídos por silte e areia fina. Aparecem em extensos baixios, próximos dos talwegues, nos vales dos rios principais. Os sedimentos da



planície de maré variam de areias a argilas arenosas, geralmente ricos em matéria orgânica, podendo conter grânulos e seixos (ANGULO, 1992).

- Sedimentos arenosos de origem marinha da planície costeira (Qm e Qm1) constituem a planície costeira com cordões litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno), que são feições relacionadas a antigas linhas de praia (ANGULO, 2002). As planícies com cordões litorâneos são constituídas por areias finas e muito finas, moderada a muito bem selecionadas e assimetria predominantemente negativa (BIGARELLA *et al.* 1978). Na APA ocorrem na porção sul da Baía de Guaratuba, na extensão dos rios Descoberto e Sai-guaçu e no curso superior do rio Boguaçu.
- Colúvios (Qc) estão incluídos em sedimentos associados as vertentes da serra, nos quais não se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade. Trata-se de sedimentos predominantemente finos, com proporções variáveis de areia e seixos, geralmente, sem estruturas. Os seixos podem estar dispersos na matriz ou concentrados em níveis ou linhas (*stone lines*). É freqüente a ocorrência de mais de um colúvio superposto, com características texturais, ou de coloração diferentes, podendo ocorrer solos enterrados. Alguns colúvios parecem ter sido originados por processos de movimentos de massa lentos, envolvendo o manto de intemperismo, porém, as linhas de seixos e os solos enterrados atestam a complexidade de sua evolução (ANGULO, 2002).
- Depósitos de Tálus (Qt) são observados ao longo das escarpas principais da Serra do Mar, constituídos de blocos angulares e subarredondados de diversos tamanhos, imersos em matriz síltica ou argilosa, sem estruturas sedimentares. Datam do Holoceno. No sopé das vertentes mais íngremes da serra, freqüentemente ocorrem acúmulos de sedimentos, cujas superfícies de deposição formam rampas de forte inclinação. Essas rampas não apresentam evidências de processos fluviais, ocorrendo aparentemente um predomínio do processo de queda de detritos. Os sedimentos que formam essas rampas íngremes foram interpretados como depósitos de tálus (ANGULO, 1992). Segundo informações da base de dados utilizadas no trabalho, composta pelo Mapeamento Geológico do Pró-Altântica, os depósitos de tálus na extensão da APA aparecem na baixas vertentes da Serra da Prata.

–Sedimentos paleoestuarinos estão amplamente distribuídos no litoral paranaense. Na APA aparece principalmente na extensão do rio Bogaçu e nas margens dos Sedimentos associados a manguezais. Predominam areias, ocorrendo subsidiariamente areias argilosas, areias siltosas e silte argilo-arenoso, sendo que a seleção variou entre muito bem e muito pobremente selecionados (ANGULO, 1992).

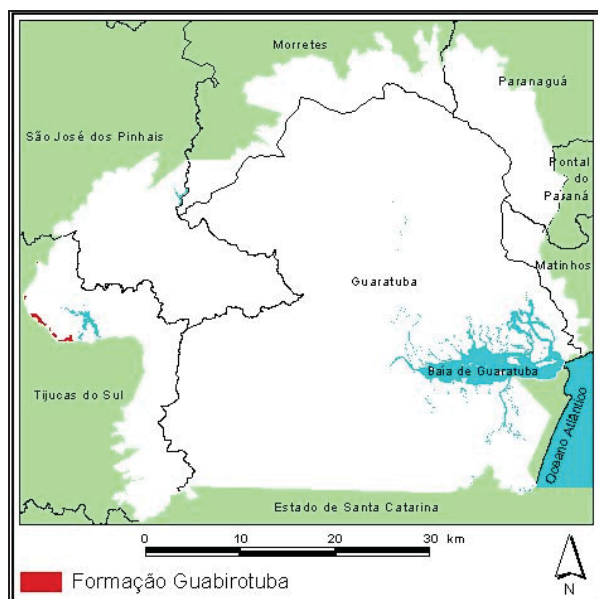


Figura 21 – Distribuição espacial da Formação Guabirota

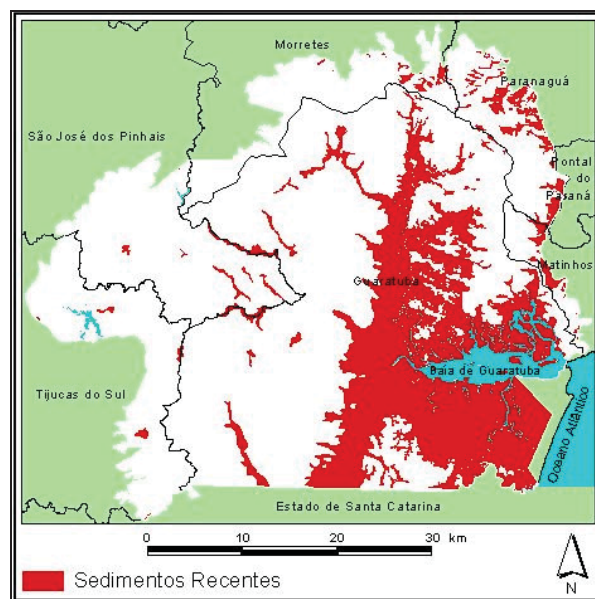


Figura 22 – Distribuição espacial dos sedimentos recentes marinhos e continentais

## 3.2. Clima

O clima é de básica importância na dinâmica atmosférica, que por sua vez age na superfície terrestre. O relevo é um dos resultados da atuação conjunta desse fator, que por sua vez está associado também a outros processos endógenos e exógenos da superfície terrestre. Desse modo, as condições climáticas são responsáveis, também, pela distribuição dos seres vivos no globo, condicionando ambientes ecológicos específicos, compondo uma diversidade de paisagens, indissociáveis sob a óptica morfológica e biogeográfica. Assim, para cada grande zona de vegetação e solos existem processos morfogenéticos específicos num sistema de erosão organizado, que modelam famílias de formas, construindo um grande domínio morfoclimático, (PENTEADO, 1989).

O conhecimento do tipo climático de uma região fornece indicativos sobre as condições médias de pluviosidade e temperatura esperados. Essa é uma das importantes informações para as atividades de planejamento, pois influencia na dinâmica do ambiente. Na área de estudo, a posição geográfica de proximidade com o Oceano Atlântico e o relevo da Serra do Mar, confere um papel muito importante no condicionamento climático da APA de Guaratuba.

Segundo a classificação de Köppen, distingue-se na área de estudo, assim como no Estado do Paraná, dois tipos climáticos: Cfa e Cfb (Figura 23). O primeiro é definido como subtropical úmido mesotérmico com verão quente: apresenta no mês mais frio temperatura média inferior a 18°C e superior a -3°C e no mês mais quente sua temperatura média é superior a 22°C. Essa classe climática possui verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Na APA de Guaratuba sua ocorrência está desde as porções de baixa altitude da planície litorâneas até as cota de 700 metros na Serra do Mar. O tipo Cfb é definido como subtropical úmido mesotérmico com verão fresco: no mês mais frio apresenta temperatura média inferior a 18°C e no mais quente temperatura média inferior a 22°C. Essa classe climática apresenta verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, não tem estação seca definida e está sujeito a geadas severas. Na área de estudo ocorre acima da cota de 700 metros nas porções da Serra do Mar.



Conforme IPARDES (1990 e 1991 *apud* ANGULO, 1992), nas latitudes mais setentrionais da planície litorânea do Estado do Paraná, a temperatura média estimada está em torno de 22°C, e de 20,8°C nas mais meridionais. Nas elevações de 100 metros de altitude as médias diminuem para temperaturas próximas a 16°C, e a mais de 1.500 metros de altitude atingem valores inferiores a 14°C. As temperaturas médias máximas vão de 29,6°C, na planície, até 18°C nas maiores altitudes, sendo as médias mínimas de 14,8°C e de 8,6°C, respectivamente.

Segundo Bigarella *et al* (1978), as chuvas que caem no litoral do Paraná são dos tipos ciclônico, orográfico e de convecção.

A partir de dados de 26 postos pluviométricos, apresentados na Tabela 4, analisados pelo IPARDES (1990 *apud* ANGULO, 1992), indicam para o período de 1975 - 1984, uma média de 2.248 mm, sendo a localidade com menor média a Paiol de Baixo (1.331 mm) e com maior média a Véu de Noiva (3.530 mm). Os resultados pluviométricos da estação Véu de Noiva indicariam, para Bigarella *et al* (1978), maior ocorrência de precipitação na Serra do Mar que na Planície Litorânea. Porém, ao contrário dessa idéia, IPARDES (1990), conclui que em geral, as precipitações são maiores na planície, ficando em torno de 2.500 mm anuais, enquanto nas serras, a 150 metros de altitude, a pluviosidade seria de 2.306 mm, diminuindo gradualmente até 900 metros de altura, quando atingiria um mínimo de 1700 mm, tornando a ter um aumento nas precipitações acima dessa altitude. Desse modo, a excepcionalidade da estação Véu de Noiva (a 683 metros de altitude) foi explicada pela sua localização espacial, estando em um vale profundo com orientação favorável para a penetração das massas de ar provenientes do Oceano Atlântico. No mapa ilustrativo apresentado por IAPAR (2004), na Figura 24, embora estando em escala regional, uma vez que trata do estado num todo, pode ser evidenciado que a porção leste do Paraná está dentre as que apresenta os índices de precipitação mais elevados, tanto na Planície Litorânea como na Serra do Mar, com valores médios anuais superiores a 2.000 mm.

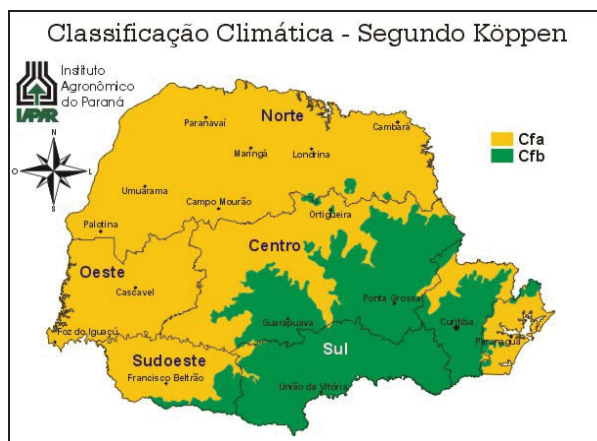


Figura 23 - Classificação climática no Estado do Paraná - fonte: IAPAR, 2004

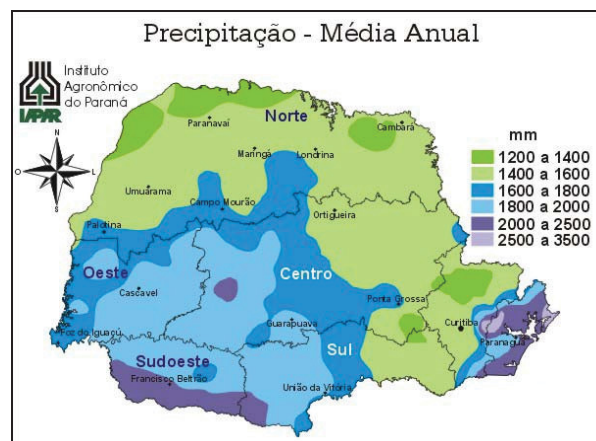


Figura 24 - precipitação média anual no Estado do Paraná - fonte: IAPAR, 2004

Tabela 4 - Total de chuva anual e número de dias com chuva, segundo postos do Litoral Paranaense (1975 - 1984)

Postos	Altitude (metros)	Total de chuva (mm/ano)	nº de dias com chuva por ano
<b>Planície Litorânea</b>			
Bananal	0	2617	184
Morro Grande	0	2498	183
P. B. de Araraquara	0	2903	190
Ipanema	2	2068	168
Paranaguá	5	2038	185
Guaraguaçu	7	2378	135
Rio Guaraqueçaba	9	2808	174
Guaratuba	9	2401	173
Costão	10	2668	186
Cubatão	12	2789	162
Tagaçaba de Cima	73	2837	216
Antonina	74	2220	181
Colônia Santa Cruz	79	1995	152
<b>Face Oriental da Serra do Mar</b>			
São João da Graciosa	159	2685	209
Fazenda Bom Jesus	216	2840	169
Ilha do Rio Claro	310	2009	199
Vargem Grande	640	1771	190
Véu de Noiva	683	3530	221
Posto Fiscal	702	1492	149
Paio de Baixo	800	1331	138
Pilão de Pedras	893	2357	222
<b>Face Ocidental da Serra do Mar</b>			
Ribeirão do Mel	899	1627	195
Rincão	900	1603	118
Fazendinha	910	1490	106
Quatro Barras	936	1409	141
Manancial da Serra	1040	2079	145

FONTE: IPARDES (1990 *apud* ANGULO, 1992)

Das estações do ano a mais chuvosa é o verão e a menos chuvosa o inverno, isso pode ser evidenciado comparando a Figura 25, que apresenta os

valores trimestrais referente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que são os mais chuvosos, com a Figura 26, que traz os valores dos meses de junho, julho e agosto, sendo esses os meses mais secos. Do trimestre mais seco para o mais chuvoso os valores de precipitação são superiores ao dobro e formam o traçado de isolinhas distintas, segundo análise comparativa entre os dados apresentados em mapas ilustrativos do IAPAR (2004). No verão ocorrem também as maiores precipitações em 24 horas, em torno de 100 mm, podendo atingir máximos de 400 mm (ANGULO, 1992).

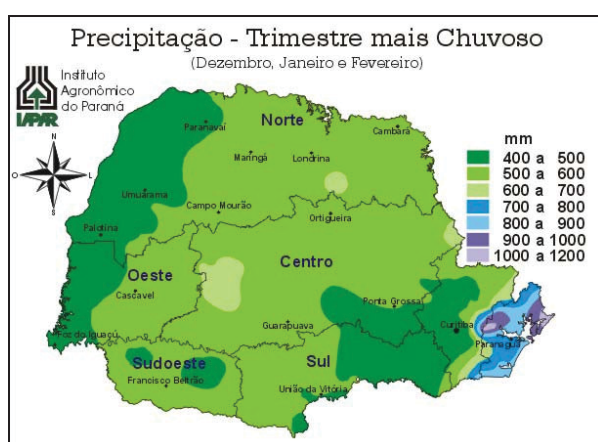


Figura 25 - precipitação média para o trimestre mais chuvoso – fonte: IAPAR, 2004

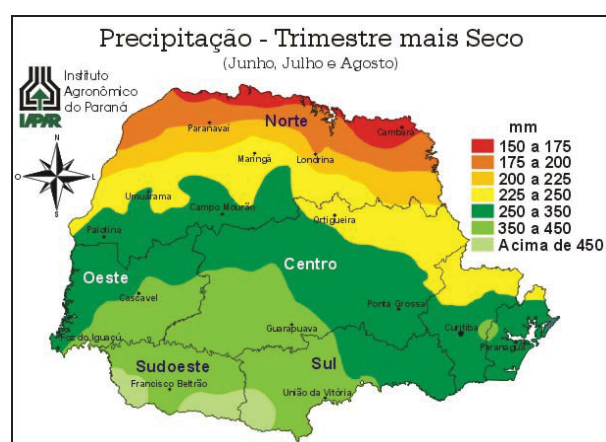


Figura 26 - precipitação média para o trimestre mais seco – fonte: IAPAR, 2004

### 3.3. Geomorfologia

Num dos pioneiros e mais clássicos trabalhos que tratam de Geografia Física do estado do Paraná, Maack (1981) dividiu o Estado em cinco grandes “Zonas de Paisagem Natural”, ou “Regiões Geográficas Naturais”. Dessas, três estão inseridas na abrangência da área de estudo desse trabalho: o Litoral, a Serra do Mar e o Primeiro Planalto Paranaense (Figura 27).

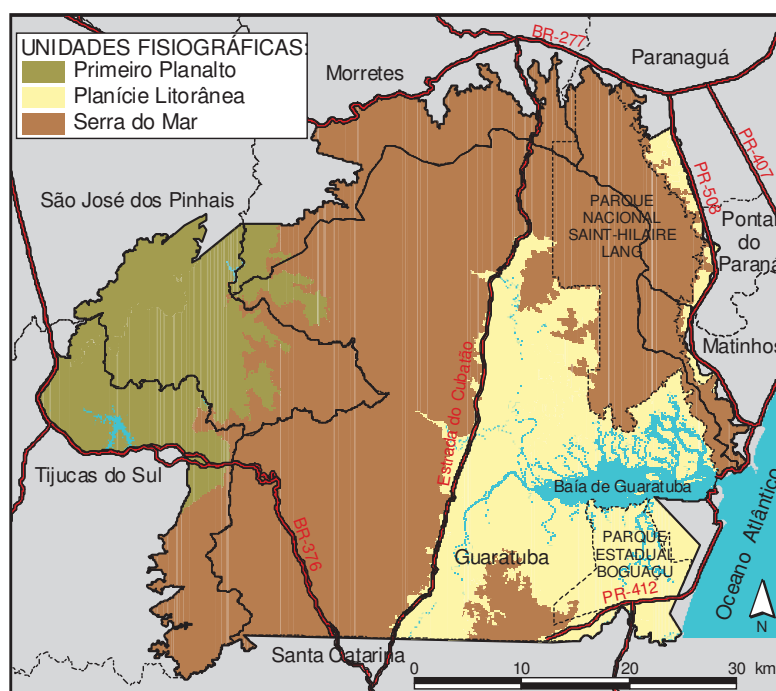


Figura 27 – Unidades fisiográficas de inserção da APA de Guaratuba

Nesse contexto de inserção a APA de Guaratuba é composta por um mosaico de ambientes que abrange desde porções do relevo íngreme da Serra do Mar, com escarpas marcadas por paredões rochosos de forte declividade e drenagens em vales profundos, encaixados e estreitos, até um relevo muito suave, composto por planícies aluvionares fluviais, com contribuições marinhas, situado na porção leste. Na região do planalto, à oeste, observa-se um relevo constituído por colinas alongadas.

Um dos importantes trabalhos que delimita zonas, sob a perspectiva geomorfológica, no litoral parananense, abrangendo a Serra do Mar e a Planície Litorânea, são os estudos realizados pelo IPARDES (1989), encomendados pelo

Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense, que resultaram na elaboração de um zoneamento da região (nos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná), cujo sansão se fez pelo Decreto Estadual nº 5040, de 15 de maio de 1989.

As zonas espacializadas foram entendidas como Unidades Ambientais Naturais – UANs (Figura 28). Estas unidades foram concebidas sendo identificadas por características físicas ou biológicas, compostas a partir de três sub-regiões. Essas três sub-regiões apresentadas pelo IPARDES (1989), são coincidentes com a primeira proposta de divisão feita por Maack (1981), abrangendo três de suas “Regiões Geográficas Naturais”, sendo: Montanhosa Litorânea, formada pela Serra do Mar e possuindo um relevo muito energético com grandes desníveis; Planícies Litorâneas com um relevo plano e suave ondulado, geralmente com altitude inferior a 40 metros; e Planaltos, compreendendo alguns setores da borda oriental do Primeiro Planalto Paranaense.

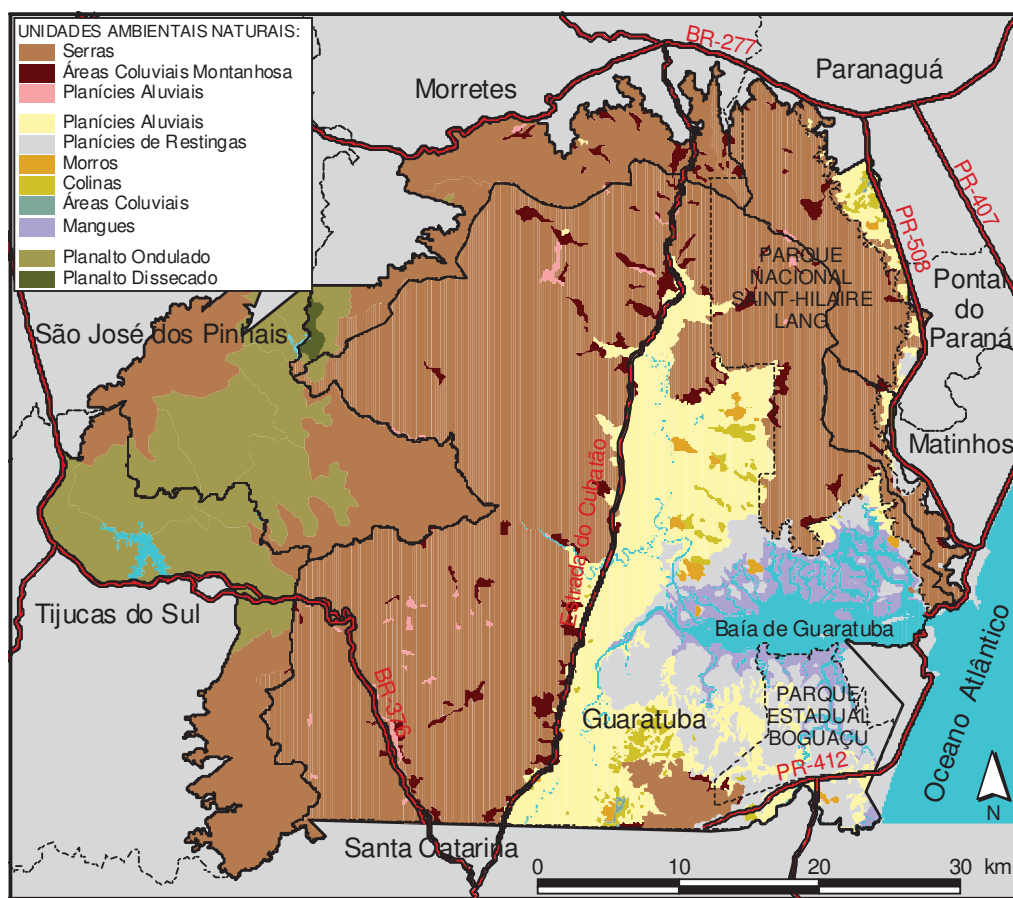


Figura 28 – Unidades Ambientais Naturais - UAN's  
Adaptado de IPARDES (1989) e IPARDES & CONSELHO DO LITORAL (2000)

### 3.3.1. Serra do Mar

Quanto à Serra do Mar, pode-se distinguir duas principais concepções: Maack (1981) considera Serra do Mar apenas os núcleos serranos, situados entre o Primeiro Planalto e a sub-zona Montanhosa Litorânea, que se sobressaem do nível geral do planalto; enquanto que, para Bigarella *et al* (1978), incluem-se na Serra do Mar estes núcleos serranos e a sub-região montanhosa litorânea de Maack (1981). Entretanto, nesse trabalho, a definição de Serra do Mar, segue a mesma que foi entendida por Bigarella *et al* (1978).

A porção da Serra do Mar situada em território paranaense apresenta características adversas das de outros estados, uma vez que não constitui apenas uma serra de borda de planalto ou de escarpa, mas também possui setores originados por erosão diferencial. Em algumas áreas as serras sobressaem algumas centenas de metros do nível geral do Primeiro Planalto, isso se explica por ali estarem rochas mais resistentes ao intemperismo, tais como granitos e rochas efusivas e sedimentares da formação Guaratubinha. Exemplo disso são os núcleos das serras da Prata, dos Castelhanos, Canasvieiras, Araraquara, do Engenho, do Cubatão, etc, apresentando altitudes acima do nível do planalto.

Alguns desses núcleos tais como, as serras Canasvieiras e Castelhanos, situam-se no interior do planalto, porém, mais freqüentemente estão localizadas na sua borda, como é o caso das serras do Engenho e do Cubatão, configurando-se em duas vertentes distintas, uma de menor extensão, voltada para o planalto, e outra maior, com muito mais desnível. Outros núcleos de altas serras, tais como Araraquara e da Prata, não possuem mais contato com o planalto.

Na região da Serra do Mar, conforme Bigarella *et al*. (1978), nas encostas mais íngremes, a drenagem encontra-se encaixada nas linhas estruturais, originando vales profundos em forma de “V”, enquanto que nas escarpas e nos patamares situados em frente a Serra do Mar, a drenagem apresenta um padrão retangular predominante; e nas baixadas, os rios correm em calhas rasas e largas, de margens relativamente simétricas.

Conforme evidencia Angulo (1992), existe na Serra do Mar uma nítida orientação de cristas e vales em três direções predominantes, NE-NNE, NNW e NW, que se correspondem com os principais lineamentos do substrato geológico. As orientações NE-NNE e NNW estão associadas a velhas linhas estruturais pré-



cambricas, provavelmente reativadas ao longo da história geológica da região. A direção NNE é mais freqüente na parte sul da Serra do Mar e uma das feições mais evidentes a essa orientação corresponde ao vale superior do rio São João e vale do rio Cubatãozinho. Na porção norte da Serra do Mar as formas tomam direções preferenciais NE. A orientação NNW ocorre, também, na parte sul da Serra do Mar, sendo os exemplos principais o médio vale do rio São João e a Serra da Prata. A orientação NW coincide com a orientação das intrusivas mesozóicas, que se apresentam na forma de um enxame de diques paralelos, tendo sua ocorrência concentrada na porção central da Serra do Mar, aproximadamente na área da baía de Paranaguá. De toda a extensão litorânea, em apenas um único ponto a Serra do Mar alcança o mar, no extremo meridional da Serra da Prata, onde ela constitui o divisor das bacias de Paranaguá e Guaratuba.

Retomando as proposições já citadas a respeito do Zoneamento do Litoral Paranaense, IPARDES (1989), na sub-região Montanhosa Litorânea que é coincidente com a delimitação da zona fisiográfica da Serra do Mar, foram definidas porções espaciais entendidas como UAN's (Figura 28), sendo:

- Serras, com relevo energético de fortes declividades e grandes desníveis. Solos pouco desenvolvidos, com áreas de afloramento rochoso. Possui alta potencialidade morfogenética, associada principalmente ao volume de precipitações e a geomorfologia, porém atenuada em parte pela vegetação natural que recobre suas encostas.
- Áreas Coluviais são as porções inferiores das vertentes onde ocorreram processos de acumulação de sedimentos provenientes das partes altas, cujo transporte é resultante da ação da gravidade. Nesta unidade os solos são mais profundos e desenvolvidos.
- Planícies Aluviais, denominadas também de soleiras, situam-se ao longo do curso dos rios onde são depositados sedimentos de origem fluvial. Possuem relevo plano e são dispostos, por vezes, em mais de um nível em forma de terraços. Os solos, via de regra, são profundos e os localizados na planície de inundação apresentam problemas de encharcamento ou de lençol freático muito alto. Sua porção espacial na maior parte das vezes é de pequena extensão, isolada em terrenos íngremes de serras.

### 3.3.2. Planície Litorânea

A Planície Litorânea, denominada também de Planície Costeira, estende-se desde o sopé da Serra do Mar até o Oceano Atlântico. No Estado do Paraná, tem um comprimento de aproximadamente 90 km e uma largura máxima em torno de 55 km na região de Paranaguá.

A planície costeira do Paraná, segundo Maack (1981), sofreu no Quaternário, Transgressões e Regressões marinhas de caráter cíclico. A planície costeira do Paraná apresenta sinais evidentes de uma ingressão marinha, que penetrou profundamente entre os cordões das restingas e nos vales do sistema hidrográfico relacionado à área ocupada atualmente pela Baía de Paranaguá e Guaratuba.

Atualmente essa planície está profundamente recortada pelos complexos estuarinos das baías de Paranaguá, Laranjeiras, Pinheiros e Guaratuba, resultando em inúmeras ilhas, algumas de grande extensão, tal como as ilhas das Peças, do Mel, Rasa, da Cotinga e Rasa da Cotinga.

Em geral, a Planície Litorânea tem uma altura inferior a 20 metros sobre o nível do mar. Ocorrem em diversos locais morros e colinas isolados na planície, com altitudes que chegam a alcançar centenas de metros, como os morros Grande (479 metros) e do Canudal (245 metros). Em linhas gerais a altura da planície aumenta da costa para o continente, alcançando as maiores altitudes junto ao sopé da serra.

A planície costeira é constituída, genericamente, por sedimentos costeiros e continentais, esses últimos, associados à encostas, tais como, leques, tálus, colúvios e sedimentos fluviais. Os depósitos continentais incluem duas unidades que receberam denominação estratigráfica formal: a Formação Alexandra e a Formação Iquererim (BIGARELLA *et al*, 1961 e 1978 *apud* ANGULO, 1992).

Os sedimentos costeiros pertencem a dois sistemas principais: o de planície costeira com cordões litorâneos e o estuarino. Ambos são representados tanto por ambientes antigos formados durante períodos em que o mar tinha níveis relativos mais altos que o atual, como por ambientes atuais, tais como praias, planícies de maré, deltas de maré e dunas frontais (ANGULO, 1992).

Na sub-região de Planícies Litorâneas (Figura 28), definidas por IPARDES (1989), coincidente com a unidade fisiográfica entendida nesse trabalho, as UAN's delimitadas são:



- Planícies Aluviais, áreas compostas por diversas formas elaboradas pela ação fluvial: planícies de inundação, terraços e rampas. Com relevo plano e solos com problemas de encharcamento ou de lençol freático muito alto e com riscos de inundações.
- Planícies de Restingas, formadas por uma sucessão de cordões litorâneos de composição arenosa. Seus solos são facilmente degradáveis e com um horizonte subsuperficial impermeável, que origina problemas de encharcamento.
- Morros são elevações sustentadas por rochas do embasamento que sobressaem das planícies. São circundados por terrenos de planície e/ou corpos d'água, com área variante de 3 km<sup>2</sup> a 14 km<sup>2</sup>, com elevações de 100 a 400 metros. Suas encostas são íngremes e declivosas, influenciando no desenvolvimento dos solos.
- Colinas são elevações de perfil convexo e relevo mais suave que os morros. A declividade geralmente é inferior a 20% e seu substrato geológico é formado por sedimentos ou rochas mais friáveis do embasamento. Sua extensão é pequena, variando de 1 km<sup>2</sup> a 3 km<sup>2</sup>. Possui solos relativamente profundos.
- Áreas Coluviais, porções inferiores das vertentes onde ocorreram processos de acumulação de sedimentos provenientes das partes altas, cujo transporte é resultante pela ação da gravidade. Possui solos razoavelmente profundos e desenvolvidos.
- Mangue, por suas características físicas, químicas e biológicas, constitui em um ecossistema de vital importância para o equilíbrio ecológico e para a produtividade das baías e águas costeiras.

### **3.3.3. Primeiro Planalto Paranaense**

As áreas de planalto situadas na APA de Guaratuba correspondem à borda oriental do Primeiro Planalto Paranaense.

O grande desnível topográfico associado à proximidade do planalto com o nível do mar resulta em alto potencial erosivo para rios os afluentes das bacias litorâneas. para Angulo (1992), esse fato provoca a contínua captura das cabeceiras de drenagem da bacia do Paraná. Desse modo, esses sistemas de drenagem têm capturado uma ampla área de planalto que anteriormente drenava para a bacia do

rio Paraná. Para esse autor, o processo pode ser observado em diversos estágios evolutivos. Mostrando um caso exemplar, apresenta a captura do rio Taboado por um afluente do rio São João que atingiu sua planície de inundação. Assim, em épocas normais as águas do rio Taboado são drenadas para o rio Iguaçu, porém quando esse transborda, partes das águas de sua planície de inundação podem ser drenadas para a baía de Guaratuba.

A maior área de Planalto com drenagem para o litoral corresponde à extensão onde estão as nascentes dos afluentes do rio Cubatão. Segundo Angulo (1992), isso se deve porque entre as serras Grande e da Igreja não existem altas serras, assim as cabeceiras dos afluentes do rio Cubatão penetram por este setor capturando rios que drenavam para o rio Iguaçu. Esse autor coloca que os pontos de captura ainda são visíveis na drenagem, uma vez que inverteram o sentido do fluxo de longos trechos de rios, desse modo, atualmente, as cabeceiras dos rios dessa bacia se situam na vertente oriental da Serra do Salto.

Como consequência das capturas de drenagem a superfície das áreas de planalto se encontram em diversos estágios de dissecação, resultando num relevo ondulado, variando de acordo com a intensidade do processo erosivo.

A zona fisiográfica do Primeiro Planalto Paranaense (Figura 28) é definida no trabalho de zoneamento de IPARDES (1989) como sub-região de Planaltos, onde são definidas as seguintes UAN's:

- Planalto Ondulado corresponde ao planalto do Rio Turvo e a uma área do Primeiro Planalto, localizando-se ao sul da AEIT do Marumbi (atualmente denominado de APA da Serra do Mar), no município de Morretes. O relevo é ondulado com declividade entre 10% e 20% com solos razoavelmente profundos e desenvolvidos.
- Planalto Dissecado ocorre ao norte do AEIT do Marumbi (atualmente denominado de APA da Serra do Mar), também numa pequena área nas proximidades da represa Guaricana, ambas correspondentes ao Primeiro Planalto. Nesta unidade o relevo é mais acidentado, com declividade geralmente superior a 20%, seus solos são rasos e pouco desenvolvidos.

### **3.4. Solos**

Esse capítulo trata da descrição e caracterização das classes de solos que abrangem a área do presente estudo, estando as informações representadas cartograficamente. Não houve a realização de uma campanha para o estudo dos solos, as fontes aqui utilizadas são de dados secundários, tendo sua origem de confecção a partir dos resultados do trabalho de Dissertação de Mestrado – Departamento de Solos da UFPR - intitulada “Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas para atualização e geração do Mapa Compilado de Solos da APA de Guaratuba (PR)”, apresentado e confeccionado por Schmidlin (1998) na escala 1:50.000, foi transposto para melhor representação para escala 1:100.000 pela SEMA (2001), denominando-o de “Mapa de Solos da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba”.

Apesar de estar em vigência uma nova classificação de solos, proposta pela EMBRAPA (1999), optou-se aqui em manter a classificação antiga, uma vez que a adaptação da terminologia não é apenas a troca de termos, pois os novos termos não correspondem inteiramente aos termos da classificação antiga, havendo a necessidade da reformulação do mapa de solos para incorporar conceitos da nova terminologia. Também, porque em maioria as bibliografias não foram reeditadas com as terminologias da nova classificação.

