

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO
MUNICÍPIO DE CUBATÃO-SP

LEANDRO DE GODOI PINTON

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Área de Concentração em Organização do
Espaço, como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Geografia.

Rio Claro (SP)

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO
MUNICÍPIO DE CUBATÃO-SP

LEANDRO DE GODOI PINTON

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Área de Concentração em Organização do
Espaço, como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Geografia.

Rio Claro (SP)

2011

551.4a Pinton, Leandro de Godoi
P659z Zoneamento geoambiental da área urbana do município de
Cubatão-SP / Leandro de Godoi Pinton. - Rio Claro : [s.n.],
2011
160 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

1. Geomorfologia. 2. Geomorfologia litorânea. 3.
Geoecologia da paisagem. 4. Zoneamento geoambiental e
funcional. 5. Sistema ambiental litorâneo. 6. Planejamento
ambiental. I. Título.

LEANDRO DE GODOI PINTON

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE
CUBATÃO-SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas do
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Mestre em Geografia.

Rio Claro, SP ____ de _____ de _____

Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha (Orientadora) – IGCE/UNESP/Rio Claro

Prof^a. Dr^a. Regina Célia de Oliveira – IGE/UNICAMP

Prof^a. Dr^a. Iandara Alves Mendes - IGCE/UNESP/Rio Claro

Dedico aos meus pais, Darlei e Marco, por me concederem a oportunidade de seguir os meus estudos e, por mostrar que a paciência e a humildade sustentam os trilhos da vida. Amo vocês.

Agradecimentos

À **Deus** – por me conceder refúgio às angústias;

À **minha família** – pelo suporte e amor, em especial, a tia Dica pelo incansável incentivo aos estudos.

À **Prof^a. Cenira** – pela *oportunidade de dividir* os seus conhecimentos geomorfológicos e *despertar* novos olhares à ciência; pela *amizade*, ao mostrar caminhos para a harmonia entre a ciência e a vida; pela *paciência e compreensão* nas escolhas realizadas ao longo deste período; pela *confiança* na minha pessoa; por *acreditar nos meus anseios* como pessoa e profissional; por *ser professora*, e demonstrar a capacidade de construir pensamentos através do ensino. Para você, deixo a mensagem dita pelo Prof. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, ao término de sua apresentação em 2009:

“Não quero ser lembrado como um pesquisador! Amanhã, um novo método surgirá e, pouco a pouco, cairei no esquecimento [...]. Desta forma, quero ser lembrado como professor, pois os dias podem passar, mas os meus ensinamentos serão levados nas lembranças de meus alunos”.

À **Prof^a. Regina Célia de Oliveira** – pela disposição e valiosas contribuições a forma de utilizar a metodologia nesta pesquisa.

À **Prof^a. Iandara Alves Mendes** – pelas palavras íntegras apresentadas na defesa, tanto a pesquisa quanto a vida de um pesquisador, as quais instigaram ainda mais os anseios a Geografia.

Ao **Prof. Fabiano Tomazini da Conceição** – pelas considerações atenciosas no exame de qualificação.

À **Larissa** – por ouvir e saber dizer as palavras que se esperam em um momento em que o sufoco e o sossego se constituem no mesmo tom.

Aos **meus verdadeiros amigos**, *Aleksander (Keki), Juliana e Ruan*, por dividirem diversos momentos de tristeza e alegria. A ideia de irmandade se faz presente com vocês.

Aos **amigos professores do Colégio Puríssimo Coração de Maria** (Rio Claro-SP), Rodrigo, Denilson, Bruno, Thercio e Wagner, por acreditar na educação. Neste colégio, ainda deixo a minha gratidão a Irmã Inez e demais irmãs, a Cássia e aos coordenadores Ana Célia, Carlos, Edmilson, Huemerson, Janaína e Walquíria por concederem a oportunidade de lecionar o que tanto me fascina. Em especial, agradeço a professora e coordenadora Prof^a.

Âmbar, por acreditar desde o primeiro momento na minha dedicação a Geografia: muito obrigado pela paciência em me auxiliar ao encontrar o melhor caminho para seguir no cotidiano da vida de um professor.

Ao **Prof. Luis Fernando Barbosa Cunha** – por acreditar na minha pessoa como professor e conceder oportunidades de dividir a Geografia.

Aos **funcionários da Prefeitura de Cubatão**, em especial ao Engº. Carlos André Gaspar dos Santos, que desprende tempo para acompanhar os trabalhos de campo, auxiliando a entender um pouco mais da realidade do município.

Aos **colegas do LAGEO** (Laboratório de Geomorfologia), em especial, Alan e Patrícia, pelas incessantes pesquisas para manter o nome da Geomorfologia de Rio Claro-SP.

Aos **amigos e funcionários da Biblioteca** – UNESP/Campus de Rio Claro-SP, pela alegria em auxiliar na busca por palavras e pelos conselhos de vida: Celinha, Gi, João, Meire, Monica, Nilza, Rejane, Rosangela e Suzi.

À **Profª. Giovana Cristina Ferreira Meyer** – pelo cuidado na revisão do Português.

À **Moema de Baptista Medina** – pela paciência na verificação minuciosa das normas da ABNT.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** – pelo auxílio na minha formação como pesquisador ao longo da graduação; por acreditar no desenvolvimento desta pesquisa ao aprovar o financiamento da mesma e, ainda, pela compreensão durante minhas novas escolhas.

In My Life

There are places I remember all my life,
 Though some have changed,
 Some forever, not for better,
 Some have gone and some remain.

All these places had their moments
With lovers and friends I still can recall.
Some are dead and some are living.
In my life I've loved them all
[...]

(Lennon, John; MacCartney, Paul)

Resumo

A Geoecologia da Paisagem proporciona a elaboração de zoneamentos geoambientais fundamentados em uma análise sistêmica, na qual os componentes antrópicos e naturais se integram a partir de uma caracterização socioeconômica e geoecológica da área estudada. Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo geral elaborar o zoneamento geoambiental e funcional da área urbana do município de Cubatão-SP por meio da proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) na escala 1:10.000. A escolha dessa área de estudo se deu devido a complexidade desse sistema ambiental litorâneo frente as atividades antrópicas desenvolvidas ao longo dos séculos no município, as quais tem corrompido a capacidade desse em suportar impactos ambientais. A pesquisa teve como respaldo metodológico os princípios que concernem à Teoria Geral dos Sistemas, procurando compreender a área urbana do município de Cubatão-SP como um sistema aberto. Ademais, estes princípios fundamentam a proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004). A caracterização socioeconômica e geoecológica da área de estudo foi realizada a partir da elaboração de distintos materiais cartográficos, em que a correlação entre esses resultou em três documentos cartográficos de síntese: Carta de Unidades Geoambientais; Carta de Estado Geoambiental e Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional. A Carta de Unidades Geoambientais possibilitou a identificação das paisagens dos sistemas Serrano e Planície Quaternária mais susceptíveis ao desenvolvimento de processos naturais e, ainda, aquelas fragilizadas devido as intervenções antrópicas. Já a Carta de Estado Geoambiental permitiu verificar as condições de regulação das funções geoecológicas das unidades geoambientais perante as intervenções antrópicas. Por fim, a Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional revelou os conflitos e/ou adequações do uso da terra atual com a legislação ambiental vigente e com os atributos físicos das unidades geoambientais. Assim, a avaliação desses dados forneceu condições ao apontamento de recomendações para cada unidade geoambiental. Dessa forma, considera-se que esta pesquisa forneceu subsídios ao planejamento e ordenamento da ocupação da área de estudo.

Palavras Chave: Geoecologia da paisagem. Zoneamento geoambiental e funcional. Sistema ambiental litorâneo. Planejamento ambiental. Geomorfologia.

Abstract

The Geoecology provides the development of geoenvironmental zoning based on a systemic analysis, in which the natural and anthropic components are integrated by geoecological and socioeconomic characterization of the studied area. This research aimed to establish the functional and geoenvironmental zoning of the urban area of the city of Cubatão – state of São Paulo (SP) - through the methodology proposed by Rodriguez; Silva and Cavalcanti (2004) on scale of 1:10.000. The choice of this area was due to the complexity of this coastal environmental system in view of human activities developed over the centuries in the city, which has corrupted its ability to withstand such impacts. The research was supported by the methodological principles of the General Systems Theory, seeking to understand the urban area of Cubatão-SP as an open system. Besides, these principles underlie the methodology proposed by Rodriguez; Silva and Cavalcanti (2004). The geoecological and socioeconomic characterization of the studied area was made from the development of different cartographic materials, and the correlation between them resulted in three cartographic documents of synthesis: Geoenvironmental Units Map, Geoenvironmental Conditions Map and Functional and Geoenvironmental Zoning Map. The Geoenvironmental Units Map enabled the identification of landscapes of Mountain and Quaternary Plain systems that are more susceptible to development of natural processes, and also those ones that are fragile due to human interventions. The Geoenvironmental Conditions Map allowed to verify the conditions for regulating the geoecological functions of the environmental units in the face of human interventions. Finally, the Functional and Geoenvironmental Zoning Map revealed conflicts and/or adjustments of current land use with environmental regulations and the physical attributes of environmental units. Thus, these data made possible to point to recommendations for each geoenvironmental unit. It is considered that this survey provided information for planning and ordering the occupation of the studied area.

Key words: Geoecology. Functional and geoenvironmental zoning. Coastal environmental system. Environmental planning. Geomorphology.

FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas de efetivação da metodologia proposta por Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004).	15
Figura 2 – Base Cartográfica da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.	17
Figura 3 – O grau de proximidade das curvas de nível como fator esclarecedor da declividade.....	20
Figura 4 – Estrutura organizacional dos ábacos digitais elaborados para a área urbana do município de Cubatão-SP	22
Figura 5 – Etapas da elaboração do ábaco digital..	23
Figura 6 – Uso do ábaco digital no ambiente do software Autodesk Map 2004.....	25
Figura 7 – Adaptação das simbologias de Tricart (1965), Verstappen e Zuidan (1975) e Silveira (2009) adotadas para o mapeamento geomorfológico da área urbana do município de Cubatão-SP.	30
Figura 8 – Critério qualitativo adotado na fotointerpretação para discernir os trechos da área de estudo equivalentes às classes de uso da terra denominadas de área urbana e área de expansão urbana.	33
Figura 9 – Definição da classe de uso da terra Uso Indefinido.	35
Figura 10 – Localização da área urbana de Cubatão no Estado de São Paulo, Baixada Santista e Município. Sem escala.....	49
Figura 11 – Comparação entre fotografias aéreas de 1962, na escala de 1:25.000 e, Imagens de satélite de alta resolução do Google Earth™ do cenário de 2010 no trecho noroeste da área de estudo – destaque a expansão urbana por meio da construção de moradias no sopé da Serra.	51
Figura 12 – Área urbana de acordo com os dispositivos legais do município de Cubatão-SP.	52
Figura 13 – Esquema da origem e recuo erosivo da Serra do Mar, na região entre a Bacia do Paraná, no continente, e a Bacia de Santos, a sudeste.	59
Figura 14 – As pinças de caranguejo identificadas por Almeida (1953) na Serra do Cubatão.	61
Figura 15 – Curvas de variação do nível relativo do mar no litoral de Santos durante os últimos 7.000 anos AP.....	71
Figura 16 – Esquema representativo das feições individualizadas no território paulista (Monteiro, 1973) – contendo a localização da feição individualizada em que o município de Cubatão-SP encontra-se inserida.	77

Figura 17 – Climograma de Cubatão (1976 – 1980).....	78
Figura 18 – Indicadores socioeconômicos de Cubatão segundo o IPRS – 2008.....	87
Figura 19 – Carta de Unidades Geoambientais da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.	90
Figura 20 – Representação Cartográfica dos Dados Litológicos da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.	93
Figura 21 – Carta de Declividade da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.....	94
Figura 22 – Carta Geomorfológica da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.....	96
Figura 23 – No segundo plano, ilustra-se a existência de núcleos urbanos sobre a unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas do Morro Mazagão.....	97
Figura 24 – Carta de Uso da Terra da Área Urbana do Município de Cubatão-SP – Cenário do Ano de 1962.	98
Figura 25 – Carta de Uso da Terra da Área Urbana do Município de Cubatão-SP – Cenário do Ano de 2007.	99
Figura 26 – Residências sobre a unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão.....	100
Figura 27 – Núcleos habitacionais no sopé da unidade Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão.....	101
Figura 28 – Antiga área de mineração na unidade Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão.....	101
Figura 29 – Variação espacial e a distribuição, em porcentagem (%), da área das classes de uso da terra área urbana e área de expansão urbana no período de 1962 a 2007 e, ainda, os trechos de unidades do Sistema Serrano em que há considerável presença de estruturas atuais do uso urbano.	103
Figura 30 – Carta de Estado Geoambiental da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.	105
Figura 31 – Feições antrópicas sobre formas de acumulação em planície flúvio-marinha - área da Vila dos Pescadores.	111
Figura 32 – Aterros em áreas da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas para promover a expansão das atividades antrópicas.....	112
Figura 33 – Cartas da Rede de Drenagem da Área Urbana do Município de Cubatão-SP...	113
Figura 34 – Canais fluviais alterados e as formas atuais das estruturas da classe de uso da terra área de expansão urbana, em área da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas – terreno da Companhia Siderúrgica S/A – Cosipa.....	114

Figura 35 – Aterro em área da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, localizado no conjunto habitacional Nova República.....	116
Figura 36 – Canalização e formas atuais das estruturas das classes de uso da terra Área urbana e Área de expansão urbana, em área referente ao conjunto habitacional Nova República.....	117
Figura 37 – Bairro de autoconstrução construído sobre aterro da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas.	118
Figura 38 – Ocupação irregular na unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, localizada nas proximidades do sopé do morro Mazagão.	120
Figuras 39 e 40 – Estruturas do uso urbano em trecho da unidade Planícies Fluviais Urbanizadas, localizadas em áreas próximas a confluência dos rios Cubatão e Perequê.	121
Figura 41 – Área de contato da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas e o Sistema Serrano.	123
Figuras 42 e 43 – Canais fluviais canalizados que drenam trecho da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas.....	124
Figura 44 – Representação do cenário atual mostrando a canalização de dois canais fluviais que drenam trecho da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas.....	125
Figura 45 – Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.	129

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação na distribuição das classes de uso da terra da área urbana do município de Cubatão-SP, em porcentagem, identificadas nos cenários de 1962 e 2007.....	127
---	-----

QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre o planejamento tradicional e o planejamento ambiental	6
Quadro 2 – Quadro descritivo das unidades geoambientais definidas na Carta de Unidades Geoambientais da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.	91

TABELAS

Tabela 1 – Classes de declividade, espaçamento entre as curvas de nível e cores de acordo com os ábacos principais.	21
Tabela 2 – Número de deslizamentos na Serra do Mar/Cubatão entre 1962 e 1985.....	66

Tabela 3 – Evolução da população residente em Cubatão e o seu percentual em relação à região da Baixada Santista nos anos de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000.	85
Tabela 4 – Distribuição da população residente em Cubatão, por situação do domicílio, nos anos de 1980, 1991, 1996 e 2000..	85
Tabela 5 – Síntese da proposta de zoneamento geoambiental e funcional da área urbana do município de Cubatão-SP.	133

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Aspectos teóricos sobre o Zoneamento Geoambiental	4
3. Método e Técnicas	13
3.1. Método	13
3.2. Técnicas Cartográficas.....	16
3.2.1. Base Cartográfica	16
3.2.2. Carta de declividade	18
3.2.3. Representação Cartográfica dos Dados Litológicos.....	26
3.2.4. Carta Geomorfológica	26
3.2.5. Cartas de Uso da Terra	30
3.2.6. Cartas da Rede Hidrográfica	35
3.2.7. Carta de Unidades Geoambientais	36
3.2.8. Carta de Estado Geoambiental	42
3.2.9. Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional	44
4. Caracterização da Área de Estudo	48
4.1. Localização e Características dos Componentes Naturais (caracterização geocológica)	48
4.1.1. Localização.....	48
4.1.2. Características dos Componentes Naturais (caracterização geocológica).....	53
4.2. História e Características dos Componentes Antrópicos (caracterização socioeconômica)	81
4.2.1. História	81
4.2.2. Características dos Componentes Antrópicos (caracterização socioeconômica)....	84
5. Apresentação dos Dados e Análise dos Resultados	89
5.1. Análise Geoambiental da Área Urbana do Município de Cubatão-SP	89
5.2. Zoneamento Geoambiental e Funcional da Área Urbana do Município de Cubatão-SP	128
6. Considerações Finais	134
7. Referências	138

1. Introdução

O atual cenário de degradação das áreas litorâneas advém da limitada capacidade dessas em suportar impactos ambientais devido à complexidade existente na interação mar-continente que sustenta o funcionamento desses sistemas ambientais. Rodriguez; Cabo e Brescansin (1997, p. 178) salientam que esses sistemas ambientais “encontram-se entre os mais frágeis, vulneráveis e instáveis. Isso é consequência da complicada organização espacial e do complexo mecanismo de intercâmbio de Energia, Matéria e Informação que sustentam seu funcionamento”.

Agregado a esta situação, as atividades antrópicas, relacionadas à ocupação desenfreada e inadequada, manifestam como verdadeiras catástrofes nas mais diversas escalas espaço-temporais.

No Brasil, cinco das nove regiões metropolitanas mais populosas se situam nessas áreas (SOUZA; SUGUIO, 1996). Desta forma, a intensa expansão urbana nos municípios destas regiões torna-se uma atividade que aumenta o risco das referidas catástrofes. Neste sentido, Rodriguez (1997) aponta que os processos de expansão urbana têm levado a uma ocupação desorganizada dos espaços litorâneos, propiciando uma degradação progressiva dos mesmos.