#### **3.4.1. Classes de solos da APA de Guaratuba**

As classes de solos obtidas e apresentadas por Schmidlin (1998), utilizadas nesse trabalho, foram: Cambissolos, Podzólicos Vermelho-amarelo, Latossolos Vermelho-amarelo, Podzóis, Areias Quartzosas marinhas, Gley Pouco Húmico e Litólicos. Dentro de cada um desses grupos de solos há separações por subclasses, distinguindo solos álicos de distróficos. Ainda nessas subclasses são diferenciados os tipos de horizonte A, podendo ser: turfoso, húmico, preminente ou moderado e, também, indicada a capacidade de troca de cátions - Ta (atividade alta) e Tb (atividade baixa) - e a textura. Baseando-se nessas diferenciações por classes e subclasses é que foi desenvolvido o trabalho.

### 3.4.1.1. Cambissolo

A classe dos Cambissolos é a de maior representatividade espacial na superfície da APA de Guaratuba, somando 62,04% da extensão total (Tabela 5). Estão distribuídas em quase toda a abrangência da zona serrana da UC (Figura 29). Do ponto de vista geoquímico esses solos são separados em dois principais grupos na APA: os Cambissolos álicos, com predominância de 54,04% do total da Unidade de Conservação e o distrófico com 8% da área total da APA.

Apesar do clima na região apresentar-se como grande agente intemperizante, principalmente pelos altos índices pluviométricos, a ocorrência de Cambissolos se dá principalmente associada ao relevo, fortemente ondulado, que dificulta a infiltração e propicia maior escoamento superficial, também está vinculado a resistência do material de origem, cujo substrato geológico compõe-se de rochas cristalinas: granitos, migmatitos e gnaisses.

Conceitualmente os Cambissolos, na descrição de Vieira (1975), são constituídos por solos com horizonte B incipiente (horizonte câmbico), não hidromórficos, apresentando certo grau de desenvolvimento, porém não suficiente para decompor totalmente os minerais primários de fácil intemperização.

Palmieri & Larach (1996), correlacionando a pedologia com a geomorfologia, expõe que os Cambissolos são bastante representativos principalmente nas paisagens que apresentam superfícies topográficas forte, ondulada e montanhosa.

Conforme a interpretação pedológica de Prado (1993), solos álicos têm o valor de saturação de alumínio superior a 50% no horizonte B e baixa a saturação por bases (cálcio, magnésio, potássio e sódio). Os solos distróficos têm saturação de alumínio inferior a 50% e saturação de bases menor que 50%. Os termos álicos e distróficos são relativos ao horizonte diagnóstico de subsuperfície B ou, na sua ausência, o horizonte C.

Nesse trabalho para a classe dos Cambissolos são identificados três tipos distintos de horizonte A: húmico, moderado e proeminente. Segundo Prado (1993), o horizonte superficial (A) húmico possui cor escura, com teores de matéria orgânica médio/altos, geralmente até 1 metro de profundidade com valor de saturação de bases inferior a 50%; horizonte moderado apresenta teor relativamente baixo de matéria orgânica, quanto é de cor clara, ou quando aparece escuro tem horizonte pouco espesso, geralmente com menos de 25 cm; e horizonte proeminente refere-se

ao horizonte superficial escuro, relativamente espesso e com teores médio/altos de matéria orgânica.

Tabela 5 – Classes de solos e sua distribuição espacial na APA de Guaratuba

<b>Unidades Geológicas</b>	<b>Porção espacial que ocupam na APA (%)</b>
Cambissolo	61,55%
Podzol	6,92%
Gley Pouco Húmico álico	12,45%
Podzólico Vermelho-amarelo	5,64%
Litólicos	8,78%
Latossolo Vermelho-amarelo	1,86%
Areias Quartzosas	0,38%
Afloramentos Rochosos	0,49%
Corpos d'água *	2,78%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

\*O item corpos d'água representa a baía de Guaratuba, as represas Voçoroca, Guaricana e Chaminé. Foram inclusos na tabela com o objetivo de totalizar 100% da soma das porções espaciais.

#### 3.4.1.2. Podzol

Na área de estudo esta classe de solo está situada na planície litorânea, em regiões planas, estando na APA de Guaratuba geralmente associada a solos com hidromorfia, principalmente na porção sul da baía de Guaratuba (Figura 30). Representa espacialmente 5,95% da área total da UC (Tabela 5), sendo de representativa expressão em superfície.

Podzol com horizonte A moderado, textura arenosa, fase floresta de restinga, relevo plano com alta pluviosidade. Horizonte B encharcado quase constantemente, o que favorece o acúmulo superficial de matéria orgânica. São solos de fertilidade muito baixa; quando drenados ou desprovidos de sua vegetação natural perdem rapidamente o conteúdo de matéria orgânica da parte superficial, restando apenas a areia, a sujeira e a erosão, principalmente a eólica.

Conforme Vieira (1975), a formação dos Podzóis pode ser distinguida pelos processos de: adição que é o acúmulo de matéria orgânica que ocorre em clima temperado; remoção dos cátions Ca, Mg e Na sendo o K o último a ser lixiviado, desse modo, muitas vezes o solo é ácido e possui quantidades adequadas de K para nutrição das plantas; translocação que é o processo mais importante, sendo explicado pela mudança de pH do solo, esse processo é distinguido em translocação de sesquióxidos que se dá pela precipitação de elementos como Fe, Al e Mn em

horizontes inferiores (B), pela percolação da água que torna sua coloração acinzentada, translocação de argila do horizonte A para o B e translocação de matéria orgânica da parte superior do perfil para o horizonte B; e por último o processo de transformação em matéria intemperizados que originam argilas 1:1.

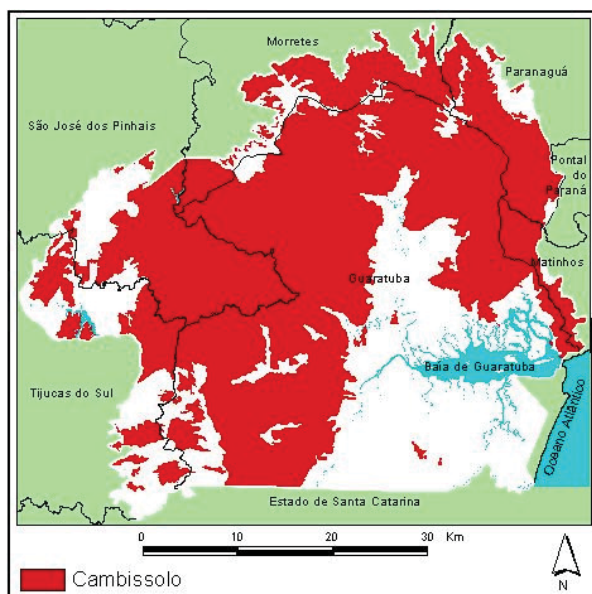


Figura 29 - Distribuição espacial dos Cambissolos na APA de Guaratuba

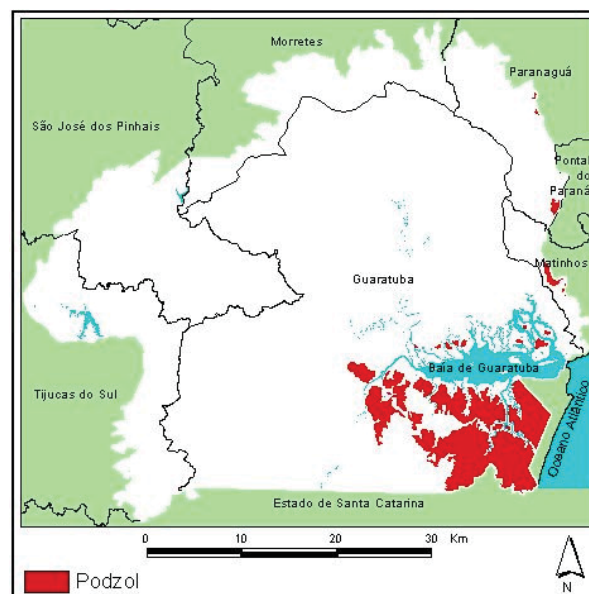


Figura 30 - Distribuição espacial dos Podzóis na superfície da APA de Guaratuba

Para Palmieri & Larach (1996), esses solos estão localizados em paisagens associadas a planícies e cordões litorâneos e dunas estabilizadas, sob vegetação de restinga arbórea e/ou arbustiva, com substrato de gramíneas.

### 3.4.1.3. Gley Pouco Húmico álico

A classe dos solos Gley são os de maior predomínio na porção de planície da APA, bem como a segunda classe de solo mais representativa em extensão, com 12,36% da totalização da área (Tabela 5). Situa-se na extensão dos principais rios em porções de planície, rio São João, Cubatão e Cubatãozinho, também bordejando às reentrâncias da baía de Guaratuba (Figura 31).

Estes solos são representados por deposição recente, mal drenado, ácido, pouco profundo e predominantemente de textura argilosa. Caracteriza-se por apresentar condições hidromórficas, o que proporciona condições de redução de óxidos férricos no perfil. Dá-se em ambientes anaeróbicos de água estagnada e

carregada de produtos orgânicos ácidos. Assim, nessas condições os solos hidromórficos sofrem influência do lençol freático ou encharcamento resultante da má drenagem das águas pluviais. Conforme Vieira (1975), os compostos férricos se reduzem a ferrosos ou estes se oxidam a férrico conforme a oscilação do lençol freático, provocando o aparecimento de mosqueados amarelos avermelhados ou mesmo vermelhos, dentro do perfil.

Na área de estudo aparece o Gley Pouco Húmico álico Ta e os solos Gley Pouco Húmico álico ta timórfico. Timórfico significa que o solo apresenta o mineral jarosita (contém enxofre), o qual confere um mosqueado de cor amarela no perfil de solo. Os solos Gley timórficos aparecem em regiões de mangue, estando distribuídos nas margens da reentrância da baía de Guaratuba e nas ilhas.

Conforme Palmieri & Larach (1996), as paisagens compostas por solos Gley compreendem extensos domínios das planícies fluviais e fluviolacustres, estando distribuídas por todo o Brasil, enquanto que os solos timórficos são solos que sofrem influência da ação das marés, estando no domínio das planícies marinhas, fluviomarinhas e fluviolacustres, distribuindo-se em áreas adjacentes à orla marítima.

#### **3.4.1.4. Podzólico Vermelho-amarelo**

Esses solos aparecem dispersos na área de estudo, no entanto ocupam principalmente o compartimento de morros, também estão presentes em algumas porções de meia encosta de relevos ondulados e suavemente ondulados (Figura 32), ocupam 5,56% do total da área da UC (Tabela 5).

Conforme Bigarella *et al.* (1996), esse grupo de solo está situado em clima mais quente e mais úmido, ocorrendo nas regiões tropicais e subtropicais. Caracteriza-se por baixa acumulação de matéria orgânica na superfície, por um horizonte profundo de eluviação e por uma espessa zona iluviada na qual a oxidação e a hidrólise do ferro são responsáveis pelas colorações vermelha e amarela do solo. Possui horizontes bem diferenciados e espessura aproximada de 2,5 metros.



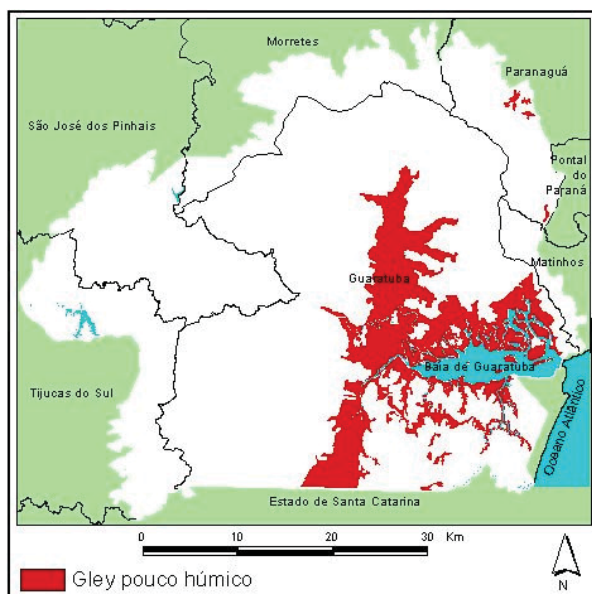


Figura 31 - Distribuição espacial dos solos Gley Pouco Húmico na APA de Guaratuba

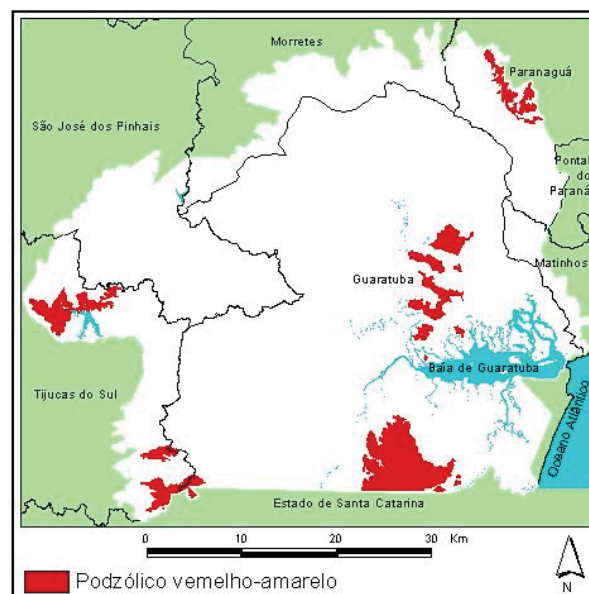


Figura 32 - Distribuição espacial dos solos Podzólicos Vermelho-amarelo

Para Vieira (1975), os Podzólicos são solos bem desenvolvidos, bem drenados, ácidos e que possuem um horizonte A fraco sobre um argilítico, argila essa de atividade baixa. Tem fertilidade natural baixa/média, de textura argilosa/média que apresentam seqüência de horizontes do tipo A, E, B e C, cuja espessura não excede 200 cm, com pronunciada diferenciação textural entre o A e o B, com transição clara entre os horizontes e horizonte B estruturado.

A ocorrência na área de estudo é de Podzólicos Vermelho-amarelos álicos, com baixa capacidade de troca de cátions (tb), e com horizonte A do tipo moderado ou húmico.

#### 3.4.1.5. Litólicos

Os solos Litólicos constituem 8,68% da superfície da APA de Guaratuba (Tabela 5), estando localizados nos topos e cristas das porções mais elevadas e íngremes das serras (Figura 33). São solos de desenvolvimento incompleto, localizados sobre rochas parcialmente intemperizadas, recobertas por fragmentos líticos que, segundo Bigarella *et al* (1996), constituem evidências de ação erosiva suficientemente forte para impedir o desenvolvimento de perfis de solo. Na área de estudo estão associados a fortes inclinações do relevo, geralmente se localizam em



topos e cristas. Aparecem na APA com o horizonte A do tipo húmico, proeminente, turfoso e moderado, com baixa transmissividade catiônica (tb) e do tipo álico.

#### 3.4.1.6. Latossolo Vermelho-amarelo

A classe dos Latossolos embora seja uma das mais expressivas em ambientes tropicais e subtropicais, a exemplo do Brasil, na área de estudo ela aparece muito pouco representativa, com apenas 1,83% da área total da UC (Tabela 5). Isso se deve, principalmente, pelas condições topográficas da APA que interferem diretamente na formação do solo. Desse modo os Latossolos vermelho-amarelo aparecem na porção oeste da UC, nas áreas ao redor da Represa Voçoroca, em porções de relevo com ondulações mais suaves, no compartimento de planalto ondulado (Figura 34).

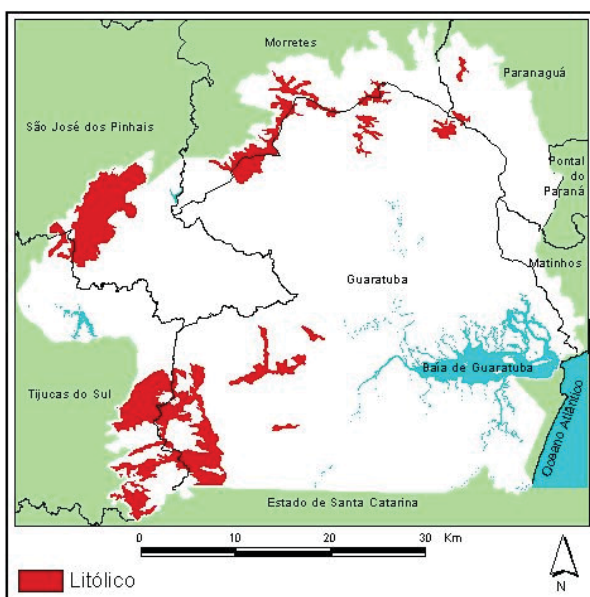


Figura 33 - Distribuição espacial dos solos Litólicos na superfície da APA de Guaratuba

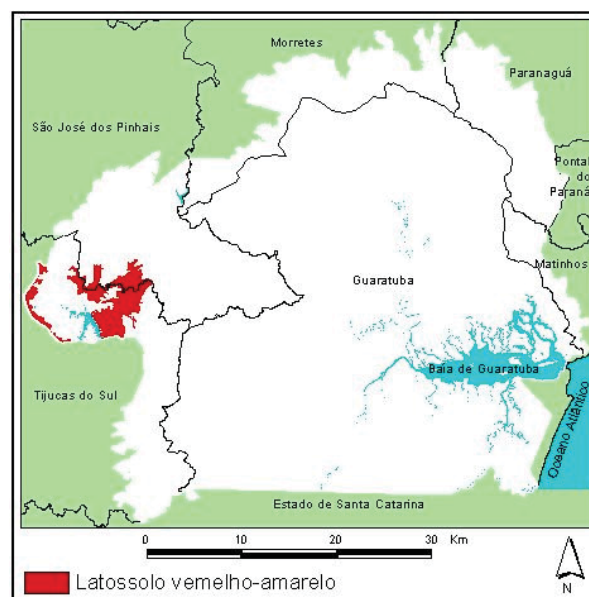


Figura 34 - Distribuição espacial dos Latossolos Vermelho-amarelo

Os Latossolos são constituídos por solos minerais, não hidromórficos de seqüência de horizonte A, B e C. Conforme Palmieri & Larach (1996), esses solos apresentam como característica diferencial a ocorrência de horizonte B latossólico, o qual é constituído essencialmente por minerais altamente intemperizados e, por conseguinte, a fração argila é de baixa fertilidade, apresentando capacidade de troca de cátions baixa (Tb). São constituídos principalmente de argilominerais do tipo 1:1 e

de óxido de ferro e de alumínio. São solos profundos e geralmente o horizonte B ocorre com mais de 2 metros de espessura.

Conforme Vieira (1975), os Latossolos Vermelho-amarelos são solos de perfil profundo, de baixa fertilidade natural e baixa saturação de bases.

Na APA de Guaratuba os Latossolos Vermelho-amarelo aparecem em relevo mediantemente ondulado, na porção oeste próximo à Represa Voçoroca, ocupando porções pouco significativas. Na área de estudo aparecem associados e influenciados pelos Cambissolos, apresentando característica álica ou distrófica, com horizonte A moderado.

#### **3.4.1.7. Areias Quartzosas Marinhas**

As Areias quartzosas marinhas, dentre as classes de solos, é a que aparece em menor extensão, com apenas 0,34% da área da APA (Tabela 5), localizando-se em dois pontos específicos, na porção sul da baía de Guaratuba (Figura 35).

Segundo Palmieri & Larach (1996), as Areias quartzosas são formadas por solos profundos de constituição areno-quartzosa compreendendo, somente, as classes texturais areia e areia fraca, muito pobre em nutrientes e com horizonte A fracamente desenvolvido. A classe das Areias quartzosas marinhas é constituída por camadas estratificadas, com ou sem ocorrência de fragmentos conchíferos. Sua ocorrência compreende em domínios de planícies marinhas, fluviomarinhas e fluviolacustre marinhas, distribuindo-se pela faixa litorânea ou próximo do litoral.

#### **3.4.1.8. Afloramento de Rochas**

Os afloramentos rochosos não são considerados solos, uma vez que não apresentam características dos processos e mecanismos de formação pedogenética. No entanto ocupam porções espaciais na paisagem, assim, são apresentados na legenda do Mapa de Solos (Mapa 4).

Na APA de Guaratuba os afloramentos constituem 0,46% da área total da UC (Tabela 5), estando presente nas porções mais íngremes e elevadas de relevo escarpado, no terço superior das encostas (Figura 36), cujo substrato compõe-se de rochas cristalinas.

Conforme Palmieri & Larach (1996), Afloramentos rochosos são qualquer exposição natural de rocha na superfície, tal como: penhascos, penedos, alcantilados, etc.

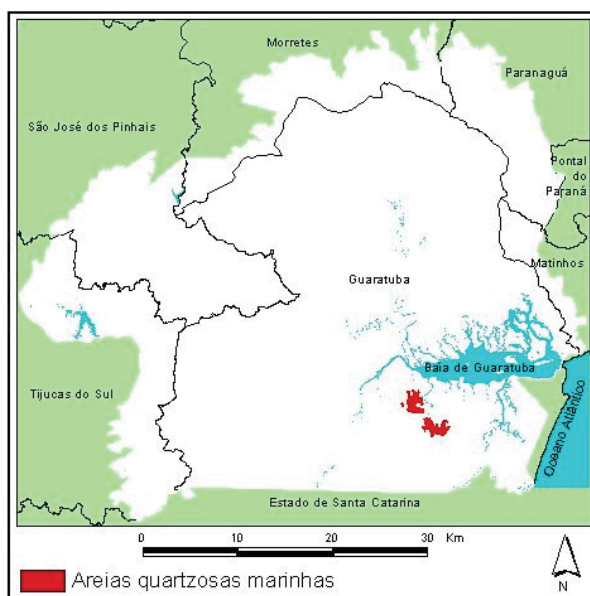


Figura 35 - Distribuição espacial das Areias quartzosas na APA de Guaratuba

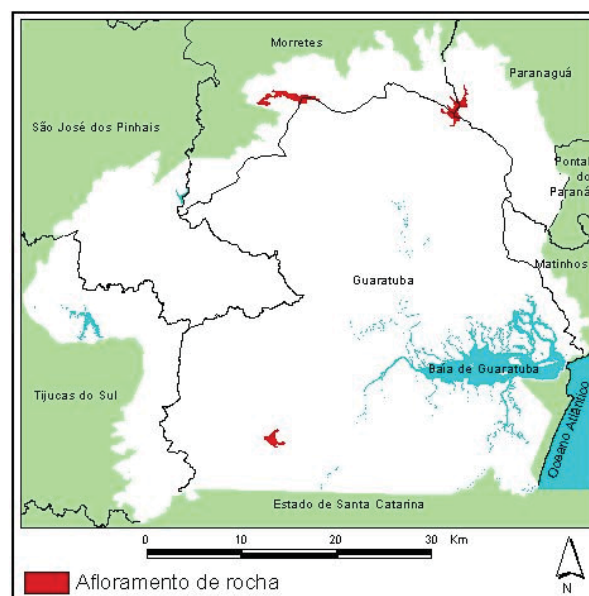


Figura 36 - Distribuição espacial dos Afloramentos de rochas

### 3.5. Vegetação

Uma das propostas para a classificação da vegetação brasileira é a de Ab'Saber (1967), que se fundamentou no clima e na geomorfologia, propondo os Domínios Morfoclimáticos e Províncias Fitogeográficas do Brasil.

Destacam-se também outros autores que contribuíram com propostas de sistemas de classificação da vegetação, dentre eles, Rizzini (1979), com a obra “Tratado de Fitogeografia do Brasil”, que abordava os fatores mesológicos, como sendo estes os de maior influência na vegetação: climáticos, edáficos, fisiográficos e bióticos.

Huech (1972) contribuiu com a obra “As Florestas da América do Sul”, fazendo um detalhamento na classificação de Diels (1908 *apud* HUECH, 1972), que distinguiu seis domínios no globo, sendo dois desses encontrados na América do Sul: o subantártico e o neotropical. Para K. Hueck a grande diversidade vegetal do domínio neotropical é resultado das condições climáticas, sendo a vegetação subantártica muito mais uniforme.

Uma das contribuições mais importantes que trata da Fitogeografia do Estado do Paraná foi de Maack, 1º edição (1968) e em 2º edição (1981), em sua obra “Geografia Física do Estado do Paraná” e também o trabalho do “Mapa Fitogeográfico do Paraná” (1950), na escala 1:750000, sendo esse o primeiro mapa de vegetação paranaense publicado. Nesse mapa juntamente com a classificação da vegetação traz a descrição das atividades antrópicas e do estado de conservação das regiões.

Utilizando-se das pesquisas no Projeto RADAM BRASIL, com algumas alterações e adequações foi formulado pelo IBGE (1992), o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, que atualmente é aceito como o método oficial nas instituições governamentais, de classificação da vegetação no Brasil.

Recentemente a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA (2002) lançou o Atlas da Vegetação no Paraná, no qual trata da vegetação no Estado e apresenta um Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná, utilizando para a classificação da vegetação os critérios do IBGE (1992).

Outro trabalho recente, que trata pontualmente da vegetação da região da Mata Atlântica, é o Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, lançado

pelo Programa de Proteção da Floresta Atlântica – PRÓ-ATLÂNTICA & SEMA (2001), que apresenta um conjunto de cartas de vegetação na escala 1:50.000, o sistema de classificação utilizado nesse trabalho segue também os critérios propostos pelo IBGE (1992).

Para o desenvolvimento desse trabalho a terminologia adotada para a classificação da vegetação na área de estudo segue a proposta do IBGE (1992), utilizando-se como referência principal as informações cartografadas no “Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná”, PRÓ-ATLÂNTICA & SEMA (2001), e informações do “Atlas de Vegetação do Estado do Paraná”, elaborado pela SEMA (2002).

As regiões fitogeográficas que compõe o cenário na região da APA de Guaratuba são as Formações Pioneiras e Floresta Ombrófila Densa, nas porções da planície litorânea; a Floresta Ombrófila Densa e os Refúgios Montanos e Altomontanos, localizados na Serra do Mar e a Floresta Ombrófila Mista e Densa, bem como suas zonas de ecótono, inseridos nas porções de planalto.

### **3.5.1. Floresta Ombrófila Densa**

Essa região fitogeográfica recebe outras denominações, tais como Floresta Pluvial Tropical Atlântica e Mata Pluvial Tropical da Serra do Mar, também é popularmente conhecida como Floresta Atlântica ou Mata Atlântica.

No contexto brasileiro seus remanescentes mais expressivos estão situados nas regiões sudeste e sul do país, estando presente na APA de Guaratuba uma expressiva porção desses remanescentes.

Esta tipologia fitogeográfica ocorre associada ao conjunto da Serra do Mar, paralelas à linha de costa atlântica, com a ocorrência de planícies arenosas de origem quaternária, em porções em que a serra está mais afastada do mar.

A característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está ligada aos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25º C) e de alta precipitação, sem período seco pronunciado (entre 0 e 60 dias sem chuva).

As formações fitoecológicas da Floresta Ombrófila Densa, de ocorrência na superfície da APA de Guaratuba são (Figura 37):

– Floresta Ombrófila Densa Aluvial;

- Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas;
- Floresta Ombrófila Densa Submontana;
- Floresta Ombrófila Densa Montana;
- Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana.

#### **3.5.1.1. Floresta Ombrófila Densa Aluvial**

Estas formações florestais estão distribuídas sobre as planícies aluviais dos principais rios que compõe a bacia hidrográfica atlântica, sujeitas em muitos casos a determinados graus de hidromorfia. Sua ocorrência não tem relação direta com cotas altimétricas, mas sim com a existência de planícies aluviais ao longo dos grandes rios. Na área de estudo está localizada junto aos rios São João e Cubatãozinho, sendo ambos importantes rios e, também, em alguns de seus afluentes menores, sendo os rios Vitória, Alegre, do Meio, das Onças e Rasgado (Figura 37). Seu dossel varia em torno de 20 metros.

#### **3.5.1.2. Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas**

No Paraná esta formação restringe-se às planícies costeiras de origem quaternária, apresentando-se em locais situados entre 5 e 30 metros de altitude, com algumas características marcantes, como a ocorrência sobre solos pouco desenvolvidos e a alta suscetibilidade à inundações, decorrentes do aumento de nível do lençol freático durante os períodos mais chuvosos, fatores que determinam uma composição florística e estrutural bastante típica. Na APA de Guaratuba essa formação está situada predominantemente na porção sul da Baía de Guaratuba, ao longo dos rios Boguaçu, Descoberto e Saí-Guaçu (Figura 37). Apresenta dossel contínuo com alturas variando entre 20 e 25 metros, podendo ser separadas em duas sub-formações com algumas diferenciações principalmente florísticas, as situadas em solos hidromórficos e as de ocorrência em solos não-hidromórficos.

### **3.5.1.3. Floresta Ombrófila Densa Submontana**

No Paraná estas formações florestais estão distribuídas sobre o início das encostas da Serra do Mar e no vale do rio Ribeira. Estão situadas entre 30 e 400 metros, no entanto, ocorre também em porções da planície litorânea a partir de 10 metros, sobre leques coluviais de origem continental. Geralmente essas formações estão sobre solos das classes dos Cambissolos. Na APA é a formação vegetacional de extensão mais representativa, abrangendo grande parte das vertentes da Serra do Mar, nos terços inferiores e intermediários (Figura 37). Apresenta dossel bastante denso com alturas variando entre 25 e 30 metros, é caracterizada pela sua elevada diversidade de espécies arbóreas.

### **3.5.1.4. Floresta Ombrófila Densa Montana**

Esta formação tem ocorrência subsequente a formação Submontana, estando separadas por parâmetros altimétricos, sendo a formação Montana situada em altitudes de 400 a 1.000 metros, um limite altitudinal bastante subjetivo. Desse modo, fisionômica e estruturalmente as formações Montana e Submontana são muito semelhantes. Na área de estudo a formação Montana está distribuídas sobre a porção intermediária e superior das vertentes da Serra do Mar, abrangendo expressiva área e diversos cumes de serras, tais como das serras Canavieiras, Araraquara, Maria, do Engenho, entre outras (Figura 37). O tipo vegetacional de Ombrófila Densa Montana apresenta dossel uniforme, variando em torno de 20 metros de altura. Esta formação caracteriza-se ainda pela abundância de pteridófitas (xaxins) ocorrentes no sub-bosque.

### **3.5.1.5. Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana**

Esta formação está situada nas porções mais elevadas da Serra do Mar, acima dos 1.000 metros, muitas vezes associadas aos refúgios vegetacionais campestres e rupestres - Campos de altitude - das cimeiras das serras. A formação Ombrófila Densa de Alto-Montana é denominado também de “Matas Nebulares”, sendo constituída por associações arbóreas simplificadas e de porte reduzido variando entre 3 e 7 metros de altura, regidas por condicionantes climáticas e



pedológicas mais restritivas como baixas temperaturas, ventos fortes e constantes, elevada nebulosidade, intensa radiação luminosa e solos progressivamente mais rasos e de menor fertilidade, que dificultam o desenvolvimento de vegetação de porte arbóreo. Na APA de Guaratuba situa-se em algumas cristas dos cumes mais elevados das serras da Igreja, Sagrado, Embira e da Prata (Figura 37).

### **3.5.2. Floresta Ombrófila Mista**

Também conhecida por “Floresta de Pinheiros”, “Pinheirais”, “Zona dos Pinhais”, “Matas de Araucária” e “Florestas com Araucária”, esta zona fitogeográfica está inserida a uma região de clima pluvial subtropical, ocorrendo abaixo do Trópico de Capricórnio, predominantemente nos estados do sul: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Paraná a região fitogeográfica da Floresta Ombrófila Mista principia no primeiro planalto, imediatamente à oeste da Serra do Mar, estendendo-se também pelos segundo e terceiro planaltos.

Esta tipologia vegetacional caracteriza-se por mesclar elementos de duas floras de origens distintas, a tropical Afro-brasileira e a temperada Austro-brasileira. Essa mistura de floras ocorre principalmente devido às condições ambientais peculiares observadas no Planalto Meridional Brasileiro, onde fatores associados à altitude e latitude criam uma situação especial dentro da região Neotropical.

A Floresta Ombrófila Mista é sub-dividida em quatro formações distintas, de acordo com critérios altitudinais e fisionômicos, são elas:

- Floresta Ombrófila Mista Aluvial
- Floresta Ombrófila Mista Submontana
- Floresta Ombrófila Mista Montana
- Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana.

No entanto apenas uma dessas formações aparece na APA de Guaratuba, a formação Montana (Figura 38).

### 3.5.2.1. Floresta Ombrófila Mista Montana

Esta formação ocupa as regiões planálticas do Paraná, apresentando faixa de ocorrência altitudinal entre 400 e 1.000 metros. Na área de estudo está situada na porção ocidental, nas proximidades da represa Voçoroca, estando inserida sobre os compartimentos de planalto, que fazem parte do início do Primeiro Planalto Paranaense (Figura 38). Essa formação apresenta o dossel emergente fortemente caracterizado pela espécie *Araucaria angustifolia* (pinheiro do Paraná), cujos indivíduos alcançam, em média, 25 metros de altura e dossel contínuo que varia em torno de 20 metros de altura.