A área urbana do município litorâneo de Cubatão se insere nesse contexto e, ainda, possui o agravante de se constituir em área de povoamento secular do Brasil. Assim, verifica-se que esta área possui elevado nível de fragilidade ambiental decorrente de organizações espaciais delineadas pelas transformações socioeconômicas ao longo do tempo que pressionam tal sistema ambiental.

Evidencia-se que o modelo de atividades econômicas essencialmente urbanas foi instaurado neste município a partir da segunda metade do século XX, tendo como premissa o desenvolvimento de atividades industriais que resultaram na constituição de um Complexo Parque Industrial e vias de circulação com relevância ao tráfego de mercadorias e pessoas do litoral sul paulista. Consequentemente, verificou-se o crescimento demográfico, a expansão de áreas urbanas e o crescimento de atividades do setor terciário no município.

Esse modelo, a partir da constituição de um fluxo de matéria e energia oriundo da urbanização, acrescido da referida dinâmica secular, interfere na manutenção do equilíbrio desse sistema ambiental litorâneo ao modificar os seus componentes, implicando em impactos socioambientais subjacentes.

Nesse contexto, surge a necessidade de uma análise ambiental integrada desse sistema para o delineamento de prognósticos dos problemas ambientais em uma visão holística temporo-espacial, buscando compreender e adequar a relação do homem com a natureza.

De acordo com Rodriguez et al. (1995, p. 83), a Geoecologia da Paisagem, ao considerar a paisagem e os seus elementos como base para investigações científicas, proporciona a formulação de modelos a partir de uma análise científica baseada “nos estudos das ‘unidades ambientais’, em suas interações com a sociedade, como elementos integrativos, com uma visão de totalidade e dinâmica, cujo movimento é inesgotável”.

Desse modo, a Geoecologia da Paisagem proporciona a formulação de um Zoneamento Geoambiental que equivale a um modelo racional de organização do território. Esse tipo de zoneamento possibilita o fornecimento de subsídios para a ordenação geoambiental do território, tornando-se instrumento de auxílio ao planejamento ambiental.

Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), com respaldo teórico-metodológico da Geoecologia da Paisagem, apresentam proposta metodológica que possibilita a elaboração do zoneamento geoambiental, fundamentado em uma análise sistêmica, na qual os componentes antrópicos e naturais se integram a partir de uma caracterização socioeconômica e geoecológica.

Desta forma, a presente pesquisa teve como objetivo executar um Zoneamento Geoambiental e Funcional através da proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) na escala 1:10.000, como subsídio para o planejamento ambiental e ordenamento territorial da área urbana do município de Cubatão-SP.

Para atingir tal objetivo geral, os objetivos específicos foram:

- Analisar os componentes antrópicos (caracterização socioeconômica) da área de estudo para avaliar a atual dinâmica do uso da terra, bem como a sua função e inserção na atividade econômica local e regional;
- Analisar os componentes naturais (caracterização geoecológica) da área de estudo;
- Delimitar e analisar as unidades geoambientais;
- Determinar e analisar o estado geoambiental da área urbana do município de Cubatão-SP;
- Delimitar as áreas que condizem ao Zoneamento Geoambiental (áreas de proteção, conservação, melhoramento e reabilitação) e as áreas de Zoneamento

Funcional (áreas para fins recreacionais, uso urbano, Unidades de Conservação) e, ainda, apresentar recomendações para cada categoria proposta.

Assim, a dissertação se organiza da seguinte maneira: no capítulo 2, uma revisão bibliográfica referente aos aspectos teóricos sobre o Zoneamento Geoambiental. O capítulo 3 indica os pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas, os quais integram a proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) e, ainda, as técnicas utilizadas na elaboração dos documentos cartográficos específicos. O capítulo 4 apresenta a caracterização da área de estudo com base na indicação dos componentes naturais (caracterização geoecológica) e antrópicos (caracterização socioeconômica). O capítulo 5 apresenta uma discussão acerca dos resultados obtidos na pesquisa em dois tópicos: a) Análise Geoambiental e b) Zoneamento Geoambiental e Funcional. Por fim, o capítulo 6 aborda as considerações finais a respeito da pesquisa.

2. Aspectos teóricos sobre o Zoneamento Geoambiental

O atual cenário de degradação do meio ambiente possui relação direta com o modelo de desenvolvimento adotado pelas sociedades, em suas mais diversas variações no espaço e tempo, advindos da dualidade existente entre a sociedade e a natureza.

Essa dualidade pode ser compreendida por meio de análise da dinâmica do uso da terra em conjunto com os elementos do sistema ambiental físico cuja relação se encontra atrelada a modelos de desenvolvimento pautados no predomínio da racionalidade econômica sobre a racionalidade socioambiental que implica no rompimento do equilíbrio dos sistemas ambientais físicos e na capacidade destes em suportar as intervenções de ordem antrópica.

Dentre os diversos tipos de sistemas ambientais que se encontram ameaçados frente ao excesso das atividades antrópicas destacam-se os litorâneos. A ocupação desenfreada e inadequada desses sistemas ambientais acarreta em agressões que se manifestam como verdadeiras catástrofes nas mais diversas escalas espaço-temporais. Evidencia-se, ainda, que essas agressões refletem diretamente em problemas de ordem socioambientais.

Assim, “a exploração dos sistemas litorâneos exige a busca da organização espacial e funcional ótima, que responda ao aproveitamento máximo dos recursos e ao funcionamento dos sistemas ambientais” (RODRIGUEZ; CABO; BRESCANSIN, 1997, p. 179) de um modo que satisfaça as necessidades humanas tanto do presente quanto do futuro.

Nesse contexto, o ordenamento da ocupação nos sistemas ambientais litorâneos denota a adoção dos princípios do desenvolvimento sustentável. De acordo com Rodriguez (1997, p. 55), o desenvolvimento sustentável compreende

[...] a gestão e administração dos recursos e serviços ambientais e a orientação das mudanças tecnológicas e institucionais, no sentido de assegurar e alcançar a contínua satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras, dentro dos limites da capacidade de sustentação dos sistemas ambientais.

A implantação dos princípios do desenvolvimento sustentável se concebe por intermédio do Planejamento Ambiental, pois esse implica na determinação de um modelo territorial que objetiva o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente (CAVALCANTI et al., 1997).

De acordo com Ross (1998), a implantação do Planejamento Ambiental como princípio de desenvolvimento sustentável visa a encontrar meios que possibilitem a convivência harmônica entre natureza e sociedade, conciliando crescimento econômico e melhoria das condições sociais com o ambiente.

Para uma melhor compreensão da inter-relação entre planejamento ambiental e desenvolvimento sustentável surge a necessidade de uma clara concepção do conceito de Planejamento Ambiental. Assim, para um delineamento do Planejamento Ambiental, torna-se necessário, em um primeiro momento, remeter-se ao conceito de Planejamento.

O planejamento se constitui em

[...] um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades. Um importante papel destinado ao planejamento é, ainda, o de orientar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço e tempo, incentivando a participação institucional e dos cidadãos, induzindo às relações mais estreitas entre a sociedade e autoridades locais e regionais (SANTOS, 2004, p. 24).

De acordo com Christofolletti (1994), o planejamento infere à questão espacial, ou seja, este racionaliza a introdução de atividades em determinados territórios, as quais devem articular os aspectos dos sistemas ambientais físicos e dos sistemas sócio-econômicos.

Nesse viés, surgem diversas modalidades de planejamento definidas de acordo com o adjetivo que o acompanha – ambiental; sociocultural; econômico, etc. Os diversos adjetivos possibilitam “identificar o tema, a área, o setor de atividade, o ideário ou mesmo o paradigma em que se alinha o trabalho” (SANTOS, 2004, p. 25).

Dentre as diversas modalidades existentes, destacam-se o planejamento econômico (tradicional ou convencional) e o planejamento ambiental. Enquanto o planejamento tradicional se concebe como um estilo de desenvolvimento econômico, o planejamento ambiental presa o desenvolvimento sustentável. O quadro 1 indica as diferenças substanciais dessas modalidades que implicam na contraposição a ideia de desenvolvimento.

Assim, as premissas dessas modalidades repercutem diretamente na forma de considerar o sistema ambiental físico. Em razão do planejamento tradicional se caracterizar como setorial, determinista e linear, verifica-se a busca por um sistema ambiental físico rigidamente projetado, estável e constante, no qual os elementos desse sistema são considerados de forma isolada e não integrada. Já o planejamento ambiental, por se caracterizar como integrador, sistêmico, multiopcional e probabilístico, implica na instituição

PLANEJAMENTO TRADICIONAL	PLANEJAMENTO AMBIENTAL
OBJETIVOS	
Privilegiar o crescimento. Produzir para o comércio exterior. Critério de máxima eficiência econômica.	Privilegiar a qualidade de vida. Produzir para satisfazer as necessidades básicas da população. Critério de desenvolvimento regional harmônico.
TEMPORALIDADE	
Centrado em curto e médio prazos. Sem integração do trabalho.	Critério de longo prazo, busca coerência para ações a curto e médio prazos.
TECNOLOGIA	
Usa tecnologias imitativas.	Promove tecnologia ambiental, social e culturalmente adequadas.
CONCEPÇÃO	
Desenvolvimento setorial e parcial. Linear, seleciona uma só ação. Determinista, com a suposição de certezas.	Integral e sistemática. Múltiplas ações, procura a combinação e a variedade. Trabalha com a incerteza, a probabilidade e o desconhecimento.
ORGANIZAÇÃO PRODUTIVA	
Promove formas de organização empresarial mercantil.	Critério heterogêneo da organização produtiva.

Quadro 1 – Comparação entre o planejamento tradicional e o planejamento ambiental. Fonte: Chávez (1994) apud Cavalcanti et al. (1997).

de sistemas ambientais físicos inter-relacionados, compostos por estruturas conexas, totais e sistêmicas, e que formam uma totalidade ambiental.

É de extrema relevância salientar que o surgimento de ambas as concepções se encontram atreladas à conjuntura socioeconômica que instituiu os tipos de desenvolvimento.

Assim, nota-se que o planejamento econômico foi consolidado após a Segunda Guerra Mundial, período que o conceito de desenvolvimento se baseava em parâmetros econômicos relacionados à reestruturação econômica dos países por meio de uma elevação do PIB (Produto Interno Bruto), instituição de uma evoluída economia de mercado e especialização da sociedade, enfatizando-se o modelo e a sociedade voltados para o consumo segundo os países dominantes (SANTOS, 2004).

Este modelo, pautado no crescimento econômico, prevaleceu até meados da década de 60 (BUARQUE, 2002; DIEGUES, 1992; VEIGA, 2008). A partir desse período, tal modelo passava a ser considerado como insustentável para a manutenção do equilíbrio dos sistemas ambientais físicos.

Assim, surgia a necessidade da formulação de novos modelos de desenvolvimento, pois, as

[...] antigas premissas de planejamento, com base em definições econômicas e de caráter setorial, não mais serviam como referência indiscutível. Exigiam-se planejamentos mais abrangentes, dinâmicos, preocupados com avaliações de impacto ambiental. Não mais se admitia usar como sinônimos desenvolvimento econômico e crescimento econômico, qualidade de vida e padrão de vida. Países subdesenvolvidos que haviam alcançado um significativo crescimento de seu PIB ainda conservavam um grande número de indivíduos sem acesso aos serviços sociais básicos (saúde, educação, nutrição), desvinculando a correlação entre crescimento econômico e bem-estar social (SANTOS, 2004, p.17).

Buarque (2002, p. 57) acrescenta que “a transição para um novo paradigma de desenvolvimento e os seus desafios são acompanhados de inovações no terreno das ideias e nas consciências das sociedades”.

Segundo esse mesmo autor, “o primeiro grande impacto nas consciências se dá no final da década de 60 e início dos anos 70 como resultado combinado da crise do petróleo com a publicação do primeiro relatório do Clube de Roma” (BUARQUE, 2002, p. 57).

No que tange à crise do petróleo, Diegues (1992, p. 24) assinala que

[...] a necessidade de racionar o petróleo, sobretudo o usado para o aquecimento das casas e para o transporte nos países ricos, alertou essas populações para uma realidade nova: os recursos naturais renováveis e principalmente os não-renováveis são bens finitos e precisam ser usados de forma comedida.

Já em relação ao relatório do Clube de Roma, evidencia-se que esse foi concebido nas reuniões realizadas a partir da criação deste foro de discussões no ano de 1968, em que cientistas, governantes e industriais discutiam os limites do crescimento econômico, considerando a ameaça aos recursos naturais. Assim, em 1972, sob a coordenação de D. H. Meadows foi publicado um relatório denominado de “*The Limits to Growth*” que apontava para a necessidade de estabelecer o crescimento zero em relação ao crescimento econômico e populacional que se registrava no período (LAGO, 2006).

Sob a repercussão desses dois fatos, se realiza, em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ocorrida na cidade de Estocolmo (BUARQUE, 2002; DIEGUES, 1992; LAGO, 2006).

Em relação a essa conferência, Santos (2004, p. 19) evidencia que os processos de planejamento começaram a se estruturar dentro de uma nova ordem – a ambiental.

Lago (2006, p. 32) acrescenta ainda que esta se constituiu como

[...] etapa histórica para a evolução do tratamento das questões ligadas ao meio ambiente no plano internacional e também no plano interno de grande

número de países. O tema, no entanto, ao ganhar crescente legitimidade internacional, passou a ser discutido cada vez menos do ponto de vista científico, e cada vez mais no contexto político e econômico.

Em 1983 foi criada a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento – “Comissão Brundtland” que foi responsável pela elaboração de um relatório intitulado de “*Our Common Future*”, em que se encontravam análises das propostas elaboradas na conferência de 1972 e propunha a base para a próxima conferência mundial pautada na oficialização do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

No ano de 1992, ocorreu, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como ECO-92. Nesta conferência foi atribuída aos países desenvolvidos a responsabilidade de financiar os subdesenvolvidos por meio de uma política de consolidação do desenvolvimento sustentável.

Em 20 anos, a mudança na preocupação básica pode ser observada justamente na temática das duas conferências organizadas pelas Nações Unidas. Em 1972, delineava-se a preocupação com o meio ambiente humano. Em 1992, na conferência realizada no Rio de Janeiro, o tema fundamental expressava-se como meio ambiente e desenvolvimento (CHRISTOFOLETTI, 1994, p. 432).

Em relação à conjuntura pós Eco-92, nota-se ainda que os países possuem entraves para a implantação de um planejamento ambiental, pois na maioria das vezes há recursos tecnológicos com capacidade de superar quase todas as dificuldades relacionadas à diversidade e complexidade dos ambientes naturais, contudo, nem sempre a utilização de tais recursos é economicamente viável ou politicamente interessante (ROSS, 2003).

De acordo com Cavalcanti et al. (1997), o Brasil mantém o desenvolvimento baseado no crescimento econômico, com fins a possibilidade de satisfação e acesso ao consumo da população, mesmo que haja riscos ao meio ambiente e ao próprio homem.

Para reverter tal situação, Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) apontam a necessidade de mudanças na mentalidade e comportamento da sociedade, baseadas no conhecimento do funcionamento, potencialidade e limites dos sistemas ambientais. Assim, há a possibilidade de otimizar a interação entre os sistemas naturais e sociais.

De acordo com Ross (2003, p. 82)

[...] a preocupação com o planejar deve ter em conta os interesses sociais, mas também os interesses ambientais, pois o homem, além de elemento social, é um ser animal, e como tal, não sobrevive sem os componentes da natureza que o envolve, sustenta e lhe dá vida. Assim sendo, a questão ambiental é antes de mais nada uma questão social, pois é no ambiente natural que os seres vivos surgiram e surgem e é nesse ambiente natural que o homem, como ser ativo, organiza-se socialmente. Desse modo, tratar da questão ambiental, esquecendo-se do homem como ser social e agente

modificador dos ambientes naturais ou, o contrário, tratar o social, desmerecendo o ambiental é negar a própria essência do homem – sua inteligência.

Dessa forma, para a compatibilização dos interesses imediatos e das necessidades futuras, há a necessidade da incorporação do planejamento ambiental articulado ao processo de tomada de decisões (KOSTROWICKI, 1990 apud RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 209), pois este

[...] é um instrumento dirigido a planejar e programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente (RODRIGUEZ, 1997, p. 37).

Nesse viés, verifica-se que o planejamento ambiental implica na implantação de modelos territoriais, em que se destacam Zoneamentos, Estudos de Impacto Ambiental, Planos de Bacias Hidrográficas, Planos Diretores, Planos de Manejo de Áreas de Proteção Ambiental (SATO, 2008).

Dentre esses instrumentos, evidenciam-se os zoneamentos, pois esses fornecem subsídios às políticas de planejamento estratégico nos mais distintos níveis de gerenciamento e territórios (ROSS, 1998).

Os zoneamentos, assim como os modelos de planejamento, são determinados de acordo com os objetivos e a natureza dos indicadores e interações utilizadas durante o trabalho, possibilitando a existência de uma gama de zoneamentos – ambiental; econômico-ecológico; sócio-econômico, etc.

Nessa pesquisa, atribui-se maior importância aos Zoneamentos Ambientais, pois esses são fundamentados em uma análise sistêmica, na qual os componentes antrópicos e naturais se integram a partir de uma caracterização socioeconômica e geoecológica, adequando-se as exigências do Planejamento Ambiental (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

De acordo com Rodriguez (2003, p. 16), há duas concepções de zoneamento ambiental, sendo essas:

1) o Zoneamento como inventário – que é determinar a organização ambiental ou Geo-Ambiental do território – não é o mapa de zonear a paisagem, essa é uma das interpretações do conceito de zoneamento; 2) o Zoneamento Geo-Ambiental – que na literatura de zoneamento das paisagens é a proposta de como usar o território em três níveis: a) usos funcionais – que tipo de uso se pode utilizar; b) intensidade de uso – capacidade de suporte que podem ter os sistemas; c) por último quais as medidas, as providências que devem ser tomadas para por em prática esse modelo de uso da paisagem (modelo ambiental).