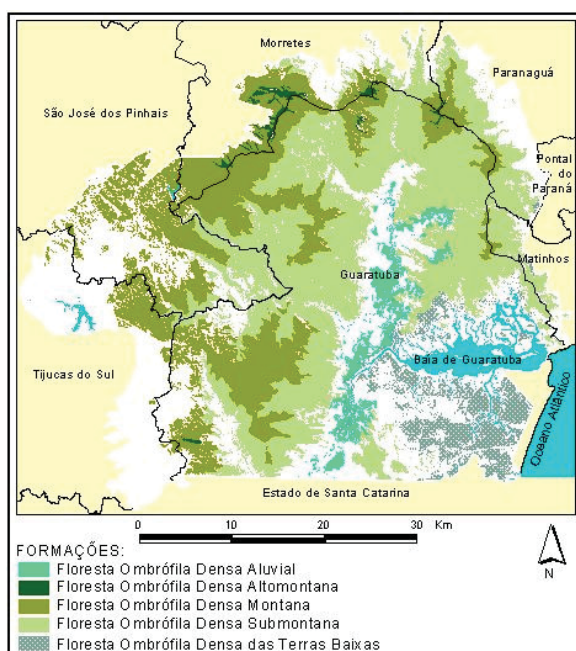


Figura 37 - Região Fitogeográfica Floresta Ombrófila Densa

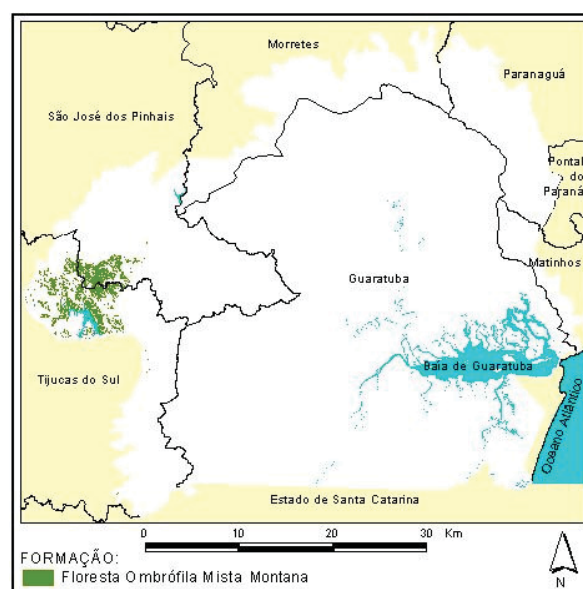


Figura 38 - Região Fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista

### 3.5.3. Áreas de Formações Pioneiras

A expressão Formações Pioneiras é utilizada para denominar um tipo de cobertura vegetal formado por espécies colonizadoras de ambientes novos, ou seja, áreas subtraídas naturalmente de outros ecossistemas ou surgidas em função da atuação recente de mecanismos morfodinâmicos e pedogenéticos. Estas espécies ditas pioneiras assumem grande importância na preparação do meio à instalação subsequente de espécies mais exigentes ou menos adaptadas a condições de instabilidade ambiental. As Formações Pioneiras são, portanto, associações vegetais

ainda em fase de instalação dependentes de fatores ecológicos instáveis. Estas formações também recebem a designação de “vegetação edáfica” ou “comunidades edáficas de primeira ocupação” já que sua existência está diretamente relacionada às condicionantes edáficas. Frequentemente encontram-se sob um regime de sucessão primária.

De acordo com o tipo de ambiente em que se desenvolvem, as Formações Pioneiras são classificadas em três grupos, todos de ocorrência na APA de Guaratuba (Figura 39):

- Formações Pioneiras de Influência Marinha;
- Formações Pioneiras de Influência Fluvio-marinha;
- Formações Pioneiras de Influência Fluvial.

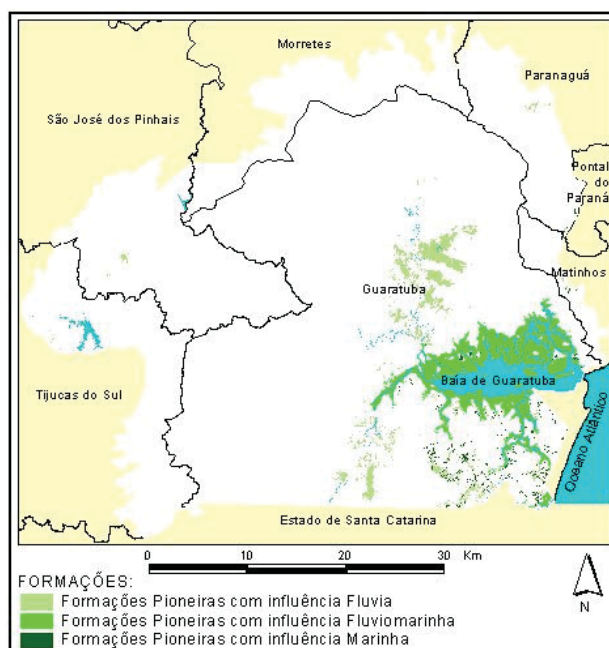


Figura 39 - Região Fitogeográfica Formações Pioneiras

### 3.5.3.1. Formações Pioneiras de Influência Marinha

São representadas pela “vegetação herbácea de dunas” e pela “vegetação de restinga”, distribuídas na Planície Litorânea por terrenos arenosos do Quaternário recente, geralmente com algum teor salino, sujeitos à intensa radiação solar e acentuada ação eólica. Em locais mais afastados da atual linha de praia, a vegetação apresenta-se mais desenvolvida e já estabilizada, caracterizando as

restingas arbustivas que atingem alturas de poucos metros. Em solos mais desenvolvidos ocorrem as restingas arbóreas que chegam a atingir até 10 ou 12 metros de altura, ocorrendo preferencialmente nas partes altas dos cordões litorâneos, com solos de drenagem rápida e lençol freático mais profundo. A vegetação de restinga é uma das precursoras da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, muitas vezes se observando um gradiente de desenvolvimento da praia para o interior da planície. O limite entre ambos os tipos é conceitual, no entanto alguns autores aceitam como tal a linha de contato entre terrenos holocênicos e pleistocênicos. Assim sendo, os primeiros comportam vegetação de restinga, enquanto os últimos são detentores de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas. Na área de estudo as formações de influência marinha foram cartografadas em áreas esparsas e distribuídas na porção de planície ao sul da Baía de Guaratuba, sendo pouco representativa em termos de extensão superficial na APA (Figura 39).

### **3.5.3.2. Formações Pioneiras de Influência Fluviomarina**

Com denominação mais conhecida como “Manguezais”, estas formações desenvolvem-se na região litorânea em desembocaduras de rios e nas orlas das baías, ocupando solos lodosos de elevado teor salino e baixa oxigenação. Na área de estudo essa formação aparece bastante representativa, estando circundando as margens da Baía de Guaratuba e na extensão do rios Boguaçu e descoberto e na foz do rio São João (Figura 39).

### **3.5.3.3. Formações Pioneiras de Influência Fluvial**

Estas formações vegetais podem apresentar-se sob duas formas: herbáceo-arbustiva (várzeas e taboais) e arbórea (caxetais, entre outros), desenvolvendo-se sobre as planícies aluviais dos inúmeros rios presentes no Estado do Paraná. Tratam-se de áreas aplainadas formadas pela deposição de material carreado principalmente durante as grandes cheias dos rios. Estas regiões apresentam geralmente grande fertilidade, encontrando-se, no entanto, periódica ou permanentemente encharcadas. Na APA de Guaratuba essas formações ocorrem

principalmente na planície litorânea, situada em maior extensão na região da Lagoa do Parado (Figura 39).

#### **3.5.4. Refúgios Vegetacionais**

Constituem a vegetação das cimeiras das serras, situadas acima do limite da Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana ou a ela entre meada. Abrangem formações campestres geralmente acima de 1.200 a 1.300 metros de altitude, os campos de altitude, e a vegetação dos afloramentos e paredões rochosos dos topos das montanhas, denominada vegetação rupestre. Esses refúgios vegetacionais estão sobre solos Litólicos ou Orgânicos

## 4. ESTUDO DA ECODINÂMICA

### 4.1. Geologia

O tema geologia é tratado em poucos trabalhos que fazem aplicação do conceito da ecodinâmica na paisagem, ou em estudos de fragilidade e vulnerabilidade ambiental. Raras vezes a litologia entra na matriz de cruzamento dos componentes físico-naturais. Portanto, nesse trabalho, procura-se considerar a geologia não só enquanto o substrato de suporte da paisagem, mas também um dos componentes que interage com os demais.

A importante contribuição da geologia no desenvolvimento do presente trabalho, para análise, definição e caracterização da Instabilidade Ecodinâmica está galgada na compreensão das informações relativas a história da evolução geológica do ambiente, onde se processam a dinâmica e processos, bem como a consideração do tema litologia, aonde se avalia o grau de coesão como fator intrínseco das rochas, influenciando na dinâmica e evolução do relevo. Desse modo, foi entendido aqui que em rochas mais coesas a permeabilidade é menor resultando em menor intemperismo, nas rochas incoerentes o intemperismo é maior prevalecendo a atuação dos processos morfogenéticos e pedogenéticos.

Segundo Penteado (1989) as propriedades elementares de uma rocha, que influem no modo do escoamento superficial, que é o principal agente dos processos morfodinâmicos, são: grau de coesão, de permeabilidade e de plasticidade. A autora explica que nas rochas cristalinas o grau de coesão é o que explica a desigualdade do trabalho de erosão vertical e lateral, uma vez que as rochas mais coesas resistem mais aos processos areolares e o cavamento vertical resultando em vales encaixados e estreitos com cobertura pedológica pouco desenvolvida. As rochas não compactas permitem a esculturação mais rápida do relevo, assim, a permeabilidade é um importante elemento do escoamento superficial, pois quanto maior for, mais tende a uma rápida evolução das vertentes.

Para atribuição dos pesos às classes litológicas utilizou-se como referencial primordial o trabalho realizado pelo INPE (1999), cujo desenvolvimento atende e

subsídia a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico para os estados amazônicos. No referido trabalho, após vasta explanação sobre a resistência das rochas ao intemperismo, bem como avaliação de seus componentes minerais e químicos, chega-se a uma proposta de resistência morfodinâmica das rochas, ordenadas em uma escala de grandeza de valores relativos e empíricos.

A base de dados aqui utilizada é uma compilação de trabalhos de geologia organizados e editados pela MINEROPAR (2002), apresentados na escala 1:50.000. Utilizando-se dessas informações foi elaborado o mapa Geológico da APA de Guaratuba (Mapa 1).

#### 4.1.1. Resistência das rochas ao intemperismo

Levando-se em consideração a composição química para o grupo das rochas ígneas; a composição química e o grau de metamorfismo para o grupo das metamórficas; e a constituição química dos minerais que compõe os fragmentos detríticos e os precipitados químicos para as rochas sedimentares, é proposto pelo INPE (1999) a ordenação de uma seqüência decrescente de resistência ao intemperismo para os três grupos de rochas (Tabela 6).

Tabela 6 - Escala decrescente de resistência ao intemperismo dos três grupos de rochas

<b>Rochas ígneas</b>	<b>Rochas metamórficas</b>	<b>Rochas sedimentares</b>
Riolito	Quartzito	Arenito quartzoso
Granito	Granulito	Conglomerados
Dacito	Migmatito	Subgrauvaca
Granodiorito	Gnaisses	Siltitos
Quartzo diorito	Milonitos	Argilito
Fonólito	Xistos	Folhelho
Nefelina sienito	Anfibolitos	Margas
Traquito	Filitos	Dolosito
Sienito	Ardósias	Calcário
Andesito	Mármore	Evaporitos
Diorito		Sedimentos inconsolidados
Basalto		
Anortosito		
Gabro		
Peridotito		
Piroxenito		
Kimberlito		
Dunito		

Fonte: INPE (1999)



#### 4.1.1.1. Rochas Ígneas

A maioria das rochas ígneas contém entre 30% e 80% de sílica com dois máximos de frequência em 52,5% e 73% de  $\text{SiO}_2$  que correspondem às rochas mais comuns, sendo respectivamente basalto e granito. Esse grupo de rochas pode ser subdividido em ígneas intrusivas, dos quais os granitos e granodioritos representam cerca de 95%; e pelas ígneas extrusivas, que tem como principais representantes os basaltos, piroxênios e andesitos, somando cerca de 98%. Do número total dos minerais encontrados nessas rochas apenas uma parte pequena constitui a grande massa de todo material ígneo, sendo estes chamados de minerais essenciais, que são: feldspato potássico (ortoclásio, microclínio e sanidina); feldspato sódico-cálcico (plagioclásio); quartzo; micas (biotita e moscovita); piroxênio; anfibólio; olivina e feldspatóides (nefelina e leucita).

Na Tabela 7 é apresentada a análise química das rochas ígneas em termos do peso percentual de seus óxidos, cuja distribuição de óxidos entre os minerais mais abundantes pode ser feita, segundo INPE (1999), do seguinte modo:

- Sílica ( $\text{SiO}_2$ ) – individualmente na forma de quartzo ou combinada com outros elementos em todos os minerais mais comuns;
- Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) – feldspatos, feldspatóides, micas e secundariamente augita e hornblenda;
- Óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_2$  e  $\text{FeO}$ ) e óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ) – silicatos escuros: augita, hornblenda, biotita e olivina;
- Cal ( $\text{CaO}$ ) – plagioclásio (membro extremo anortita), anortita e hornblenda;
- Soda ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) – plagioclásio (membro extremo da albita), nefelina, anfibólio e piroxênio;
- Potassa ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – feldspato de potássico, moscovita, biotita e leucita.

A partir da análise da composição química média das rochas ígneas (Tabela 7), bem como, da análise de resistência ao intemperismo dos minerais essenciais das rochas ígneas, proposta na seqüências do mais susceptível para o mais estável, sendo: olivina – plagioclásios cálcicos – piroxênios – plagioclásios intermediários e hornblenda – plagioclásios sódicos – biotita – ortoclásio – muscovita – quartzo, foi elaborada de maneira empírica e relativa um escalonamento de resistência ao intemperismo das rochas ígneas, visto na Tabela 6. Para isso, partiu-se do princípio que:

- Quanto mais  $\text{SiO}_2$  a rocha apresentar mais quartzo estará presente, portanto a rocha será mais resistente ao intemperismo;
- Quanto mais  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$  a rocha apresentar mais estarão presentes os minerais ferromagnesianos (olivina, augita e hornblenda), portanto a rocha será menos resistente ao intemperismo;
- Quanto mais  $\text{K}_2\text{O}$  a rocha apresentar mais estão presentes a moscovita, ortoclásio, biotita e os feldspatóides, e a rocha será mais resistente ao intemperismo;
- Quanto mais  $\text{CaO}$  a rocha apresentar mais estarão presentes os membros cálcicos dos plagioclásios, a augita e a hornblenda, portanto a rocha será menos resistente ao intemperismo;
- Quanto mais  $\text{Na}_2\text{O}$  a rocha apresentar mais estarão presentes a nefelina e os membros alcalinos dos plagioclásios, e a rocha será mais resistente ao intemperismo.

Tabela 7 – Composição química média das rochas ígneas em porcentagem de peso dos principais óxidos

Subgrupo	Rochas	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}_3+\text{FeO}+\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$
Extrusivas	Riolito	72,80	13,49	2,79	1,20	3,38	4,46
	Dacito	65,68	16,25	5,75	3,46	3,97	2,67
	Andesito	59,59	17,31	9,39	5,80	3,58	2,04
	Basalto	49,06	15,70	18,23	8,95	3,11	1,52
	Traquito	60,68	17,74	6,44	3,09	4,43	5,74
	Fanólito	57,45	20,60	3,81	1,30	8,84	5,23
Intrusivas	Granito	70,18	14,47	4,35	1,99	3,48	4,11
	Granodiorito	65,01	15,94	6,37	4,42	3,70	2,75
	Quartzo Diorito	61,59	16,21	9,21	5,38	3,37	2,10
	Diorito	56,77	16,67	11,86	6,74	3,39	2,12
	Gabro	48,24	17,88	16,73	10,99	2,55	0,89
	Sienito	60,19	16,28	8,65	4,30	3,98	4,49
	Nefelina Sienito	54,63	19,89	6,79	2,51	8,26	5,46
	Anortosito	50,40	28,30	3,48	12,46	3,67	0,74
	Piroxênio	52,33	3,54	31,87	10,29	0,43	0,35
	Dunito	40,49	0,86	54,86	0,70	0,10	0,04
	Pedridotito	43,95	4,85	45,64	3,57	0,63	0,21
	kimberlito	34,73	2,88	40,64	5,79	0,33	1,17

Fonte: modificado de Darly (1933) por INPE (1999)

#### 4.1.1.2. Rochas Metamórficas

Os processos metamórficos são endotérmicos, agindo apenas em materiais consolidados, assim essas rochas não são consideradas como um produto novo. A metamorfose das rochas se efetua por meio de alta temperatura e pressão com

auxílio de água e outros agentes químicos, envolvendo nesse processo a formação de minerais novos, a adição ou subtração de constituintes químicos e um reajustamento físico de partículas minerais para se conformarem com a nova condição. O processo metamorfoico pode alterar completamente as características da rocha original, com transformação dos minerais existentes em outros mais estáveis para as novas condições de mudanças na estrutura física como a quebra, achatamento ou recristalização das partículas minerais que se organizam para formar camadas paralelas, e estes aspecto em bandas ou lâminas resultante do arranjo paralelo dos minerais é a característica mais notável das rochas metamórficas.

Baseando-se na composição química das rochas metamórficas (Tabela 8) e no grau de metamorfismo regional (cinético, dínamo-termal e plutônico), as principais rochas metamórficas são ordenadas, segundo o trabalho desenvolvido pelo INPE (1999), numa seqüência relativa e empírica de resistência ao intemperismo, conforme escalonamento já apresentado na Tabela 6.

Tabela 8 - Composição química dos minerais das rochas metamórficas

Mineral	Fórmula
Quartzo	SiO <sub>2</sub>
Andaluzita, Sillimanita e Cianita	Al <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
Cordierita	Mg <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>18</sub>
Piropo	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Clorita	Mg <sub>5</sub> Al(AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>8</sub>
Enstatita	MgSiO <sub>3</sub>
Antofilita	Mg <sub>7</sub> (Di <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Talco	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>
Serpentina	Mg <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>
Forsterita	Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>
Estaurolita	Fe <sub>2</sub> Al <sub>9</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>23</sub> (OH)
Cloritóide	Fe <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>4</sub>
Almandina	Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Cummingtonita	Fe <sub>2</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Wollastonita	CaSiO <sub>3</sub>
Grossulária	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Zoisita	Ca <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)
Anortita	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>
Diopsídio	CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>
Tremolita	Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> (Di <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Jadíta	NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>
Glaucofânio	Na <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Feldspato potássico	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Moscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>
Flogopita	KMg <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH)

Fonte: modificado de Manson (1971) por INPE (1999)

#### 4.1.1.3. Rochas Sedimentares

Essas rochas são consideradas secundárias tratando-se de sua origem, uma vez que os materiais que a compõem derivam de rochas preexistentes que foram depositadas em áreas de acumulação pela ação da água, ou outros agentes, tais como geleiras ou vento. Seus constituintes podem ser de substâncias primárias tais como fragmentos líticos, grão minerais e precipitados químicos; ou de substâncias secundárias como a sílica, carbonatos e óxidos de ferro.

As rochas sedimentares podem dividir-se em duas classes, dependendo da natureza mecânica ou química de suas origens. As de origem mecânica se compõe de partículas de minerais argilosos ou grãos de minerais que resistiram ao ataque químico, que foram transportados mecanicamente por rios para dentro de massas de água (lagos, mares ou oceanos) depositando-se em camadas, desse modo, esses constituintes são considerados mais estáveis, devido a sua resistência ao intemperismo na rocha primária e ao transporte pelos agentes mecânicos (principalmente a água). As de origem química são dissolvidas pela água que circulam através das rochas e levadas por elas para dentro das massas de água, onde precipitam por meio de processo químico ou orgânico, são extremamente susceptíveis à dissolução por carbonatação.

Assim, em geral, todas as rochas sedimentares são caracterizadas por um arranjo paralelo de suas de suas partículas constituintes e formam camadas ou estratos que se distinguem entre si pelas diferenças em espessura, dimensão das partículas ou cores. Nas de granulação grossa existe algum tipo de material que age como cimento e circunda as partículas minerais individuais unindo-as. A cimentação geralmente é a sílica, o carbonato de cálcio ou o óxido de ferro.

Considerando a composição química dos minerais que constituem os fragmentos detríticos e os precipitados químicos das rochas sedimentares (Tabela 9), bem como outras características como granulometria, seleção, maturidade, diagênese e litificação, estabelecendo uma ordenação em relação à resistência das rochas sedimentares ao intemperismo e à erosão, INPE (1999) sugere uma seqüência decrescente de resistência para elas, apresentada na Tabela 6, já apresentada.

Tabela 9 - Composição química média das principais rochas sedimentares

Fórmula	Folhelho	Arenito	Calcário
SiO <sub>2</sub>	58,10	78,33	5,19
TiO <sub>2</sub>	0,65	0,25	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,40	4,77	0,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,02	1,07	0,54
FeO	2,45	0,30	
MgO	2,44	1,16	7,89
CaO	3,11	5,50	42,57
Na <sub>2</sub> O	1,30	0,45	0,05
K <sub>2</sub> O	3,24	1,31	0,33
H <sub>2</sub> O	5,00	1,63	0,77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	0,08	0,04
CO <sub>2</sub>	2,63	5,03	41,54
SO <sub>3</sub>	0,64	0,07	0,05

Fonte: modificado de Manson (1971) por INPE (1999)

#### 4.1.2. Grau de resistência das rochas à morfogênese

Para definição do grau de resistência das rochas à morfogênese, bem como atribuição de uma escala de valores com seus respectivos pesos, fundamentou-se no estudo desenvolvido por INPE (1999), o qual foi embasado sob o foco das discussões já levantadas sobre a resistência das rochas ao intemperismo, atribuindo valores numéricos na escala de vulnerabilidade à denudação (intemperismo + erosão), sob a ordenação relativa da litologia. Na classificação de pesos proposta pelo INPE por tipo de rochas os valores de grandeza variam de 1 a 3, com variações decimais (Tabela 10), entendendo que peso 1,0 são para rochas menos vulneráveis à denudação e 3,0 são para as mais vulneráveis.

Tabela 10 - Proposta da escala de classificação de pesos por tipo de rochas

Rocha	Peso
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0
Riólito, granito, dacito	1,1
Granodiorito, quartzo diorito, granulitos	1,2
Migmatitos, gnaisses	1,3
Fonólito, nefelina, sienito, traquito, sienito	1,4
Andesito, diorito, basalto	1,5
Anortosito, gabro, peridotito	1,6
Milonito, quartzo muscovita, biotita, clorita xisto	1,7
Piroxenito, anfíbolito, kimberlito, dunito	1,8
Hornblenda, tremolita, actinolita xisto	1,9
Estaurolita xisto, xistos granatíferos	2,0
Filito, metassilito	2,1
Ardósia, metargilito	2,2
Mármore	2,3
Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Conglomerados, subgrauvacas	2,5
Grauvacas, ardózios	2,6
Siltitos, argilitos	2,7
Folhelhos	2,8
Calcários, dolomitos, margas, evaporitos	2,9
Sedimentos inconsolidados: aluviões, colúvios, etc.	3,0

Fonte: INPE (1999)

Partindo dessas premissas, as classes de Instabilidade Ecodinâmica seguem a mesma concepção proposta de INPE (1999), sendo reajustados para definições dos pesos, sob a ordenação relativa da litologia, seguindo intervalos de 1,0 a 5,0 (Tabela 11), entendendo-se que o peso 1,0 é de muito baixa instabilidade ecodinâmica, representando as rochas menos vulneráveis à denudação, e o peso 5,0 grau muito alto, para as mais vulneráveis, estando os demais no gradiente entre estas duas extremidades: peso 2,0 baixa instabilidade, 3,0 intermediária instabilidade e 4,0 alta instabilidade.

Tabela 11 - Grau de Instabilidade Ecodinâmica por classe litológica com atributo de pesos

Unidade geológica	Sigla	Litologia	Peso
Suite Alkali-Granitos	PEg5	Granito Morro Redondo	1,0
	PEg7	Granito Serra da Igreja	1,0
Complexo Granítico-Gnáissico	APIg1	Pedra Branca de Araraquara (Monzogranito e granodiorito gnáissico)	1,5
	APIg8	Serra Canaveira (Monzogranito e granodiorito gnáissico)	1,5
Complexo Cachoeira	APIcq	Moscovita-biotita-quartzitos, fuchsitita-quartzitos, quartzo-xistos, metarenitos e metarcósios com intercalações de magnetita-mica-quartzo-xisto, micas-quartzo-xistos e metacherts	2,0
Complexo Gnáissico-Migmatítico	APIgr	Noritos, enderbitos, charno-enderbitos gnaisses, meta-quartzo-dioritos, meta-dioritos, metagabros subordinadamente serpentinitos e esteatitos	2,0
	APImga	Gnaisses ocelares interdigitados com migmatitos estromáticos, ocorrência de gnaisses fitados leucocráticos e xistos feldspáticos	2,0
	APImge	Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaiss, mica-quartzo-xisto ultrabásito metabásito e anfíbolito	2,0
	APIsgf	Suite granítica foliada, granitos metassomáticos ou de anatexia indiferenciados	2,0
	APImgi	Migmatitos indiferenciados com anfíbolitos e veios quartzo-feldspáticos associados a migmatitos dent de cheval pegmatitos e aplo-granitos	2,0
	APImgm	Migmatitos oftálmicos com paleossoma de biotita-gnaiss, biotita-hornblenda-gnaiss e hornblenda-gnaiss com quartzitos	2,0
	APImgn	Biotita gnaisses	2,0
Intrusivas básicas	Jkdb	Diques básicos incluindo basaltos diabásios gabros e dioritos pórfiros	2,0
Formação Guaratubinha	Ega	Seqüência vulcânica ácida, riolitos tufo e brechas	2,0
	Egg	Diques de riolito pórfiro felsito e microgranito	2,0
	Egi	Seqüência vulcânica intermediária: andesitos e dacitos	2,5
	Egs	Seqüência sedimentar, arcósios siltitos argilitos e conglomerados	2,5
Complexo Metamórfico Indiferenciado	APIrmx	Micaxistos indiferenciados, biotita-muscovita, xistos incluindo quartzo-micaxistos e quartzitos. Clorita-biotita-muscovita, xistos. Tremolita-actinolita xistos	2,5
Formação Alexandra	Ta	Conglomerados arcósios, areias e argilitos	4,0
Formação Guabirota	QPg	Argilas, arcósios areias e cascalhos	4,0
Sedimentos Recentes	Qar	Areias marinhas (fundos rasos) atuais	5,0
	Qha	Aluviões indiferenciados (areias argilas e cascalhos)	5,0
	Qha2	Aluviões recentes (areias argilas e cascalhos)	5,0
	QHc	Depósitos de colúvios - areias seixos silte argilas	5,0
	QHmg	Sedimentos flúvio-marinhos associados a manguezais	5,0
	QHmo	Sedimentos argilo-siltico-arenosos paleoestuarinos	5,0
	Qm	Sedimentos marinhos da planície costeira - indiferenciados	5,0
	Qm1	Sedimentos marinhos da planície costeira - fase antiga	5,0
	Qm2	Sedimentos marinhos da planície costeira - fase intermediária	5,0
	Qt	Depósitos de tálus - blocos em matriz siltico-argilosa	5,0



# MAPA 1 - GEOLOGIA

## APA DE GUARATUBA / PR

Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

Ano: 2005

### LEGENDA:

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Estradas secundárias
- Limite da APA de Guaratuba
- Limite de Parques inseridos na APA
- Corpos d'água

### UNIDADES GEOLÓGICAS:

- Sedimentos Recentes
- Formação Guabirubeta
- Formação Alexandra
- Diques Básicos
- Intrusivas Básicas
- Formação Guaratubinha
- Suite Alcali-Granitos
- Complexo Gnáissico-Migmatítico
- Complexo Granítico-Gnáissico
- Complexo Metamórfico
- Incinerenciado
- Complexo Cachoeira



Escala: 1 : 200.000

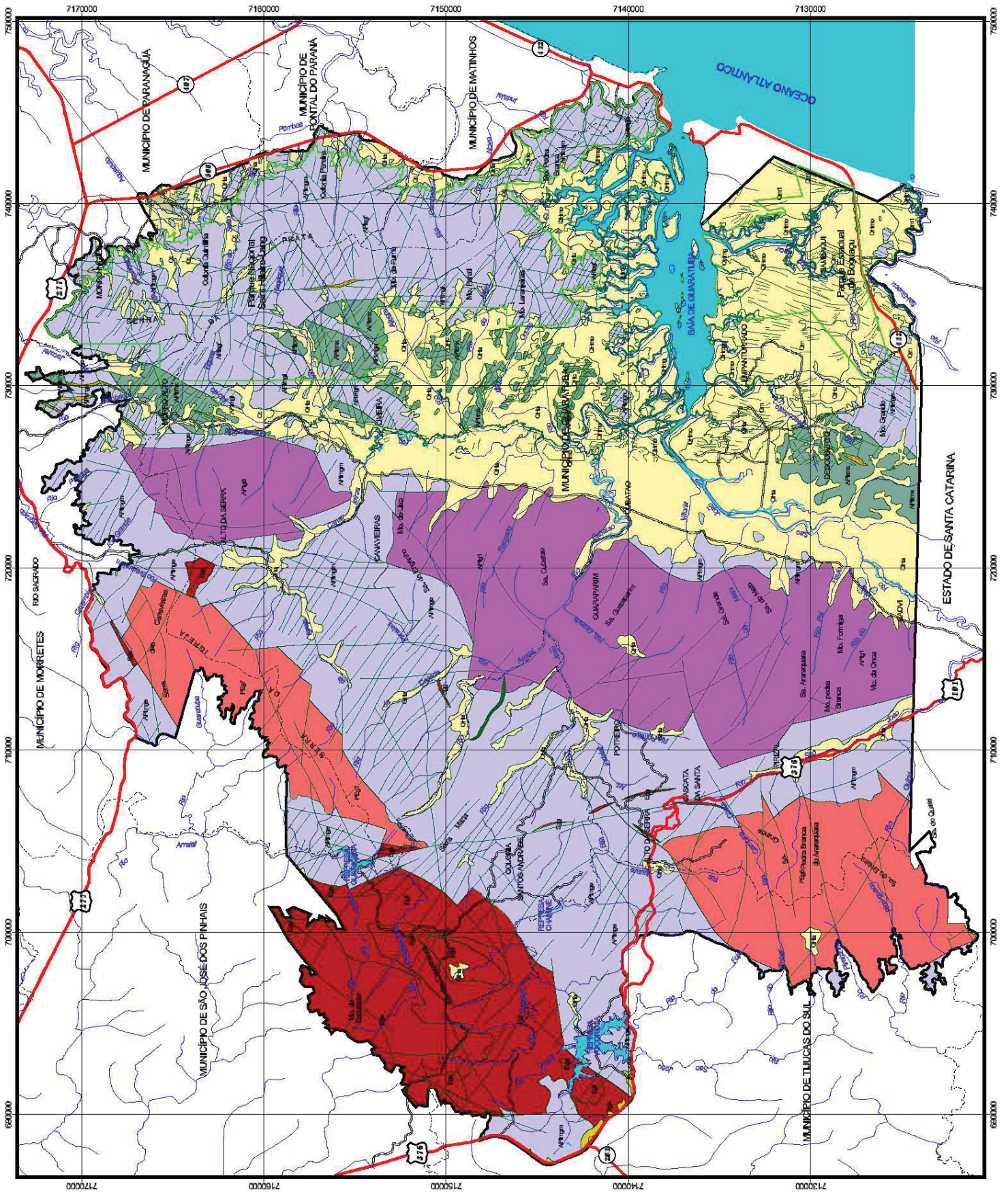
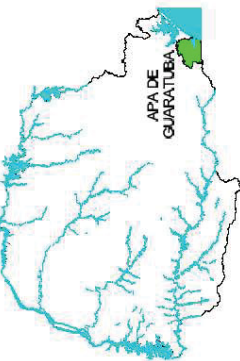


Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Indúlia - SC  
Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM: Equador e Meridiano 51° WGr  
Acessões às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte:  
-Base cartográfica e planimétrica em projeção de meridiano digital;  
-Base topográfica em escala de 1:25.000 (USSEMA);  
-Base planimétrica simplificada em cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSG);  
-Base digital da diviso territorial e linha das UCs (SEMA);  
-Informações geológicas digitais, escala 1:50.000 (MINEROPROSEMA).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





## 4.2. Formas das vertentes

A geomorfologia tem como objeto de estudo as formas do relevo, dessa maneira Christofolletti (1980) coloca que o âmago da geomorfologia é o estudo das formas e dos processos.

Para Penteadó (1989) as vertentes constituem importante categoria de análise da geomorfologia, visto que o relevo é o resultado da inter-relação entre a hidrosfera, litosfera e atmosfera, ocorrendo processos de troca de energia e matéria que ao longo do tempo condicionam sua evolução e formação das feições.

Outro parâmetro utilizado na avaliação da instabilidade ecodinâmica potencial foi o mapeamento das formas das vertentes. Através da análise dessas formas podem ser indicados os locais onde incidem as maiores atuações na morfodinâmica da superfície, ou seja, locais onde os processos de deposição/erosão são mais atuantes.

Uma vertente, ou encosta, corresponde a uma superfície inclinada, estendendo-se desde a linha divisora d'água ou topo, indo até o fundo do vale podendo apresentar três formas principais, vertentes: côncavas, convexas e retilíneas. Tais formas, segundo Penteadó (1989), dependem da composição das variáveis estáticas: a estrutura e litologia, também, das condições dinâmicas dos processos atuantes.

Os resultados obtidos no Mapa 2 são da delimitação de compartimentos dos predomínio das formas de vertentes na APA de Guaratuba, sendo identificadas três formas de vertentes:

- Vertente côncava: elemento de curvatura negativa, quando seu ângulo de inclinação decresce para a porção mais baixo da vertente;
- Vertente convexa: elemento de curvatura positiva, quando seu ângulo de inclinação aumenta indo para a porção mais baixa da vertente;
- Vertente retilínea: um segmento sem curvatura.