Nota-se que o zoneamento geoambiental possibilita uma representação espacial dos atributos físicos e dos sistemas antrópicos em diversas escalas de tempo e espaço interatuantes, tornando possível o ordenamento geoambiental do território.

No Brasil, o inciso II da Lei nº. 6.938/81 declarou o Zoneamento Ambiental como instrumento de planejamento e gestão da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), o qual foi regulamentado no decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 através do estabelecimento de critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE. O artigo 2º do Capítulo I do decreto indica que o objetivo desse tipo de zoneamento é “estabelecer medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população” (BRASIL, 2002).

No entanto, Silva (1997, p. 10) evidencia que “pouco se fez para sistematizar o conhecimento e definir a epistemologia do Zoneamento Ambiental” no Brasil. Essa situação é relatada no uso da expressão Zoneamento Ambiental em algumas resoluções do CONAMA, publicadas posteriormente a referida lei, em que se verifica que não há escopo, limites, vinculações e sobreposições sobre esse instrumento com outros praticados no país (SILVA, 1997).

Assim, há um questionamento acerca do Zoneamento Ecológico-Econômico, considerado como ambiental na legislação brasileira.

Rodriguez (2003, p. 17) assinala certas considerações acerca desse zoneamento, evidenciando que:

1) o que se faz não é zoneamento, ou seja, não chega quase nunca a propostas; 2) quando tem alguma proposta, as propostas não são integradoras, são propostas por recursos; 3) tem muitos problemas com o próprio problema da interação e articulação da construção do conhecimento, ou seja, são coisas feitas por diferentes disciplinas que não tem nenhuma integração.

Ab’Sáber (1989, p. 5) acrescenta que “não há como aceitar a ideia simplista de que a determinados espaços ecológicos devem corresponder espaços econômicos, numa sobreposição plena e totalmente ajustável”, sobretudo devido à dependência da sociedade capitalista-consumista. Esse mesmo autor aponta, por meio de uma análise do zoneamento ecológico-econômico da Amazônia, que as escalas cartográficas de pequeno detalhe adotadas nesses tipos de zoneamentos estimula a predação e coalescência por não apresentar a dinâmica socioeconômica e natural do local.

Gutberlet (2002, p. 165), ao analisar de forma crítica o zoneamento econômico-ecológico da Amazônia, evidencia que “para as áreas prioritárias do zoneamento, a escala aplicada hoje é de 1:250.000 e, em casos pontuais, de 1:100.000. Mesmo assim, em determinadas áreas o *zoom* deve ser ampliado mais ainda para subsidiar o planejamento e a tomada de decisões”, pois, “escalas muito pequenas podem levar a equívocos no prognóstico”.

Em relação à área de estudo dessa pesquisa, ressalta-se que o município de Cubatão-SP foi inserido no projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico da Baixada Santista, previsto na lei 10.019/98. Esse zoneamento foi executado no ano de 2008, tendo a Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo como responsável pela elaboração do projeto, o qual veio a ser representado graficamente na escala 1:50.000.

Esse zoneamento auxiliou na organização do território da Baixada Santista, porém, assim como já indicado, a escala cartográfica utilizada impossibilitou um detalhamento da superfície. Dessa forma, acredita-se que o zoneamento geoambiental apresentado nessa pesquisa, realizado na escala 1:10.000, contribua para a tomada de decisões em nível local, haja vista a possibilidade de individualização de elementos inseridos em um contexto regional.

Em relação, ainda, aos impasses do zoneamento econômico-ecológico, Gutberlet (2002, p. 166) evidencia que “houve pouca participação da sociedade civil na elaboração dos diagnósticos para o zoneamento”. Dessa forma,

[...] é muito mais difícil agora fazer a população se apropriar do conhecimento gerado pelo diagnóstico. Consequentemente, será mais demorado envolvê-la em discussões acerca de planejamento, manejo e gestão dos recursos naturais nas suas comunidades ou municípios.

Ademais, ressalta-se

[...] o risco de grupos de influência econômica e política (corporações, empresas, bancos e agências de financiamento) e/ou poder político se apropriarem da informação, ou de parte da base de dados disponibilizados pelo diagnóstico, para promover seus interesses particulares (GUTBERLET, 2002, p. 166).

Nessa conjuntura, surge a necessidade da elaboração de zoneamentos geoambientais no território brasileiro para o delineamento de prognósticos dos problemas ambientais em uma visão holística temporo-espacial, buscando compreender e adequar a relação do homem com a natureza.

As pesquisas realizadas por Rodriguez et al. (1995), Oliveira (2003), Zacharias (2006), Felisbino (2006), Amorim (2007) e Sato (2008), embasadas na proposta metodológica de zoneamento geoambiental de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), apresentaram resultados satisfatórios que contribuíram para a organização geoambiental das áreas de estudo com vistas a um planejamento ambiental e implantação do desenvolvimento sustentável.

A proposta de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) consiste na elaboração de uma carta síntese denominada de Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional, na qual são delimitadas áreas que condizem ao Zoneamento Geoambiental (áreas de proteção, conservação, melhoramento e reabilitação) e as áreas de Zoneamento Funcional (áreas para fins recreacionais, uso urbano, Unidades de Conservação – Parques Estaduais e/ou Área de Proteção Ambiental). Junto a esse documento cartográfico, apresentam-se recomendações para cada unidade proposta.

Assim, nessa perspectiva, acrescida ainda da necessidade de um zoneamento baseado em uma análise sistêmica, em escala de maior detalhe, para uma melhor caracterização socioeconômica e geoecológica dos territórios, considera-se que a elaboração de um zoneamento geoambiental para a área urbana do município de Cubatão-SP, segundo a proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), possibilite contribuições para a organização das atividades antrópicas nesse sistema ambiental litorâneo que permita o desenvolvimento sustentável.

3. Método e Técnicas

3.1. Método

A orientação metodológica para a presente pesquisa teve respaldo nos princípios que concernem à Teoria Geral dos Sistemas aplicados à ciência geográfica. A aplicação dessa teoria na Geografia

[...] serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de proporcionar oportunidade para reconsiderações críticas de muitos dos seus conceitos (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. XI).

Cowan (1936 apud HOWARD, 1973, p. 4) afirma que “um sistema é composto de elementos (objetos), seu estado instantâneo e inter-relações, estando sujeito a modificações através do tempo”.

Já Mattos e Perez Filho (2004, p. 12) definem sistema

[...] como um todo organizado composto de elementos que se inter-relacionam. A ideia de sistema só ganha sentido se forem considerados conjuntamente esses três conceitos: todo, partes e interrelação. A simples interação entre elementos não forma um sistema se não forem capaz de criar algo que funcione como um todo integrado. Por outro lado, não é possível compreender totalmente esse todo se não entendermos quais são suas partes e como elas se inter-relacionam.

Os sistemas podem ser classificados segundo critérios variados. Para a análise geográfica, o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes.

A escolha da área urbana do município de Cubatão-SP como área de estudo justifica o uso da abordagem sistêmica quanto ao critério funcional, pois esse se constitui em um sistema aberto que recebe (input) e perde (output) energia e matéria (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 15).

Quanto ao critério da complexidade estrutural, essa pesquisa utilizou a concepção dos sistemas controlados que “são aqueles que apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-respostas”, visto que “o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em sequência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas”. No caso específico da área de estudo, acredita-se que as atividades antrópicas vêm rompendo com a capacidade de suporte desse sistema litorâneo (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 19).

Esses princípios da Teoria Geral dos Sistemas se integram, ainda, a proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), adotada para essa pesquisa, a qual também se fundamenta na abordagem sistêmica. “O enfoque sistêmico comporta, assim, a base científica da análise geoecológica da paisagem” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 41).

Dessa forma, “a partir da visão sistêmica, concebe-se a paisagem como um sistema integrado, no qual cada componente isolado não possui propriedades integradoras. Estas propriedades integradoras somente desenvolvem-se quando se estuda a paisagem como um sistema total” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 47). Ressalta-se que nessa visão, considera-se como intrínseco da paisagem:

[...] suas regularidades de organização interna; seus próprios mecanismos de auto-regulação, de estabilidade – que, em grande parte são determinados pelos canais de circulação e intercâmbio de fluxos de Energia, Matéria e Informação (EMI); seu cumprimento de determinadas funções geoecológicas, que são por sua essência funções de reprodução e formação do meio e dos recursos (RODRIGUEZ et al., 1995, p. 84).

Verificam-se, assim, as condições de uma análise integrada dos componentes antrópicos e naturais para se discutir a paisagem como uma totalidade.

Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) apresentam as ideias, conceitos e métodos de estudo de diversos enfoques de análise da paisagem, destacando os enfoques estrutural, funcional, evolutivo-dinâmico, antropogênico e integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem.

O enfoque que subsidiará a proposta de zoneamento geoambiental e funcional da área urbana do município de Cubatão será o enfoque funcional na análise da paisagem. Esse enfoque

[...] tem por finalidade esclarecer como ela está estruturada, ou seja, quais são as relações funcionais entre seus elementos, por que está estruturada de determinada maneira (relações genéticas ou casuais) e para que está estruturada de certa forma (quais são as funções naturais e sociais) (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 124).

Assim, todos os elementos da paisagem “cumprem funções determinadas e participam de forma peculiar no seu processo de gênese” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 124).

A execução da proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) envolve as seguintes fases: organização; inventário; análise; diagnóstico; proposições e execução (Figura 1). Dessas fases, apenas a executiva não será realizada, pois compete ao poder público ou privado o gerenciamento do zoneamento.

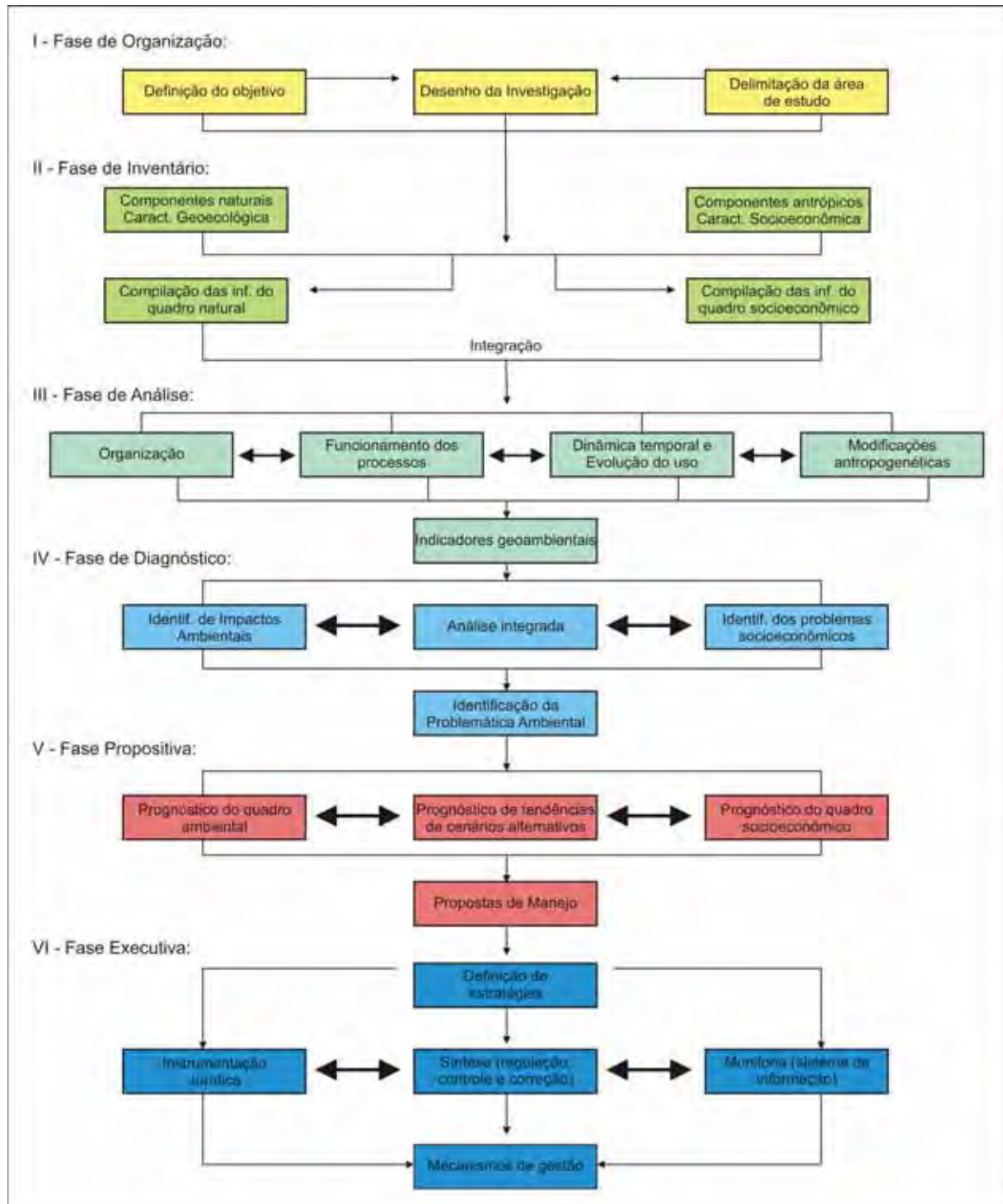


Figura 1 – Fluxograma das etapas de efetivação da metodologia proposta por Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004).

A fase denominada de organização compreende as etapas iniciais do trabalho, ou seja, o momento da escolha da área e da escala de trabalho, a justificativa de sua execução e adequação das atividades ao cronograma de trabalho. O inventário permite entender a organização espacial e funcional de cada sistema. Essa fase é fundamental para a definição, classificação e cartografia das unidades geoambientais, as quais se constituem como a base operacional para as demais fases da pesquisa. Ressalta-se que essas unidades são determinadas a partir da correlação do inventário dos componentes antrópicos e dos componentes naturais, obtidos através da elaboração de produtos cartográficos específicos sobre ambos os componentes.

A fase designada de análise consiste no tratamento dos dados obtidos na fase do inventário, pela integração dos componentes naturais e dos componentes socioeconômicos, permitindo a diferenciação das unidades geoambientais que possibilitam a identificação dos setores de risco, dos principais conflitos e impactos ambientais existentes na área de estudo.

A fase do diagnóstico apresenta a síntese dos resultados dos estudos, permitindo a caracterização do cenário atual, entendida como Estado Geoambiental, proporcionando a identificação dos principais problemas ambientais existentes. Por fim, a fase das proposições considera a análise do diagnóstico na efetivação de um prognóstico ambiental e socioeconômico, incorporando-se em uma análise de tendências futuras do quadro atual, possibilitando a realização de propostas de zoneamento.

O item técnicas cartográficas, a seguir, apresenta, separadamente, as técnicas utilizadas na elaboração dos documentos cartográficos do inventário das características geológicas e socioeconômicas, bem como daqueles produzidos nas fases de análise, diagnóstico e proposição, correspondentes às cartas de Unidades Geoambientais; Estado Geoambiental e de Zoneamento Geoambiental e Funcional, respectivamente.

3.2. Técnicas Cartográficas

3.2.1. Base Cartográfica

A base cartográfica da área urbana do município de Cubatão – SP (Figura 2) foi elaborada a partir da utilização de cartas topográficas que abrangem a área de estudo, executadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) da Secretaria de Economia e

Planejamento do Governo do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Ação Regional, na escala de 1:10.000.

A área de estudo compreende as cartas Vila Parisi (SF-23-Y-D-IV-3-NO-F), Rio Quilombo (SF-23-Y-D-IV-3-NE-E), Rio Itutinga (SF-23-Y-D-IV-3-SO-A), Cubatão – Sede (SF-23-Y-D-IV-3-SO-B), Ilha dos Bagres (SF-23-Y-D-IV-3-SE-A), Rio Santana (SF-23-Y-D-IV-3-SO-C), São Vicente II (SF-23-Y-D-IV-3-SO-D), Morro Cabeça de Negro (SF-23-Y-D-IV-3-NO-E), Serra do Poço (SF-23-Y-D-IV-3-NO-D) e Raiz da Serra (SF-23-Y-D-IV-3-NE-C).

As referidas cartas foram digitalizadas para a aquisição de arquivos que foram inseridos no ambiente do software AutoDesk Map 2004. Por meio desse software, foi possível o georreferenciamento das imagens e a digitalização das feições lineares e zonais da área de estudo, tais como: rede de drenagem, curvas de nível, pontos cotados, núcleo habitacional e industrial, principais vias de rodagem, toponímias e o limite da área de estudo.

Evidencia-se que esse documento cartográfico serviu de apoio para a elaboração das demais cartas propostas – Carta de Declividade; Carta Geomorfológica; Cartas de Uso da Terra dos cenários de 1962 e 2007; Cartas da rede hidrográfica dos cenários de 1962 e 1988; Carta de Unidades Geoambientais; Carta de Estado Geoambiental e; Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional – bem como para as transformações de escalas necessárias ao longo da pesquisa.

Em relação às transformações de escalas ao longo da pesquisa, ressalta-se que a escala original da base cartográfica – 1:10.000 – foi utilizada para a elaboração dos documentos cartográficos produzidos nessa pesquisa, entretanto, no momento de plotagem dos mesmos, adotou-se a escala 1:20.000. Esse procedimento foi realizado a partir da verificação do não comprometimento da análise dos dados das cartas nessa escala de menor detalhe e também com o intuito de facilitar o manuseio do material.

3.2.2. Carta de declividade

A carta de declividade, segundo Cunha (2001, p. 42), “tem como objetivo quantificar a inclinação ou o declive do terreno”. Assim, esse documento cartográfico adquire importância para estudos de uso e ocupação do solo, tendo em vista que tais estudos se utilizam de dados de declividade como suporte para avaliarem, por exemplo, a suscetibilidade erosiva de uma área, as áreas que possuem condições de serem utilizadas para a implantação de loteamentos

residenciais e/ou introdução de determinada cultura agrícola, entre outros. De Biasi (1992) ressalta que a construção de cartas de declividade se constitui em instrumento de análise dos trabalhos ligados ao Planejamento Regional, Urbano, Rural, como às Ciências da Terra.