Os compartimentos com predomínio das vertentes de forma côncava estão localizados em porções das Serras Canavieiras, do Engenho, Cubatão, Guaraparim, Embira e predomínio na Serra da Prata, também na face oriental das vertentes da Serra da Igreja. As vertentes côncavas foram aqui entendidas como as de maior instabilidade ecodinâmica, uma vez que seguindo os preceitos apresentados na

literatura e conforme mostram vários estudos, as porções côncavas do relevo são segmentos preferenciais na paisagem para a ocorrência de deslizamentos (Dietrich e Dunne, 1978; Tsukamoto *et al.*, 1982; Reneau *et al.*, 1984; Lacerda e Sandroni, 1985; Dietrich *et al.*, 1986. Crozier *et al.*, 1990; Montgomery *et al.*, Montgomery e Dietrich, 1995 *apud* FERNANDES & AMARAL, 1996). É explicado também por Silva, Schulz e Camargo (2003), como zonas preferenciais para ocorrência de processos erosivos, em razão da convergência de segmentos, ocasionando descontinuidades entre material aluvionar e coluvionar, também maior fluxo hídrico, levando a aceleração de rupturas produzindo áreas mais susceptíveis à erosão. Assim sendo, atribui-se para esses compartimentos o peso “4,0” que expressa alta instabilidade (Tabela 12).

Tabela 12 – Grau de Instabilidade Ecodinâmica por compartimentação de predomínio de formas das vertentes

<b>Formas de Vertentes</b>	<b>Instabilidade Ecodinâmica</b>	<b>Peso</b>
Convexa	Baixo	2,0
Retilínea	Intermediário	3,0
Côncava	Alto	4,0
Planície	Muito baixa	1,0

Os compartimentos com predomínio de vertentes retilíneas estão associados a forte declividade na área de estudo, localizando-se nas encostas da porção superior e média da bacia do rio São João; vale principal do rio Cubatão no seu terço médio da bacia; nas vertentes do lado direito do vale do terço superior da sub-bacia do rio Cubatãozinho; nas encostas das porções superiores das sub-bacias dos rios Sambaqui, das Pombas, do Salto, Indaial, Henrique, do meio e das cinzas; e nas vertentes do Morro Grande. Para esses compartimentos foi atribuído o peso “3,0”, considerados como de intermediária instabilidade ecodinâmica (Tabela 12).

Os agrupamentos cuja forma predominante é de vertentes convexas distende-se por toda a região de planaltos; englobando as encostas dos morros e colinas, dispersos dentre a planície litorânea; nas vertentes da face oeste da Serra da Igreja; e nas vertentes dos vales da sub-bacia do rio São João (Voçoroca) e do rio Caçada. Dentre os agrupamentos das formas de vertentes identificadas, as convexas tem menor instabilidade. Na APA esses compartimentos possuem as declividades menos acentuadas, estando representada em grande parte na região

de planaltos. Desse modo, foi atribuído para os compartimentos de vertentes convexas o peso “2,0” (Tabela 12).

A unidade fisiográfica que constitui a planície litorânea foi designada como de muito baixa instabilidade. Nesse tema o peso atribuído foi “1,0”, ainda que tal compartimento não represente uma forma de vertente.



# MAPA 2 - COMPARTIMENTAÇÃO POR PREDOMÍNIO DAS FORMAS DE VERTENTES

## APA DE GUARATUBA / PR

Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

Ano: 2005

### LEGENDA:

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Estradas secundárias
- Limite da APA de Guaratuba
- Limite de Parques inseridos na APA
- Corpos d'água

### CLASSES POR PREDOMÍNIOS DAS FORMAS DE VERTENTES:

- Vertentes côncavas
- Vertentes retilíneas
- Vertentes convexas
- Planícies



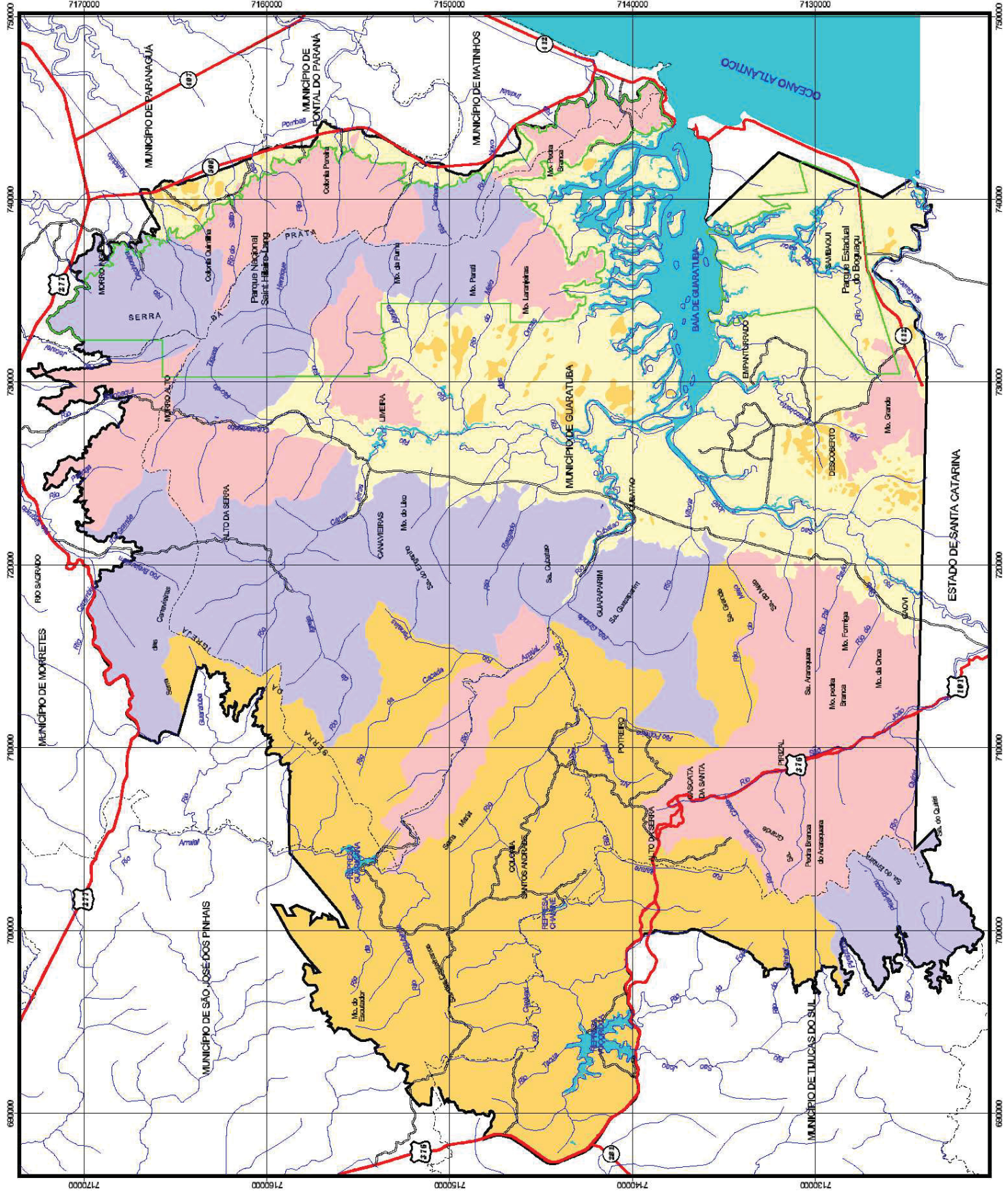
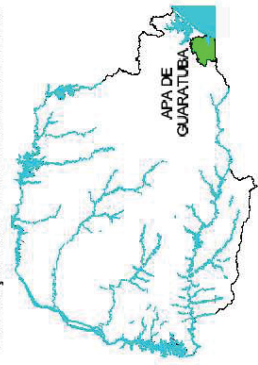
Escala: 1 : 200.000

Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Inicial - SC  
Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM "Equador e Meridiano 51° WGr"  
Acessão às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte:  
-Base altimétrica e planimétrica para geração do modelo digital:  
-curvas topográficas digitais, escala 1:25.000 (DSGS/SEMA);  
-Base planimétrica simplificada com curvas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSGS);  
-Dados territoriais e limite das UCs (SEMA);  
-Imagem de Radar SRTM.

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:



### 4.3. Declividade do terreno

A análise da declividade das vertentes possibilita evidenciar a distribuição das inclinações da superfície do terreno na paisagem, sendo esta uma característica importante na análise do balanço de deposição e retirada de material, uma vez que a inclinação das vertentes é um dos fatores que define a instabilidade nas encostas, ocasionada pelo fluxo torrencial que se dá na superfície acarretando conseqüentes processos erosivos e movimentos coletivos de materiais. Quanto maior a declividade, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, aumentando a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte, responsável pelos processos erosivos que esculpi as formas de relevo - morfogênese.

Os valores de declividade das vertentes são apresentados, mais comumente, em termos percentuais, obtidos pela relação trigonométrica:  $\text{tangente} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$ , sendo a distância horizontal entre dois pontos o cateto adjacente e sua distância vertical o cateto oposto. Desse modo o valor absoluto de 100% de declividade equivale ao valor de 45° de inclinação.

A representação cartográfica da declividade do relevo é feita através de mapas temáticos, expressos em classes com agrupamentos de intervalos que podem variar de acordo com o objetivo que o trabalho se propõe ou adaptação as condições físicas da área estudada. Dentre alguns exemplos, buscados na literatura, Ross (1990, 1994 e 1996), utiliza em seus trabalhos aplicados ao planejamento e estudos de fragilidade ambiental as classes com intervalos de 0-6%, 6-12%, 12-20%, 20-30% e >30%. Nos estudos desenvolvidos pelo INPE (1999), visando subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico dos Estado da Amazônia legal, os intervalos utilizados foram: <2%, 2-6%, 6-20%, 20-50 e >50%. No trabalho desenvolvido pela CPRM (2003) para o Zoneamento Geoambiental da Região de Irauçuba/CE, localizado no semi-árido nordestino, as classes utilizadas foram: 0-3%, 3-8%, 8-20%, 20-45% e >45%. Na resolução do CONAMA nº 289/2004 são definido intervalos de declividade para estudos de impactos ambientais, com as classes: 0-5%, 5-10%, 10-15%, 15-25%, 25-47%, 47-100% e >100%.

Diversas outras combinações de intervalos são apresentadas nas bibliografias disponíveis, aplicadas em estudos de casos. No entanto, o que melhor



se adequou para o desenvolvimento desse trabalho foram as classes propostas por Biase (1992), com os intervalos: <5%, 5-12%, 12-30%, 30-47% e >47%. Esses intervalos foram elaborados visando aplicação de estudos para a formulação de um Macrozoneamento da Região da Costa Brasileira. Outros trabalhos desenvolvidos para a região do litoral paranaense seguem esses mesmos intervalos de classes, como é o caso dos trabalhos apresentados por Oka-Fiori & Canali (1998 & 2002), Silveira, Fiori & Oka-Fiori (2004), entre outros.

A proposta de Biasi (1992), que estabelece com cinco intervalos de classes de declividade, apoiando-se no sentido técnico e no aspecto normativo de seu uso, define os intervalos sendo: <5%, limite utilizado internacionalmente para uso urbano-industrial e em trabalhos de planejamento urbano; 5-12%, essa classe define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura; 12-30%, essa classe tem o limite máximo de acordo com a legislação – Lei 6766/79 – que o define como o limite máximo para urbanização sem restrições; 30-47%, baseando-se no código florestal, que estabelece como limite máximo de corte raso 25° (47%); e >47%, conforme o artigo 10 do código florestal que não permite o corte raso da vegetação em áreas com inclinação entre 25° a 45° (100%) e as áreas com mais de 45° são definidas como Áreas de Preservação Permanente – APP.

Para a confecção de um mapa temático de declividade podem ser utilizados dois métodos. O método manual, que se obtém com medidas tomadas nas linhas de curvas de nível na Carta Topográfica utilizando um ábaco, cuja confecção é apresentada por Biase (1992). Ou então com técnicas computacionais por meio das ferramentas de geoprocessamento. Para esse trabalho o método adotado foi o segundo, por meio de processamento computacional em um Sistema de Informação Geográfica - SIG.

Comparando a aplicação dos métodos manual e computacional na elaboração de um mapa de declividade, Silveira & Rakssa (2001) apresentam que no método manual tem como maior vantagem sua facilidade de elaboração, trazendo como uma das maiores desvantagens a demora na confecção do mapa e maior dificuldade para o seu cruzamento com outras informações. No método computacional as vantagens verificadas foram: maior agilidade para elaboração do mapa e transferência de escala, facilidade no cálculo da área das classes e no cruzamento com outras informações, tiragem de cópias, visualização tridimensional,

facilidade na reformulação de intervalos e acuracidade; enquanto as maiores dificuldades foram: representação nos fundos de vales e cristas, necessidade de uma base digital de dados topográficos, maior complexidade na confecção quando comparado com o método manual e necessidade de equipamentos computacionais e programas específicos.

#### 4.3.1. A declividade do relevo na APA de Guaratuba

O relevo na área de estudo é bastante acidentado com vertentes íngremes nas unidades fisiográficas que constituem as serras, também apresenta inclinações acentuadas em porções das unidades fisiográficas dos planaltos, e nos morros e colinas que ficam dentro a planície litorânea.

A classe representada por valores de inclinação inferiores a 5% de declividade representa 22,56% da área da APA (Tabela 13), estando em maior parte constituindo a unidade fisiográfica da planície litorânea paranaense, uma vasta porção territorial que estende-se ao leste da UC. Essa classe de pouco declive aparece também nas unidades fisiográficas da Serra do Mar e Primeiro Planalto, estando situadas nas áreas de planícies aluviais. O peso aqui atribuído para esse intervalo de declividade é de valor “1,0”, que exprime o grau muito baixo da instabilidade ecodinâmica na escala de grandeza adotada (Tabela 14).

Tabela 13 - Valores de representatividade da área ocupada por classe de declividade nas unidades de relevo da APA de Guaratuba

Classes de declividade	Unidades de relevo (área expressa em valores percentuais proporcionais a sua representação espacial)				Área (%) total por classe
	Planaltos	Serras	Planícies	Morros/Colinas	
<5%	0,40	0,67	21,49	-	22,56%
5-12%	0,90	2,47	-	0,15	3,54%
12-30%	6,31	21,13	-	0,34	27,78%
30-47%	2,85	17,67	-	0,16	20,98%
>47%	1,51	20,93	-	0,09	22,53%
Corpos d'água	0,17	-	2,61	-	2,61%
<b>Total</b>	11,97%	63,02%	21,49%	0,74%	100,00%

Os intervalos de declividade que variam de 5-12% compõe uma segunda classe adotada nesse trabalho, sendo a de menor representatividade em extensão na região de estudo, uma vez que ocupa 3,54% da área total (Tabela 13). Essa



classe de declividade recebeu peso “2,0”, cujo grau de instabilidade ecodinâmica é entendido como de baixo grau (Tabela 14).

Tabela 14 – Grau de Instabilidade Ecodinâmica por classe de declividade

<b>Classes de Declividade</b>	<b>Instabilidade Ecodinâmica</b>	<b>Peso</b>
< 5%	Muito baixo	1,0
5 – 12%	Baixo	2,0
12 – 30%	Médio	3,0
30 – 47%	Alto	4,0
> 47%	Muito Alto	5,0

As declividades variantes entre 12-30% são as de maior representatividade espacial na APA, uma vez que abrange 27,78 da área total (Tabela 13), localizadas em maior parte nas unidades fisiográficas da Serras do Mar e Primeiro Planalto. Na segunda unidade citada, essa classe predomina significativamente dentre as demais, cujo relevo presente são de planaltos ondulados. Nas serras esse intervalo de declividade é também predominante, no entanto com valores aproximados das classes de maior inclinação. Nos morros e colinas presentes dentre a Planície Litorânea, embora sejam de pequena representação espacial, esse intervalo de declividade é também predominante, estando associados geralmente às colinas. A aplicação do valor de grandeza referente a instabilidade ecodinâmica foi de grau intermediário, cujo peso associado é “3,0” (Tabela 14).

A classe que varia de 30-47%, cujos intervalos são de expressiva representatividade na área de estudo, significando 20,98% (Tabela 13), localizam-se principalmente nas regiões de serras e planaltos, estando em maior parte nas serras onde constituem as porções de meia encosta, ou seja, o terço médio inferior das vertentes. Nos unidades fisiográficas de morros e colinas esses intervalos estão associados aos morros. O peso atribuídos para essa classes foi “4,0”, expressando um alto grau de instabilidade ecodinâmica (Tabela 14).

As encostas com declividade superior a 47%, equivalente a 25º de inclinação, são as áreas mais acidentadas, estando quase que exclusivamente presente nas serras, ocupando 22,53% do total da APA de Guaratuba (Tabela 13). Essa classe é também muito representativa e ocupa geralmente as porções do terço superior das vertentes, bem como as cristas das serras. O peso atribuído para esse intervalo de inclinação é o mais elevado da escala de grandeza, valor “5,0”, que significa que são as áreas com muito alta instabilidade ecodinâmica (Tabela 14).






# MAPA 3 - DECLIVIDADE

## APA DE GUARATUBA / PR






Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

Ano: 2005

### LEGENDA:

-  Hidrografia
-  Limites Territoriais
-  Rodovias Federais
-  Rodovias Estaduais
-  Estradas secundárias
-  Limite da APA de Guaratuba
-  Limite de Parques inseridos na APA
-  Corpos d'água

### CLASSES DE DECLIVIDADE:

-  0 - 5%
-  5 - 12%
-  12 - 30%
-  30 - 47%
-  >47%



Escala: 1 : 200.000



N

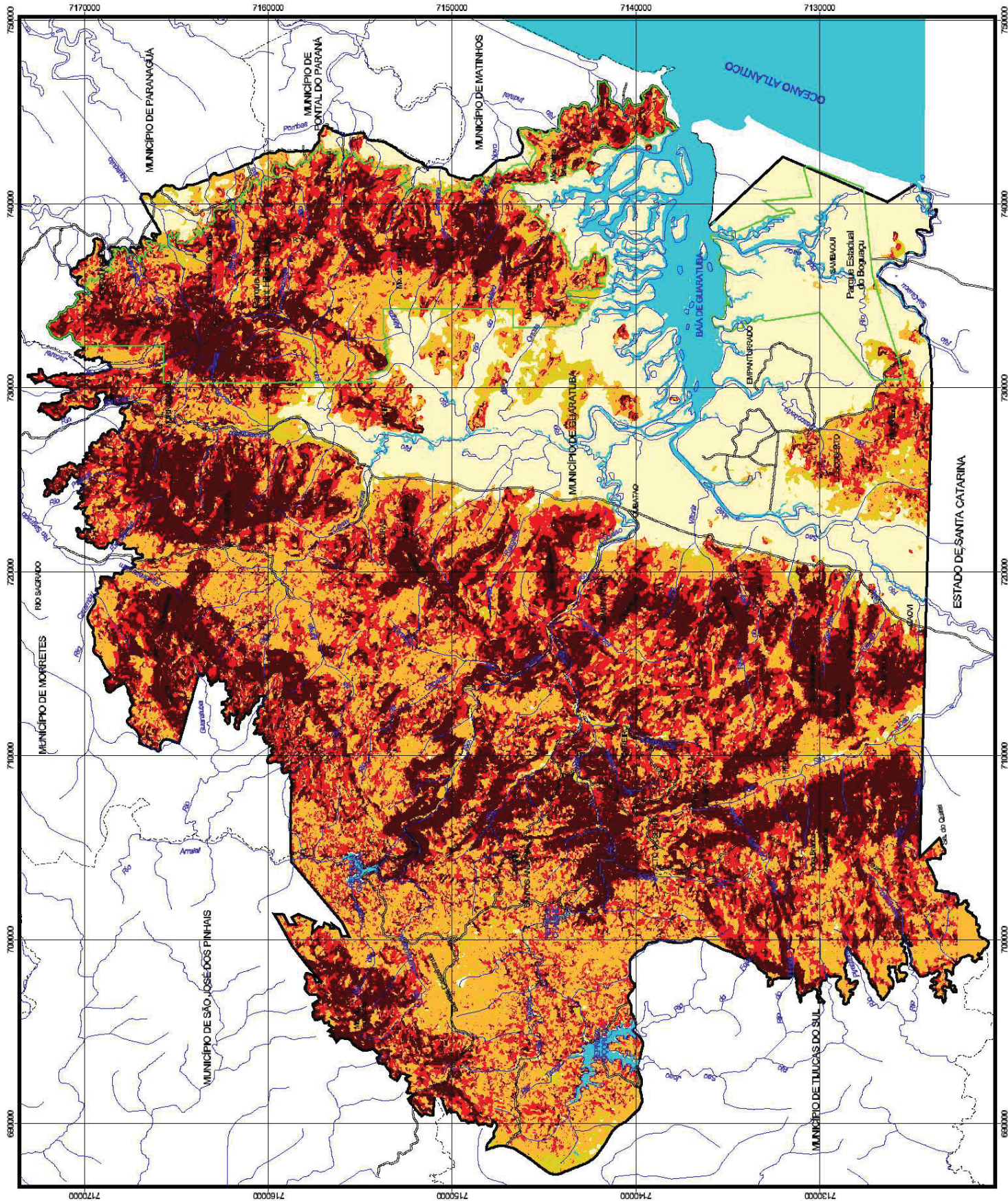
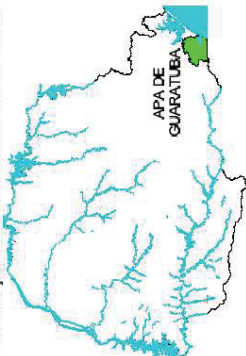
Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbuia - SC  
Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM: Equador e Meridiano 51° WGR

Acessões às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte:  
-Base altimétrica e planimétrica para geração do modelo digital;  
-curvas topográficas digitais, escala 1:20.000 (DSG/SEMMA);  
-Base planimétrica simplificada; curvas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSG);  
-Base digital da divisa territorial e limite das UCS (SEMMA).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





#### 4.4. Solos

O mapa de Solos (Mapa 4) apresenta nesse trabalho os diferentes tipos de solos que recobrem a área de estudo e a partir dele foram extraídas as informações utilizadas no estudo da ecodinâmica.

Nas unidades de paisagem natural que favorecem a pedogênese são consideradas estáveis, ou seja, a formação e desenvolvimento dos solos são favorecidos nesses ambientes, enquanto que quando prevalecem processos morfogenéticos, modificadores do relevo, as unidades de paisagem natural são consideradas instáveis, predominando ali o transporte de material. Desse modo, uma das principais características consideradas para estabelecer classes de instabilidade ecodinâmica para os solos foi pelo seu grau de sua maturidade, atribuindo assim uma escala de pesos para cada classe.

Na escala atribuída por instabilidade ecodinâmica às classes de solos variam desde muito alta instabilidade, com atribuição de peso “5,0”, quando os solos estão em condições de pouco, até de muito baixa instabilidade ecodinâmica com atribuição de peso “1,0” para solos que estão em condições de equilíbrio, estando as taxas médias de erosão e de formação dos solos aproximadamente equivalentes. As demais classes são intermediárias a essas, sendo: baixa instabilidade com peso “2,0”, intermediária com peso “3,0” e alta com peso “4,0” (Tabela 15).

As classes de solos consideradas como de muito alta instabilidade ecodinâmica incidentes na área de estudo, de peso 5,0 (Tabela 15), foram: os Litólicos (Ra e Rd) que apresentam um estágio de desenvolvimento muito prematuro, recebendo maior atuação dos processos morfogenéticos. Estão localizados nas porções de maior elevação e declividade do terreno; as Areias Quartzosas (AQ), por constituir de material deposicional inconsolidados não apresentando perfis de solos, sem desenvolvimento de horizontes, considerada como de alta instabilidade ecodinâmica por sua friabilidade; os Podzóis (P) por constituírem-se de material muito friável, com horizontes rasos com profundidade média de um metro, tendo abaixo desses horizontes a ocorrência de carapaças ferruginosas, sendo uma descontinuidade vertical que possibilita escoamento em fluxo horizontal na subsuperfície; e os Gley Húmicos (HGP1), que são os solos de

mangues, situados em ambientes encharcados com tiomorfização, situando-se em maior parte nas margens da baía de Guaratuba.

Tabela 15 – Grau de instabilidade por classes de solos

Classe	Peso1	Horizonte A	Peso2	Textura	Peso3	Soma dos Pesos
Cambissolo	3	Moderado	0,5	Muito argilosa	0,0	3,5
Cambissolo	3	Moderado	0,5	Argilosa	0,2	3,7
Cambissolo	3	Moderado	0,5	Média / argilosa	0,3	3,8
Cambissolo	3	Moderado	0,5	Média	0,4	3,9
Cambissolo	3	Húmico	0,0	Média	0,4	3,4
Cambissolo	3	Proeminente	0,5	Argilosa	0,2	3,7
Cambissolo	3	Proeminente	0,5	Média	0,4	3,9
Gley Pouco Húmico (HGP2)	4	Moderado	0,5	Argilosa	0,2	4,7
Gley Pouco Húmico (HGP1)	5	Moderado	0,5	Argilosa / Média	0,3	5,8
Latossolo Vermelho-amarelo	2	Moderado	0,5	Muito argilosa / argilosa	0,1	2,6
Latossolo Vermelho-amarelo	2	Moderado	0,5	Argilosa	0,2	2,7
Latossolo Vermelho-amarelo	2	Moderado	0,5	Média / argilosa	0,3	2,8
Podzol	5	Moderado	0,5	Média / argilosa	0,3	5,8
Podzol Hidromórfico	5	Turfoso	0,0	Argilosa	0,2	5,2
Podzólico Vermelho-amarelo	3	Moderado	0,5	Muito argilosa / argilosa	0,1	3,6
Podzólico Vermelho-amarelo	3	Húmico	0,0	Média	0,4	3,4
Litólico	5	Moderado	0,5	Argilosa	0,2	5,7
Litólico	5	Moderado	0,5	Média	0,4	5,9
Litólico	5	Turfoso	0,0	Argilosa	0,2	5,2
Litólico	5	Turfoso	0,0	Média	0,4	5,4
Litólico	5	Húmico	0,0	Argilosa	0,2	5,2
Litólico	5	Húmico	0,0	Média	0,4	5,4
Areias Quartzosas marinhas	5	Moderado	0,5	Arenosa	0,5	6,0
Afloramento Rochoso	5	-	0,0	-	0,0	5,0

Quanto às classes pedológicas entendidas como de alta instabilidade, de peso “4,0” (Tabela 15), foram considerados os solos Gley Pouco Húmicos (HGP2), sendo solos encharcados, cujo lençol freático está próximo à superfície, com espessura em torno de um a dois metros de profundidade, estando presente em grande parte nas porções de baixa elevação das planícies aluviais dos principais rios.

As classes de solos consideradas com intermediário grau de instabilidade ecodinâmica, de peso “3,0” (Tabela 15), foram: os Cambissolos (Ca e Cd), que é a classe de solos predominantes na área de estudo, considerados como de intermediário desenvolvimento, distribuídos em toda a extensão das encostas com declividade >12%, na zona fisiográfica da Serra do Mar; os Podzólicos Vermelho-amarelo (Pva), que embora estejam em estágio de bem desenvolvidos, apresentam horizonte de eluviação, apresentando uma descontinuidade vertical que incita o fluxo horizontal em subsuperfície da água, conferindo a um certo grau de instabilidade e ocorrência de erosão em piping ou movimentos de massa.

Os solos considerados com baixa instabilidade, de peso “2,0” (Tabela 15), são representados pela classe dos Latossolos Vermelho-amarelos (LVa e LVd) que estão em um grau de relativa maturidade, cujo horizonte B é desenvolvido. Sua localização na área de estudo é na porção oeste, sobre relevo ondulado e suavemente ondulado, na unidade fisiográfica do Primeiro Planalto Paranaense.

Nenhuma das classes de solos identificada na APA de Guaratuba foi considerada de muito baixa instabilidade ecodinâmica.

Para as atribuições dos pesos aos solos buscou-se embasamento na literatura consultada, estando semelhante à interpretação de outros autores que desenvolveram trabalhos aplicados com o foco da instabilidade ecodinâmica. Dentre eles podem ser citados INPE (1999), CPRM (2003), Ross (1990 e 1996), também em trabalhos que avaliam a perda de solos, com a aplicação da Equação Universal de Perda de Solos - EUPS, tal como de Oka-Fiori (2002).

No entanto, além da atribuição de pesos segundo as classes de solos, avaliou-se aqui também o horizonte A e a textura, somando-se ao peso das classes em valores decimais.

Na avaliação do horizonte A foram distinguidos: moderado, proeminente, turfoso e húmico. A ocorrência dos horizontes mais espessos, com grande concentração de matéria orgânica, de horizonte “A” turfoso e húmico, foram entendidos como menos instáveis do que os de espessura mais delgada, horizonte “A” moderado e proeminente.

Essa interpretação é galgada na idéia de que a matéria orgânica representa grande importância no controle da erosão. Partindo da idéia de que, segundo Silva, Schulz e Camargo (2003), a matéria orgânica retém duas vezes seu peso em água, aumentando assim a infiltração, com diminuição das perdas por erosão nos solos argilosos modifica-lhes a estrutura, melhorando as condições de arejamento e de retenção de água, fato explicado pelas expansões e contrações alternadas que são resultados de seu umedecimento e secamento sucessivos; e nos solos arenosos, a aglutinação de partículas, firmando a estrutura e diminuindo os poros, aumenta a capacidade de retenção de água.

Desse modo às classes de solos cujo horizonte A é húmico ou turfoso não receberam acréscimo de valor decimal em seu peso (0,0), enquanto que a

ocorrência de solos de horizonte A moderado ou proeminente receberam acréscimo decimal no valor do seu peso de 0,5 (Tabela 15).

Outra característica pedológica que foi analisada e somada ao peso foi a textura do solo, uma vez que tal informação consta no mapa de solos aqui utilizado e é de valiosa importância para avaliação da atuação dos processos erosivos. A textura dos solos com seus respectivos valores decimais de adição ao peso de cada classe são: muito argilosa (0,0), muito argilosa / argilosa (0,1), argilosa (0,2), argilosa / média (0,3), média (0,4) e arenosa (0,5), (Tabela 15). A falta de aprofundamento sobre essa característica deve-se a generalidade do mapa que corresponde a base de informações utilizadas, porém ressalva-se aqui que a textura deve ser melhor avaliada, sendo distinguida por tipo de horizonte, avaliando verticalmente as descontinuidades texturais.

Ainda, nos dados de solos utilizados, as unidades mapeadas correspondem, muitas vezes, a associações com mais de uma classe, tendo de um à no máximo três componentes cada sub-classe de solo. As sub-classes são acrescidas de números, que seguem as letras indicadoras cada classe, servindo para apontar as diferenças texturais e características de horizonte (Tabela 17). Nessas associações a sub-classe pedológica que aparece em primeiro lugar corresponde ao tipo de solo de maior predomínio, seguido pela sub-classe que aparece em segundo e a de menor representatividade é apresentada em terceira posição.

Segundo o Manual para Classificação de Solos, elaborado pela EMBRAPA (1999), em casos de associações com duas sub-classes de solos, a primeira que aparece tem representatividade de 70% e a segunda de 30% na unidade; nos casos de três associações de sub-classes pedológicas a primeira tem representatividade de 60%, a segunda de 30% e a terceira de 10%.

Sendo assim, para atribuição final dos pesos, além de considerar os fatores já mencionados, relativos às características pedológicas, foi calculada a média ponderada para as unidades de solos com associações de sub-classes (Tabela 16), considerando as proporções de representatividade, sendo aplicadas as operações:

Para duas associações de solos = sub-classe 1.(0,7)+sub-classe2.(0,3)

Para três associações de solos = sub-classe1.(0,6)+sub-classe2.(0,3)+sub-classe.(0,1)

Tabela 16 - Cálculo ponderado das associações de solos com pesos atribuídos

Sigla das Associações de classes de Solos	Peso Classe 1	Peso classe 2	Peso classe 3	Média ponderada para cálculo das associações de solos	Peso (resultado ponderado)	Instabilidade Ecodinâmica
LVa1+Ca16	2,6	3,6	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	2,90	Baixa
LVa3+Ca10	2,7	3,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,00	
LVd1+Ca16	2,7	3,6	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,00	
LVa2+Ca10	2,8	3,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,10	
LVa2+Ca21	2,8	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,20	
PVa2+Ca2	3,4	3,4	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,40	
Cd9+LVa3	3,9	2,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,50	
Ca13	3,6	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,60	
Ca16	3,6	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,60	
PVa1	3,6	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,60	
PVa1+Ca9	3,6	3,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,60	
Ca10	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca10+PVa5	3,7	3,8	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,70	
Ca11	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca12	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca14	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	2,70	
Ca14+Ca9	3,7	3,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,70	
Ca17	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca18	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca19	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca20	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	Intermediária
Ca5	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca9	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Cd13+HG1	3,7	3,5	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,70	
Cd6	3,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,70	
Ca11+PVa3	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Ca12+Ca22	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Ca12+PVa3	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Ca20+PVa4	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Cd11+PVa3	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Cd12+PVa3	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Cd8+PVa4	3,7	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,80	
Ca12+PVa3+AR1	3,7	3,9	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	3,90	
Ca21	3,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,90	
Ca22	3,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,90	
Ca23	3,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,90	
Ca24+PVa3	3,9	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,90	
Ca26+PVa3	3,9	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	3,90	
Ca28	3,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,90	
Ca3	3,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,90	
Ca31	3,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	3,90	
Ca12+Ca28+Ra8	3,7	3,9	5,7	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,00	Alta
Ca9+HGP2	3,7	4,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,00	
Ca13+Ra6	3,6	5,4	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,10	
Ca12+Ra8	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Ca13+Ra14	3,6	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Ca13+Ra7	3,6	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Ca17+Ra8	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Ca23+Ra1	3,9	5,4	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Ca6+Ra8	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	



Cd10+Rd5	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	Alta
Cd11+Rd4	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Cd12+Rd5	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Cd4+Rd1	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Cd5+Rd4	3,7	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,30	
Ca10+Ra12	3,7	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,40	
Ca22+Rd1	3,9	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,40	
Ca24+Ra10	3,9	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,40	
Ca29+Ra8	3,9	5,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,40	
Ca4+Ra9+AR2	3,7	5,7	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,40	
Ca6+Ra8+AR1	3,7	5,7	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,40	
Ca22+Ra11	3,9	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,50	
Ca22+Ra8+AR1	3,9	5,7	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,50	
Ca27+Ra12	3,9	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,50	
Ca28+Ra8+AR1	3,9	5,7	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,50	
Ca30+Re1	3,9	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,50	
Cd2+Rd2	3,9	5,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,50	
HGP2+Ca14	4,8	3,7	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,50	
Ca25+Ra13+AR4	3,9	5,9	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,60	
Ca8+Ra11+AR1	3,9	5,9	5,0	Classe1.(0,6)+classe2.(0,3)+classe3.(0,1)	4,60	
Ra2+Ca1	5,2	3,2	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,60	
HGP2	4,8	0,0	0,0	Classe1.(1)	4,80	
Ra3+Ca13	5,4	3,6	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	4,90	
AR1+Ra1	5,0	5,2	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,10	Muito Alta
Ra1+AR1	5,2	5,0	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,10	
Ra4+AR1	5,2	5,0	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,10	
PH1+HO1	5,2	5,5	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,20	
Ra1	5,2	0,0	0,0	Classe1.(1)	5,20	
Ra14+Ca13	5,9	3,6	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,20	
Ra11+Ca28	5,9	3,9	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,30	
Ra3+AR1	5,4	5,0	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,30	
Ra3+AR3	5,4	5,0	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,30	
Ra5+AR3	5,4	5,0	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,30	
HO1	5,5	0,0	0,0	Classe1.(1)	5,50	
P+HGP2	5,8	4,8	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,50	
HGP1+Ad1	5,7	5,5	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,60	
P+PH1	5,8	5,2	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,70	
Ra8	5,7	0,0	0,0	Classe1.(1)	5,70	
AQ1+P	5,9	5,8	0,0	Classe1.(0,7)+classe2.(0,3)	5,80	
AQ1	5,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	5,90	
Ra11	5,9	0,0	0,0	Classe1.(1)	5,90	



# MAPA 4 - SOLOS

## APA DE GUARATUBA / PR

Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

Ano: 2005

### LEGENDA:

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Estradas secundarias
- Limite da APA de Guaratuba
- Limite de Parques inseridos na APA
- Corpos d'água

### CLASSES DE SOLOS\*:

- Cambissolo
- Gley pouco humico
- Hidromórfico
- Latossolo vermelho-amarelo
- Litolítico
- Podzol
- Podzol hidromórfico
- Podzólico vermelho-amarelo
- Areias quartzosas marinhas
- Afloramento de rocha

\* as classes de solos apresentadas nessa legenda expressam a classe predominante da associação pedológica de cada unidade espacial



Escala: 1 : 200.000



Sistema de Projeção UTM

Datum Vertical: Indúlia - SC

Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM: Equador e Meridiano 51° WGr

Acersidade às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte: Base cartográfica e planimétrica em projeção de métrica digital;

-Base planimétrica em escala 1:250.000 (SISSEMA);

-Base planimétrica amplificada cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSG);

-Base digital da divisão territorial e limites das UCs (SEMA);

-Mapa de solo, ambiente digital, escala 1:500.000 (SEMA).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:

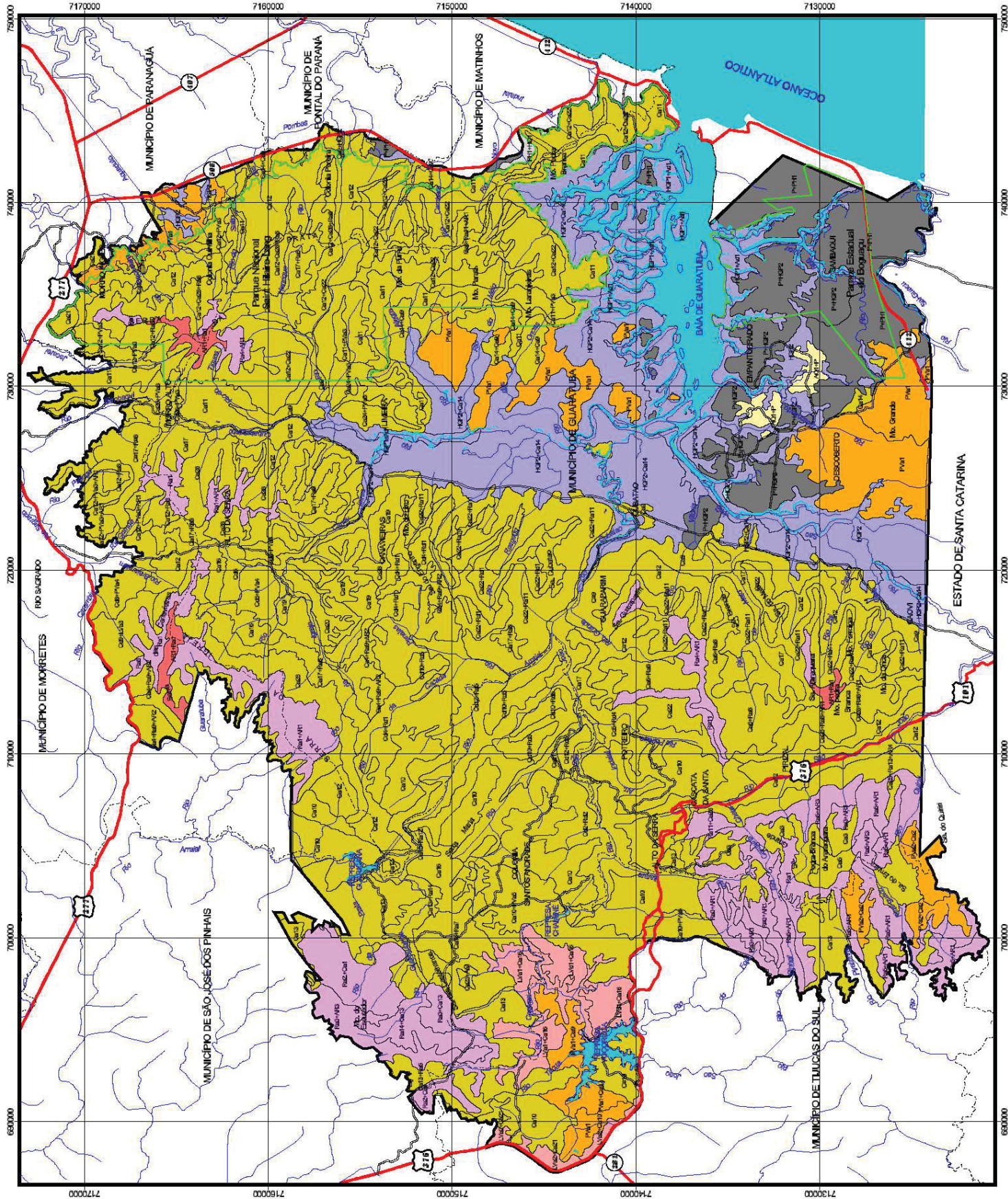
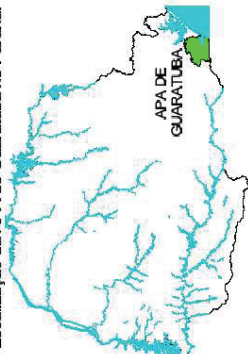




Tabela 17 – Legenda das subclasses das unidades de solos – descrição das siglas

<b>Sigla</b>	<b>Descrição das sub-classes de Solos</b>
LVa1	Latossolo vermelho-amarelo álico câmbico A moderado textura muito argilosa e/ou argilosa
LVa2	Latossolo vermelho-amarelo álico câmbico A moderado textura média, ou argilosa
LVa3	Latossolo vermelho-amarelo álico podzóico A moderado textura argilosa
LVd3	Latossolo vermelho-amarelo distrófico A moderado textura argilosa
PVa1	Podzólicos vermelho-amarelo álico Tb A moderado textura muito argilosa e/ou argilosa
Pva2	Podzólicos vermelho-amarelo álico Tb A húmico textura média
Pva3	Podzólicos vermelho-amarelo álico Tb A moderado textura média
Pva4	Podzólicos vermelho-amarelo álico latossólico Tb A moderado textura média
Pva5	Podzólicos vermelho-amarelo álico câmbico Tb A moderado textura muito argilosa e/ou argilosa
P	Podzól álico A moderado textura média, e/ou argilosa
PH1	Podzol Hidromórfico álico turfoso textura argilosa
Ca1	Cambissolo álico raso Tb turfoso textura argilosa fase substrato rochas vulcânicas
Ca2	Cambissolo álico Tb turfoso textura média, fase substrato granito
Ca3	Cambissolo álico Tb A húmico textura média, fase substrato granito
Ca4	Cambissolo álico Tb A proeminente textura argilosa substrato migmatito
Ca5	Cambissolo álico Tb A proeminente textura argilosa fase substrato rochas vulcânicas
Ca6	Cambissolo álico Tb A proeminente textura argilosa fase substrato granito
Ca7	Cambissolo álico Tb A proeminente textura média, fase substrato granito
Ca8	Cambissolo álico Tb A proeminente textura média, fase substrato granito
Ca9	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa fase substrato colúvios e/ou talus e gnáissico/migmatito
Ca10	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato migmatito
Ca11	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato xisto
Ca12	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato granito e/ou granitóide
Ca13	Cambissolo álico raso Tb turfoso textura muito argilosa e/ou argilosa substrato rochas vulcânicas
Ca14	Cambissolo álico gleico Tb A moderado textura argilosa
Ca15	Cambissolo álico podzóico Tb A moderado textura argilosa e/ou muito argilosa fase substrato rochas vulcânicas
Ca16	Cambissolo álico latossólico Tb A moderado textura argilosa e/ou muito argilosa fase substrato migmatito e/ou granito
Ca17	Cambissolo álico raso Tb A moderado textura argilosa substrato granito
Ca18	Cambissolo álico raso Tb A moderado textura argilosa fase substrato colúvios e talus
Ca19	Cambissolo álico e/ou podzóico álico raso Tb A moderado textura argilosa fase gnáissico-migmatito
Ca20	Cambissolo álico podzóico Tb A moderado textura argilosa fase substrato gnaissico-migmatito e/ou granito
Ca21	Cambissolo álico Tb A moderado textura média, fase substrato retrabalhamento de granito e/ou migmatito
Ca22	Cambissolo álico Tb A moderado textura média, fase substrato granito
Ca23	Cambissolo álico Tb A moderado textura média, fase substrato rochas vulcânicas
Ca24	Cambissolo álico Tb A moderado textura média, e/ou argilosa fase substrato gnaisses
Ca25	Cambissolo álico Tb A moderado textura média, fase substrato embassamento cristalino
Ca26	Cambissolo álico Tb A moderado textura média, fase substrato xisto
Ca27	Cambissolo álico raso Tb A moderado textura média, fase substrato gnaissico-migmatito
Ca28	Cambissolo álico raso Tb A moderado textura média, substrato granito
Ca29	Cambissolo álico raso Tb A moderado textura média, fase substrato retrabalhamento de granito e/ou cataclásticas
Ca30	Cambissolo álico raso Tb A moderado textura média, fase substrato xisto
Ca31	Cambissolo álico latossólico Tb A moderado textura média, fase substrato granito
Cd1	Cambissolo distrófico Tb A proeminente textura argilosa, fase substrato granito
Cd2	Cambissolo distrófico Tb A proeminente textura média, fase substrato granito e/ou gnáissico-migmatito
Cd3	Cambissolo distrófico Tb A proeminente textura argilosa, fase substrato migmatito
Cd4	Cambissolo distrófico Tb A proeminente textura argilosa, fase substrato gnáissico-migmatito
Cd5	Cambissolo distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato granito
Cd6	Cambissolo distrófico e/ou Podzóico distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato rochas vulcânicas
Cd7	Cambissolo distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato migmatito
Cd8	Cambissolo distrófico Podzóico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato granito
Cd9	Cambissolo distrófico Tb A moderado textura média, fase substrato granito
Cd10	Cambissolo distrófico Tb raso A moderado textura argilosa, fase substrato gnáissico-migmatito
Cd11	Cambissolo distrófico Tb raso A moderado textura argilosa, fase substrato granito
Cd12	Cambissolo distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato gnáissico-migmatito
Cd13	Cambissolo distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato sedimentos recentes
AQ1	Areias Quartzosas Marinhas distróficas A moderado
HGP1	Gley Pouco Húmico álico Ta tiomórfico textura argilosa
HGP2	Gley Pouco Húmico álico Ta textura argilosa ou média
HG1	Solos Hidromórficos indiscriminados
HO1	Solos Orgânicos álico muito mal drenado
Rd1	Litólicos proeminente Tb A moderado textura argilosa, fase substrato gnaissico-migmatito
Rd2	Litólicos proeminente Tb A moderado textura média, fase substrato gnaissico-migmatito
Rd3	Litólicos distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato gnaissico-migmatito
Rd4	Litólicos distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato granito
Rd5	Litólicos distrófico Tb A moderado textura argilosa, fase substrato gnaissico-migmatito
Re1	Litólicos eutrófico Tb A moderado textura média, fase substrato xisto

Fonte: SEMA (2001)

#### 4.5. Erosividade das Chuvas

O fator erosividade das chuvas representa, nesse trabalho, a atuação climática, já que este é um dos componentes de grande influência no ambiente natural, principalmente pela atuação da pluviosidade em regiões tropicais.

Desse modo, em função de sua localização geográfica, a APA de Guaratuba recebe grande influência pluviométrica devida proximidade geográfica com o oceano, recebendo a entrada das massas de ar proveniente do Atlântico. Assim, nessa região ocorrem as chuvas orográficas, uma vez que essas massas de ar chocam-se pelo bloqueio das elevações da Serra do Mar.

Assim sendo, determinar o potencial erosivo das chuvas é de suma importância na área de estudo para o entendimento da atuação dos processos morfogenéticos, por isso esse fator foi levado em consideração na correlação dos dados que irão delinear as Unidades de Instabilidade Ecodinâmica.

O fator erosividade das chuvas é expresso pelo valor R na Equação Universal de Perda de Solos - EUPS, que segundo Bertoni & Lombardi Neto (1985), representa a média dos valores anuais da média mensal do índice de erosão (EI) em um período longo de tempo, sendo de 20 anos ou mais.

Dessa maneira, os índices de erosividade das chuvas foram calculados através do coeficiente de correlação para a regressão linear entre índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva, proposto por Lombardi Neto & Moldenhauer (1980 *apud* BERTONI & LOMBARDI NETO 1985), que modificaram o coeficiente original a partir de registros de precipitação da cidade de Campinas/SP em 22 anos.

A relação obtida é:

$$EI = 6,886 (p^2 / P)^{0,85}$$

sendo:

EI – média mensal do índice de erosão;

p – precipitação média mensal em milímetros

P – precipitação média anual em milímetros

Os dados pluviométricos, dos quais foram obtidos os valores da erosividade, são de 52 postos de medição das estações pluviométricas da COPEL que estão irregularmente distribuídos na porção oriental paranaense (Figura 5), cuja escala temporal é de 25 anos, referente ao período de 1975 à 2000. Essas informações foram obtidas junto ao CHPAR.

A partir dos resultados totais da erosividade das chuvas para o período de de 1975 a 2000, calculando-se a média total anual para cada um dos postos de medição, bem como fazendo a inserção espacial de cada um deles na plataforma do SIG, delimitou-se isolinhas pelo método computacional de interpolação.

Após a interpolação dos pontos no *software Arcview 3.2*, contendo valores numéricos da erosividade das chuvas, as isolinhas foram delimitadas e depois agrupadas em classes. Para esse trabalho foi utilizado o intervalo de classes proposto por Ross (1994), da média anual, sendo: <250, de 250 a 500, de 500 a 750, 750 a 1000 e >1000 (em Mj.mm/ha.ano).

Devido aos elevados índices pluviométricos incidentes na região da área de estudo, obteve-se a ocorrência de três dessas classes na APA, conforme está representado no Mapa de Erosividade das Chuvas (Mapa 5). Estas classes são de índice de erosividade mais elevado, sendo os intervalos de: 500 a 750 Mj/mm/ha/ano, intermediária instabilidade ecodinâmica, recebendo a atribuição do peso 3,0; 750 a 1000 Mj.mm/ha.ano de alta instabilidade com atribuição do peso 4,0 e a classe com índices de erosividade superior a 1000 Mj.mm/ha.ano, considerado como de muito alta instabilidade ecodinâmica (Tabela 18). As categorias com baixo e muito baixo grau de instabilidade não aparecem nos limites territoriais da área, uma vez que a região é detentora de elevados regimes pluviométricos, tanto na Serra do Mar como na Planície Litorânea.

Tabela 18 – Grau de Instabilidade Ecodinâmica por classe de erosividade

<b>Classes de erosividade (Mj.mm/ha.ano)</b>	<b>Instabilidade ecodinâmica</b>	<b>Peso</b>
500 – 750	Médio	3,0
750 – 1000	Alto	4,0
>1000	Muito alto	5,0

Quanto a representatividade espacial de cada uma das classes, tem-se que a classe com alta instabilidade ecodinâmica é a que predomina na APA, ocupando

em superfície espacial 65,8%. Os intervalos expressos na classe cujos índices são superiores a 1000 Mj.mm/ha.ano, tido como de muito alta instabilidade representam 60,4% e a classe de instabilidade intermediária, cujos valores são de 500-700 são de 3,8% na superfície da APA, sendo esse último intervalo o que aparece de modo menos representativo.

As classes de erosividade, apresentadas no Mapa 5, comparadas ao mapa ilustrativo das precipitações médias no Estado do Paraná que está representado na Figura 24, guardando-se a devida proporção das escalas entre eles, pode-se notar que é seguido o mesmo traçado das isolinhas referente as classes de pluviosidade com as classes de erosividade das chuvas que aqui foram identificadas.



# MAPA 5 - EROSIVIDADE DAS CHUVAS

## APA DE GUARATUBA / PR

Organizador: Claudinei Tabor da Silveira

Ano: 2005

### LEGENDA:

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Estradas secundárias
- Limite da APA de Guaratuba
- Limite de Parques inseridos na APA
- Corpos d'água
- Estações Pluviométricas

### CLASSES DE EROSIVIDADE DAS CHUVAS (Mj.mm/ha.h.ano):

- 500 - 750
- 750 - 1000
- >1000



Escala: 1 : 200.000

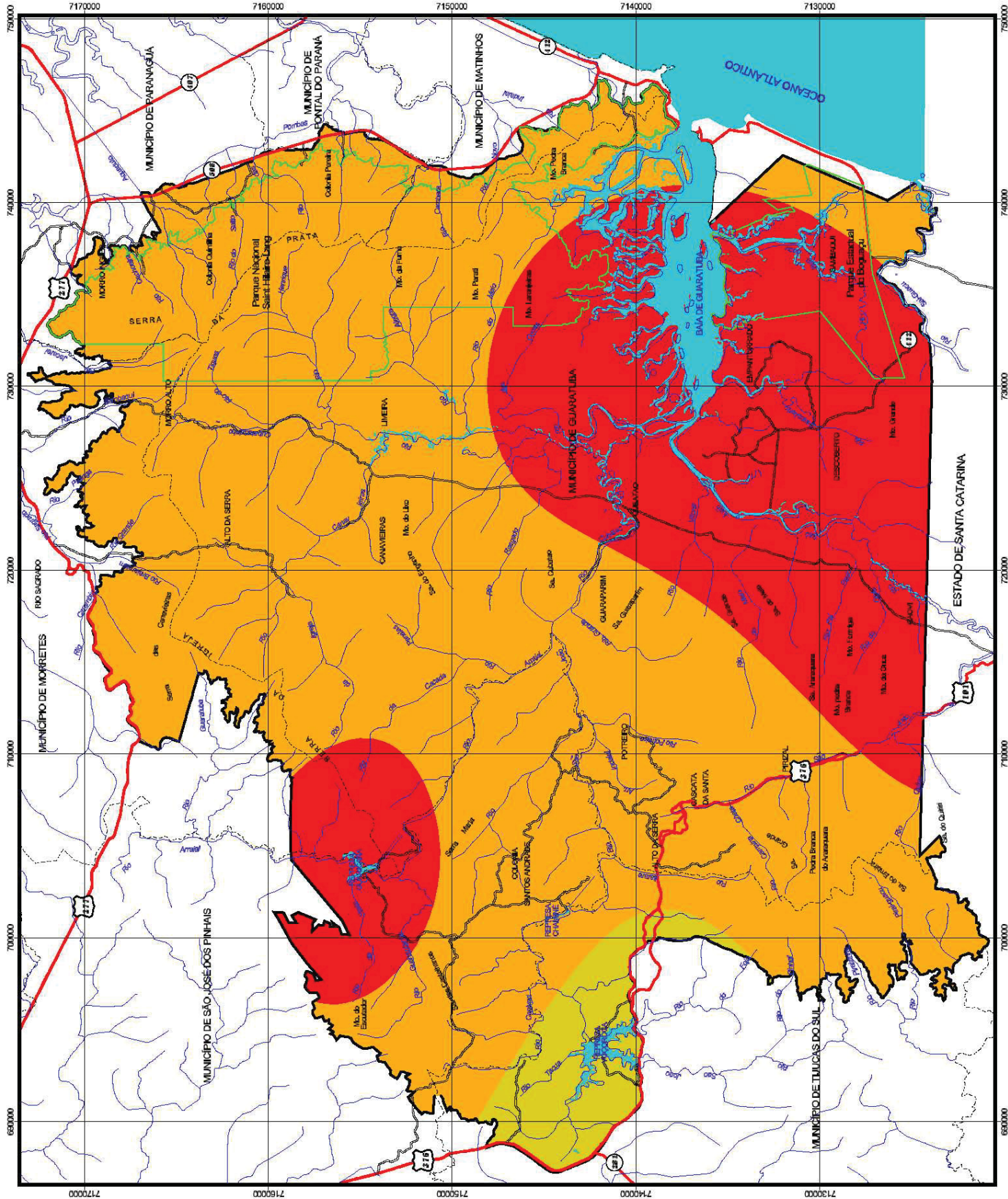
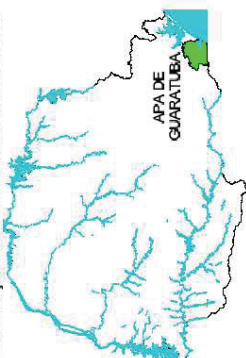


Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Inicial - SC  
Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM: Equador e Meridiano 51° WGR  
Acréscimo às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte:  
-Base altimétrica e pluviométrica detalhada: cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (CGE/IBRA);  
-Base altimétrica e pluviométrica: cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (IBRA);  
-Base digital da divisão territorial e limite das UGS (SEMA);  
-Informações pluviométricas e de erosividade: Banco de Dados Hidrometeorológico, período de 1975 a 2000 (CHP/RLACTECCOPEL).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





#### 4.6. Uso e Cobertura do Solo

As informações relativas ao uso e cobertura do solo são representadas nesse trabalho pelas antropizações e pela cobertura vegetal, respectivamente. Esse tema é de elevada importância para avaliação da Instabilidade Ecodinâmica Emergente, uma vez que a ação do homem altera os processos naturais de uma paisagem, influenciando na atuação dos processos.

Existe consenso generalizado de que as florestas desempenham importante papel na proteção do solo e o desmatamento, ou abertura de clareiras, pode promover não só a erosão, mas também movimentos coletivos de solo. Se bem que a relação entre escorregamentos e períodos de alta pluviosidade seja inegável, o desmatamento e outras formas de interferência antrópica têm também sido reconhecidos como processos desencadeadores de tais fenômenos. Entretanto, é difícil avaliar todas as possíveis formas de influência da cobertura vegetal natural na estabilidade das vertentes, mas alguns aspectos importantes podem ser investigados e integrados na análise clássica da estabilidade de vertentes, quais sejam: resistência do sistema solo-raiz, peso da cobertura vegetal, efeito de "atirantamento" das raízes e força de arrasto do vento atuando nas copas das árvores. Também, a cobertura vegetal representa um agente de equilíbrio da paisagem, evitando o impacto direto das gotas de chuva contra o terreno, fato que ocasiona a desagregação das partículas; impedindo a compactação do solo, aumentando a capacidade de infiltração do solo, reduzindo assim o escoamento superficial; por manter a sobrevivência de organismos biológicos, e suas relações, que influem também na permeabilidade e porosidade do solo. Assim, a atuação da cobertura do solo na dinâmica da paisagem está diretamente ligada a sua capacidade de proteção.

A base das informações utilizadas para elaboração do mapa de Cobertura do Solo (0), foram as cartas de vegetação que recobrem a APA de Guaratuba, na escala 1:50000 (Figura 4). Com estas, foi possível um detalhamento melhor quanto a cobertura vegetal e também a identificação dos pontos de antropizações, apoiando-se em levantamento de campo no qual foram percorridas todas as estradas trafegáveis, fazendo-se a anotação das coordenadas com uso de um aparelho GPS e as descrições referentes a cada ponto (Figura 40).

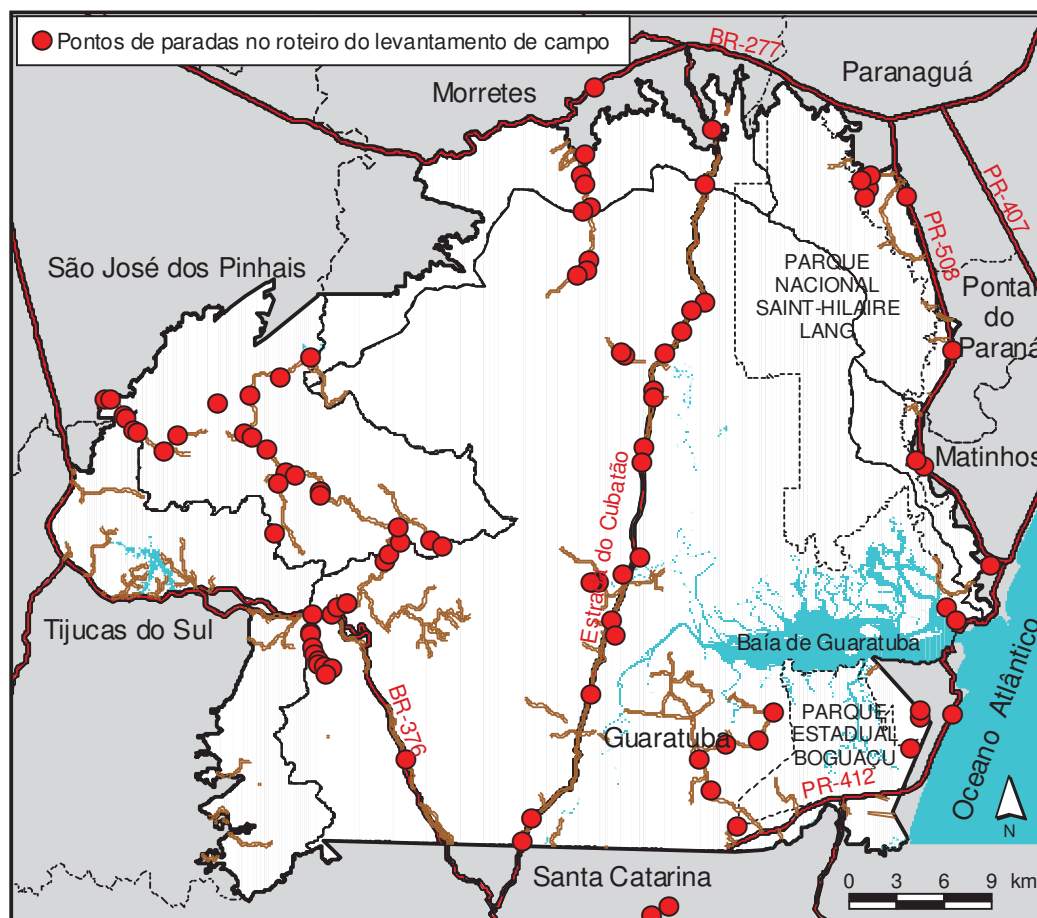


Figura 40 - Roteiro de campo percorrido na área de estudo pelas estradas trafegáveis

#### 4.6.1. Estágio atual de antropização na área de estudo

A APA de Guaratuba é constituída de um cenário natural bastante preservado, um significativo remanescente da Floresta Ombrófila Densa, cuja extensão territorial é representativa, principalmente quando comparado às demais regiões do Estado do Paraná, nas quais restou muito pouco da vegetação já existente.

Segundo o Atlas de Vegetação do Estado do Paraná, elaborado pela SEMA (2002), ao tratar do estágio atual da vegetação no Paraná, apontou que atualmente a região dos planaltos do interior do estado se caracteriza por uma vegetação altamente degradada, composta por pequenos remanescentes fragmentados e em diferentes estágios sucessionais. A maior perda de floresta é verificada nas regiões oeste, noroeste e norte do Estado, no domínio da Floresta Estacional Semidecidual, onde se concentra hoje a maior parte dos empreendimentos agropecuários. O

Centro-sul, região da Floresta Ombrófila Mista, comporta um percentual de área florestal um pouco maior, mas fortemente alterada, sendo consequência direta do ciclo de exploração do pinheiro, ocorrido principalmente em meados do século passado. No entanto, o litoral paranaense pode ser considerado uma situação particular no processo de ocupação das terras. Apesar de ter sido a primeira região a receber os imigrantes europeus, a baixa fertilidade dos solos da planície litorânea não favoreceu o estabelecimento de atividades agrícolas, o que levou ao abandono das terras e ao declínio de alguns núcleos urbanos. A floresta que havia sido parcialmente substituída por lavouras e pastagens, veio a se recuperar a partir do momento do abandono das terras. As regiões das serras, pelo seu relevo bastante acidentado, mantiveram sua cobertura original com poucas alterações. Atualmente a região do litoral, no qual a área de estudo está inserida, é a de maior índice de cobertura florestal do Paraná, favorecido tanto pelo processo de colonização como pelas condições topográficas das encostas serranas.

No entanto, análises realizadas para o Plano de Manejo da APA de Guaratuba, IAP, Pró-Atlântica e Silviconsult (em fase de execução), indicam um crescimento da população rural nessa Unidade de Conservação, que têm atividades diversificadas que incluem: atividades extrativas, agrícolas e de criação de animais, prestação de serviços de turismo e lazer sendo diaristas, mensalistas ou assalariados e chácaras de lazer; também, comércio de beira de estrada de alimentos e artesanato, que geram pequenas indústrias de transformação (farinha de mandioca, passas e balas de banana, compotas e doces em pasta, mel e alambiques).

O sistema agrícola, que representa a principal atividade na APA, possui um caráter bastante heterogêneo, onde segundo IAP, Pró-Atlântica e Silviconsult (*op cit*) coexistem a agricultura tradicional com a agricultura comercial, em meio a um quadro de complexidades sociais: “pobreza das populações locais, falta de infraestrutura, degradação ambiental e apropriação desigual dos recursos naturais”.

A agricultura comercial na APA tem como principal produto a banana, sendo cultivada principalmente ao longo da Estrada Limeira-Cubatão, em maior parte nas áreas da planície, também em meia encostas de morros e nas porções inferiores das serras (Foto 6, Foto 7 e Foto 8).



Foto 6 - Cultivo de bananas na porção inferior das vertentes das serras  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 7 - Bananais na extensão da área da planície (sentido da foto: de leste para oeste)  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 8 - Cultivos de banana na porção inferior das vertentes e nas planícies  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Quando localizados na planície os bananais possuem um sistema de drenagem para desencharcar o solo através de valas, que acompanham as estradas de acessos dentre o meio dos bananais (Foto 9). Geralmente os proprietários das áreas com cultivo de banana não respeitam os limites das Áreas de Preservação Permanente (Foto 10), principalmente tratando-se da faixa de preservação no entorno da margem dos rios, isso leva ao solapamento das margens dos canais (Foto 11), resultando em lixiviação e entulhamento dos rios na planície, ainda na aceleração do porte de sedimentos transportados para a baía de Guaratuba. Uma outra consequência é a contaminação das águas fluviais, uma vez que, são utilizados agrotóxicos nesses cultivos, inclusive em alguns casos o agrotóxico é aplicado nos bananais com uso de um pequeno avião, o que resulta na maior dispersão do produto nos cursos d'água.





Foto 9 - Valas para drenagem e desencharcamento do solo  
Fonte: Silveira & Borchartd (2004)



Foto 10 - Cultivo de bananas até as margens dos rios não respeitando a APP  
Fonte: Silveira & Borchartd (2004)



Foto 11 - Solapamento nas margens dos rios  
Fonte: Silveira & Borchartd (2004)

Os cultivos de bananas situados nas vertentes inclinadas de morros ou serras (Foto 12) propiciam aumento da erosão laminar, uma vez que dentre os bananeais não há vegetação arbustiva ou herbácea, que favoreçam a retenção de sedimentos e infiltração da água. Também pode haver nessas encostas a propensão de movimentação de massa, uma vez que o peso da vegetação sobre as vertentes é substituído pelos pesos dos pés de bananeais, no entanto o efeito de atirantamento das raízes que havia com a cobertura vegetal deixa de existir quando essa é substituída por esses cultivos, uma vez que a vegetação natural cria uma verdadeira teia com suas raízes, fazendo que uma sustente a outra.





Foto 12 - Cultivo de bananas em encostas inclinadas (região de planalto ondulado)  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Ainda que em muito menor extensão na APA o cultivo de arroz é uma das culturas praticadas para comercialização. Localiza-se na planície, pontualmente em algumas áreas. O preparo para o cultivo de arroz se dá pelo encharcamento do solo, inundando-o (Foto 13), para isso é necessária a canalização da água de rios. O principal impacto desse cultivo é a contaminação das águas dos lençóis freáticos, uma vez que são aplicados agrotóxicos nos arrozais e esses terrenos estão alagados (Foto 14).