A carta de declividade da área urbana do município de Cubatão foi elaborada a partir da proposta metodológica de De Biasi (1970, 1992), assim como da técnica semi-automática apresentada por Simon e Cunha (2009).

De acordo com a referida proposta metodológica, o primeiro passo para a construção dessa carta consistiu na determinação das classes de declividade. Para essa determinação, utilizou-se de procedimentos matemáticos, os quais necessitaram da identificação na base cartográfica da área de estudo, da equidistância das curvas de nível e da distância horizontal ou o espaçamento entre as curvas. No que tange à equidistância das curvas de nível, é importante salientar que, em razão das cartas topográficas utilizadas na elaboração da base cartográfica da área de estudo apresentarem distintos valores de equidistância (5 m até a curva de 50 m e, 10 m acima da curva de 50), tal distinção foi considerada nas etapas seguintes. No que se refere à distância horizontal ou o espaçamento entre as curvas de nível, evidencia-se que foram identificados dois valores, a menor distância e a maior distância.

Desse modo, com tais valores, foi possível obter, em porcentagem, o intervalo da declividade presente na área de estudo. Para isso, utilizou-se a fórmula proposta por De Biasi (1992):

$$D = \frac{n \times 100}{E}$$

Onde:

D = Declividade em porcentagem;

n = Equidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);

E = Espaçamento entre as curvas de nível (distância horizontal).

Os resultados obtidos com o uso da fórmula possibilitaram a verificação de uma proporção inversa entre a distância das curvas de nível e a inclinação do terreno, ou seja, quanto mais próximas as curvas de nível estiverem, maior será a declividade do terreno. A figura 3 proposta por Mendes (1993) ajuda na compreensão dessa representação do relevo nas cartas topográficas.

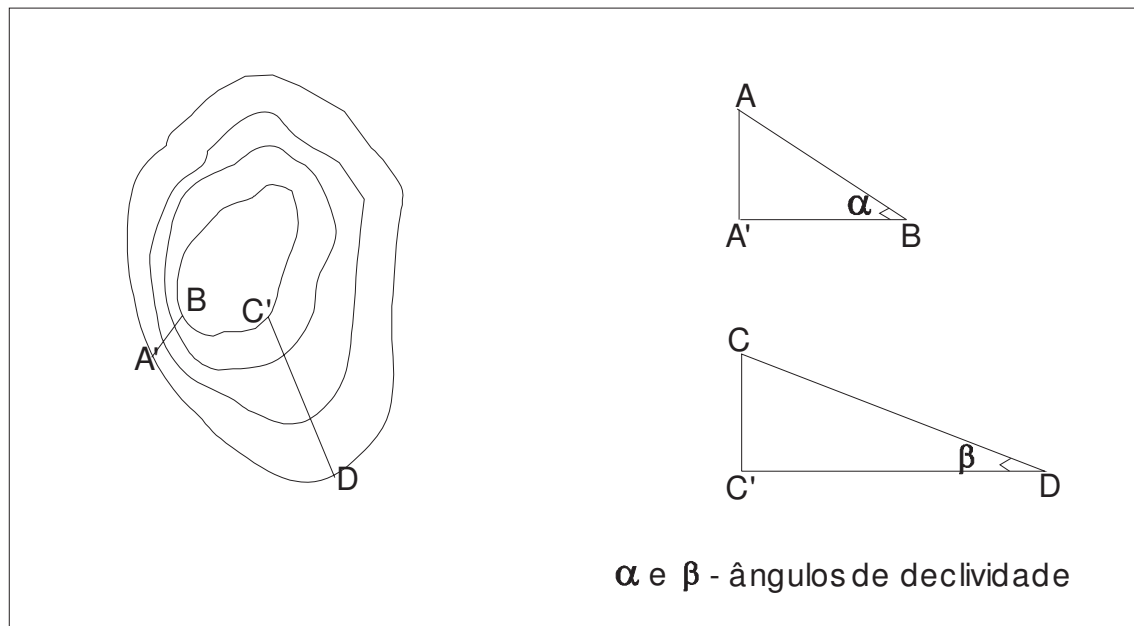


Figura 3 – O grau de proximidade das curvas de nível como fator esclarecedor da declividade. Fonte: CUNHA (2001).

A partir do intervalo da declividade identificado, seguiu-se a recomendação de De Biasi (1992) para a definição das classes de declividade que são estabelecidas de acordo com os princípios da legislação e bibliografia para os mais variados usos e ocupação do espaço, seja este urbano ou agrícola e, ainda, segundo as características específicas da área de estudo. Dessa forma, no que diz respeito aos princípios da legislação e bibliografia, foram considerados os limites propostos por De Biasi (1992, p. 47), que abarcam os seguintes valores:

- < 5% - é considerado limite urbano industrial, utilizado internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e da EMPLASA – Empresas Metropolitanas de Planejamento da Grande São Paulo S/A;
- $\leq 12\%$ - é definido como o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura;
- $\geq 30\%$ - é definido por legislação federal – Lei 6766/79 – Lei Lehmann – a qual estabelece o limite máximo para a urbanização sem restrições;
- $\geq 45\%$ - é fixado no Código Florestal – Lei nº. 4771/65 de 15/09/65 – como sendo o limite máximo de corte raso, é também chamado de Área de Preservação Permanente (APP);
- > 45% a 100% - faixa estabelecida segundo o artigo 10 do Código Florestal, que não permite a derrubada de florestas.

No entanto, em razão do elevado declive verificado em trechos que correspondem a Serra do Mar e os morros isolados, inseridos na área urbana do município de Cubatão,

constatou-se a possibilidade de maior detalhamento das classes menores e necessidade de maior generalização das classes superiores.

Assim, estabeleceram-se seis classes de declividade para a área de estudo. Nessa etapa, utilizou-se da composição colorida da rosa cromática para a representação da intensidade das classes definidas para a carta de declividade. A tabela 1 apresenta as classes de declividade, seus respectivos espaçamentos entre as curvas de nível a partir dos distintos valores de equidistância e as cores utilizadas para a representação dessas.

Tabela 1 – Classes de declividade, espaçamento entre as curvas de nível e cores de acordo com os ábacos principais.

Ábaco elaborado para identificar a declividade entre curvas de nível com equidistância de 5 m		
Classes de Declividade	Espaçamento entre as curvas de nível	Cores
< 2%	> 247,5 m	Verde
2 ———— 5%	247,5 ———— 98,9 m	Amarelo
5 ———— 12%	98,9 ———— 41,2 m	Laranja
12 ———— 30%	41,2 ———— 16,4 m	Vermelho
30 ———— 45%	16,4 ———— 10,9 m	Marrom
≥45%	≤10,9 m	Preto

Ábaco elaborado para identificar a declividade entre curvas de nível com equidistância de 10 m		
Classes de Declividade	Espaçamento entre as curvas de nível	Cores
< 2%	> 494,5 m	Verde
2 ———— 5%	494,5 ———— 197,8 m	Amarelo
5 ———— 12%	197,8 ———— 82,4 m	Laranja
12 ———— 30%	82,4 ———— 32,9 m	Vermelho
30 ———— 45%	32,9 ———— 21,9 m	Marrom
≥45%	≤21,9 m	Preto

Depois de definidas as classes, o passo seguinte foi a construção de ábacos com as respectivas medidas apresentadas no espaçamento entre as curvas de nível, decorrentes dos distintos valores de equidistância. A elaboração dos ábacos foi realizada de acordo com a técnica digital proposta por Simon e Cunha (2009), em ambiente do software Autodesk Map 2004. Ressalta-se que o uso do ábaco digital ocorreu segundo a metodologia de De Biasi (1970, 1992).

Na proposta desses autores, o ábaco convencional de De Biasi (1970, 1992), instituído por um segmento de reta em que as classes de declividades são estruturadas de forma graduada sobre o mesmo, é substituído por um ábaco de forma arredondada, em que “a circunferência maior representa o limite das menores declividades de vertente e, inseridos dentro desta circunferência maior, a partir de seu centróide, estão os demais círculos correspondentes as declividades mais acentuadas” (SIMON; CUNHA, 2009, p. 4).

A figura 4 ilustra a estrutura organizacional do ábaco digital elaborado para a área urbana do município de Cubatão-SP.



Figura 4 – Estrutura organizacional dos ábacos digitais elaborados para a área urbana do município de Cubatão-SP. Adaptado de Simon e Cunha (2009).

É importante salientar que a referida substituição se deu pela maior maleabilidade do ábaco arredondado no deslocamento entre as curvas de nível da base cartográfica em meio digital.

No processo de elaboração do ábaco digital, Simon e Cunha (2009, p. 5) chamam à atenção ao processo de georreferenciamento da base cartográfica, pois esse é fundamental para que o comprimento das linhas referentes ao limite entre as classes de declividade seja preciso. Ademais, “é importante levar em consideração a unidade de medida utilizada no processo de georreferenciamento da base cartográfica, pois, a partir da unidade de medida estabelecida serão convertidos os valores aplicados na estruturação do ábaco digital”. Na presente pesquisa, em razão do georreferenciamento da base cartográfica da área de estudo ter ocorrido em metros, os valores dos ábacos se mantiveram nessa unidade.

A figura 5 ilustra os primeiros passos de elaboração do ábaco digital, em que o raio que atravessa o primeiro círculo se refere ao limite das maiores declividades (Figura 5A). No segundo círculo, ocorre o mesmo processo, entretanto, o limite corresponde à classe de declividade imediatamente inferior (Figura 5B). Esse procedimento deve ser realizado para todas as classes de declive (Figura 5C). Em seguida, realiza-se a inserção de uma classe de declividade em outra, a partir do centróide (Figura 5D). Por fim, Simon e Cunha (2009) apontam para a inserção de cores nos limites dos círculos, de acordo com os limites das classes de declividade, respeitando os critérios da rosa cromática (Figura 5E). No entanto, a partir da coloração do ábaco, constatou-se uma dificuldade no deslocamento do mesmo, devido à necessidade de espera do carregamento das cores no ábaco em todo momento que esse era deslocado. Assim, para minimizar tal dificuldade, foram inseridos números, com as respectivas cores das classes de declividades nos limites dos círculos (Figura 5F).

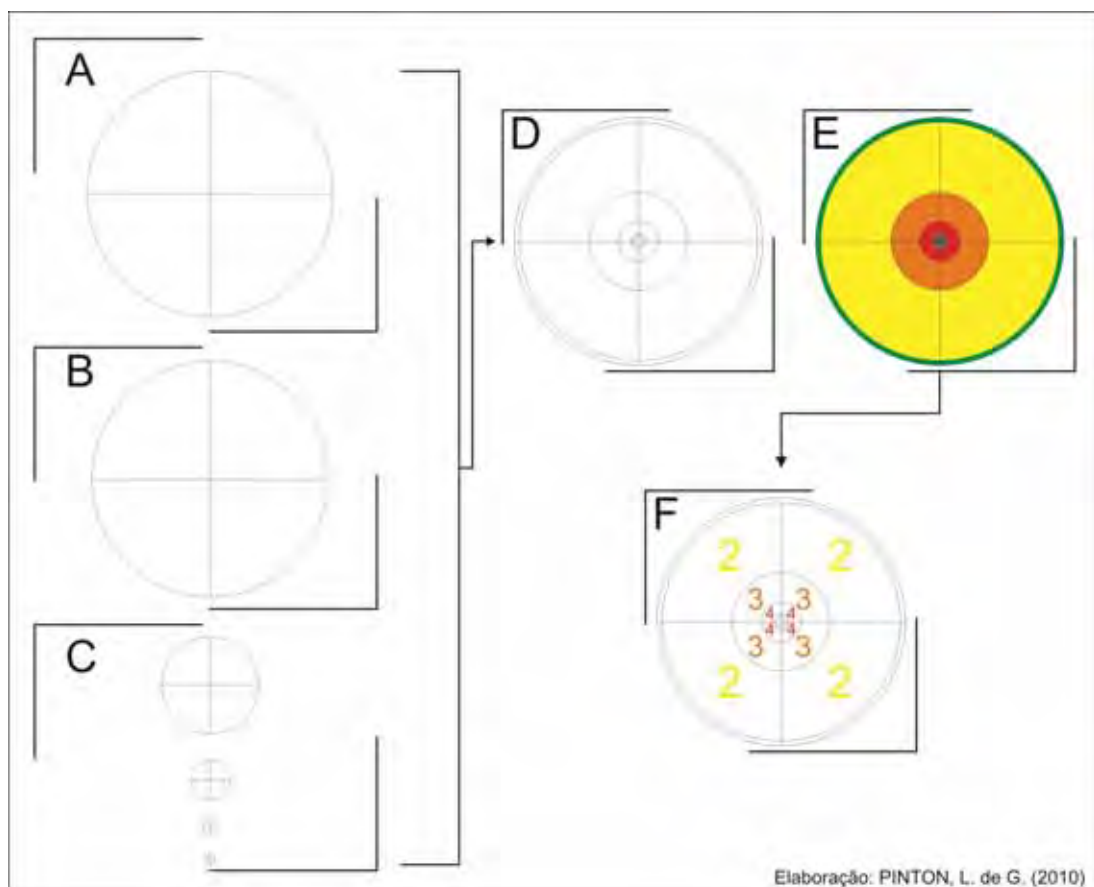


Figura 5 – Etapas da elaboração do ábaco digital. Adaptado de Simon e Cunha (2009).

Após a estruturação do ábaco digital, verifica-se que os elementos que o compõe se encontram organizados de modo desconectado. Dessa forma, o objeto pode ser desestruturado em qualquer tentativa de deslocamento do mesmo. Para que os elementos se mantenham conectados, cria-se um bloco a partir do comando *Block*, localizado na barra de ferramentas *Draw*, em que linhas, círculos e números do objeto são vinculados em um único layer. “Este processo facilita o trabalho de reconhecimento de limitação das classes de declividade, pois concede maior maleabilidade no deslocamento do ábaco em meio digital” (SIMON; CUNHA, 2009, p. 6).

Após a transformação do objeto ábaco em bloco, este é inserido no ambiente digital do software Autodesk Map 2004 a partir do menu *Insert*, comando *Block*. Depois de inserido, o ábaco digital se encontra em condições de uso, podendo ser movimentado livremente entre as curvas de nível a partir do comando *Move* na barra de ferramentas *Modify*.

O deslocamento do ábaco digital pelas curvas leva em consideração que a declividade deve obedecer ao valor determinado pelo círculo que esta abrangendo o intervalo entre as curvas de nível. Assim, enquanto as linhas se mantiverem dentro do limite de determinada circunferência, elas pertencem à classe de declividade referente a tal circunferência. O limite entre uma classe de declividade e outra deve respeitar as bordas tangenciais dos círculos e a identificação do limite das classes de declividade leva em consideração as características da vertente explicitadas na carta topográfica. A partir do momento que a tangente do círculo ultrapassar o limite das cotas topográficas, deve-se interseccionar as isolinhas topográficas e iniciar a análise do próximo segmento. O processo de identificação das declividades a partir do ábaco digital ocorre da mesma forma que o ábaco convencional. Entretanto, não existe a necessidade de rotação do mesmo, pois com o ábaco digital as curvas de nível são abrangidas em 360° (SIMON; CUNHA, 2009, p. 8).

A figura 6 (A, B e C) ilustra os procedimentos descritos acima para o uso do ábaco digital.

Após a demarcação dos limites das classes de declividade por meio do uso dos ábacos digitais, os polígonos gerados foram preenchidos com as cores correspondentes às classes que o ábaco acusou por meio da função *Hatch* da barra de ferramentas *Draw* (Figura 6D).