Foto 13 - Terreno alagado, preparo para cultivo de arroz  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 14 - Cultivo de arroz na planície litorânea  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Na agricultura tradicional tem-se a prática de cultivos em pequenas áreas para fins de consumo próprio e subsistência familiar. Geralmente esses localizam-se próximo à residências e são praticados de modo artesanal. Os principais produtos desse caráter encontrados na APA são pequenas plantações de mandioca (Foto 15)

e milho, estando situados indiscriminadamente em todas as regiões onde há propriedades rurais na UC.



Foto 15 - Cultivo de mandioca, agricultura de subsistência  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Além dos produtos agrícolas já mencionados foi identificado no roteiro de campo o cultivo de palmeira real e gengibre, ambos ocupando áreas pouco significativas, no entanto sendo uma atividade crescente para fins comerciais. O gengibre é praticado na planície litorânea, ao sul da APA, nas proximidades da Estrada Cubatão-Limeira e PR 412. Segundo depoimento do proprietário de área ocupada por esse cultivo, a comercialização do produto é para fins de exportação. A palmeira real também é uma cultura em ascensão, uma vez que vem substituir o consumo do palmito jussara, no trabalho de campo realizado pela UC foi identificada sua presença em propriedades rurais situadas na porção norte da APA, na extensão da Estrada Cubatão-Limeira e Estrada Rio Sagrado (Foto 16).



Foto 16 - Cultivo da Palmeira Real  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

A pecuária praticada na extensão da APA se constitui atualmente de pequenos rebanhos. A fazenda Estrela, situada na Estrada Cubatão-Limeira, na comunidade Cubatão, possui criação de búfalos (Foto 17 e Foto 18), no entanto o rebanho atual menor do que no passado, segundo afirmado pelo administrador da fazenda em conversa tida na visita à essa propriedade no trabalho de campo, a bubalinocultura será extinta da fazenda tendo atualmente cerca de 600 animais ali sendo criados, e serão substituídos pela criação de gado do tipo Nelori, estimando possuir 5000 reses. A bubalinocultura está na porção de planície em terrenos encharcados e alagadiços. Os principais impactos estão vinculados ao pisoteamento dos búfalos do solo levando ao solapamento de rios e lagos, pelo tráfego desses animais de grande porte nessas áreas, também a compactação e desestruturação do solo.

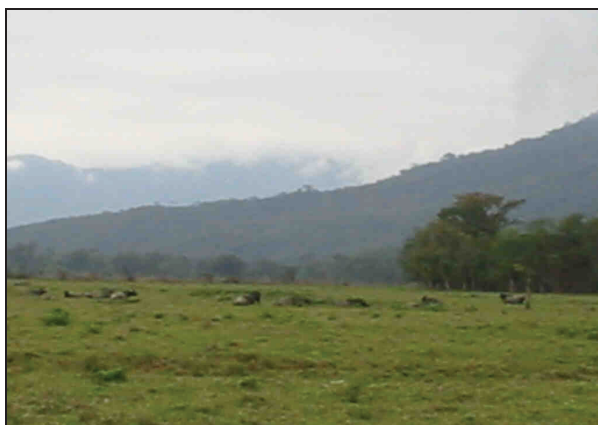


Foto 17 - Criação de búfalos na faz. Estrela  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 18 - Búfalos (detalhe da foto anterior)  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

A criação de gado é presente em diversas propriedades rurais na APA, sendo de rebanhos muito pequenos, por vezes apenas algumas reses engorda ou leite. Nas propriedades com acesso pelas estradas vicinais que partem da BR 277 e PR 412, ao norte e nordeste da área de estudo (Foto 19 e Foto 20), e nas vicinais de acesso a partir da BR 376 à oeste.





Foto 19 - Pequeno rebanho de gado  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 20 - Reses sendo deslocadas  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

A silvicultura de *Pinus spp.* é um dos tipos de antropização com grande representatividade espacial na APA de Guaratuba. Esses reflorestamentos estão situados significativamente na porção sudoeste, sobre o corpo granítico morro redondo na Serra do Mar, em uma área extensa, cuja topografia do terreno é de declividade acentuada. Outra porção com usos do solo ocupado por silvicultura está localizada à oeste na UC, na unidade fisiográfica do Primeiro Planalto Paranaense, nas proximidades da Colônia Castelhanos, extendendo-se nas margens das estradas vicinais (Foto 21 e Foto 22). De modo menos denso a silvicultura está presente na Planície Litorânea, ao sul da baía de Guaratuba, nas proximidades das comunidades Descoberto, Riozinho e Estaleiro.



Foto 21 - Silvicultura de *Pinus spp.*, situados na porção oeste da APA  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

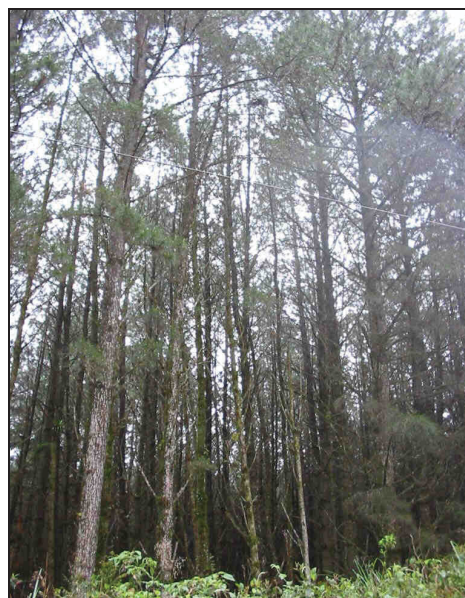


Foto 22 - Silvicultura de *Pinus spp.* (árvores com porte desenvolvido)  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Quanto à exploração mineral, conforme foi avaliado e constatado no Plano de Manejo da APA de Guaratuba, IAP, Pró-Atlântica e Silviconsult (em fase de execução), baseando nos levantamentos elaborados realizados pela MINEROPAR para o Programa PRÓ-ATLÂNTICA, concluiu-se que a maioria das jazidas situadas na APA de Guaratuba estão concentradas em três regiões principais: rodovia Alexandra-Matinhos, no município de Matinhos; estrada de Guaratuba-Garuva, nas proximidades da localidade de Coroados e limite com o Estado de Santa Catarina e nas proximidades da rodovia BR 376, à qual dá acesso, nos limites com o município de São José dos Pinhais.

Atualmente a atividade de mineração de maior interesse econômico na APA é a exploração de materiais para a construção civil e manutenção de estradas.

A extração de areia é uma importante atividade econômica na área de estudo. A tendência do crescimento dessa atividade se dá pelas características físicas apresentadas pelos solos da região, que dispõem desse material, e atendem a construção civil atualmente com altas taxas de crescimento populacional, principalmente nas regiões de maior proximidade à orla litorânea. A redução dos custos com transporte para locomoção da areia de outras áreas distantes é um outro fator de agravante econômico que justifica a tendência do crescimento dessa atividade na UC. No entanto, a extração da areia nos solos podzóis, que estão situados na planície, gera degradações ambientais intensas, uma vez que a camada superficial de matéria orgânica que está sobre a base arenosa é removida, e é justamente essa camada de material orgânico que mantém a cobertura da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, fazendo com que a reconstituição do ambiente original seja dificultada, uma vez que a vegetação nativa não consegue desenvolver diretamente sobre a base arenosa.

Por isso, a atividade de dragagem de areia do leito dos rios (Foto 23 e Foto 24) é a indicada pelo Plano de Manejo da APA de Guaratuba como uma das formas de exploração racional dessa atividade de mineração na UC, com a ressalva de que para isso devem ser seguidos todos os padrões ambientais exigidos.





Foto 23 - Draga de areia instalada no rio Taquaruvu

Fonte: Silveira & Oka-Fiori (2002)



Foto 24 - Areal com dragagem de areia no rio Taquaruvu

Fonte: Silveira & Oka-Fiori (2002)

As saibreiras, pedreiras e cascalheiras aparecem em locais pontuais na APA, porém causam forte impacto visual, uma vez que exige extração de toda vegetação da superfície e profundos cortes nas encostas de morros (Foto 25 e Foto 26). Segundo consta no Plano de Manejo da APA de Guaratuba, não foram observadas atividades para a recuperação ambiental de saibreiras e pedreiras paralisadas, estando muitas delas abandonadas por mais de 10 anos.



Foto 25 - Pedreira ativa: moagem de rocha migmatítica para brita (BR 277)

Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 26 - Pedreira cujo produto atende a construção civil (edificação e pavimentação)

Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

Uma das questões preocupantes na APA de Guaratuba, e que segundo SILVEIRA (2000b) constitui-se numa das destacáveis pressões antrópicas nessa UC, é o avanço populacional que foi detectado por meio da elaboração de mapas temáticos de densidade e evolução demográfica. O avanço dos núcleos urbanos, decorrentes da especulação imobiliária, pela sua localização geográfica próximo à orla marítima, são as áreas de maior preocupação, sendo os principais focos as praias de Guaratuba, Matinhos e Caiobá, uma vez que a intensificação do turismo resulta no aumento de casas de veranistas e na necessidade de novos loteamentos. Assim a instalação de loteamentos residenciais (Foto 27 e Foto 28), bem como a instalação de infra-estrutura urbana é crescente na porção sudeste da APA.

Foi constatado, por meio do levantamento de informações em trabalho de campo, que nesses novos loteamentos residenciais a população ocupante é de moradores que se fixaram nessas novas áreas pelos preços mais acessíveis, sendo eles provenientes da própria região litorânea, oriundos de Paranaguá ou de locais mais próximos, atraídos pela intenção de colocação profissional junto aos maiores adensamentos demográficos daquela região.



Foto 27 - Avanço de loteamentos sobre a APA  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)



Foto 28 - Loteamentos instalados na UC  
Fonte: Silveira & Borchardt (2004)

#### 4.6.2. Análise ecodinâmica do uso e cobertura do solo

Para que fosse possível realizar o cruzamento de dados relativo ao tema que representa o uso e cobertura do solo, foram agrupadas as categorias dos tipos vegetacionais, estado de conservação florestal e antropizações em classes de instabilidade ecodinâmica, sob a perspectiva de proteção do solo (Tabela 19).

Tabela 19 – Grau de instabilidade emergente do uso e cobertura do solo

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Descrições	Pesos	Instabilidade
Floresta em estágio avançado de sucessão vegetal (pouco alterada ou primária)	Floresta Ombrófila Densa Altomontana	1,0	Muito baixa
	Floresta Ombrófila Densa Montana	1,0	
	Floresta Ombrófila Densa Submontana	1,0	
	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	1,0	
	Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	1,0	
	Floresta Ombrófila Mista Montana	1,0	
	Floresta Ombrófila Mista Aluvial	1,0	
Floresta em estágio intermediário de sucessão vegetal	(alterada e bem recomposta)	1,5	
Formações pioneiras	Formações pioneiras com influência fluvial de porte arbóreo	2,0	Baixa
	Formações pioneiras com influência fluvial de porte herbácea	2,5	
	Formações pioneiras com influência fluvial de porte arbustiva	2,5	
	Formações pioneiras com influência fluviomarina arbórea	2,0	
	Formações pioneiras com influência fluviomarina herbácea	2,5	
	Formações pioneiras com influência fluviomarina arbustiva	2,5	
	Formações pioneiras com influência marinha arbóreo	2,0	
Refúgios vegetacionais montanos e altomontanos	Campos de altitude	2,5	
Floresta em estágio inicial de sucessão vegetal	(alterada em regeneração)	3,0	Intermediária
Silvicultura	<i>Pinus spp.</i>	3,0	
Agricultura	Banana	4,0	Alta
	Arroz	4,0	
	Diversas	4,0	
Pecuária	Pequenos rebanhos de corte e leite	4,0	
Áreas urbanizadas		5,0	Muito Alta

Considerando as zonas de floresta, tanto da Ombrófila Densa como da Mista, as que possuem seu estágio atual de conservação em sucessão vegetal avançado ou então que foram pouco alteradas pelas ações antrópicas, são essas as áreas que apresentam maior estabilidade quanto à proteção dos solos, favorecendo a estabilidade da paisagem e atuação da pedogênese. Desse modo, essas categorias de cobertura vegetal foram incluídas na classe ecodinâmica de muito baixa instabilidade emergente, cujo peso atribuído foi “1,0”, o valor mais baixo da escala de grandeza definida. Segue-se nessa escala de valores a categoria de floresta em estágio intermediário de sucessão vegetal, tendo esta recebido significativa alteração antrópica, porém já em estágio atual de boa recomposição, para essa foi atribuído o peso “1,5”, situando-se também na classe ecodinâmica de muito baixa instabilidade emergente. A categoria cujo estado de conservação atual é de floresta em estágio inicial de sucessão vegetal, que encontra-se em regeneração ainda pouco desenvolvida, recebeu atribuição de peso “3,0”, inserida na classe de intermediário instabilidade ecodinâmica emergente (Tabela 19), essa categoria está

sujeita a ser desmatada ou à mercê de ocupação para algum tipo de cultivo, uma vez que a legislação atual permite a extração da vegetação em áreas que estejam em estágio de sucessão inicial.

As regiões fitogeográficas com Formações Pioneiras, classificadas no mapeamento de vegetação elaborado pela SEMA (2002b), que se fundamenta na proposta de classificação atual adotada pelo IBGE (1991), levando em consideração o ambiente de desenvolvimento dessas formações vegetais, têm-se na área de estudo a ocorrência das Formações Pioneiras de Influência Marinha, de Influência Fluvio-marinha e de Influência Fluvial, cujo porte varia de arbustiva, herbácea e arbórea. Para esse tipo de cobertura, cujo porte é arbóreo, foi atribuído peso “2,0”, enquanto que para arbustiva e herbácea a atribuição de peso foi “2,5”. As formações pioneiras inserem-se na classe de baixa instabilidade ecodinâmica. Em igual classe foram agrupadas, também, as áreas de Refúgios vegetacionais montanos e altomontanos, com atribuição de peso “2,5” (Tabela 19).

Quanto aos usos antrópicos, representados pelas categorias de agropecuária, pecuária, silvicultura e áreas urbanas (em processo de urbanização), são entendidos como agentes de alteração e desequilíbrio na dinâmica natural. A agricultura, representada principalmente pelo cultivo de banana, dentre outras culturas menos significativas, foi classificada em alta instabilidade ecodinâmica, com atribuição de peso “4,0”, uma vez que influencia na atuação do processos levando ao desequilíbrio natural, principalmente na dinâmica do escoamento superficial das águas pluviais desencadeando a aceleração da morfogênese. As áreas com ocupação da silvicultura, com o cultivo do *Pinus spp.*, recebeu a atribuição do peso “3,0”, com grau intermediário de instabilidade ecodinâmica, pois embora proporcione a homogeneização da cobertura dos solos acarretando desequilíbrios bióticos, as áreas de silvicultura não deixam os solos expostos e até protegem com suas folhas o impacto das gotas de chuva, no entanto, ainda assim, não são eficientes como a vegetação original. As áreas em processo de urbanização foram as consideradas com mais alto grau de instabilidade emergente, com atribuição do peso “5,0”, uma vez que nesses locais ocorrem as principais alterações na morfologia da paisagem, desencadeando os mais atenuantes desequilíbrios e impactos ambientais por apresentar um uso intensivo causando as maiores alterações naturais.



# MAPA 6 - USO E COBERTURA DO SOLO

## APA DE GUARATUBA / PR

Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

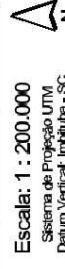
Ano: 2005

### LEGENDA:

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Estradas secundárias
- Limite da APA de Guaratuba
- Limite de Parques inseridos na APA
- Corpos d'água

### CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO:

- Silvicultura (Pinus spp.)
- Agricultura (predomínio de cultivo de banana e outras culturas diversas), Pecuária e outros
- Áreas urbanizadas
- Floresta em estágio inicial de sucessão vegetal (alterada em regeneração)
- Floresta em estágio intermediário de sucessão vegetal (alterada e bem recomposta)
- Floresta em estágio avançado de sucessão vegetal (pouco alterada ou primária)
- Formações Pioneiras com influência fluvial, fluvioninha ou marinha - herbácea / arbustiva
- Formações Pioneiras com influência fluvial, fluvioninha ou marinha - portis: arbórea
- Refúgios Montanos e Altomontanos



Escala: 1 : 200.000

Sistema de Projeção UTM

Datum Vertical: Inicial - SC

Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM: Equador e Meridiano 51°WGR

Acréscida às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fontes:

-Base administrativa e planimétrica para geração do modelo digital.

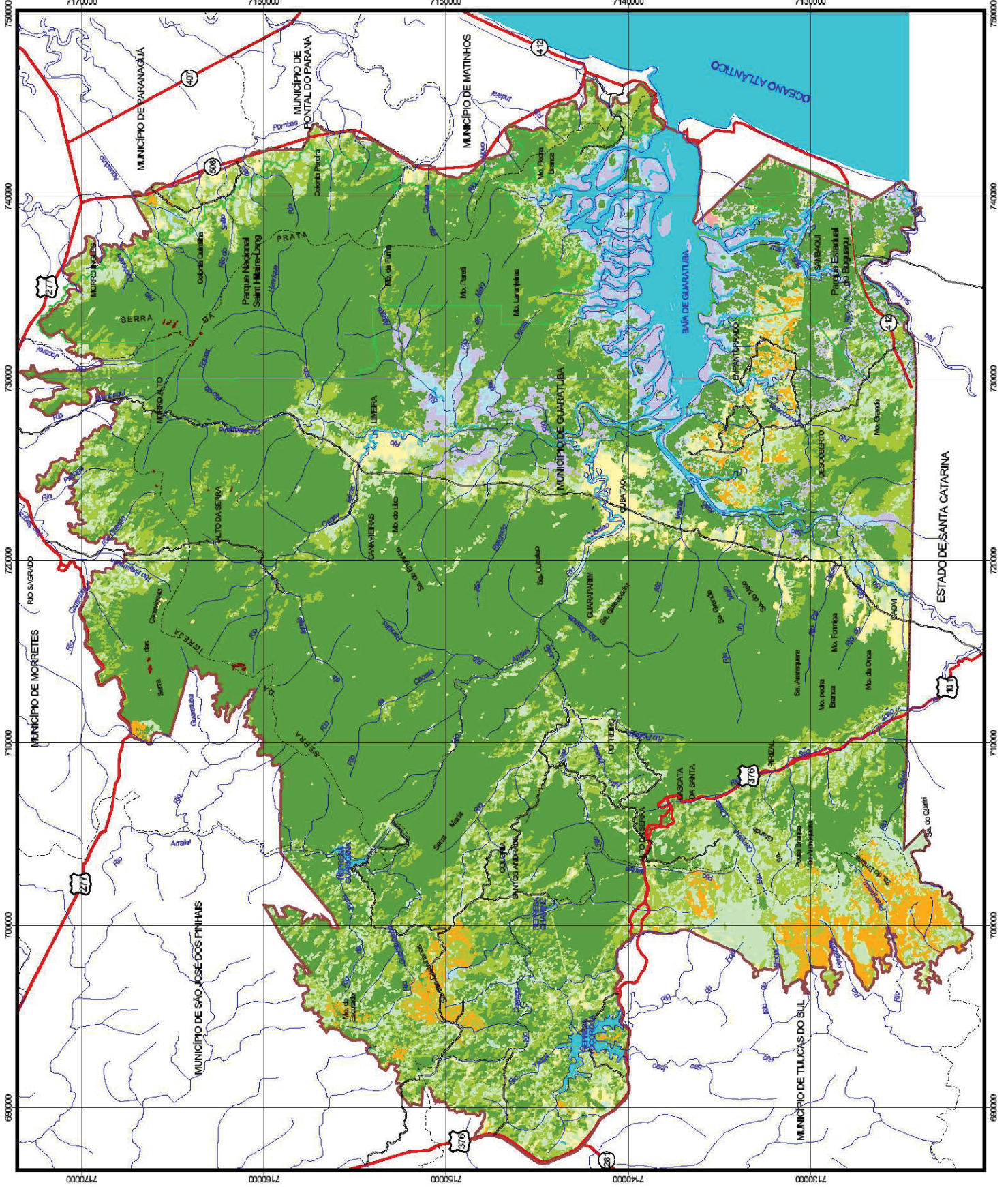
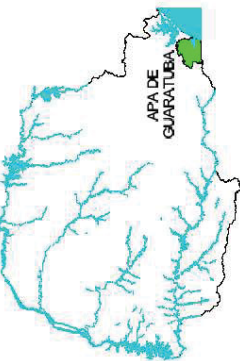
-Base altimétrica para geração do modelo digital.

-Base altimétrica antrópica: cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSG).

-Base digital da altitude territorial e linha das UC's (SEMA).

-Cartas de vegetação digital, escala 1:50.000 (SEMA).

### Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





## **4.7. Instabilidade Ecodinâmica: resultados e análises**

A obtenção dos resultados pela correlação dos dados espaciais dos temas componentes da paisagem constitui o terceiro nível no desenvolvimento do presente trabalho, sendo de interpretação, conforme apresentado na implementação esquemática do fluxograma da pesquisa (Figura 8). Esses resultados deram origem às classes de Instabilidade Ecodinâmica Potencial e Emergente que foram mapeadas.

A partir dos GRID's resultantes dos processamentos computacionais para cruzamentos dos dados da instabilidade ecodinâmica, foram definidas suas categorias, apresentando-as em mapas temáticos. Depois foram delimitados os polígonos que representam as classes de instabilidade das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Mapa 6) e de Instabilidade Emergente (Mapa 7).

### **4.7.1. Instabilidade Ecodinâmica Potencial**

As delimitações destas unidades, cartografadas no Mapa 6, expressam o equilíbrio dinâmico natural na APA de Guaratuba, sem a influência das atividades antrópicas. As classes obtidas variaram na escala de grandeza, sendo: com baixo grau de instabilidade quando prevalecem os processos pedogenéticos, intermediário quando há um intergradiente, alto e muito alto quando prevalecem os processos morfogenéticos.

As características físico-naturais da paisagem que predominaram em cada uma das classes ecodinâmicas de instabilidade potencial estão apresentadas de forma sintetizada na Tabela 20.

As áreas com a ocorrência da classe de grau de instabilidade potencial muito alto estão localizadas, principalmente, nas porções altimétricas mais elevadas da APA, onde o relevo é enérgico com declividade mais acentuada, geralmente com inclinações superiores a 47%. As formas predominantes das vertentes são retilíneas e/ou côncavas. Essas características morfológicas do relevo associadas ao substrato litológico, que é de elevada resitência, resulta em solos imaturos. Desse modo, as classes de solos encontradas nessas áreas são os Litólicos, alguns

Afloramentos Rochosos e Cambissolos com características rasas. Os índices pluviométricos são elevados, resultando em valores altos para o fator de erosividade das chuvas. Esses altos índices se explicam principalmente pelas massas de ar Atlânticas que causam as chuvas orográficas, muito comuns na região. Portanto, nas áreas com instabilidade ecodinâmica potencial muito alta podem ser notadas cicatrizes naturais de escorregamentos nas encostas (Foto 29), demonstrando a pouca estabilidade das vertentes.

Tabela 20 - Características físicas predominantes por classe de instabilidade potencial

Características físicas predominantes	Classes por graus de instabilidade ecodinâmicas de potencial			
	Baixa	Intmediário	Alta	Muito alta
Unidade Fisiográfica	Planalto e Planície litorânea (aluvial)	Planalto e Planície litorânea (restinga)	Serra do Mar, Planalto e Morros e colinas	Serra do Mar (terço superior e cristas)
Solo	Latossolo Vermelho-amarelo, Gley Pouco Húmico e Podzólico	Podzol, Gley Pouco Húmicos. Podzólico Vermelho-amarelo, Cambissolo e Areias Quartzosas	Cambissolo, Litólico e Podzólico Vermelho-amarelo	Cambissolo, Litólico e Afloramentos Rochosos
Declividade	Vermelho-amarelo 0 – 5% e 5 – 12%	0 – 5% e 5 – 12%	12 – 30% e 30 47%'	>47%
Forma das vertentes	Plano e convexas	Plano e convexas	Retilínea e côncava	Retilínea e côncava
Erosividade	500-750 e >1000	750-1000 e >1000	750-1000 e >1000	750-1000 e >1000
Litologia	Sedimentos recentes e Complexo Granítico-Migmatítico	Complexo Granítico-Migmatítico e Metamófico Indiferenciado	Complexo Granítico-Migmatítico, Metamófico Indiferenciado, Suíte Álcali-Granito, e Formação Guaratubinha	Complexo Granítico-Migmatítico, Suíte Álcali-Granito, e Formação Guaratubinha



Foto 29 - Cicatrizes de deslizamentos nas encostas (local: Serra Cubatão)  
Fonte: Silveira & Oka-Fiori (2002)

A classe de muito alta instabilidade potencial está localizada nas seguintes áreas (Mapa 6):

- Serra da Prata, nos sentidos N-NE-E da APA, abrangendo seu terço superior, estendendo-se sobre o espigão central desde o morro Inglês, passando pelo morro Alto, da Furna, Parati indo até o morro Laranjeiras. Essas áreas estão situadas dentro do perímetro do Parque Nacional Saint-Hilaire / Lang;
- Serra das Canavieiras, ao norte, estende-se pelas cumeiras, nos terços superiores;
- Serra da Igreja (NO), nas porções mais elevadas das encostas da face oeste;
- Porção central da APA, nas partes mais elevadas e declivosas das serras do Engenho, Cubatão e Guaraparim, indo até o sul pelas cristas das serras Grande, do Meio, Ararapira, e pelo morro da Pedra Branca, da Formiga e da Onça, abrangendo os espigões, cumes e terços superiores;
- Porção sudoeste, nas encostas ao lado direito do vale do curso médio e superior do rio São João, também em algumas cristas e vertentes mais íngreme do corpo granítico Morro Redondo;
- Porção oeste, nas maiores elevações e áreas com maior declividade, estando ali no morro do Escutador cujo embasamento é a Formação Guaratubinha;
- Porção centro-oeste da APA, nas vertentes do vale do rio Arraial, estando no curso superior de seu canal principal e no do arroio Indaial, também no vale do terço médio do rio São João (Voçoroca). Esses vales são bastante encaixados com forte declive.

A classe de alta instabilidade potencial é a que aparece em maior extensão na APA, está em quase sua totalidade dentro da unidade fisiográfica da Serra do Mar, excetuando as porções localizadas na parte norte da unidade de Planalto, no entorno da Represa Guaricana, e nos morros e colinas situados na Planície Litorânea (Mapa 6).

Nas áreas com ocorrência de alta instabilidade o relevo tem grande potencial energético, com encostas de muita declividade, variando principalmente entre os intervalos agrupados de 12-30% e/ou 30-47%. As formas de vertentes predominantemente são as retilíneas e côncavas, excetuando nas áreas que estão situadas no planalto e nos morros e colinas, onde a forma predominante é convexa. O substrato geológico é composto de rochas metafórficas e ígneas, do tipo

migmatitos, gnaisses e granitos com elevado grau de resistência intempérica, com solos do grupo dos Cambissolos com pouca espessura.

Nas áreas de incidência de alta e muito instabilidade potencial os processos atuam fortemente para o rebaixamento do relevo, predominando a morfogênese pela ação da água e da gravidade, através da erosão e movimentos coletivos de massa.

A classe com intermediária instabilidade ecodinâmica potencial, ou meios intergrades conforme denominado por Tricart (1977), representa um gradiente entre as áreas da estabilidade e instabilidade. As porções de ocorrência dessa classe não podem ser consideradas estáveis, pois embora recebam atuação menos intensiva dos processos, há ainda a atuação de altos índices pluviométricos, principalmente nas regiões das serras e da planície; com solos rasos, sendo os Cambissólicos nas regiões de serras e planaltos e Podzóis na planície, esses últimos muito arenosos, de pouca coesão, e pouco desenvolvido estando sobre os depósitos sedimentares do quaternário.

As áreas de instabilidade intermediária estão localizadas:

- No entorno da baía de Guaratuba até o limite estadual, ao sul. Onde toda essa área coincide com a localização do compartimento da planície de restinga. Essas áreas são recobertas por solos Podzóis muito arenosos com presença de carapaças ferruginosas;
- Em parte da planície aluvial do rio São João, ao leste, com solos Gley Pouco Húmicos e elevados valores de erosividade das chuvas decorrentes pelos altos índices de precipitação;
- No terço inferior dos morros e colinas na parte centro-leste e leste da APA;
- Na porção oeste, nos compartimentos de planaltos, ocupando significativa área com relevo de planaltos ondulados possuindo formas predominantes de vertentes convexas, com declividades variando no intervalo de 5-12% e solos câmbicos associados;
- Na unidade fisiográfica da Serra do Mar, constituindo de pequenas manchas inserida dentre as classes de alta e muito alta instabilidade, associadas a unidade de solos do grupo dos Cambissolos em porções menos íngremes do relevo, com substrato litológico composto por rochas metamórficas (гнаisses e migmatitos).

As áreas de baixa instabilidade potencial são consideradas sob a perspectiva da ecodinâmica como estáveis e em relativo equilíbrio natural. Na região

de estudo sua ocorrência resultou na delimitação de duas zonas (Mapa 6). Uma delas situada na porção oeste da APA, na área de entorno da Represa Capivari, localizada na unidade fisiográfica do Primeiro Planalto Paranaense. Nessa zona o relevo é de planaltos ondulados com formas predominantes de vertentes convexas, com a declividade de 5-12% e solos são mais desenvolvidos, sendo Latossolos Vermelho-amarelos e Podzólicos Vermelho-amarelos. Também nela área estão os mais baixos índices de erosividade da UC estudada. A segunda zona incidente está localizada na unidade fisiográfica da Planície Litorânea, mais precisamente na planície aluvial dos rios Cubatão, Cubatãozinho, São João e Alegre, com solos Gley Pouco Húmicos, repousando sobre sedimentos aluvionares quaternários, com relevo muito plano apresentando declividade inferior à 5% de inclinação.

A classe de muito baixa instabilidade ecodinâmica potencial, que representa a menor atuação dos processos morfogenéticos e com maior estabilidade ecodinâmica, não foi constatada na área de estudo. Tal resultado se deve pelas características físicas que predominantes na área de estudo: elevado regime pluviométrico, relevo enérgico com encostas bastante inclinadas e em maior parte solos pouco desenvolvidos.



**MAPA 7 - UNIDADES ECODINÂMICAS DE INSTABILIDADE POTENCIAL**  
**APA DE GUARATUBA / PR**

Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

Ano: 2005

**LEGENDA:**

-  Hidrografia
-  Limites Territoriais
-  Rodovias Federais
-  Rodovias Estaduais
-  Estradas secundárias
-  Limite da APA de Guaratuba
-  Limite de Parques inseridos na APA
-  Corpos d'água

**CLASSES DE INSTABILIDADE ECODINÂMICA POTENCIAL:**

-  Baixa
-  Intermediária
-  Alta
-  Muito alta

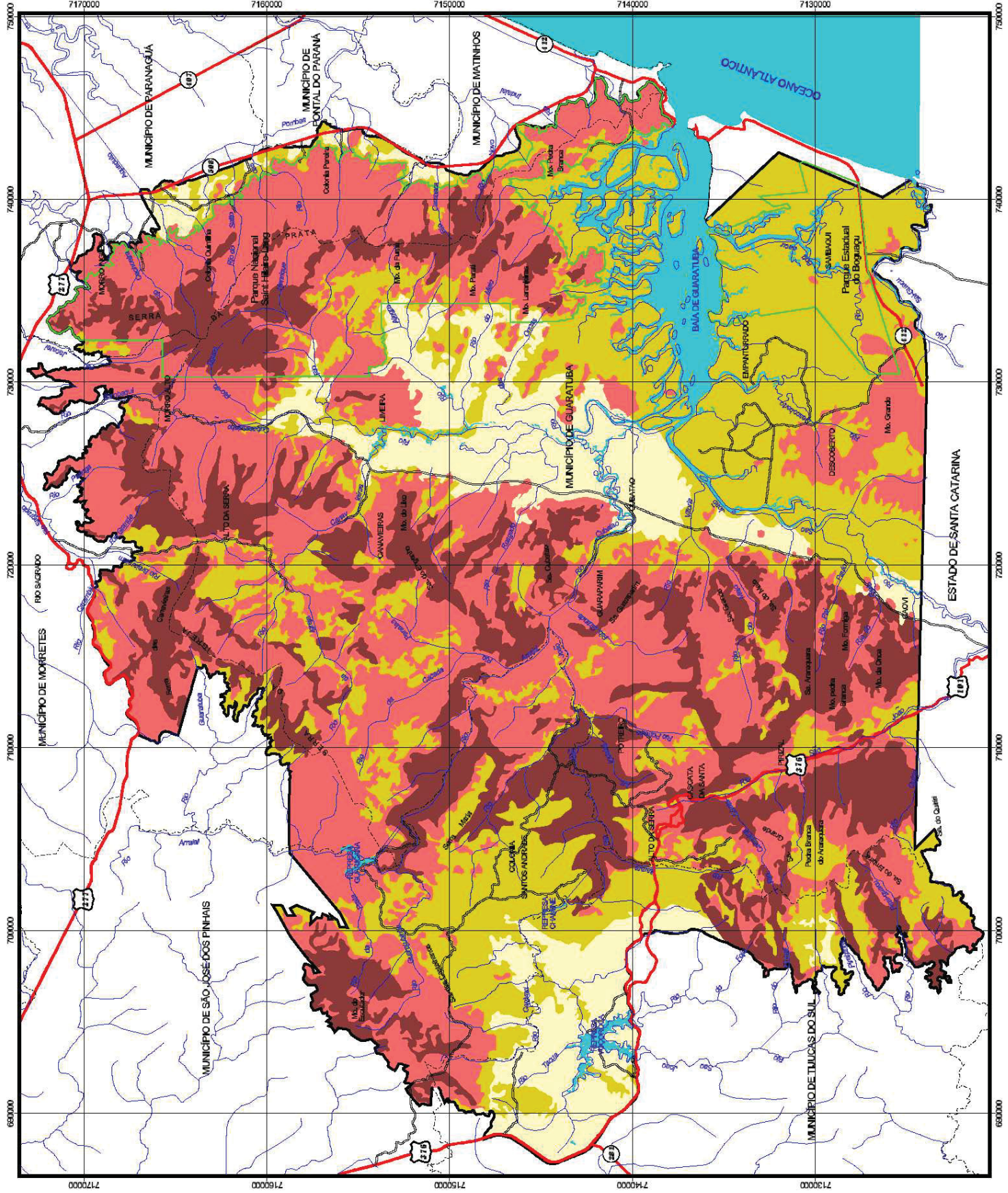
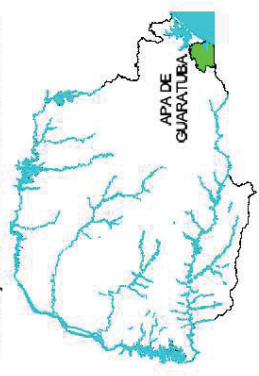


Sistema de Projeção UTM  
 Datum Vertical: Indúbia - SC  
 Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
 Acrecidas às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte:  
 - Hidrografia e elementos desenhados: cartas topográficas digitais, escala 1:25.000 (CGS/SEMA);  
 - Base planimétrica simplificada: cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSG);  
 - Base digital da diviso territorial e linha base UCS (SEMA);  
 - Informações pluviométricas e de erosividade: Banco de Dados do Centro de Informações Geográficas (CIG) do IBGE;  
 - Mapa de solo: simplificado digital, escala 1:500.000 (SEMA);  
 - Informações geológicas digitais, escala 1:500.000 (MINEROPAR/SEMA).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





#### 4.7.2. Instabilidade Ecodinâmica Emergente

As unidades espaciais que estão representadas no Mapa 7, cujas classes expressam a escala de grandeza da instabilidade ecodinâmica emergente, indicam as alterações antrópicas no ambiente natural e seu estado de equilíbrio em relação à cobertura do solo. Seus resultados se dão através da correlação das informações resultantes da instabilidade ecodinâmica potencial com as informações de uso e cobertura do solo.

Ross (1990) evidencia que as interferências criadas pelo homem, nas mais diversas situações, construindo e reordenando espaços físicos naturais, alteram o equilíbrio da natureza, que embora não seja estático apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua.

A classe ecodinâmica emergente predominante na área de estudo de estudo é a de intermediária instabilidade, ocorrendo geralmente nas áreas onde os resultados da ecodinâmica potencial apontavam para classes de alta e muito alta instabilidade, mas que possuem a cobertura vegetal bastante preservada, em estágios avançado e intermediário sucessional da vegetação, ou então muito pouco alteradas pela ação antropogênica. Assim sendo, estas áreas demonstram um grau intermediário de equilíbrio na relação de cobertura e aspectos físicos, pois a vegetação existente atenua a ação da erosão e de deslizamentos, ou seja, a alteração desse cenário atual irá alterar tal estado de equilíbrio, desencadeando aceleração nos processos erosivos e instabilidade das encostas. Porém, cabe a ressalva de que se houver a atividade extrativa da floresta, estas áreas terão aumento nos graus da instabilidade ecodinâmica emergente, passando a ter valores de alta e muita de instabilidade. Em suma, a predominância da classe de intermediária instabilidade na APA de Guaratuba se deve pelo atual estado de preservação da floresta.

A classe com baixo grau de instabilidade emergente, conforme apresentada no Mapa 7, esta localizada nas seguintes áreas:

- Na unidade fisiográfica do Primeiro Planalto, no entorno da Represa Chaminé e ao norte da Represa Voçoroca, onde a instabilidade potencial é baixa e a vegetação está preservada.
- Na Planície Litorânea, aparece nas planícies fluviais dos rios São João e Cubatãozinho e nos seus afluentes, os rios: Alegre, do Meio e das Onças. Nessas

áreas os resultados da ecodinâmica potencial foram de baixa instabilidade associados a cobertura vegetal bastante preservada. Na porção de planície de restinga ocupa significativa área ao sul da baía de Guaratuba, cujos resultados obtidos da avaliação da ecodinâmica potencial são de intermediária instabilidade, atenuados pela cobertura da vegetação que é preservada na área.

– Na Serra do Mar, em áreas com florestas, ainda que com resultados de instabilidade potencial alto e muito alto, atenuados pela cobertura florestal. Assim sendo, nessas áreas, conforme já citado, alterações na forma do uso e cobertura do solo, tal como a retirada da cobertura vegetal, provocariam mudanças nos resultados aqui apresentados, alterando a representação da instabilidade ecodinâmica na paisagem na área de estudo, assim a ação antrópica num cenário futuro traria modificação ao Mapa 7, aqui apresentado.

A classe de muito baixa instabilidade ecodinâmica emergente não foi constatada na área de estudo. Isso se deve pelas condições físico-naturais que configuram o cenário da APA de Guaratuba.

As classes de alto e muito alto grau de instabilidade emergente representam os pontos de maior pressões antrópicas atuantes na APA, uma vez que influenciam o equilíbrio ecodinâmico natural. Com maior intensidade de antropização a classe de muito alta instabilidade representa uma porção pouco significativa dentro da área de estudo, situando-se na extensão de áreas urbanizadas, próximas ao sul da baía de Guaratuba. Tais urbanizações adentrando o perímetro da APA são decorrentes da crescente intensificação de novas fixações de moradias próximas da orla. Isso é reflexo do turismo desordenado cada vez mais crescente nos municípios litorâneos paranaense, principalmente nas praias de Guaratuba, Matinhos e Caiobá, pois a intensificação do turismo resulta no aumento de casas de veranistas e na necessidade de novos loteamentos. Assim, esse é um ponto de pressão de grande preocupação na APA, uma vez que afetará um preservado e frágil sistema ecológico nas áreas de restingas dessa UC.

A alta instabilidade emergente aparece em áreas que tem alto ou intermediário grau de instabilidade ecodinâmica potencial e apresentam influências antrópicas. Em maior parte foi constatado nas margens dos eixos viários de acesso, tais como na rodovia BR 376, que corta a APA de Guaratuba no sentido oeste-sul, na BR 277 localizada na porção norte e na PR 508 na porção leste, ambas muito

próximas da APA e em certos pontos, sendo o limite desta UC, na PR 412, ao sul e a Estrada Limeira-Cubatão que atravessa a APA no sentido norte-sul, também nas estradas vicinais que partem da BR 376 e vão até as comunidades Potreiro, Colônia Santos Andrade e Castelhana, as que partem da PR 508 e vão até as Colônias Quintilha e Pereira, da PR 412 para as comunidades Riozinho, Descoberto e Estaleiro (ao sul da baía de Guaratuba) e a que parte da BR 277 para a comunidade Rio Sagrado. Também, ocorrem áreas de alta instabilidade na porção sudoeste, no Morro Redondo, onde há vastas áreas ocupadas pela silvicultura de *Pinus spp.* e a vegetação está em estágio inicial de sucessão, ou seja, a floresta foi degradada e está se recompondo.

Nas margens desses eixos viários há cultivos agrícolas comerciais e de subsistência, silvicultura de *Pinus spp.*, atividades de mineração (extração de areia) e pecuária de pequenos rebanhos. Dessas atividades, a mais representativa é o cultivo de banana, principalmente na estrada Limeira-Cubatão, que se estende na planície dos rios Cubatãozinho e São João, ocupando, inclusive, as encostas dos morros e serras, geralmente nos depósitos de tálus. Seus principais impactos nessas áreas são ambientais, que estão ligados a utilização de agrotóxicos, que causam a contaminação dos solos, do lençol freático e dos rios, uma vez que não são respeitadas as áreas de preservação permanente, causando também o solapamento das margens de rios. Os cultivadores de bananas dividem-se em pequenos e grandes proprietários. Os primeiros, com áreas mais singelas praticam a agricultura familiar artesanal, associando outras culturas de subsistência ao cultivo da banana. Nas maiores propriedades são utilizadas máquinas agrícolas (tratores), pequenos aviões para a aplicação de agrotóxico e mão de obra assalariada, visando produção comercial. Pratica-se também na agricultura o cultivo de arroz, ocupando várzeas, onde é feito o uso de agrotóxicos em contato direto com a água, causando a contaminação dos rios e lençóis d'água. Na pecuária a criação de búfalos nos terrenos de planície também se faz presente, com pequenos rebanhos atualmente, mas que causam principalmente desbarrancamento nas margens dos canais d'água e compactação do solo através do pisoteio do gado. Outra atividade que causa impacto dentro da APA é a de mineração, principalmente às ligadas à extração de extração de areia nos solos Podzóis que geram forte degradação ambiental.



**MAPA 8 - UNIDADES ECODINÂMICAS DE INSTABILIDADE EMERGENTE**  
**APA DE GUARATUBA / PR**

Organizador: Claudinei Taborda da Silveira

Ano: 2005

**LEGENDA:**

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Estradas secundárias
- Limite da APA de Guaratuba
- Limite de Parques inseridos na APA
- Corpos d'água

**CLASSES DE INSTABILIDADE ECODINÂMICA EMERGENTE:**

- Baixa
- Intermediária
- Alta
- Muito alta



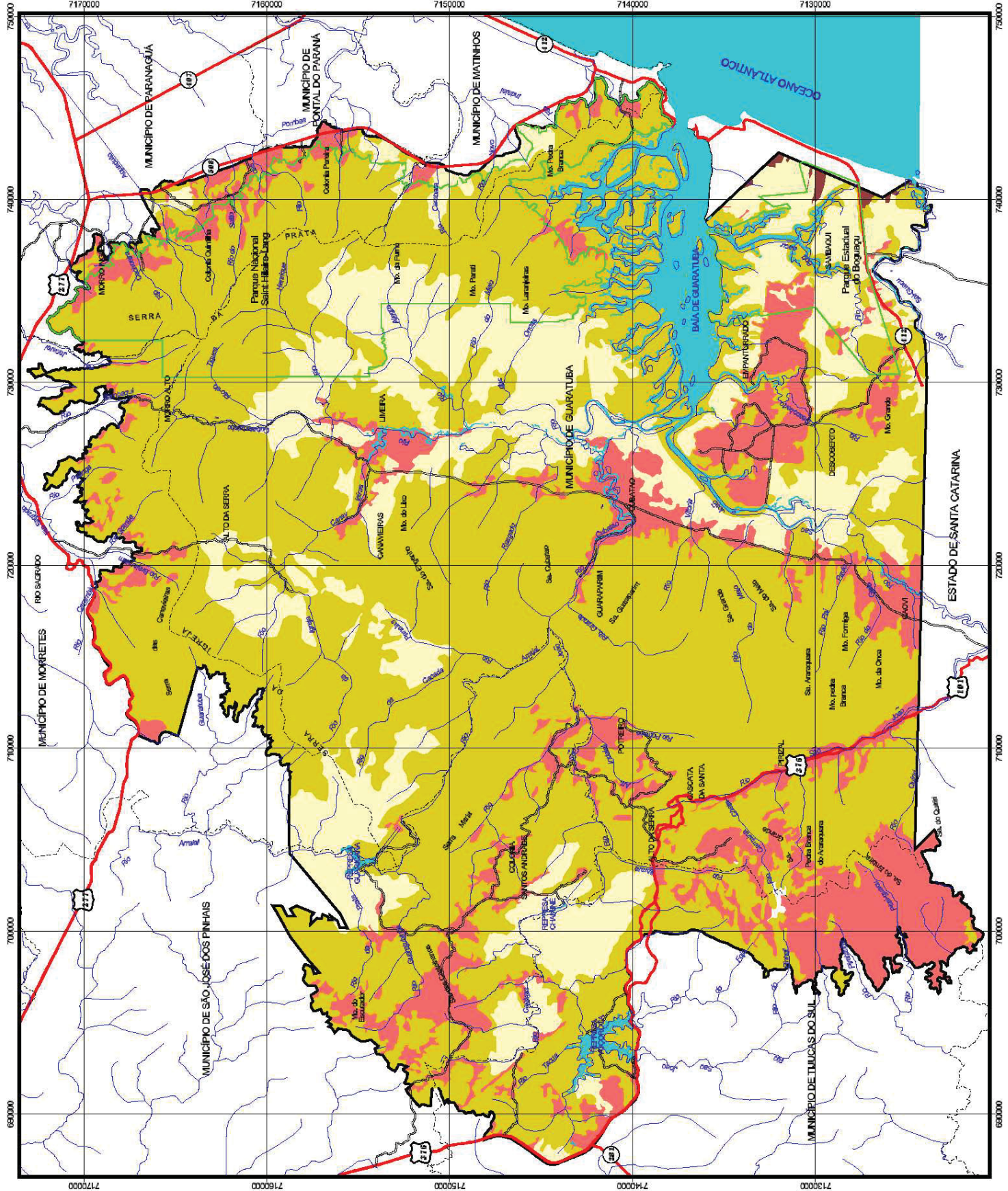
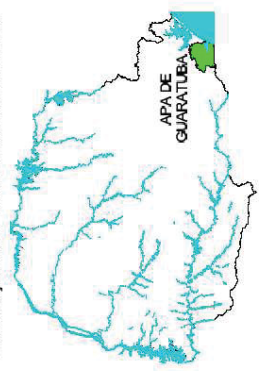
Escala: 1 : 200.000



Sistema de Projeção UTM  
 Datum Vertical: Inicial - SC  
 Datum Horizontal: SAD69  
 Origem da UTM "Equador e Meridiano 51° WGr"  
 Acrecência às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fonte:  
 -Base altimétrica e planimétrica digitalizada: cartas topográficas digitais, escala 1:50.000 (DSE);  
 -Base planimétrica amplificada: cartas topográficas digitais, escala 1:250.000 (DSE);  
 -Base digital da divisa territorial e limite das UCs (SEMA);  
 -Informações pluviométricas e de erosividade: Banco de Dados Hidrometeorológico, período de 1979 a 2000 (CHSMA/ACTECCOPEL);  
 -Informações topográficas digitais, escala 1:50.000 (MNE/OPARSEMA);  
 -Cartas da Vegetação digital, escala 1:50.000 (SEMA).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





#### **4.8. Aplicações: Unidades Ecodinâmicas da Paisagem visando subsídio ao planejamento**

As proposições e aplicações dos resultados da instabilidade ecodinâmica emergente e potencial, foram reunidas com o objetivo de elaborar um mapa síntese que venha a favorecer aplicações dos resultados ao planejamento ambiental e que de modo simplificado represente a configuração da instabilidade ecodinâmica potencial, que estão divididas nos compartimentos geomorfológicos da área de estudo. Associadas a essas informações estão também as áreas de instabilidade ecodinâmica emergente que apresentaram alta e muito alta instabilidade, sendo essas duas classes as que demonstram as maiores influências antrópicas na paisagem.

Assim, a configuração desse mapa síntese do trabalho constitui as Unidades Ecodinâmicas da Paisagem na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba (Mapa 8), sendo este o quarto nível do trabalho, segundo apresentado e esboçado na implementação esquemática do fluxograma da pesquisa (Figura 8). Essas unidades espaciais expressam um zoneamento territorial da área estudada, sob o prisma da ecodinâmica, correlacionando os fatores físico-naturais da região face à ocupação do solo, almejando com isso apontar áreas mais sensíveis à interferência humana e áreas onde já existem tais influências.

As Unidades Ecodinâmicas por serem porções espaciais oriundas da análise integrada da paisagem são de uso muito importante para o planejamento ambiental. Alguns autores, dentre eles Rodrigues *et al.* (1995), apresentam a determinação do potencial das paisagens como uma ferramenta fundamental para o planejamento ambiental, aglutinando informações necessárias para se determinar o modelo de organização territorial, de maneira que oriente e estabeleça definições dos tipos de usos e políticas de gestão ecológico-ambientais. Também, para Ross (1990, 1994 e 1996), a análise conjuntural das potencialidades dos recursos naturais inseridos em um sistema natural é imprescindível, fazendo-se necessário que os fatores naturais e antrópicos sejam avaliados de maneira integrada. Ressaltando a importância de estudos de planejamento e elaboração de diagnósticos ambientais, Ross (1990), expõe a necessidade de manter uma postura de prevenção da

natureza, uma vez que, são menores os custos da prevenção de acidentes ecológicos e da degradação generalizado do ambiente, do que para corrigir e recuperar o quadro ambiental deteriorado. Assim para esse autor, torna-se imperativa a necessidade de estudos do ambiente e formulação de diagnósticos ambientais, formulando prognósticos e, assim, poder estabelecer diretrizes de uso dos recursos naturais do modo mais racional possível, minimizando a deterioração da qualidade.

#### **4.8.1. Zoneamento das Unidades Ecodinâmicas da Paisagem**

As zonas delimitadas, que expressam em classes temáticas a instabilidade ecodinâmica na porção territorial que compreende a área de estudo estão cartografadas no Mapa 8. Essas zonas estão apresentadas no mapa em três divisões geomorfológicas, sendo as unidades fisiográficas: Planaltos, Serra do Mar e a Planície Litorânea, nessa última localizam-se as sub-unidades de Morros e Colinas.

As informações que constam em cada um dos compartimentos são:

- O grau de atuação da morfogênese na paisagem, mostrando com isso se há maior ou menor instabilidade em cada compartimento. Esses dados foram obtidos do Mapa 6, referente a instabilidade ecodinâmica potencial, segundo implementação esquemática da Figura 41. Sua representação temática é em categorias qualitativas escalonadas, que variam de: baixo grau - para locais mais estáveis; intermediário - para representar as áreas com gradiente da classe anterior com a posterior; alto e muito alto - para as áreas mais instáveis, nas quais há forte atuação dos processos para esculturação do relevo;
- As zonas com influências antrópicas, que é apresentada no Mapa 8 por áreas da APA que sofreram as maiores alteração na cobertura natural do solo. Essas intervenções antrópicas modificam o equilíbrio dinâmico natural, podendo acelerar ou atenuar os processos erosivos e/ou de movimentação coletiva nas encostas. Tal informação é proveniente das classes de alta e muito alta instabilidade ecodinâmica emergente (Mapa 7), segundo consta no esquema da Figura 41.
- As zonas alagadiças (vegetação de formações pioneiras), nesse trabalho essas zonas foram compreendidas como as áreas que englobam todas as suas sub-

classes da região fitogeográfica de formações pioneira, de porte: herbácea, arbustiva ou arbórea, com influência fluvial, marinha ou fluvio-marinha. Essas porções espaciais foram interpretadas nesse trabalho como zonas delicadas por abrigarem frágeis ambientes ecológicos, por serem susceptíveis a transformações antrópicas, uma vez que suas áreas encharcadas face à ocupação são quase sempre aterradas, por serem uma interface de contato com os lençóis freáticos e por representarem um rico ecossistema biótico. Esse nível de informação foi extraído do mapa de uso e cobertura do solo, segundo mostra a Figura 41.

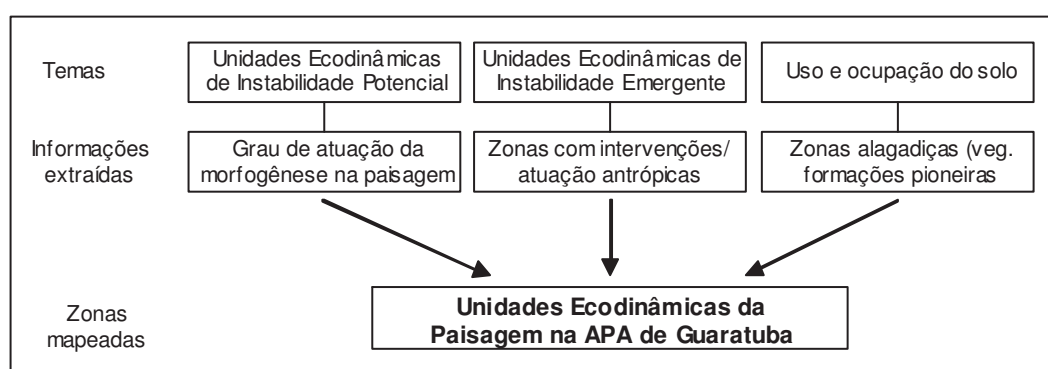


Figura 41 - Implementação esquemática de obtenção e mapeamento das classes que representam as Unidades Ecodinâmicas da Paisagem

#### 4.8.1.1. Unidades Ecodinâmicas na região de Planaltos

Situa-se na parte oeste da APA de Guaratuba as áreas compreendidas no domínio da Unidade Fisiográfica do Primeiro Planalto Paranaense (Mapa 8). Suas principais características físicas são de relevo ondulado, cujas formas predominantes das vertentes são convexas, com solos variando de Latossolo Vermelho-amarelo e Podzólico Vermelho-amarelo em áreas do terreno com declividades mais suavizadas e Cambissolos nas declividades mais acentuadas. Está incluído no sistema hidrográfico da bacia atlântica com as nascentes dos afluentes do rio Cubatão, cujo padrão de drenagem predominante é dendrítico, ocorrendo processos de captura de drenagem de canais da bacia do Iguaçu. A litologia predominante nessa área é de rochas metamórficas pertencentes ao Complexo Granítico-gnáissico e em menor parte aparece a formação Guaratubinha. A cobertura vegetal é composta pela Floresta Ombrófila Mista e sua transição com a

Floresta Ombrófila Densa. Assim, as unidades ecodinâmicas obtidas para essa região geomorfológica são de grau instabilidade: baixo, intermediário e alto.

- Classe de baixo grau de instabilidade ecodinâmica: localiza-se na parte sul dos planaltos (Figura 42), circundando a Represa Voçoroca, predominantemente inserida nos limites territoriais do município de Tijucas do Sul, ocupando uma área de 6.333,5 ha, que representa 3,16% do total da extensão da APA de Guaratuba. O relevo possui declividade com ondulações topográficas mais suavizadas com classe predominante entre os intervalos de 5-12%, cuja cobertura pedológica é constituída de solos mais profundos das classes Latossolos Vermelho-amarelos e Podzólicos Vermelho-amarelos. As rochas predominantes são do Complexo Gnáissico-Migmatítico, em menor parte do derrame vulcano-sedimentar da Formação Guaratubinha e pelos depósitos sedimentares da Formação Guabirota, esta última representando áreas muito pequenas de incidência na APA. A ocupação antrópica dessa área é por chácaras de lazer e por propriedades com pequena atividade agrícola. Por sua aproximação com a represa essa zona possui aptidão para o desenvolvimento de atividades turísticas e recreação, com baixo impacto ambiental e de forma ordenada. Podendo também ser desenvolvida atividade agropecuária e de silvicultura, com manejo adequado.

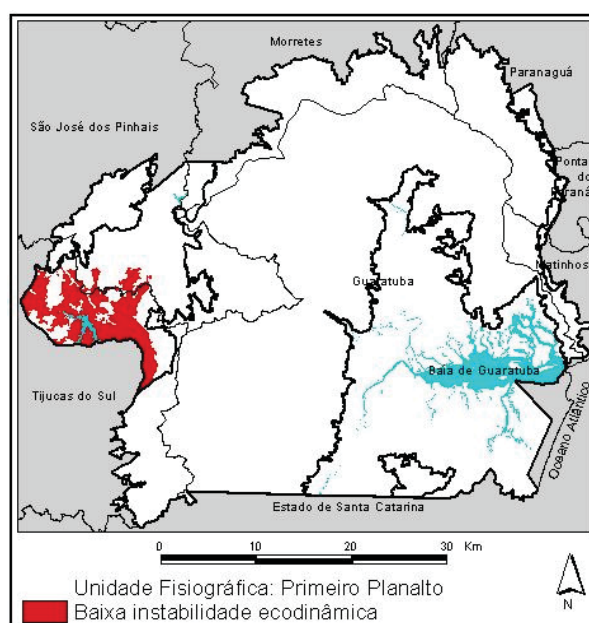


Figura 42 - Abrangência das zonas de baixa instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica de planaltos

- Classe de grau intermediário de instabilidade ecodinâmica: é a de maior predomínio na região de planaltos (Figura 43), abrangendo uma área de 8.043,33 ha, que significa 4,03% da UC, a qual está maior parte no município de São José dos Pinhais e distendendo-se também pelo município de Tijucas do Sul. Nessa zona o relevo é mais ondulado, com solos mais rasos, geralmente do grupo dos Cambissolos, com vertentes mais inclinadas, geralmente variando de 12-30%, com formas predominantemente convexas e a litologia é composta em maior parte por rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Nessas áreas podem ser praticadas atividades agropecuárias em pequena escala, do tipo familiar, ainda atividades de recreação e turismo de maneira planejada e ordenada, adequando as condições físico-naturais com o uso.

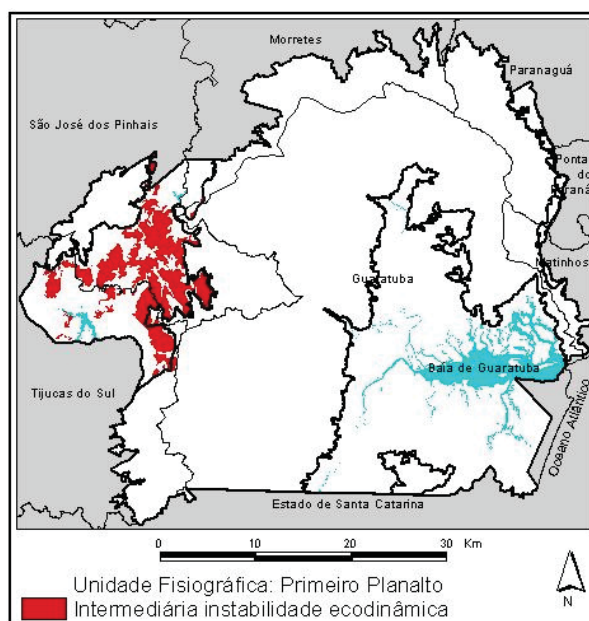


Figura 43 – Abrangência das zonas de intermediária instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica de planaltos

- Classe de alto grau de instabilidade ecodinâmica: abrange as porções ao redor da represa guaricana (Figura 44), com área de 3.452,84 ha, equivalendo a 1,73% do total da UC. Situa-se nos municípios de São José dos Pinhais e Morretes. O relevo nessas porções é mais declivosos, predominando as classes com declividade de 12-30% e de 30-47%, com predomínio de vertentes de formas convexas e solos bastante rasos do grupo dos Cambissolos, com substrato de rochas metamórficas



do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Essas áreas apresentam-se em bom estado de conservação da vegetação, no entanto há ocorrência de áreas circunvizinhas com cultivo de *Pinus spp.* Nessas porções são indicadas atividades de lazer e turismo, sendo acrescido as aptidões naturais da área para eco-turismo e pela proximidade do corpo aquoso do reservatório da Represa Guaricana, com a ressalva de que para isso deverão ser realizados estudos específicos para seu desenvolvimento na região.

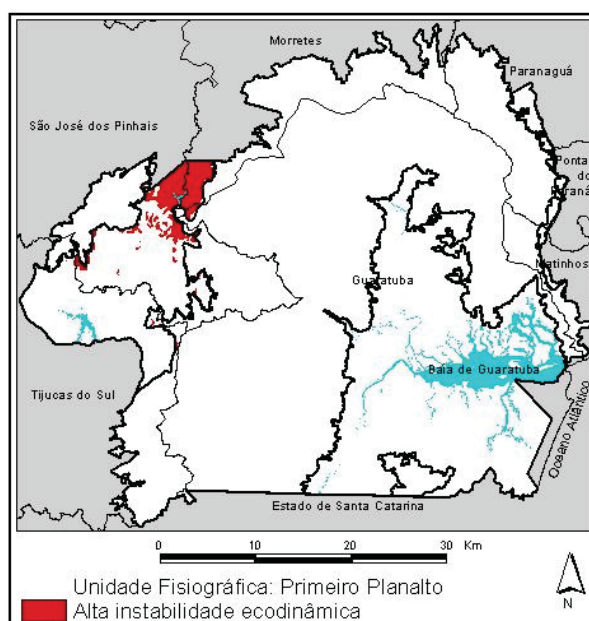


Figura 44 – Abrangência das zonas de alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica de planaltos

#### 4.8.1.2. Unidades Ecodinâmicas na região da Serra do Mar

A Serra do Mar paranaense compreende uma serra marginal que se eleva entre o litoral e o primeiro planalto, cujas vertentes da face oriental possuem um maior gradiente altitudinal, chegando a elevações aproximadas de 1800 metros, e as faces das encostas voltadas para oeste chegam em média ao gradiente de 700 metros. A Serra do Mar se divide em diversos maciços, compostos por blocos mais altos e mais baixos, resultando em diversas serra com toponímias regionais, tais como as que se localizam na abrangência da APA de Guaratuba, que são as serras: da Igreja, das Canasvieiras, dos Castelhanos, da Prata, Cubatão, Araraquara, Embira, Grande, do Engenho, entre outras. As principais características físicas

dessa região são de relevo escarpado e fortemente declivoso, com vales encaixados e em forma de V, vertentes predominantemente de formas retilíneas e côncavas, cuja declividade predominante é de classes superiores a 47% de inclinação, ou seja, declive maior do que 25°, a cobertura pedológica é composta por solos rasos das classes dos Cambissolos e Litólicos, também por afloramentos de rochas. Os índices pluviométricos apresentados são altos e a vegetação é de domínio da região fitogeográfica da Floresta Ombrófila Densa. Está incluído no sistema hidrográfico da bacia atlântica contendo grande parte das nascentes dos rios que drenam para o Oceano Atlântico, cujo padrão de drenagem predominante é canais retilíneos e retangulares, seguindo controle lito-estrutural, com substrato de rochas ígneas e metamórficas, representadas pelos complexos Gnáissicos-Migamatíticos, Granítico-Gnáissico, Sítio Álcali-Granitos, e Formação Guaratubinha. As unidades ecodinâmicas delimitadas nessa região geomorfológica são de grau instabilidade: intermediário, alto e muito alto.

- Classe de grau intermediário de instabilidade ecodinâmica: conforme pode ser evidenciado na Figura 45, aparece em pequenas manchas esparças ocupando área de 18.361,96 há, representando 9,25 da UC, que de maneira heterogênea se espalham na unidade fisiográfica da Serra do Mar. Tal resultado deve-se por estas áreas estarem situadas geralmente nos terços inferiores das encostas e fundos de vales, locais onde os solos, embora rasos, apresentam um horizonte A mais espesso, e por serem pontos específicos de menor declividade. A ocupação de tais áreas deve ser evitada, pois ainda que apresente resultado de intermediário equilíbrio, estas áreas estão vinculadas às porções superiores que apresentam maior instabilidade, podendo haver movimentos de massa. Desse modo, o uso para essas zonas deve ser de atividades com pequeno impacto ao ambiente, principalmente às vinculadas ao eco-turismo de maneira planejada e estruturada.

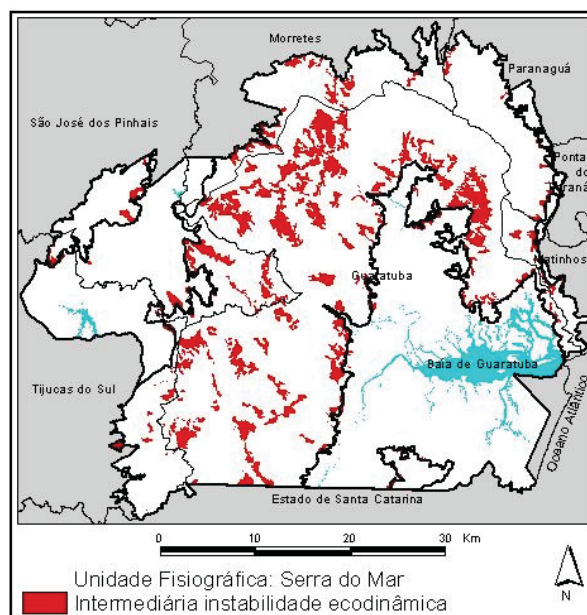


Figura 45 – Abrangência das zonas de intermediária instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Serra do Mar

- Classe de alto grau de instabilidade ecodinâmica: dentre as classes obtidas essa é a que apresenta extensão mais representativa na APA, tendo área igual a 57.121,66 ha, o que equivale à 28,62% do total da área estudada (Figura 46), distendendo-se pelos municípios de Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos, Guaratuba e São José dos Pinhais. A configuração física de tais porções é composta por vertentes íngremes, cujas classes de declividade predominam entre os intervalos de 30-47% e >47%, com formas de vertentes retilíneas e côncavas. Possui vales encaixados, muitas vezes com a drenagem seguindo controle estrutural, resultando em canais retilíneos e retangulares, com muita energia devido ao elevado gradiente da amplitude altimétrica. Os solos dessas áreas são muito pouco espessos sendo os Cambissolos, Litólicos e por vezes Afloramentos de rochas que evidenciam deslizamentos e comprovam a pouca estabilidade de tais encostas. O domínio da vegetação é da Floresta Ombrófila Densa, cuja malha emaranhada composta por suas raízes representa significativa amenização na atuação dos processos erosivos e de movimentos coletivos de solos. Tal zona é indicada para preservação, tanto pelo cenário impar que representa e pela exuberante fauna e flora abriga, também porque intervenções humanas e a extração da vegetação natural podem acarretar inúmeras conseqüências para o desequilíbrio da paisagem atual.