A utilização da técnica semiautomática, proposta por Simon e Cunha (2009), mostrou-se relativamente eficiente para a elaboração da carta de declividade da área de estudo. Essa técnica permitiu a realização de correções automáticas dos dados digitalizados, bem como proporcionou a realização de um maior detalhamento na definição dos limites das classes de declividade a partir do emprego da ferramenta zoom. Ressalta-se, ainda, a maior qualidade gráfica no resultado final desse documento. Contudo, essa técnica, assim como aquela

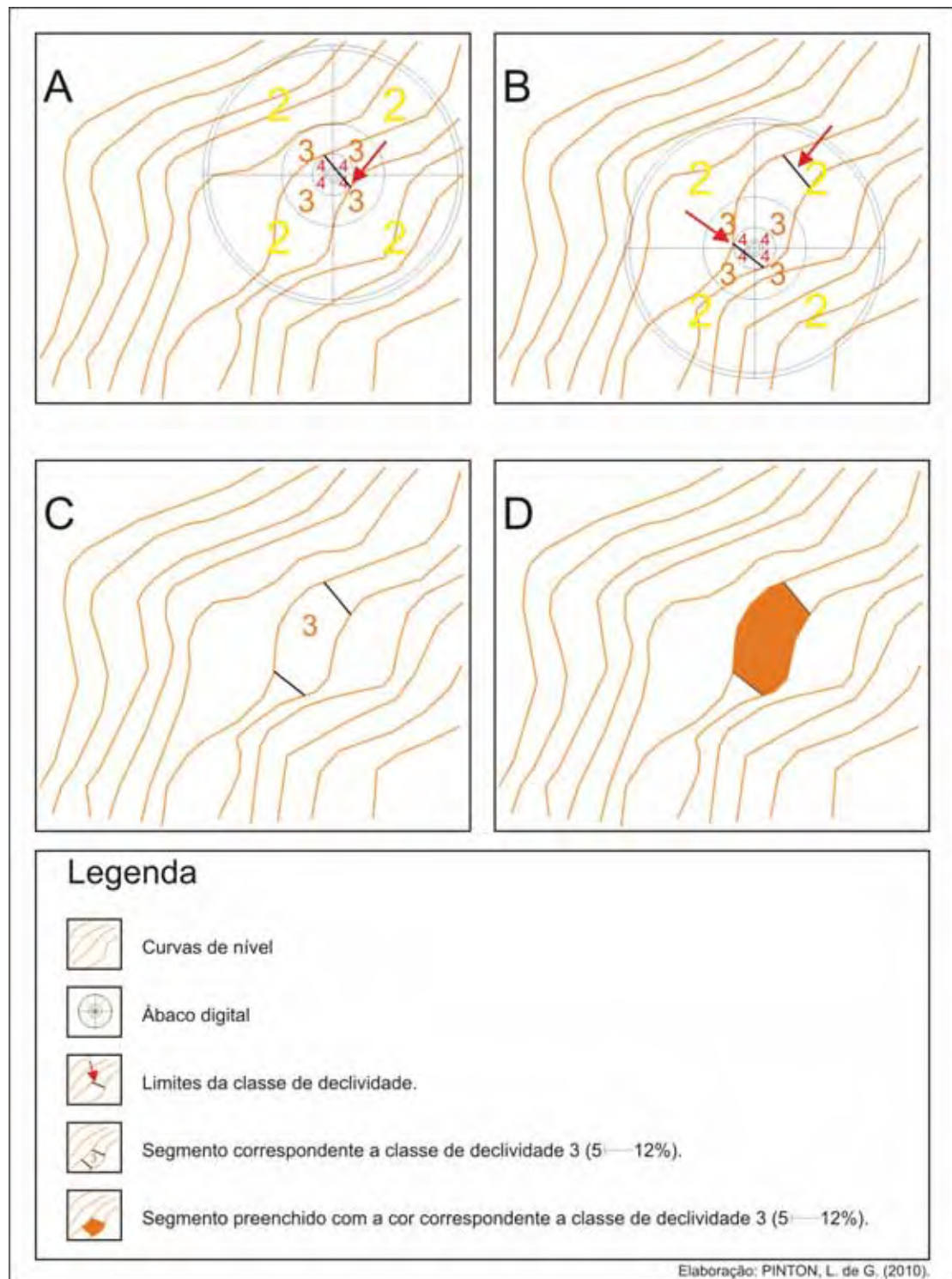


Figura 6 – Uso do ábaco digital no ambiente do software Autodesk Map 2004. Fonte: Adaptado de Simon e Cunha (2009).

baseada em procedimentos manuais, também demanda considerável tempo para a execução do trabalho.

3.2.3. Representação Cartográfica dos Dados Litológicos

A análise da distribuição espacial dos dados litológicos é indispensável para projetos de zoneamento, haja vista que esses fornecem informações sobre o substrato em que ocorrem as atividades antrópicas, auxiliando na inferência das áreas mais susceptíveis a tais atividades e consequente subsídio a ordenação geoambiental do território.

A representação cartográfica dos dados litológicos foi elaborada através da compilação das informações advindas de pesquisa bibliográfica e cartográfica. Os dados litológicos foram obtidos com base na adaptação da Folha Geológica de Santos, desenvolvida por Suguio e Martin (1978a), na escala 1:100.000.

No processo de elaboração desse material, a referida folha foi digitalizada e, posteriormente, inserida e editada no programa Autodesk Map 2004. Evidencia-se que as adaptações realizadas no material cartográfico consultado para a elaboração e apresentação da representação cartográfica dos dados litológicos correspondem à ampliação da escala original e na identificação e delimitação das áreas com sedimentos fluviais recentes do Quaternário, equivalentes às áreas de planície e terraço fluvial. A definição desses limites foi realizada a partir dos dados advindos da fotointerpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas do ano de 1962 da área de estudo, na escala 1:25.000, disponíveis para fotocópia no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Aerofotogrametria da Universidade de São Paulo (USP). A fotointerpretação, em material com escala de maior detalhe, possibilitou tal delimitação, bem como auxiliou na definição precisa dos limites das áreas com sedimentos flúvio-lagunares e de baía (areias e argilas).

3.2.4. Carta Geomorfológica

A cartografia geomorfológica não deve se restringir à indicação das formas de relevo, mas deve possibilitar as condições à interpretação das mesmas a partir da constituição geológica e dos processos atuantes em tais litologias (TRICART, 1965).

Nesse contexto, as cartas geomorfológicas devem fornecer uma análise de todos os elementos do relevo. Dessa forma, tais cartas se tornam documentos de grande complexidade, contudo de suma importância para o presente estudo, pois as mesmas irão abarcar quatro tipos de informação, sendo essas: a morfometria, a morfografia, a morfogênese e a cronologia (TRICART, 1965).

A *morfometria* pode ser representada por um fundo topográfico contendo as curvas de nível e a rede de drenagem. Todavia, outras características da morfometria podem ser inseridas na carta geomorfológica. A *morfografia* se caracteriza pela representação espacial e areal das formas de relevo, estando diretamente relacionada às suas características morfogenéticas. A *morfogênese* é representada por meio do agrupamento das formas de relevo de acordo com os processos que deram origem as mesmas. E, por fim, a *cronologia* se caracteriza pelo momento da história geológica em que as formas e o conjunto dessas se desenvolveram (TRICART, 1965).

Tricart (1965) acrescenta que, além dessas informações, é essencial que tais cartas contenham dados referentes ao arcabouço estrutural, sendo esse mapeado em dois níveis – feições estruturais e dados litológicos.

Desse modo, ao considerar tais atribuições para as cartas geomorfológicas, a elaboração desse documento foi realizada a partir dos princípios propostos por Tricart (1965). Contudo, devido à complexidade dos elementos naturais da área de estudo, inerentes aos processos de interação mar-continente, o presente mapeamento considerou, ainda, alguns símbolos da proposta de Verstappen e Zuidan (1975) para a representação das formas de vertente, não contempladas na proposta de Tricart (1965). Ressalta-se que a não inserção das formas de vertentes na proposta de Tricart (1965) se dá por esse autor priorizar a identificação dos tipos de escoamento. No entanto, ao considerar que a área urbana do município de Cubatão-SP se encontra sobre a influência de um clima quente e úmido, acrescido do elevado declive do trecho da Serra do Mar, que interfere diretamente no escoamento pluvial, torna-se impossível mapear tais elementos na área de estudo a partir da fotointerpretação.

Em relação ainda aos símbolos utilizados nessa pesquisa, evidencia-se o uso do símbolo proposto por Silveira (2009) para a representação de um rio canalizado, pois não foi identificado, nas propostas dos autores citados, um símbolo que representasse tal feição do modelado antrópico.

Para a elaboração da carta geomorfológica da área de estudo foram utilizadas as seguintes fontes de dados: pares estereoscópicos de fotografias aéreas do cenário de 1962, na escala 1:25.000 disponíveis para fotocópia no Laboratório de Sensoriamento Remoto e

Aerofotogrametria da Universidade de São Paulo (USP); adaptação dos mapeamentos geológicos – Folha Santos (SUGUIO; MARTIN, 1978a); a base cartográfica da área de estudo e trabalhos de campo para a reambulação e atualização dos dados mapeados, bem como para suprir possíveis deficiências de informações causadas pela escala das fotografias aéreas.

A primeira etapa para a elaboração da carta geomorfológica da área urbana do município de Cubatão-SP foi a realização da fotointerpretação dos pares estereoscópicos das fotografias aéreas utilizando um estereoscópio de bolso. Nesse procedimento foram obtidas as informações referentes à morfometria, morfografia e, dedutivamente, à morfogênese. É necessário esclarecer que as informações sobre a cronologia não foram representadas devido à sua inexistência nas fontes bibliográficas sobre a área. Tricart (1965) salienta ainda que, esse tipo de informação “constitui-se no de mais difícil obtenção, assim como no mais complexo e de difícil precisão na cartografia geomorfológica” (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003, p. 3).

As informações referentes à morfometria foram representadas apenas pela rede de drenagem, as linhas de cumeada e o limite da área de estudo, visto que a análise da morfometria da área foi realizada através da elaboração de documento cartográfico específico referente à declividade. Além disso, a inserção de outras informações morfométricas na carta geomorfológica pode vir a contribuir para uma poluição cartográfica desse documento, introduzindo obstáculos para a análise do mesmo.

Em relação às informações da morfografia, foram mapeados os seguintes elementos geomorfológicos: formas de vertente (VERSTAPPEN; ZUIDAN, 1975); topos arredondados; cicatrizes de escorregamento circular; meandro abandonado; tipos de fundos de vale (em V ou fundo chato); rampas coluviais; áreas de acumulação de planícies e terraços fluviais; áreas de acumulação de planícies fluvio-marinhas e terraços marinhos; mineração; pontes e obras de canalização.

É importante salientar que, no decorrer do processo de mapeamento das informações da morfografia, houve dificuldade na delimitação, por meio da fotointerpretação, dos limites das áreas correspondentes às rampas coluviais, devido às intervenções antrópicas. Assim, para a determinação de tais limites, foram considerados os limites das áreas de sedimentos continentais do mapa geológico da área de estudo.

Os elementos geomorfológicos mapeados na morfografia foram inseridos nos grandes grupos de morfogênese delineados por Tricart (1965). Para os propósitos dessa pesquisa, os grandes grupos de morfogênese utilizados foram: as formas de vertentes e interflúvios, as

formas originadas pela ação das águas correntes, as formas originadas pela ação marinha e litorânea e o modelado antrópico. Em relação à determinação dos grandes grupos de morfogênese, Cunha (2001) ressalta a variação existente no agrupamento das formas de relevo em propostas de autores distintos.

No que se refere ao mapeamento dos dados referentes ao arcabouço estrutural, evidencia-se que esse se restringiu ao nível referente aos dados litológicos do município de Cubatão-SP. Assim, os dados litológicos foram transpostos da representação cartográfica dos dados litológicos da área de estudo e representados através de cores estabelecidas na proposta de Tricart (1965) ao fundo da carta geomorfológica. Ressalta-se que o mapeamento da litologia sedimentar na proposta de Tricart (1965) é realizado a partir da delimitação de áreas que compreendem distintos graus de compactação existentes, segundo as propriedades físico-químicas de tal litologia. No entanto, na presente pesquisa, optou-se pela generalização dos dados da litologia sedimentar a fim de não comprometer a legibilidade do mapeamento final.

A partir das considerações e adaptações da proposta de Tricart (1965), acrescido das contribuições da simbologia da obra de Verstappen e Zuidan (1975), bem como de Silveira (2009), foi elaborada a legenda que se constituiu como base para o mapeamento geomorfológico da área urbana do município de Cubatão-SP (Figura 7).

Por fim, os overlays da fotointerpretação foram inseridos no ambiente digital do software Autodesk Map 2004 para a conversão de escala e edição final do mapa geomorfológico.



Figura 7 – Adaptação das simbologias de Tricart (1965), Verstappen e Zuidan (1975) e Silveira (2009) adotadas para o mapeamento geomorfológico da área urbana do município de Cubatão-SP.

3.2.5. Cartas de Uso da Terra

O termo uso da terra possui distintas definições, mas, na maioria dessas, encontra-se relacionado à organização das intervenções antrópicas sobre os sistemas ambientais físicos. Bie; Leeuwen e Zuidema (1996, p. 13) corroboram tal ideia ao definirem o termo como sendo “uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra”.

Nesse viés, a aquisição de informações acerca do uso da terra pode fornecer subsídios para a compreensão do ordenamento territorial e auxiliar o desenvolvimento de um

planejamento do uso e ocupação da terra dentro dos limites de resiliência dos atributos físicos de determinado sistema.

Ademais, de acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2006, p. 20), o desenvolvimento de estudos que colaborem com o retrato da dinâmica do uso da terra

[...] representam instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, diante dos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento.

Na presente pesquisa, os dados de uso da terra da área de estudo foram adquiridos por meio da elaboração de cartas dos cenários de 1962 e 2007. Ressalta-se que essa última foi atualizada a partir das informações do trabalho de campo de 2010.

A elaboração das cartas de uso da terra dos cenários de 1962 e 2007 teve como base de dados as fotografias aéreas datadas desses cenários, na escala de 1:25.000 e 1:30.000, respectivamente. As fotografias aéreas do ano de 1962 foram adquiridas através de fotocópias no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Aerofotogrametria da Universidade de São Paulo (USP). As fotografias aéreas de 2007 foram adquiridas através de solicitação e compra das fotos do voo que abrange a área de estudo junto a BASE SERVIÇOS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS E IMAGENS LTDA. É importante salientar que no processo de elaboração da carta de uso da terra do cenário de 2007, ainda foram realizados trabalhos de campo para a verificação dos dados mapeados.

A elaboração dessas cartas foi efetuada em meio digital através do software AutoDesk Map 2004 seguindo as 4 etapas apresentadas por Pinton (2009, p. 6-7), sendo estas:

- 1) Aquisição de imagens digitais das fotografias aéreas dos respectivos cenários;
- 2) Inserção das imagens no ambiente do software Autodesk Map 2004 e, posterior georreferenciamento destas junto à base cartográfica da área urbana do município de Cubatão;
- 3) Interpretação das fotografias aéreas e, posterior vetorização dos polígonos das classes de uso da terra encontradas na área de estudo. Evidencia-se que a vetorização destes polígonos não foi realizada automaticamente, mas sim, por meio da interpretação visual das fotografias aéreas e, quando necessário, através de métodos tradicionais com o estereoscópio de bolso, seguindo os princípios colocados por Ceron & Diniz (1966) para a identificação das culturas, sendo estes: cor, textura, forma da parcela, dimensão da área cultivada, altura, espaçamento, restos de colheita e arranjo espacial;
- 4) Preenchimento dos polígonos vetorizados de cada classe de uso da terra por meio da função Hachuras do software Autodesk Map 2004.

Em relação às classes de uso da terra identificadas na área de estudo, evidencia-se que essas foram classificadas a partir de adaptações realizadas nas propostas metodológicas de Anderson et al. (1979) e IBGE (2006).

As referidas propostas de classificação de uso da terra se baseiam em dados obtidos por meio das fontes e técnicas de sensoriamento remoto, mas o uso de dados suplementares é permitido na definição das classes de uso da terra. Ademais, essas são sistemas de classificação multiníveis, ou seja, há níveis de categorização das classes de uso da terra, em que os níveis I e II (classe e subclasse), de ambas as propostas, abrangem informações gerais, em escala continental ou nacional, e as categorias subsequentes equivalem às informações de maior detalhe, em escala regional ou local.

Em relação ainda aos níveis de classificação de uso da terra, as propostas de Anderson et al. (1979) e IBGE (2006) se encontram abertas à inclusão de categorias mais detalhadas, as quais atendam as particularidades do estudo.

Nesse contexto, a definição das classes de uso da terra utilizadas na presente pesquisa se deu a partir da consideração das características naturais e das áreas construídas do setor urbano do município de Cubatão (SP). Convém ressaltar que no estabelecimento dessas classes foram empregadas nomenclaturas da proposta de Anderson et al. (1979) e cores representativas das classes de uso da terra do IBGE (2006).

Assim, as classes de uso da terra mapeadas na pesquisa foram:

- **Área urbana:** compreende as áreas com alta densidade de estruturas vinculadas ao uso urbano (indústrias, comércio e serviços, residências).
- **Área de expansão urbana:** áreas com baixa densidade de estruturas relacionadas ao uso urbano (indústrias, comércio e serviços, residências).

A diferença entre essas classes foi determinada no mapeamento a partir de um critério qualitativo, estabelecido por meio da delimitação dos trechos da área de estudo que possuíam edificações destinadas às atividades do setor secundário e terciário da economia, em determinada quantidade e proximidade. Os trechos da área de estudo, caracterizados por elevada quantidade e proximidade entre os referidos edifícios, que estruturam um arranjo contínuo no espaço, foram definidos como sendo a área urbana. Já os trechos da área de estudo equivalentes a área de expansão urbana são caracterizados por baixa quantidade e considerável distância entre os referidos edifícios, empreendendo um arranjo não-contínuo no espaço. A figura 8 ilustra o uso do critério qualitativo, descrito acima, para determinar as classes de uso da terra estabelecidas como área urbana e área de expansão urbana.