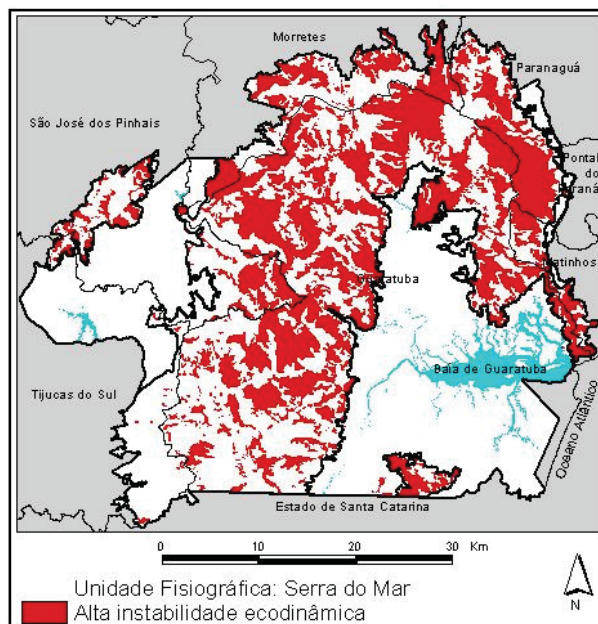


Figura 46 - Abrangência das zonas de alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Serra do Mar

- Classe de muito alto grau de instabilidade ecodinâmica (Figura 47): as áreas abrangidas por essa classe são as que apresentam maior atuação da morfogênese na paisagem, por isso são as mais instáveis dentre todas. Estão situadas exclusivamente na região da Serra do Mar com área de 33.293,1 ha, constituindo 16,63% da área total da APA, estando coincidindo com os mesmos municípios que abrange a classe anterior citada. As porções espaciais que apresentam esses resultados constituem-se do terço superior das vertentes, topos e cristas, nesses locais a declividade é muito acentuada, geralmente acima de 47%, ou 25°, com solos imaturos, predominantemente Litólicos e Cambissolos rasos, ou ainda Afloramentos rochosos. A vegetação é de Floresta Ombrófila Densa que representa o maior agente atenuação dos processos, assim sendo inadequadas intervenções podem levar a uma ruptura da configuração atual e ampliar enormemente os processos erosivos, igualmente às conseqüências citadas para a classe anterior. É indicado para essas áreas a preservação integral, podendo fazer uso de atividades de baixo impacto ao ambiente voltadas ao turismo, ecoturismo e algumas atividades de recreação, com estudos mais específicos dando validação.

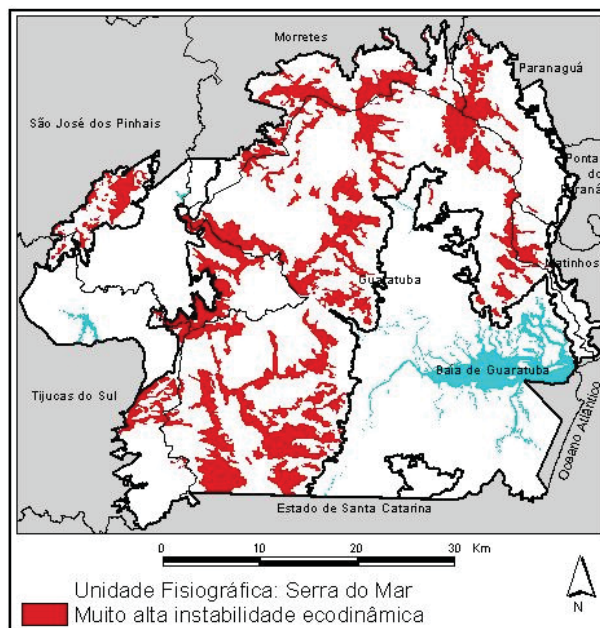


Figura 47 – Abrangência das zonas de muito alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Serra do Mar

#### 4.8.1.3. Unidades Ecodinâmicas na região da Planície Litorânea

Essa região estende-se desde a linha da orla do Oceano Atlântico até o contato com o sopé da Serra do Mar. Na área de estudo ocupa considerável extensão, composta por sedimentos quaternários costeiros e continentais. Os materiais provenientes de depósitos continentais são associados às vertentes das serras, morros e colinas, sendo material de tálus, leques, colúvios e sedimentos fluviais. Já os depósitos oriundos de sedimentos costeiros são provenientes de antigos ambientes quando o nível do mar estava mais elevado que hoje e por ambientes atuais, tais como praias, planícies de mate e dunas frontais. Desse modo a Planície Litorânea é constituída, de maneira mais ampla, por planícies aluviais, provenientes da ação fluvial, cujo relevo é plano e solos hidromórficos com lençol freático muito alto e encharcado, sendo as principais na área de estudo as dos rios São João e Cubatão, também seus afluentes. As Planícies de Restingas são provenientes de uma sucessão de cordões litorâneos de composição arenosa, cujos solos são facilmente degradáveis após a retirada da vegetação, que é responsável pela formação de uma camada orgânica que o protege. Ainda, dentro da região da planície encontram-se os morros e colinas, que são elevações sustentadas por rochas do embasamento, circundadas pelos sedimentos das planícies e/ou corpos



d'água. Os primeiros são de maior área e de maior elevação, cujas vertentes são mais declivosas, possuindo solos mais rasos, destacando-se na área de estudo o Morro Grande. Na região da Planície Litorânea as classes de instabilidade ecodinâmica resultantes foram de grau de atuação morfodinâmica baixo, intermediário e alto.

– Classe de baixo grau de instabilidade ecodinâmica: estendem dentre parte das planícies aluviais dos rios São João e Cubatãozinho (Figura 48), abrangendo a área de 7.524,41 ha, representando 3,77%, localizada no município de Guaratuba, em maior parte, e pequena porção no município de Paranaguá. É configurada por solos Gley Pouco Húmicos, tendo estes o lençol freático próximo à superfície e muitas vezes encharcados. O substrato é de sedimentos aluvionares, com superfície plana estando de declividade <5%. A vegetação que recobre essa área é a Floresta Ombrófila das Terras Baixas. As porções dessa zona são as mais ocupadas para cultivos na APA, principalmente para bananais e, ainda que muito pobre de fertilidade, esses solos devem ser manejados adequadamente, pois apesar de sua pouca declividade, tem muita freabilidade o que lhes proporciona características de susceptibilidade a erosões. Essas áreas podem ser utilizadas para agricultura e pecuária, com uso pouco intensivo, respeitando-se as Áreas de Preservação Permanente – APP, que é importante para estabilidade das margens dos canais d'água, também deve ser revisto o uso e quantia aplicada de fertilizantes, que pode muito facilmente levar a contaminação dos lençóis freáticos e corpos d'água. Outra atividade que igualmente deve ser incentivada é o turismo, pela aptidão e quadro natural cênico apresentado nessa região.

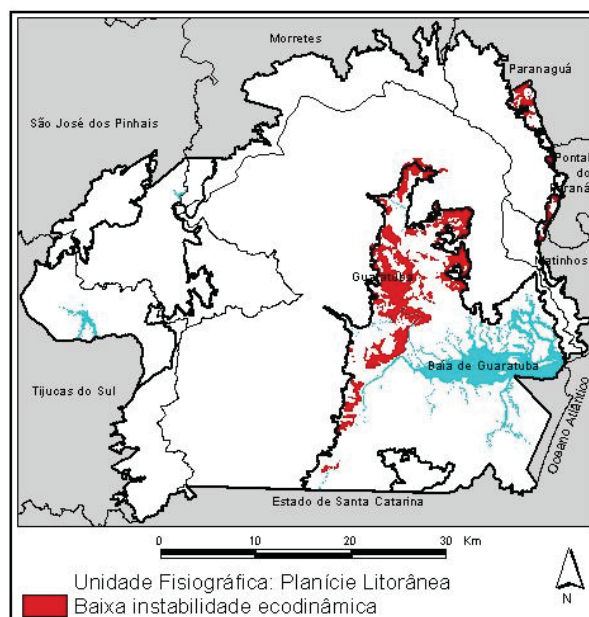


Figura 48 - Abrangência das zonas de baixa instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Planície Litorânea

- Classe de grau intermediário de instabilidade ecodinâmica (Figura 49): possui área de 15.228,49 ha, que corresponde a 7,63% do total da APA. Localiza-se predominantemente sobre sedimentos marinhos da planície de restinga e parte nas planícies aluviais do rio São João. A cobertura pedológica é composta por solos Gley Pouco Húmicos e Podzóis. A cobertura vegetal é de extrema importância para a preservação e estabilidade sobre os Podzóis, uma vez que sua ausência acarretará na perda da matéria orgânica do horizonte superficial dos solos, propiciando a incidência de processos erosivos. Tais áreas devem ser utilizadas com absoluta cautela, sendo mais indicadas para preservação, como é o caso do Parque Estadual do Bogaçu, também podem ser exploradas atividades turísticas de baixo impacto ambiental voltadas ao eco-turismo e recreação.

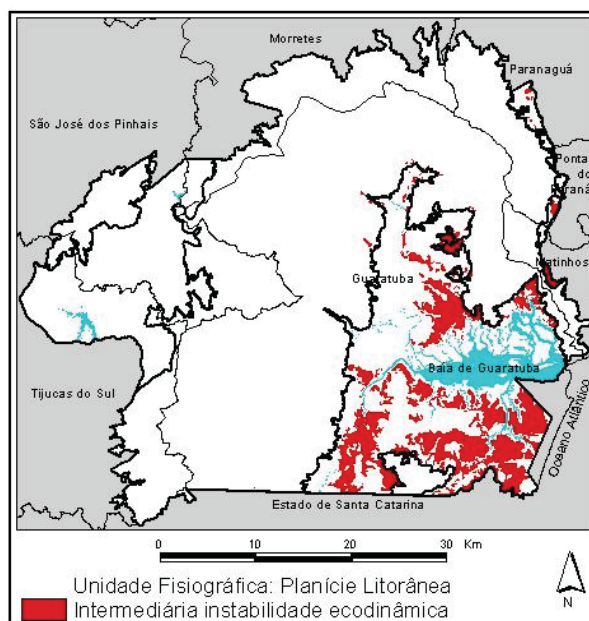


Figura 49 – Abrangência das zonas de intermediária instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Planície Litorânea

- Classe de alto grau de instabilidade ecodinâmica (Figura 50): aparece em áreas mais esparsas na área de estudo, com área de 2.874,04 ha, representando 1,44% da APA. Essa classe coincide com as áreas de colinas e pequenos morros que ficam dentro a planície, nessas áreas o relevo é mais inclinado, com solos Podzólicos Vermelho-amarelos. É indicado nessa zona o desenvolvimento de atividades de turismo e recreação de pequenos impactos, visando a preservação.

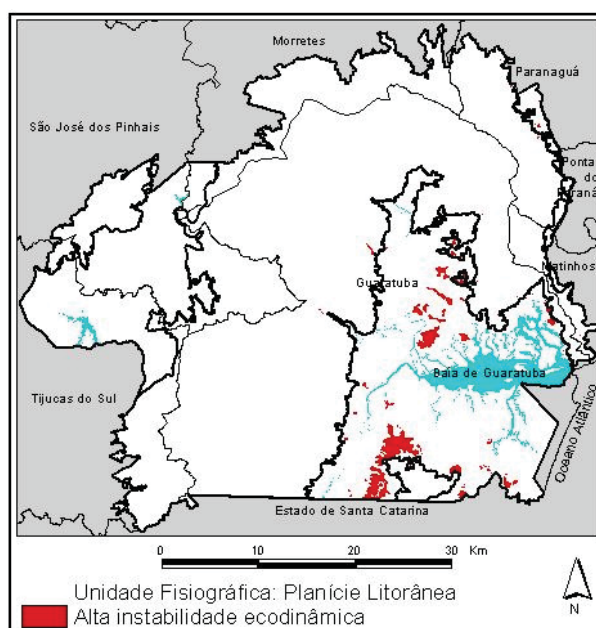


Figura 50 - Abrangência das zonas de alta instabilidade ecodinâmica na unidade geomorfológica da Planície Litorânea

#### 4.8.1.4. Zonas alagadiças (vegetação das formações pioneiras)

Pela fragilidade natural de tais ambientes ante a ação antrópica, também por representarem importantes nichos ecológicos, a vegetação composta pelas formações pioneiras, tanto com influência marinha, fluvial e fluvio-marinha, de porte arbustivo, herbáceo ou arbórea, foi separada em zonas alagadiças, com o fim de discernir em uma zona para proteção. Tal fim pode ser validado pensando o equilíbrio físico-biológico que tais áreas representam. As zonas alagadiças encontram-se na região da Planície litorânea (Figura 51), ocupando uma área que totaliza 11.476,22 ha, o que equivale à 5,75% da área total da APA de Guaratuba. Os solos identificados nessas áreas são do tipo Gley Pouco Húmico com grau de tiomorfismo. Tal zona devem ser preservada para refúgio biológico, devendo-se ter pleno cuidado com sua utilização, pois muitas vezes tais áreas são aterradas para fins de ocupação.

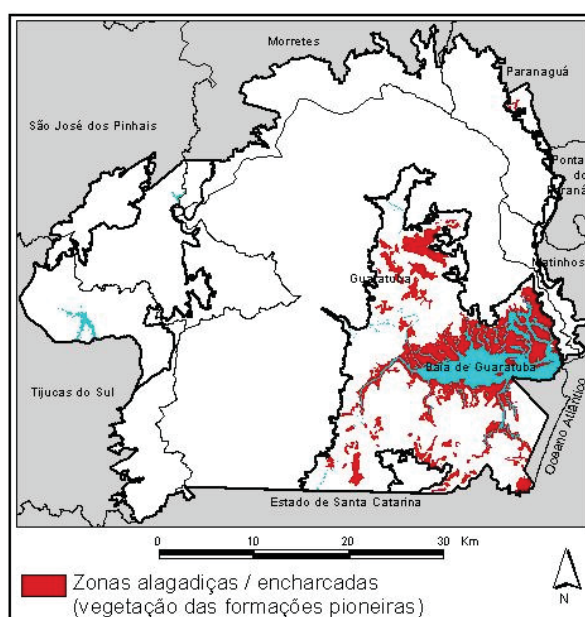


Figura 51 - Abrangência zonas alagadiças e encharcadas (com tipos vegetacionais das formações pioneiras)

#### 4.8.1.5. Zonas com alteração dos processos naturais por meio antrópico

As informações referentes a essas zonas foram extraídas dos resultados obtidos no mapa de instabilidade ecodinâmica emergente, sendo exclusivamente utilizadas as classes de alta e muito alta instabilidade emergente, que indicam onde

estão as maiores atuações antrópicas na paisagem. Dessa maneira, dentre as unidades ecodinâmicas aqui delimitadas no presente trabalho às zonas com alteração dos processos naturais são às que expressam as porções espaciais onde há intervenções humanas no ambiente natural.

Sua área total de abrangência no perímetro da APA é de 30.456 ha, representando em proporção 15,26% do território da UC. Essas zonas estão presentes nos três compartimentos geomorfológicos da APA: no Primeiro Planalto Paranaense, na Serra do Mar e na Planície Litorânea (Figura 52). A configuração e discussões detalhadas sobre essa zona já foram apresentadas no item 4.7.2.

Essas áreas por já terem sua cobertura vegetal retirada ou alterada, são indicadas para sustentar as atividades agropecuárias da região, impedindo a abertura de novas frentes para cultivo, no entanto devem ser revistos modos mais adequados de seu uso, pois há excessiva aplicação de fertilizante nos cultivos. Outro item em desacordo é o desrespeito aos limites das matas ciliares nos rios, pois muitos não seguem os limites legais propostos pelas APP's.

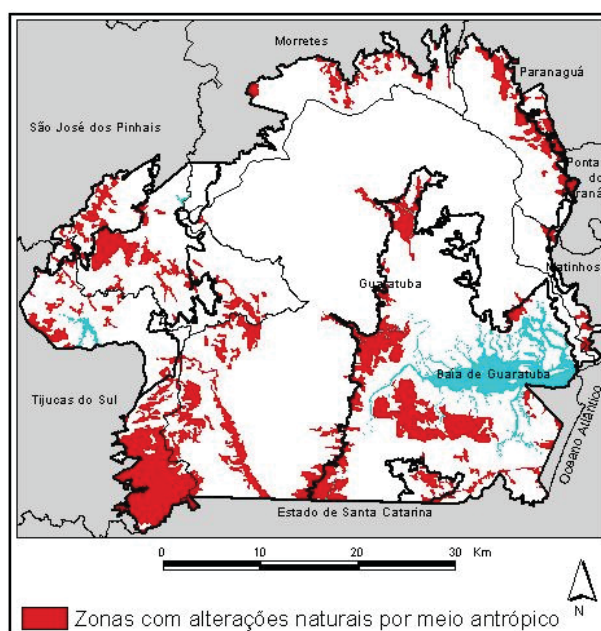


Figura 52 - Abrangência das zonas com influência antropogênica no interior da APA de Guaratuba



# MAPA 9 - UNIDADES ECODINÂMICAS DA PAISAGEM

## APA DE GUARATUBA / PR

Organizador: Claudinei Taborada da Silveira

Ano: 2005

### LEGENDA:

- Hidrografia
- Limites Territoriais
- BR / Rodovias Federais
- PR / Rodovias Estaduais
- Estradas secundárias
- Limite da APA de Guaratuba
- Corpos d'água
- Morros e Colinas
- Limite das Unidades Fisiográficas

### ZONEAMENTO ECODINÂMICO:

- Zonas antropizadas - influência nos processos naturais
- Zonas alagadiças - vegetação das formações pioneiras

### Zonas Ecodinâmicas Naturais:

- Classes de Instabilidade Geomorfológicas
- Baixo
- Intermediário
- Alto
- Baixo
- Intermediário
- Alto
- Intermediário
- Alto
- Muito alto
- Primeiro Planalto
- Planície Litorânea
- Serra do Mar



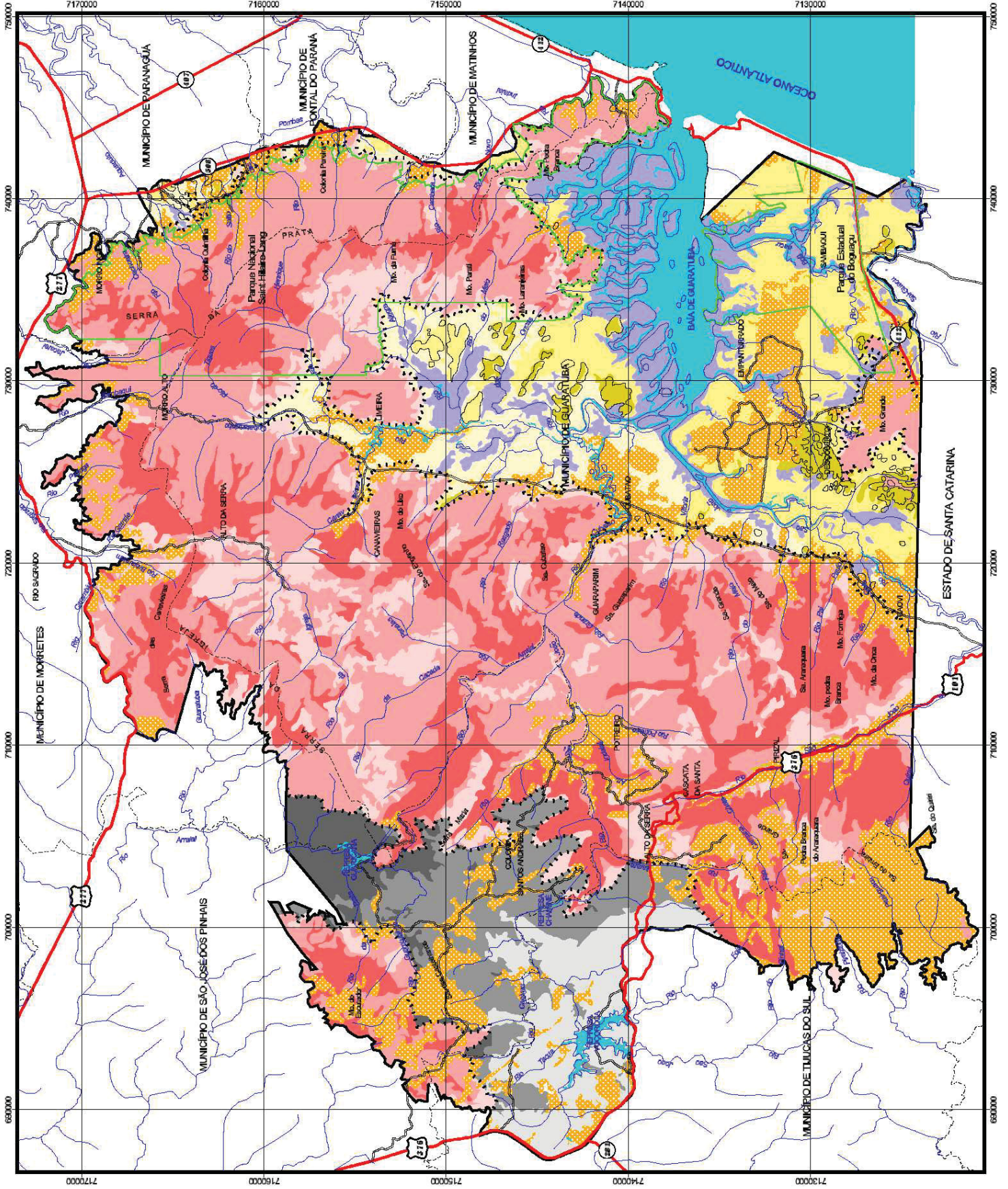
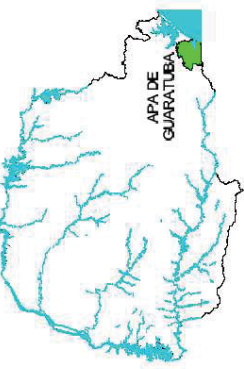
Escala: 1 : 200.000

Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Curitiba - SC  
Datum Horizontal: SAD69

Origem da UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
Acréscimo às constantes: 10.000 e 500 Km respectivamente

Fontes:  
- Mapa de Instabilidade Ecodinâmica Potencial (SILVEIRA 2005);  
- Mapa de Instabilidade Ecodinâmica Emergente (SILVEIRA 2006);  
- Mapa de Uso e Cobertura do Solo (SILVEIRA 2006).

Localização da APA de Guaratuba no Paraná:





## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados no trabalho satisfizeram as expectativas que se propusera sua aplicação, uma vez que as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente foram obtidas, definidas e mapeadas. Também foi proposto, por meio da elaboração de um mapa síntese das unidades ecodinâmicas da paisagem, zonas que visam subsidiar o planejamento ambiental na APA de Guaratuba.

O método aplicado mostrou-se eficiente, representando a realidade expressa por meio de um modelo espacial computadorizado, podendo ser adequados para aplicação em outras áreas de estudo. Tal método sofreu adaptações, ajustes e acréscimos no desenvolvimento desse trabalho.

Uma importante contribuição acrescida pelo desenvolvimento do presente trabalho foi a inclusão do tema de geologia na correlação dos dados para delimitação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial. Outra importante contribuição que o trabalho veio acrescentar é referente ao maior detalhamento na análise do solo, avaliando além do horizonte diagnóstico, a textura e o horizonte A, também a atribuição de pesos com média ponderada por sub-classe nas unidades de solo compostas por associações de grupos.

Na correlação dos dados traz como contribuição e acréscimo a aplicação de média ponderada para o cruzamento dos temas, entendendo que embora a paisagem seja composta por inúmero fatores e representada por diversos temas, eles influenciam de modo distinto, por isso recebem pesos ponderados na correlação dos dados.

A utilização de ferramentas de geoprocessamento expressa também a contribuição e avanço do uso de novas tecnologias no tratamento de estudos ambientais, mostrando eficiência e agilidade nas aplicações de metodologias com enfoque espacial.

As considerações finais quanto aos resultados alcançados no trabalho são: que a Área de Proteção Ambiental de Guaratuba está em sua maior parte bastante conservada, apresentando antropizações no seu entorno, ao longo das rodovias BR 277 e PR 508, bem como nas proximidades dos núcleos urbanos de Guaratuba e Matinhos, e nos eixos viários que adentram seus limites, sendo a BR 376, a PR 412

e a Estrada Limeira-Cubatão. As alterações antrópicas que foram constatadas na APA são áreas de silvicultura de *Pinus spp.*, agropecuária familiar e artesanal, cultivos de banana e de arroz com fins comerciais e atividade mineraria de extração de areia e cascalho.

As Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial retratam as potencialidades naturais da paisagem, e dentre suas classes resultantes, a de alto grau de instabilidade é a de maior área na APA, uma vez que os fatores naturais dessa Unidade de Conservação apresentam elevados índices pluviométricos, terrenos com muita declividade, associados a solos pouco desenvolvidos.

A correlação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial com a cobertura do solo, que resulta nas Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente, demonstra os desequilíbrios que se processam na paisagem, sendo expressos também por classes que demonstram o grau de instabilidade emergente. A classe predominante na área de estudo foi a de médio grau de instabilidade, pois embora as características naturais da APA de Guaratuba apresentarem predomínio de alta instabilidade potencial, a conservação da vegetação, ali existente, mantém um equilíbrio dinâmico, atenuando a ação dos processos morfodinâmicos atuantes. Assim, pode-se afirmar a importância de uma ocupação ordenada nessas áreas, uma vez que mudanças no cenário atual, tal como a extração da vegetação, acarretaria danos incalculáveis a esse ambiente. Assim, as Unidades Ecodinâmicas da Paisagem apresentam zonas escalonadas em grandeza da atuação da morfogênese em relação à pedogênese, também áreas que sofreram alterações antropogênicas.

Por fim, esse trabalho busca contribuir como subsídio ao planejamento ambiental através do mapa resultante, bem como na aplicação da metodologia proposta, para demais estudos.

## 6. REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Domínios Morfoclimáticos e Províncias Fitogeográficas do Brasil. Revista Orientação, n. 03, IGEOG/USP, São Paulo, p. 45 – 48, 1967.
- ALMEIDA, F. F. & CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências, v. 28, Curitiba, 1998.
- ANGULO, R. J. Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná, 1992. Tese (Doutorado em Geologia – Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências.
- ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, p. 365 – 392, 1995.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. Piracicaba : Livroceres, 1985.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, v. 13, São Paulo, p. 01 – 21, 1972.
- BIASI, M. de. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia da USP. n. 6, São Paulo, p. 45 – 61, 1977.
- BIGARELLA, J. J.; *et al.* A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná. Curitiba : Secretaria de Estado e Planejamento, 1978.
- \_\_\_\_\_.; *et al.* Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Florianópolis : Editora da UFSC, v. 2, 1996.
- \_\_\_\_\_.; *et al.* Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Florianópolis : Editora da UFSC, v. 3, 2003.
- CHPAR. Fator Erosividade - Porção Oriental do Estado do Paraná. Banco de Dados Hidrogeológico da Copel. Curitiba, 2002.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2 ed. São Paulo : Blucher, 1980.
- CPRM. Zoneamento Geoambiental da Região de Irauçuba – CE. Texto explicativo. Carta Geoambiental. Fortaleza : CPRM, 2003.
- DSG. Cartas Topográficas: MI 2857-2 SE, MI 2858-1 NO, MI 2858-1 NE, MI 2858-1 SO, MI 2858-1 SE, MI 2858-2, NO, MI 2858-2 NE, MI 2858-2 SO, MI 2858-2

SE, MI 2857-4 NO, MI 2857-4 NE, MI 2857-4 SE, MI 2858-3 NO, MI 2858-3 NE, MI 2858-3 SO, MI 2858-3 SE, MI 2858-4 NO, MI 2858-4 NE, MI 2858-4 SO e MI 2858-4 SE. Porto Alegre. Escala: 1:25.000. Material cartográfico em ambiente digital. 1998 - 2001.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro : EMBRAPA, 1999.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P do. Movimento de Massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil. 3 ed. p. 123 – 194, 1996.

FREIRE, O.; *et al.* Erodibilidade de alguns solos do oeste do Estado de São Paulo. Revista de Geografia, v. 11, São Paulo, p. 77 – 87, 1992.

FUCK, R. A.; *et al.* Mapa Geológico Preliminar do Litoral, da Serra do Mar e Parte do Primeiro Planalto no Estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, n. 27. Curitiba, 1969.

GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B da (org). Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, p.181 – 227, 1998.

HUECK, K. As Florestas da América do Sul. São Paulo : Polígono, 1972.

IAP; PRÓ-ATLÂNTICA, SILVICONCONSULT. Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba. Curitiba, em fase de execução.

IAPAR. Carta de Classificação Climática do Estado do Paraná – Köppen; Carta de Precipitação Média Anual do Estado do Paraná; Carta de Precipitação Média – trimestre mais chuvoso; Carta de Precipitação Média – trimestre mais seco; site: [http://200.201.27.90/site/sma/Cartas\\_Climaticas/Cartas\\_Climaticas.htm](http://200.201.27.90/site/sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm), acessado em: 16/11/2004.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro : Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – DERNA. Manuais Técnicos de Geociências, n. 1, 1992.

IPARDES. Zoneamento do Litoral Paranaense. Curitiba, 1989.

IPARDES; CONSELHO DO LITORAL. Zoneamento do Litoral Paranaense. Curitiba. Escala 1:250.000. Material cartográfico em ambiente digital. 2000.



- INPE. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos : INPE, 1999.
- KOPS, P. T. & EBERT, H. D. Neotectônica da região da baía de Paranaguá: resultados preliminares. *In: IV Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, 1997, Pirenópolis. Boletim... Pirenópolis, 1997.
- MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 2 ed. Rio de Janeiro : José Olympio Editora; Curitiba : Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Paraná, 1981.
- \_\_\_\_\_. Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná. Curitiba : Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio / Instituto Nacional do Pinho. IMPR Paranaense. Escala 1:750.000. Material cartográfico : color. 1950.
- MINEROPAR. Atlas Geológico do Estado do Paraná. Curitiba : MINEROPAR, 2001. 1 CD ROM.
- \_\_\_\_\_. Relatório do Mapeamento das Cartas de Geologia do Paraná - na área de abrangência do Programa Pró-Atlântica. *In: SEMA. Cartas Geologia (sul)*. Curitiba, 2002a. 1 CD-ROM.
- OKA-FIORI, C. Geomorfologia e Dinâmica Temporo-espacial da bacia do rio Itiquira: Pantanal Matogrossense – MT, MS. Rio Claro, 2002. Tese (Doutorado em Geociências – Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E. Mapeamento Geomorfológico. *In: Renato E. deLima; Raquel E. B. Negrele (org). Meio Ambiente e Desenvolvimento do Litoral do Paraná – Diagnóstico*. Curitiba, v. 1, p. 51 – 62, 1998.
- \_\_\_\_\_. Mapeamento Geomorfológico e Hidrográfico do Litoral Sul. *In: Raquel E. B. Negrele; Renato E. de L. (org). Meio Ambiente e Desenvolvimento do Litoral do Paraná – Subsídio à Ação*. Curitiba, v. 1, p. 117 – 134, 2002.
- PALMIERI, F. LARACH, J. O. I.. Pedologia e Geomorfologia. *In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, p.59 – 122, 1996.
- PAREDES, E. A. Sistema de Informação Geográfica. São Paulo : Erica, 1994.

- PENHA, H. M. Processos Endogenéticos na formação do Relevo. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org). Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil. 2 ed. p. 51 – 92, 1995.
- PENTEADO, M. M. Fundamentos de Geomorfologia. 3 ed. Rio de Janeiro : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989.
- PRADO, H. do. Manejo dos Solos : descrições pedológicas e suas aplicações. Rio de Janeiro : Nobel, 1991.
- \_\_\_\_\_. Manual de Classificação de Solos do Brasil. Jaboticabal : FUNEP, 1993.
- RIZZINI, C. T. Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos. São Paulo : HUCHITEC, 1979.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiente e Planejamento. São Paulo : Contexto, 1990.
- \_\_\_\_\_. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, n. 8, São Paulo : FFLCH/USP, 1994.
- \_\_\_\_\_. Geomorfologia Aplicada aos Eias-Rimas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil. 3 ed. p. 291 – 336, 1996.
- SEMA. Atlas da Vegetação do Estado do Paraná. Curitiba, 2002. 1 CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Cartas Geológicas: MI 2857-2, MI 2857-4, MI 2858-1, MI 2858-2. MI 2858-3 e MI 2858-4. Curitiba. Escala 1:50.000. Material cartográfico em ambiente digital. 2002a.
- \_\_\_\_\_. Cartas de Geologia (sul). Curitiba, 2002a. 1 CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Cartas de Vegetação: MI 2857-2, MI 2857-4, MI 2858-1, MI 2858-2. MI 2858-3 e MI 2858-4. Curitiba. Escala 1:50.000. Material cartográfico em ambiente digital. 2002b.
- \_\_\_\_\_. Cartas de Vegetação (sul). Curitiba, 2002b. 1 CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Mapa de Solos – Área de Proteção Ambiental de Guaratuba. Curitiba, Escala 1:50.000. Material cartográfico em ambiente digital. 2001.
- SCHMIDLIN, D. Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas para atualização e Geração do Mapa Compilado de Solos da APA de Guaratuba (PR). Curitiba, 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná.

- SIGA JR, O., BASEI, M. A. S. & MACHIAVELLI, A. Evolução geotectônica da porção NE de Santa Catarina e SE do Paraná, com base em interpretações geocronológicas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 23, n. 3, São Paulo, 1993.
- SILVA, A. B. Sistemas de informações Geo-referenciadas – conceitos e fundamentos. Campinas : Unicamp, 1998.
- SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas. São Carlos : RiMa, 2003.
- SILVEIRA, C. T. Utilização de Mapas e SIG para Monitoramento e Gestão Territorial. In: Seminário 2000 Ensino e Pesquisa do Setor de Ciências da Terra, 2000, Curitiba. Anais... Curitiba : UFPR, 2000a. 1 CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. APA de Guaratuba: Densidade e Evolução Demográfica. In: Seminário 2000 Ensino e Pesquisa do Setor de Ciências da Terra, 2000, Curitiba. Anais... Curitiba : UFPR, 2000b. 1 CD-ROM.
- SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; OKA-FIORI, C. Estudo de Fragilidade Ambiental na APA de Guaratuba / Paraná, com utilização de técnicas de SIG. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, IV; Encontro Sul-Americano de Geomorfologia, I, 2004, Santa Maria. Anais... Santa Maria : SINAGEO, 2004. 1 CD-ROM.
- SILVEIRA, C. T.; RAKSSA, M. L. Comparação entre o método manual e o método computacional (gerado no *software Arcview* com módulo *3D Analyst*) para a elaboração de mapas de declividade. In: Encontro Paranaense de Geografia, VI, 2001, Guarapuava. Anais... Guarapuava : UNICENTRO, 2001.
- SOTCHAVA, V. B. O Estudo dos Geossistemas. Métodos em questão. IGEOG/USP. São Paulo, 1976.
- TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.
- VIEIRA, L. S. Manual da Ciência do Solo. São Paulo : Agronômica Ceres, 1975.