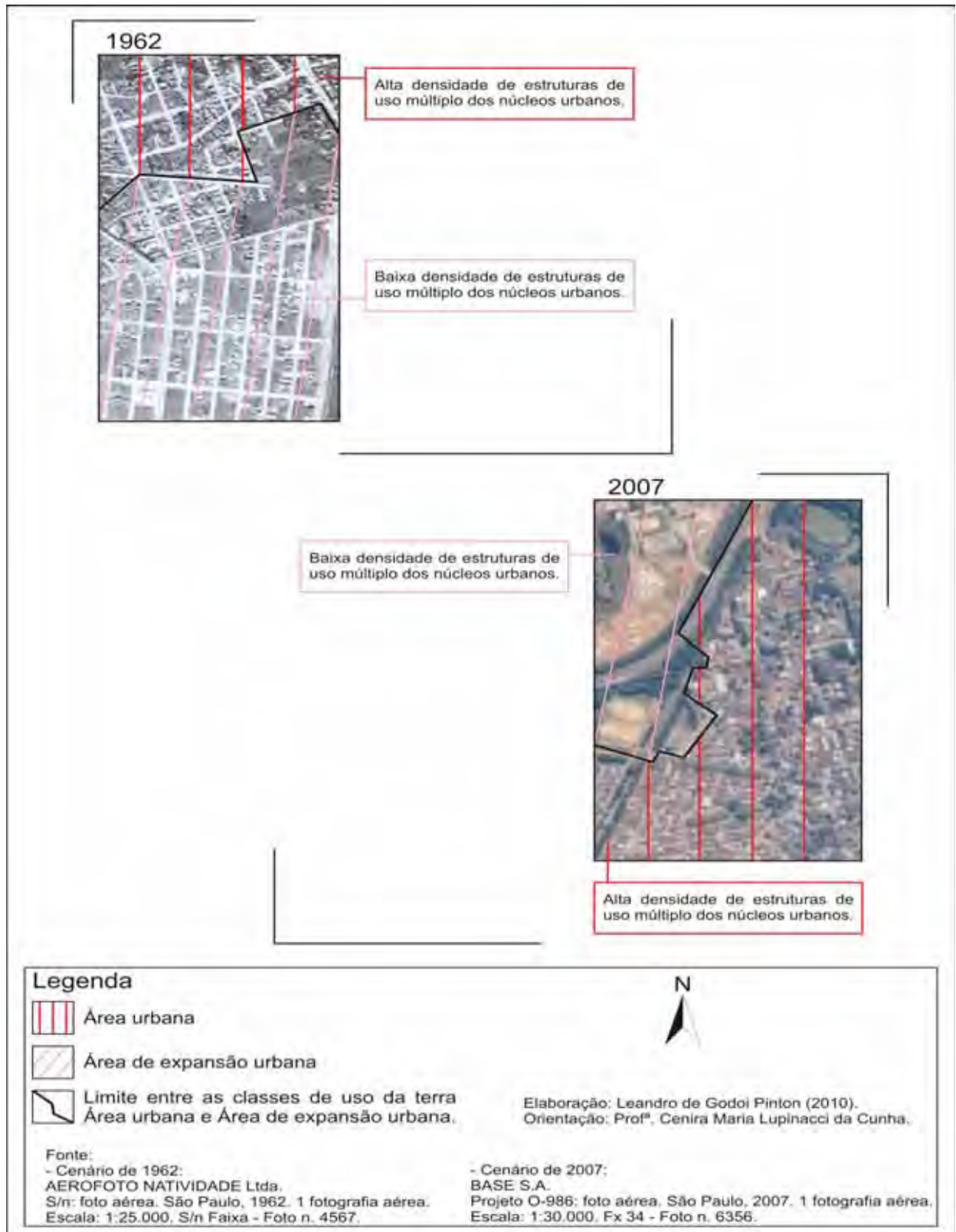


Figura 8 – Critério qualitativo adotado na fotointerpretação para discernir os trechos da área de estudo equivalentes às classes de uso da terra denominadas de área urbana e área de expansão urbana.

- **Terras agrícolas:** áreas utilizadas para a produção de distintos gêneros agrícolas.
- **Uso indefinido:** compreende as áreas onde era identificada a classe Terras agrícolas em 1962 e, atualmente, apresenta um manguezal em regeneração, advindo do abandono das atividades agrícolas. É importante salientar que, a interpretação das fotografias aéreas de 2007 e de imagens de satélite do Google Earth, ambas as fontes datadas do período de estiagem, indicava um terreno caracterizado com atividades agrícolas (Figura 9). No entanto, no momento atual, com informações adquiridas de fontes verbais – diálogo com o assessor técnico do Gabinete da Secretaria do Meio Ambiente de Cubatão – registrou-se que tais áreas envolvem um manguezal. Todavia, não foi possível realizar observação in loco durante o trabalho de campo para afirmar tal prerrogativa. Assim, definiu-se que tais áreas seriam caracterizadas como de uso indefinido.
- **Cobertura rasteira:** áreas predominantemente marcadas por gramíneas.
- **Mata Atlântica:** remanescentes primários e/ou estágios evoluídos de recomposição florestal da vegetação da escarpa da Serra do Mar e dos morros isolados, correspondente ao bioma da Mata Atlântica.
- **Restinga:** vegetação com porte arbustivo, existente nas áreas de acumulação de terraço marinho.
- **Mangue:** vegetação adaptada a ambiente salobro e com pouco oxigênio, verificada nas áreas de acumulação de planície flúvio-marinha.
- **Solo exposto:** áreas sem cobertura vegetal.
- **Mineração:** áreas destinadas às atividades extrativistas de mineração.

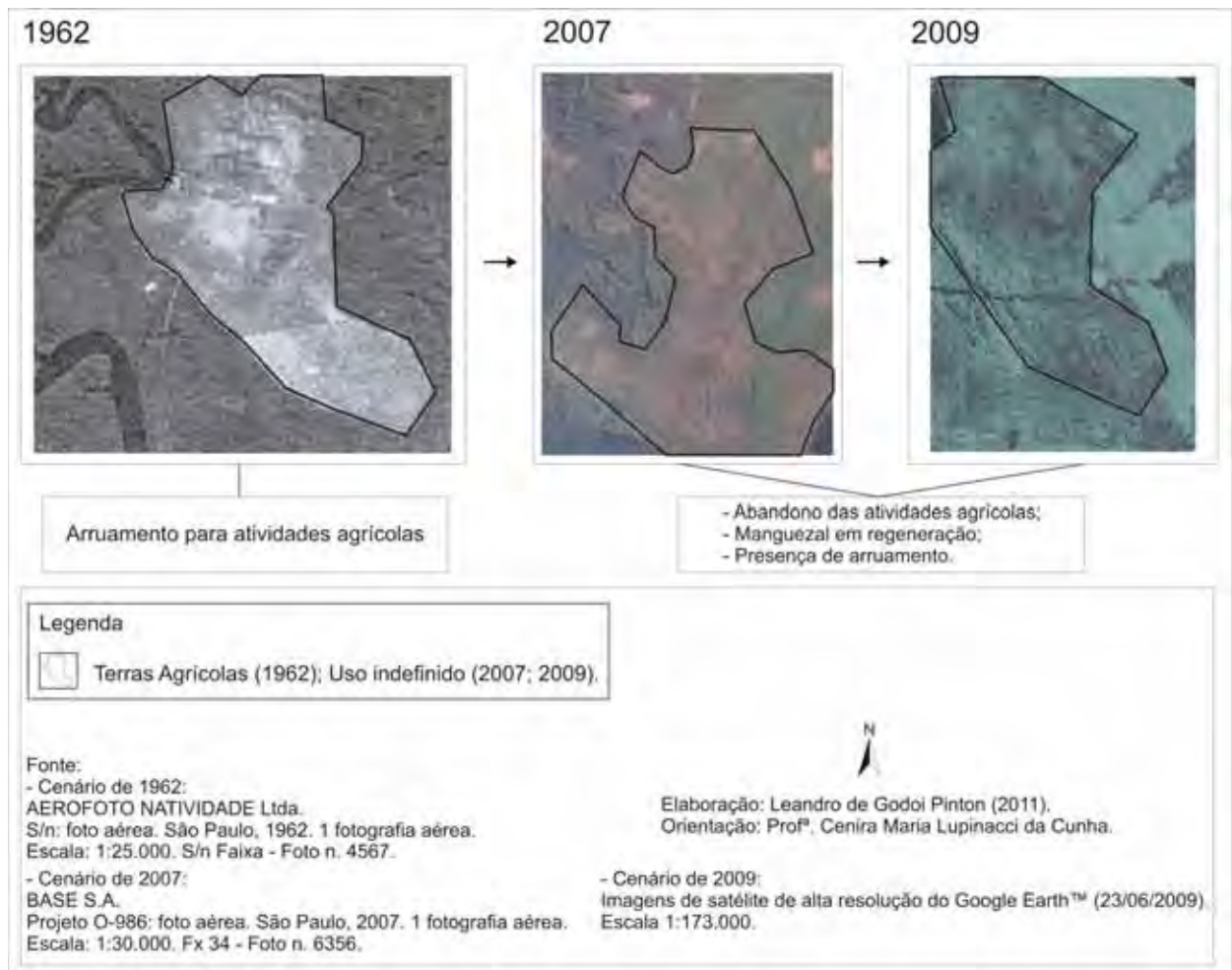


Figura 9 – Definição da classe de uso da terra Uso Indefinido.

3.2.6. Cartas da Rede Hidrográfica

A elaboração das cartas da rede hidrográfica da área urbana do município de Cubatão em cenários distintos – 1962 e 2007 – possibilitou uma avaliação das mudanças na rede hidrográfica, cujos dados podem propiciar indícios das intervenções antrópicas sobre a morfologia dos canais fluviais. Ainda, para a constatação desses indícios, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução do Google Earth™, do cenário de 2010, dos trechos em que se verificaram consideráveis mudanças na morfologia dos canais fluviais em cenários anteriores.

A constituição das cartas da rede de drenagem dos cenários de 1962 e 2007 teve como base de dados os mesmos pares estereoscópicos de fotografias aéreas utilizados na elaboração

das cartas de uso da terra desses cenários. A elaboração dessas cartas foi efetuada em meio digital, através do software AutoDesk Map 2004, em que foi possível o georreferenciamento das referidas fotografias aéreas à base cartográfica da área de estudo e a digitalização das feições condizentes a rede de drenagem. Evidencia-se que a vetorização dos canais fluviais não foi realizada automaticamente, mas sim, por meio da interpretação visual da fotografia aérea e, quando necessário, através de métodos tradicionais com o estereoscópio de bolso.

3.2.7. Carta de Unidades Geoambientais

A Carta de Unidades Geoambientais possibilita a “identificação de áreas susceptíveis a ocorrência de processos naturais e/ou fragilizadas pela ação antrópica, em decorrência das características físicas da paisagem” (AMORIM, 2007, p. 71).

A elaboração desse material foi realizada a partir da interpretação dos princípios metodológicos de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) e de adaptações dos procedimentos adotados por Oliveira (2003) e Amorim (2007).

Dessa forma, em um primeiro momento, foram definidas as unidades geoambientais por meio de uma análise correlativa das informações obtidas com os documentos cartográficos elaborados para a caracterização dos componentes antrópicos (Carta de Uso da Terra do cenário do ano 2007) e naturais (Carta de Declividade; Carta Geomorfológica; Representação Cartográfica dos Dados Litológicos; Cartas da Rede Hidrográfica) da área de estudo. Evidencia-se que essa correlação se dá por meio de uma articulação sistêmica dos referidos componentes (AMORIM, 2007).

Oliveira (2003) ainda destaca que a correlação deve ser efetuada de forma criteriosa, afim de que sejam identificados parâmetros norteadores de áreas que apresentem maior homogeneidade dos aspectos físicos da paisagem. É importante salientar que, em razão das particularidades da área urbana do município de Cubatão-SP, considerou-se, também, o uso da terra como parâmetro representativo para a definição de áreas homogêneas. Esse procedimento ocorreu em razão de determinados usos proporcionarem uma dinâmica peculiar em unidades da paisagem, desencadeando um conjunto de alterações em suas funções geoecológicas.

A adoção desses procedimentos se enquadra no enfoque funcional da análise da paisagem, segundo a proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004).

De acordo com esse enfoque, as unidades geoambientais possuem funções geoecológicas, as quais são compreendidas como sendo a garantia do sistema em manter a estrutura e o funcionamento da paisagem por meio dos mecanismos de absorção, transformação e saída de matéria e energia (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Para o conhecimento real da entrada e saída de matéria e energia da paisagem, Rodriguez et al. (1995) indica a necessidade de estudos de geofísica e geoquímica. Contudo, assim como Oliveira (2003), a definição das funções geoecológicas das unidades geoambientais se desenvolveu de forma qualitativa, em que essas últimas foram classificadas segundo três categorias principais:

- **Áreas Emissoras:** são responsáveis em garantir os fluxos de matéria e energia para o restante das unidades, sendo compostas por formas posicionadas em níveis topográficos mais elevados (RODRIGUEZ et al., 1995);
- **Áreas Transmissoras:** representadas pelas vertentes e patamares, cuja função consiste em garantir o traslado de matéria e energia (RODRIGUEZ et al., 1995);
- **Áreas Coletoras:** coincidem com os locais em que há a coleta e acúmulo de matéria e energia. Essas unidades ainda transmitem energia e matéria por meio das correntes hídricas existentes no leito dos canais fluviais (RODRIGUEZ et al., 1995).

Na definição das funções geoecológicas das unidades geoambientais da área de estudo, considerou-se a existência de dois sistemas ambientais distintos, advindos do contexto geológico e geomorfológico regional: Sistema Serrano e Sistema Planície Quaternária. O Sistema Serrano, subdividido em Serra do Cubatão, Morro Mazagão e Morros Isolados, caracteriza-se por áreas de emissão e transmissão. A subdivisão do sistema serrano ocorreu em razão das inferências acerca de distintas dinâmicas morfogenéticas e intervenções antrópicas nessas áreas, que repercutem em um funcionamento peculiar dos mecanismos de emissão e transmissão. Enquanto o Sistema Planície Quaternária se distingui por áreas de transmissão e coletoras.

Para que as unidades geoambientais fossem definidas segundo as peculiaridades de cada sistema, destaca-se o uso das cartas de declive e de uso da terra do cenário de 2007 para o delineamento das unidades que compõem o Sistema Serrano. Enquanto que para a delimitação das unidades do Sistema Planície Costeira, a compartimentação das formas de relevo identificadas na carta geomorfológica, acrescida dos limites dos dados litológicos da área de estudo, auxiliaram na distinção entre as áreas transmissoras (terraços marinhos e fluviais) e coletoras (rampas coluviais, planícies flúvio-marinhas e fluviais). Evidencia-se que as informações do uso da terra também foram consideradas para distinguir as unidades deste

sistema, enquanto que o declive foi dispensado em razão da homogeneidade desse elemento na área correspondente ao referido sistema.

A execução desses procedimentos foi efetuada em meio digital através do software AutoDesk Map 2004 segundo as seguintes etapas: 1) Sobreposição dos documentos cartográficos elaborados para a caracterização dos componentes antrópicos e naturais; 2) Análise correlativa e delineamento das unidades geoambientais; 3) Edição final das unidades.

A definição da nomenclatura para cada uma das vinte e uma unidades geoambientais, definidas para a área de estudo, foi realizada a partir da consideração das suas características geomorfológicas, toponímias locais e, ainda, uso da terra predominante sobre a unidade.

Após a conclusão dos procedimentos acima, partiu-se para a edição final da carta de unidades geoambientais, a qual consistiu em organizar a legenda segundo as funções geoecológicas definidas para cada unidade geoambiental. Para facilitar a identificação das áreas de abrangência das unidades da área de estudo, ainda foram atribuídos algarismos romanos a cada unidade, partindo das áreas mais elevadas do terreno, correspondentes às unidades emissoras, para as áreas de menor altitude, referentes às unidades coletoras.

Em seguida, com o intuito de facilitar a leitura das características geoecológicas e socioeconômicas que compõem cada unidade, bem como a correlação entre as mesmas, foi elaborada uma tabela que contém a indicação do comportamento dos elementos que envolvem uma análise minuciosa das unidades.

Nesse viés, verifica-se em um primeiro momento, a indicação das características geoecológicas de cada unidade, representadas pelas colunas elementos de morfometria, morfografia e geologia, as quais correspondem, respectivamente, aos dados de declive, formas de relevo e litologia.

As colunas que envolvem os elementos socioambientais (Capacidade de Uso Potencial; Função Socioeconômica; Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica; Problemática Ambiental; Risco e Estado Geoecológico) correspondem aos dados socioeconômicos e a correlação desses com os dados geoecológicos. Segundo Oliveira (2003), a análise integrada do quadro socioeconômico com o ambiental possibilita a identificação da problemática ambiental e socioeconômica.

A Capacidade de Uso Potencial consiste na indicação das limitações para o uso da terra, ou seja, “se refere ao tipo de uso e ocupação que pode ser exercido na unidade física sem alteração significativa das características originais da paisagem, que represente impactos ambientais negativos” (OLIVEIRA, 2003, p. 75). Assim, essa mesma autora conclui que a análise da capacidade de uso potencial considera os parâmetros físicos e as restrições legais

quanto ao uso e ocupação da terra. Na presente pesquisa, considerou-se a junção da legislação ambiental federal e municipal com as características físicas da área de estudo para identificar os limites de uso da terra.

A Função Socioeconômica equivale à indicação do uso da terra atual que se encontra sobre cada unidade geoambiental. A indicação dos atuais usos da terra da área de estudo levou em consideração os dados fornecidos pela carta de uso da terra do cenário de 2007.

A correlação entre a Capacidade de Uso Potencial e a Função Socioeconômica determina os dados da coluna denominada de Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica. Assim, a análise correlativa entre essas informações indicam se o uso da terra é compatível, incompatível, adequado ou inadequado em cada uma das unidades geoambientais.

O uso da terra é classificado como compatível quando esse não corrompe as características físicas da unidade, ou seja, compreende as “áreas em que a função socioeconômica está dentro da capacidade de uso potencial da unidade física, o que representa uma alteração com níveis de impactos negativos completamente controláveis” (OLIVEIRA, 2003, p. 75). Na área estudada do município de Cubatão-SP, o uso da terra foi considerado compatível nas unidades em que há a manutenção da Mata Atlântica, vegetação de restinga e manguezais, cujos elementos mantêm uma relativa estabilidade dos demais atributos naturais.

A partir do momento em que o uso da terra corrompe as características físicas da unidade, esse passa a ser classificado como sendo incompatível. De acordo com Oliveira (2003, p. 75), “a função socioeconômica extrapola a capacidade de uso potencial da unidade física, alterando significativa e negativamente suas características”. As situações em que se verifica a presença dessa classe na área de estudo se encontram em áreas das unidades em que a vegetação original foi substituída por feições relacionadas ao uso urbano e indefinido, bem como na presença de cobertura rasteira, solo exposto e atividades mineradoras.

No que se refere à indicação do uso da terra como sendo adequado ou inadequado nas unidades geoambientais, ressalta-se que o fator determinante foi a verificação da transgressão ou resguardo das áreas protegidas pela legislação ambiental. Contudo, assim como salientado por Oliveira (2003), foi necessário verificar, ainda, se as funções socioeconômicas se encontram compatíveis ou incompatíveis com a capacidade de uso potencial da unidade física.

Dessa forma, o uso da terra é adequado quando esse não transgredir a legislação ambiental. Nessas situações, verifica-se que a função socioeconômica é compatível com a capacidade de uso potencial da unidade física. Na área de estudo, o uso é adequado nos trechos das unidades em que se verifica a presença da Mata Atlântica resguardada por

legislação estadual e municipal, referente às áreas da Unidade de Conservação Ambiental do Parque Estadual da Serra do Mar e da Zona de Reserva Ecológica do Plano Diretor de Cubatão-SP. O uso da terra também é adequado nas áreas em que os manguezais são mantidos pelo respeito às Áreas de Preservação Permanentes (APPs), delineadas segundo a legislação federal e a Zona de Preservação Ecológica de acordo com a legislação municipal. Os trechos em que a vegetação de restinga se encontrava em áreas de APPs também foram classificados como sendo adequados.

Naquelas situações em que o uso da terra transgride a legislação ambiental, verificou-se a ocorrência de uso inadequado. Cabe salientar que a função socioeconômica pode ser compatível ou incompatível com a capacidade de uso potencial da unidade física. O uso da terra foi classificado como inadequado nos trechos das unidades geoambientais em que feições urbanas e de mineração se estendiam sob o Parque Estadual da Serra do Mar e dos morros isolados que compõem parte da Zona de Reserva Ecológica; além dos locais em que o uso urbano, o uso indefinido e a cobertura rasteira ocupavam as APPs e áreas da Zona de Preservação Ecológica.

A partir de uma análise dos dados indicados nas colunas da Capacidade de Uso Potencial, Função Socioeconômica e Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica se torna possível indicar a Problemática Ambiental que se desenvolve no interior das unidades geoambientais. Assim, nessa coluna, elencam-se os principais problemas decorrentes da intervenção antrópica nos elementos naturais das unidades.

A coluna Risco expõe as possibilidades de ocorrência de situações emergenciais à população e aos elementos naturais.

Por fim, a coluna intitulada de Estado Geoecológico é derivada de uma análise correlativa entre as demais colunas que compõem o conjunto dos elementos socioambientais.

O Estado Geoecológico compreende o “grau de capacidade produtiva e de degradação das propriedades originais das paisagens, como resultado das modificações e transformações produzidas pelas atividades humanas” (GLUSHKO; ERMAKOV, 1988; GLUSHKO, 1991 apud RODRIGUEZ et al., 1995, p. 102). Assim, ao considerar o comportamento contemporâneo das paisagens que compõem as unidades geoambientais, o Estado Geoecológico é classificado qualitativamente como otimizado, compensado, alterado e esgotado.

O Estado Otimizado, segundo Rodriguez et al. (1995, p. 102), compreende “as paisagens que tem experimentado um crescimento da capacidade produtiva e do potencial biológico, como resultado da criação de uma estrutura paisagística com a aplicação de

medidas de proteção”. Para Oliveira (2003), essa classe é definida por meio de uma relação compatível e adequada entre a Capacidade de Uso Potencial e a Função Socioeconômica. Na área de estudo, o estado geoecológico otimizado é identificado nas áreas do Parque Estadual da Serra do Mar e dos morros da Zona de Reserva Ecológica em que se verifica a manutenção da vegetação de Mata Atlântica e, ainda, nos trechos dos terraços marinhos que envolvem APPs cobertas por restinga. Esse estado também é verificado nas planícies flúvio-marinhas, cobertas por mangue e protegidas por legislação federal e municipal.

O Estado Compensado envolve as áreas que “não tem experimentado uma redução significativa da capacidade produtiva; possuem um potencial biológico próximo do natural, apesar da substituição da vegetação natural por uma outra equivalente, segundo a produtividade biológica” (RODRIGUEZ et al., 1995, p. 102). A definição de áreas com esse estado ocorre quando há uma relação compatível entre a Capacidade de Uso Potencial e a Função Socioeconômica, em que o uso da terra não promove um dano ambiental irreversível (OLIVEIRA, 2003). O Estado Geoecológico Compensado não foi identificado na área de estudo.

Nas áreas das unidades geoambientais em que se verifica uma relação incompatível entre a Capacidade de Uso Potencial e a Função Socioeconômica, define-se o Estado Alterado (OLIVEIRA, 2003). De acordo com Rodriguez et al. (1995, p. 102), as paisagens alteradas “caracterizam-se por uma significativa redução da capacidade produtiva, e por uma diminuição drástica da capacidade de regeneração natural, tendo alcançado um grau de degradação, de difícil reversibilidade”. Os trechos da área de estudo que foram classificados como alterado compreendem os terraços marinhos cobertos pelo uso indefinido e cobertura rasteira que não abrangem as APPs, bem como os terraços fluviais e as rampas colúvies com cobertura rasteira que se encontram fora das APPs.

Por fim, nas áreas em que se verifica a relação incompatível e inadequado entre a Capacidade de Uso Potencial e a Função Socioeconômica, é delineado o Estado Esgotado (OLIVEIRA, 2003). O Estado Esgotado, para Rodriguez et al. (1995, p. 102), abarca as paisagens “que tem perdido a estrutura e as propriedades originais. Caracterizam-se por uma degradação total da capacidade produtiva e pelo predomínio de processos intensos de degradação geoecológica”. Essa situação é verificada nas áreas em que há a presença de feições urbanas no sistema serrano e nas planícies quaternárias. Esse estado se estende as áreas de mineração e todas aquelas em que as leis ambientais são transgredidas por atividades antrópicas.

3.2.8. Carta de Estado Geoambiental

A Carta de Estado Geoambiental indica a conjuntura dos componentes naturais da paisagem perante a capacidade de regulação de suas funções geoecológicas diante das intervenções antrópicas.

A elaboração desse material cartográfico se deu a partir da interpretação de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), considerando os procedimentos adotados por Amorim (2007) e adaptações realizadas segundo as peculiaridades da área urbana do município de Cubatão-SP.

Assim, a constituição desse material advém de uma análise correlativa entre as informações das cartas de unidades geoambientais e de uso da terra do cenário atual da área de estudo, em que o uso da terra, pautado no estado geoecológico da paisagem em que se encontra e nas restrições legais, torna-se elemento preponderante na definição do Estado Geoambiental.

O Estado Geoambiental, segundo Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004, p. 139), constitui-se como “a situação geoecológica da paisagem dada, determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas”, podendo ser classificado em:

- **Estável** (não alterado): conserva-se a estrutura original. Não existem problemas ambientais significativos que deteriore a paisagem. O nível dos processos geoecológicos tem um caráter natural. A influência antropogênica é muito pequena. São núcleos de estabilidade ecológica, principalmente paisagens primárias ou paisagens naturais com limitado uso antropogênico;
- **Medianamente estável** (sustentável): refletem poucas mudanças na estrutura. Incidem alguns problemas de intensidade leve a moderada, que não alteram o potencial natural e a integridade do geossistema. Constituem áreas que são desenvolvidas e utilizadas pelo homem, de tal forma, que o uso da terra está balanceado com o potencial e pode ser sustentado por várias gerações. Estas áreas necessitam de uma manutenção de baixo custo e um cuidado para assegurar que continue a sustentabilidade;
- **Instável** (insustentável): fortes mudanças da estrutura espacial e funcional, de tal maneira que não consegue cumprir as funções ecológicas, porém parte do geossistema conserva a integridade. A incidência de alguns problemas ambientais resultantes da sobreexploração dos recursos dá lugar a um declínio na produtividade e que essa provavelmente se perca no curso de uma geração;
- **Crítico**: perda parcial da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas. Manifesta um número significativo de problemas ambientais de forte intensidade. São áreas que o uso da terra e o impacto humano excederam à capacidade de suporte dos geossistemas, o que resulta em uma drástica redução do potencial da terra. As paisagens que estão nesse estado necessitam da aplicação de medidas de mitigação urgentes e imediatas para recuperar o potencial natural. A mitigação dos processos geoecológicos levará pelo menos uma geração e será muito cara;

- **Muito crítico:** perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional. O geossistema não está em condições de cumprir as funções geoecológicas. Experimentam a atividade de um número significativo de problemas ambientais de intensidade muito forte. O potencial inicial de recursos foi completamente destruído. Não são áreas adequadas para o uso humano. A população necessita ser realocada, o que implica enormes custos (MATEO; MARTINEZ, 1998; GLAZOVSKIY et al., 1998 apud RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 139-141).

Nesse viés, definiu-se que as paisagens com *Estado Geoambiental Estável* compreendiam as áreas classificadas com um estado geoecológico otimizado. Na área estudada, tais paisagens foram delineadas em grande parte do Parque Estadual da Serra do Mar, Morro Mazagão e Morros Isolados, bem como ainda nas áreas em que os manguezais e a restinga mantinham a composição original. Essas áreas se enquadram nesse estado geoambiental, pois mantêm uma estrutura cujo funcionamento é próximo do original.

As paisagens com *Estado Medianamente Estável* não foram identificadas na área de estudo, em razão dessas terem sido associadas às áreas apontadas com estado geoecológico compensado, o qual não foi verificado nas unidades geoambientais.

O *Estado Instável* envolve as paisagens com estado geoecológico alterado, tais como aquelas da área de estudo com cobertura rasteira e uso indefinido que não se encontram em APPs. Nessas situações não se verifica uma transgressão na legislação ambiental, mas há mudanças nos atributos físicos das paisagens, as quais deixam de cumprir as suas funções ecológicas.

Por fim, os *Estados Geoambientais Crítico e Muito Crítico* foram associados às paisagens com estado geoecológico esgotado, sendo diferenciados entre si segundo a capacidade dos tipos de uso da terra em degradar as funções geoecológicas da paisagem. Dessa forma, considerou-se como crítico as paisagens em que o uso da terra se encontrava relacionado ao urbano e as áreas com cobertura rasteira e uso indefinido. Esses usos da terra, além de transgredir a legislação ambiental, proporcionam dano parcial sobre as funções geoecológicas das paisagens, mas essas ainda são passíveis de reabilitação em longo prazo. Ressalta-se uma considerável dificuldade para recuperar as paisagens com uso urbano, já que, raramente, esse uso será retirado das mesmas. Assim, nas áreas com estado geoambiental crítico, acredita-se que a reabilitação pode ser desenvolvida por meio do estabelecimento de um novo equilíbrio entre os elementos antrópicos e naturais, que não implique em problemas ambientais a população local. Enquanto que o estado geoambiental muito crítico foi apontado para a área ocupada por mineração, a qual denota uma perda integral das funcionalidades dos elementos naturais que compõem a paisagem, já que, nessa situação, há o comprometimento das estruturas litosféricas e, portanto, impossibilidade de recuperação.

A elaboração dessa carta foi efetuada em meio digital através do software AutoDesk Map 2004, seguindo as mesmas etapas desenvolvidas na elaboração da carta de unidades geoambientais.

3.2.9. Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional

A carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional da Área urbana do município de Cubatão-SP consiste em um documento cartográfico de síntese que espacializa as categorias definidas no zoneamento geoambiental e funcional.

As categorias do Zoneamento Funcional equivalem a um diagnóstico da situação atual das paisagens no que se refere à adequação dos tipos de uso da terra a legislação ambiental e a suscetibilidade dos atributos físicos.

Já as categorias do Zoneamento Geoambiental são as medidas recomendáveis para que as paisagens cumpram as suas funções geoecológicas e socioeconômicas segundo a atual capacidade de suporte destas. Ressalta-se que essas categorias ainda permitem verificar os conflitos entre os distintos usos da terra e a legislação ambiental vigente.

A elaboração deste material cartográfico se deu a partir da interpretação que Amorim (2007) realizou dos princípios metodológicos de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), acrescidos das particularidades da área urbana do município de Cubatão.

Assim, a organização desta carta advém de uma análise correlativa entre os dados das cartas de Unidades Geoambientais, Estado Geoambiental e Uso da Terra do cenário atual, os quais possibilitaram a definição das categorias do zoneamento geoambiental e funcional.

No que se refere ao diagnóstico da situação atual das paisagens, foram identificadas as seguintes categorias do zoneamento funcional:

- **Unidade de Conservação:** equivale a área do Parque Estadual da Serra do Mar, definida pelo decreto 10.251 de 30/08/77, e ainda os morros isolados que envolvem a área urbana do município de Cubatão-SP, os quais compõem a Zona de Reserva Ecológica, segundo a lei complementar municipal nº. 2.513 de 10/09/1998.

- **Área Protegida por Legislação Ambiental:** corresponde as Áreas de Preservação Permanente identificadas na área de estudo, situadas em faixa marginal, medidas a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, segundos distintas larguras dos cursos d'água; APPs situada em área de manguezal – e ainda, a Zona de Preservação Ecológica, referente à área de

proteção do mangue segundo a legislação municipal. Ressalta-se que o agrupamento das áreas correspondentes a estes parâmetros legais em uma única categoria se deu pelo fato de verificar uma elevada sobreposição dos mesmos, cujo fato implicava em dificuldades na representação cartográfica destes dados.

- **Vegetação Original:** trechos de Mata Atlântica, restinga e mangue, dispersos na área de estudo sem a proteção da legislação, mas importantes para a manutenção das funções ecológicas destas paisagens.

- **Uso Urbano:** áreas aptas ao uso urbano segundo a legislação ambiental, mas com pequenas ressalvas segundo os atributos físicos da paisagem.

- **Uso indefinido:** áreas com vegetação em regeneração, aptas as atividades antrópicas segundo a legislação ambiental, mas com ressalvas segundo os atributos físicos da paisagem.

- **Cobertura Rasteira:** áreas cobertas por cobertura rasteira que não implicam em elevados danos a paisagem.

- **Solo Exposto:** trechos sem cobertura vegetal que expõe o solo e dinamiza os processos erosivos lineares.

Já as categorias do zoneamento geoambiental, destinadas a um modelo de planejamento das paisagens, abrangem áreas designadas como de:

- **Proteção:** composta pelas paisagens em que se verificou a manutenção da vegetação original, dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental. Esta categoria foi identificada em trechos do Parque Estadual da Serra do Mar e dos morros isolados, bem como ainda nas áreas de manguezais e demais APPs em que não houve a identificação de feições antrópicas.

- **Conservação:** equivalem a vestígios da vegetação original que não se encontram em áreas resguardadas pela legislação ambiental, os quais correspondem a trechos de Mata Atlântica e restinga. Estas áreas devem ser manejadas de forma adequada para a manutenção do equilíbrio das funções geoeológicas das paisagens.

- **Melhoramento:** correspondem as áreas em que o uso da terra não equivale a vegetação original e não transgride a legislação ambiental, ocorrendo em trechos dos terraços marinhos e das rampas coluviais cobertas com uso indefinido, cobertura rasteira e uso urbano. Contudo, tais usos alteram a capacidade de regulação das funções geoecológicas, criando possibilidades ao surgimento de impactos ambientais. Assim, há a necessidade do desenvolvimento de medidas que visem um equilíbrio entre as intervenções antrópicas e os componentes naturais destas paisagens.

- **Reabilitação:** abarca as paisagens em que houve a substituição da vegetação original em áreas protegidas pela legislação ambiental. Estas paisagens foram verificadas no Parque Estadual da Serra do Mar, morros isolados, manguezais e APPs, em que trechos de Mata Atlântica, mangue e restinga, resguardados por lei, foram substituídos por cobertura rasteira e feições do uso urbano, de uso indefinido e de mineração. Desta forma, as medidas a serem desenvolvidas devem possibilitar uma renovação, em longo prazo, nos componentes naturais da paisagem para que esta garanta uma melhora nas suas funções geoecológicas e socioeconômicas. Estas medidas implicam em mobilização do poder público para a remoção das atividades antrópicas da paisagem. Neste contexto, salienta-se que as áreas com uso indefinido foram inseridas na categoria de reabilitação, já que no passado estas equivaliam a áreas da classe de uso terras agrícolas, que corrompiam a capacidade das paisagens compostas por formas de acumulação em terraços fluvial e marinho e, ainda de planícies flúvio-marinhas. No entanto, ao longo do período analisado, identificou-se a mobilização do poder público em relação ao desenvolvimento de atividades agrícolas sobre tais paisagens, as quais foram interrompidas e, atualmente, tais áreas se encontram recobertas por vegetação em regeneração.

A elaboração deste produto cartográfico se deu no ambiente do software Autodesk Map 2004, a partir das mesmas etapas desenvolvidas na elaboração tanto da carta de unidades geoambientais quanto de estado geoambiental.

Assim, após a sobreposição e análise correlativa das informações contidas nas cartas de unidades geoambientais, estado ambiental e uso da terra do cenário atual, foram delimitadas as áreas de cada zoneamento, acompanhadas de uma edição específica dos polígonos correspondentes ao conjunto de categorias de cada zoneamento.

A edição dos polígonos correspondentes as categorias do zoneamento geoambiental consistiu na atribuição de cores para o preenchimento dos mesmos, as quais variaram segundo a intensidade das medidas que intercede o conflito entre o uso da terra e os parâmetros legais e físicos da paisagem, em que as cores claras representam as categorias em que não haverá a necessidade de mudança das atividades antrópicas – proteção e conservação – e as escuras, por sua vez, as categorias com medidas que reorganizam a intervenção do homem – melhoramento e reabilitação.

Já no que se refere a edição dos polígonos das categorias de zoneamento funcional, salienta-se o uso de símbolos diversos para o preenchimento da área de cada categoria. A definição dos símbolos utilizados no preenchimento dos polígonos de cada categoria foi

realizada a partir da troca do preenchimento padrão (preenchimento sólido) da função *Hachuras*.

4. Caracterização da Área de Estudo

4.1. Localização e Características dos Componentes Naturais (caracterização geoecológica)

4.1.1. Localização

A área urbana do município de Cubatão-SP localiza-se entre as coordenadas geográficas de 23°48'53" e 23°55'59" de latitude Sul e 46°21'16" e 46°28'23" de longitude Oeste (Figura 10), e abrange 79 km² dos 148 km² do território do município de Cubatão-SP.

Em relação a Cubatão, ressalta-se que esse integra, ao lado dos municípios de Bertioga, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, Peruíbe, Santos e São Vicente, a subdivisão político-administrativa do litoral paulista denominada de Região Metropolitana da Baixada Santista, instituída a partir da Lei Complementar nº 815, de 30 de julho de 1996 (SÃO PAULO, 1996).

Ademais, Cubatão limita-se com os municípios de São Bernardo do Campo, Santo André, Santos e São Vicente. Esse município situa-se a 57 km da capital paulista; 39 km de Bertioga; 23 de Guarujá e São Vicente; 16 km de Santos; 53 km de Itanhaém; 36 km de Mongaguá; 83 km de Peruíbe; 27 km de Praia Grande e 17 km de Santos (AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA – AGEM, 2004/2005).

Em relação ao delineamento da área urbana de Cubatão-SP como área de estudo, torna-se necessário apontar os critérios considerados para a delimitação da extensão dessa área. Assim, é importante salientar que essa delimitação foi realizada através da consideração de dispositivos legais sobre a divisão do território do município de Cubatão-SP e adaptações em alguns trechos devido à verificação por meio de imagens de alta resolução do Google Earth™ (serviço de mapa, obtida em julho/2009) da expansão das intervenções antrópicas.

De acordo com o Artigo 3, Título I da Lei Complementar nº. 2.513 – sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Cubatão-SP, promulgada em 25/09/1998 (CUBATÃO, 1998b), que expressa os objetivos e diretrizes do Plano Diretor deste município – Lei Complementar nº. 2.512 (CUBATÃO, 1998a) – para fins fiscais, urbanísticos e de planejamento, o território do Município de Cubatão se divide em área urbana de preservação e área urbana. Essa última compreende a área de interesse para a presente pesquisa, haja vista que, de acordo com Cubatão (1998b), a área urbana de preservação

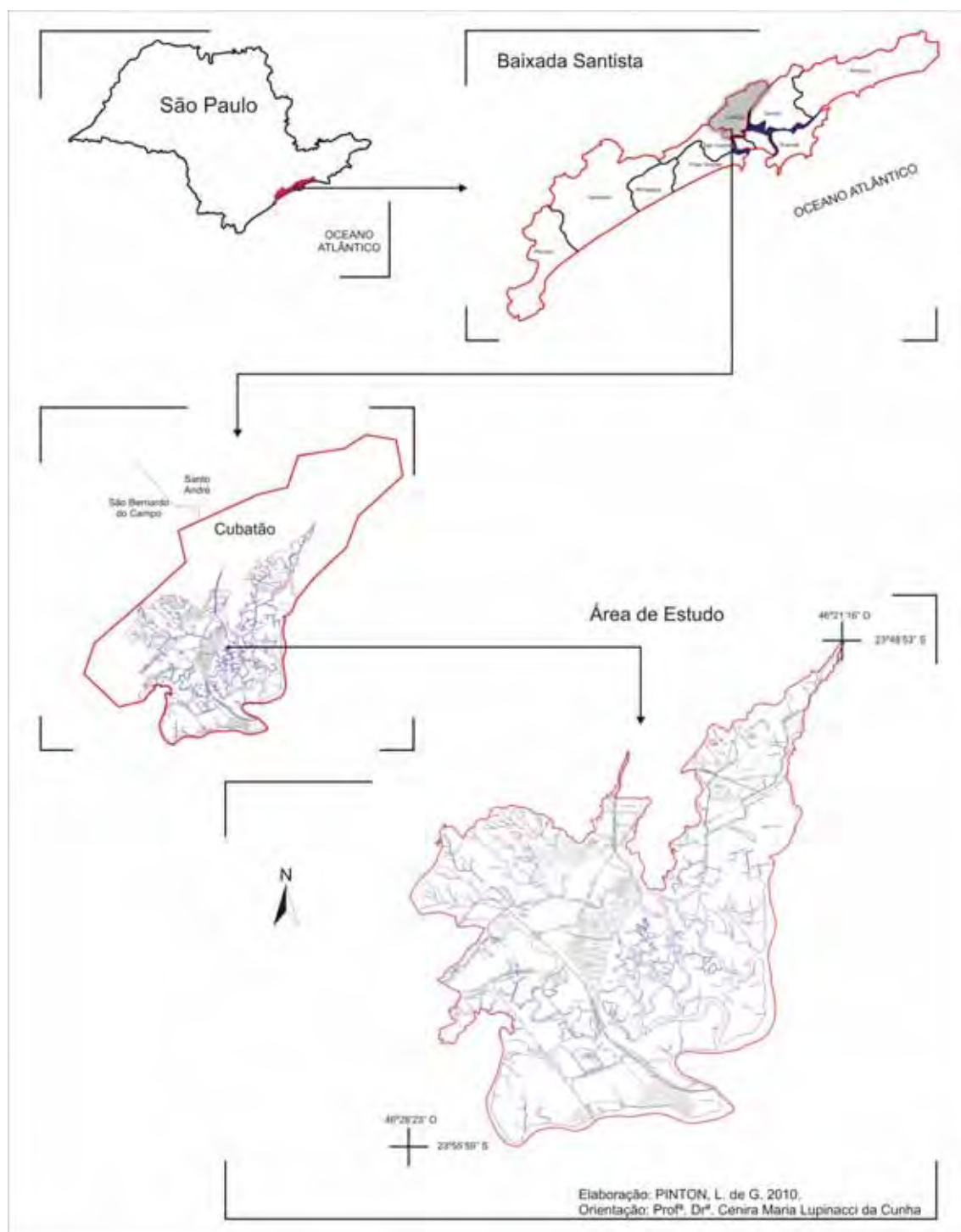


Figura 10 – Localização da área urbana de Cubatão no Estado de São Paulo, Baixada Santista e Município. Sem escala.

compreende a área do Parque Estadual da Serra do Mar. Dessa forma, a área urbana abrange o restante da área do Município (CUBATÃO, 1998b). No entanto, foi incorporado a área de estudo um trecho do Parque Estadual da Serra do Mar, referente à área urbana de preservação, em razão da constatação, através de análise comparativa entre as fotografias aéreas do

município no ano de 1962 e as imagens orbitais de 2009 (Figura 11), da expansão urbana por meio da construção de moradias no sopé da Serra, a qual pode desestabilizar o sistema serrano. Assim, a delimitação da área de estudo considerou a linha de cumeada da escarpa serrana, a qual estabelece um limite à possibilidade de desestabilização da vertente serrana devido às construções no sopé da Serra.

No que tange, ainda, a delimitação da área urbana do município de Cubatão através de dispositivos legais, verifica-se que esta se divide em duas grandes áreas: as áreas especiais e as áreas urbanas funcionais (CUBATÃO, 1998b).

As áreas especiais estão classificadas em: área de interesse público; área de interesse urbanístico e área de interesse ambiental (CUBATÃO, 1998b). Em relação a essa classificação, deve-se ressaltar que as áreas de interesse ambiental são divididas em Zona de Reserva Ecológica e Zona de Preservação Ecológica (CUBATÃO, 1998b). O destaque para a Zona de Reserva Ecológica ocorre em razão dessa envolver alguns morros isolados que se encontram inseridos na área urbana do município de Cubatão-SP (CUBATÃO, 1998b). Enquanto que para a Zona de Preservação Ecológica se destacam os locais em que se verifica o bioma dos manguezais circundado por zonas de funcionalidades urbanas e áreas de interesse público. Assim, tanto os morros isolados que integram a Zona de Reserva Ecológica, quanto às áreas de manguezais que se inserem na Zona de Preservação Ecológica, sofrem a pressão das atividades antrópicas desenvolvidas em seu entorno, estando sujeitas a impactos e degradação ambiental. Dessa forma, tais áreas se constituem, também, em objeto de estudo dessa pesquisa.

Logo, as áreas urbanas funcionais se definem de acordo com o uso e ocupação do solo. As unidades territoriais dessas áreas se denominam de zonas, subdividas de acordo com a tendência do uso do solo, nas seguintes categorias: zona de comércio e serviços; zona de comércio central; zona industrial e zona residencial (CUBATÃO, 1998b). Dessa forma, nota-se que essas zonas condizem com as áreas em que as atividades antrópicas exploram as funcionalidades desse sistema ambiental litorâneo.

A figura 12 apresenta as áreas e zonas que se constituem na área urbana estabelecida pelos referidos dispositivos legais. Cabe ressaltar que os espaços em branco nessa figura são assim apresentados na fonte utilizada.

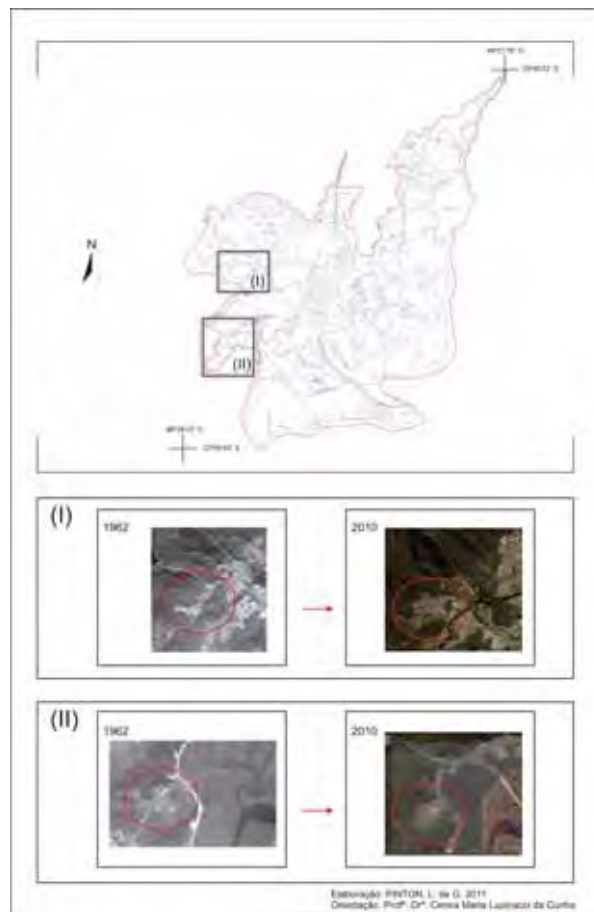


Figura 11 – Comparação entre fotografias aéreas de 1962, na escala de 1:25.000 e, Imagens de satélite de alta resolução do Google Earth™ do cenário de 2010 no trecho noroeste da área de estudo – destaque a expansão urbana por meio da construção de moradias no sopé da Serra.

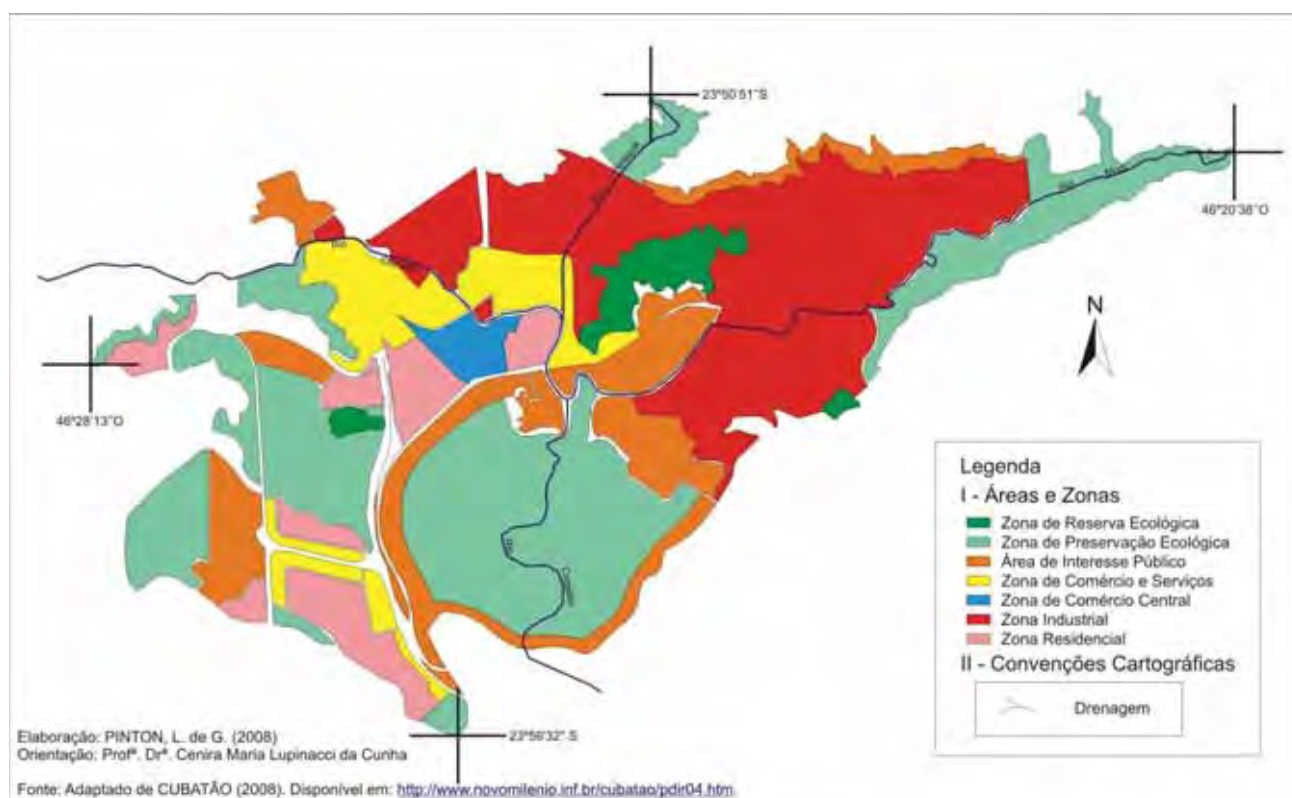


Figura 12 – Área urbana de acordo com os dispositivos legais do município de Cubatão-SP.

4.1.2. Características dos Componentes Naturais (caracterização geoecológica)

A caracterização geoecológica da área urbana do município de Cubatão-SP foi realizada a partir da indicação dos atributos físicos do município em que se insere a área de estudo.

Em relação à divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, o município de Cubatão situa-se na Província Costeira (ALMEIDA, 1964). De acordo com esse autor, a Província Costeira compreende “a área do Estado drenada diretamente para o mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico. É, em maior parte, uma região serrana contínua, que a beira-mar cede lugar a uma sequência de planícies de variadas origens” (ALMEIDA, 1964, p. 220).

A Província Costeira definida por Almeida (1964) “corresponde à província fisiográfica chamada de Litoral por Ab’Sáber e Bernardes” (1958 apud INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT, 1981, p. 47). Almeida (1964), em sua classificação, divide a Província Costeira em duas zonas: a Serrania Costeira que compreende as subzonas da Serra do Mar e de Paranapiacaba e as Baixadas Litorâneas.

O município de Cubatão se distribui na subzona da Serra do Mar e na zona das Baixadas Litorâneas (ALMEIDA, 1964). A subzona da Serra do Mar, segundo Almeida (1964, p. 221) “é uma escarpa erosiva, alta de um milhar de metros, descambando quase junto às praias, das quais se afasta duas léguas, na planície de Bertioga, e um pouco mais na Baixada Santista”. Já a zona das Baixadas Litorâneas “apresenta-se como terrenos não mais elevados que uns 70 metros sobre o mar dispostos em áreas descontínuas à beira-mar” (ALMEIDA, 1964, p. 225).

Essa divisão foi realizada com o intuito de sanar o inconveniente da divisão geomorfológica do Estado de São Paulo elaborada pela Associação dos Geógrafos Brasileiros, tendo o Prof. Pierre Monbeig (1949 apud ALMEIDA, 1964) como relator, na qual a sub-região Baixada do Ribeira era considerada área majoritariamente serrana, do mesmo modo que são as sub-regiões litorâneas de Santos e São Sebastião (ALMEIDA, 1964). É importante ressaltar que a divisão de Monbeig mantinha as divisões fisiográficas reconhecidas nos trabalhos pioneiros de Moraes Rego de 1932 e Deffontaines de 1935, para o Estado de São Paulo, – Litoral, Depressão Periférica e o Planalto Ocidental – agrupando ainda os relevos das áreas cristalinas sobre a designação de Planalto Atlântico (IPT, 1981). Assim, nestas divisões, o município de Cubatão situa-se na província geomórfica do Litoral.

O IPT (1981) propôs uma divisão geomorfológica do Estado de São Paulo baseada naquela proposta por Almeida (1964), em que houve a manutenção das cinco grandes unidades do relevo definidas por esse último, porém os seus limites, bem como zonas e subzonas foram revistos. Assim, a Província Costeira, definida por IPT (1981), distingue-se por três zonas: a Serrania Costeira, redefinida a partir da instituição de cinco subzonas – Serra do Mar, Serra de Paranapiacaba, Serraria de Itatins, Serraria do Ribeira e Planaltos Interiores; Morraria Costeira e Baixadas Litorâneas.

Nessa divisão do relevo, o município de Cubatão se encontra na subzona da Serra do Mar e nas baixadas litorâneas. A subzona da Serra do Mar

[...] coincide com a extensa faixa de encostas de transição que orlam o Planalto Atlântico desde a região da Serra da Bocaina, junto à divisa com o Estado do Rio de Janeiro. São escarpas ora festonadas, ora desfeitas em espigões lineares digitados. Em certos locais exibem verdadeiros degraus topográficos, formados por planaltos situados em diferentes níveis [...].

As escarpas da Serra do Mar situam-se mais próximas da costa entre as serras do Parati e do Juqueriquerê, restringindo-se a área das planícies. Nessa região, o relevo escarpas festonadas exhibe espigões que avançam para as baixadas, em alguns pontos formando promontórios. A influência dos granitos orientados e migmatitos na sustentação dessas escarpas é marcante nas áreas de escarpas com espigões digitados, que compõem as terminações das serras do Parati e do Juqueriquerê, onde tais espigões alargam-se paralelamente às direções NE das estruturas regionais. Este sistema de relevo está presente ainda em outros segmentos da Serrado Mar, como entre Bertioxa e Cubatão e na região de Mongaguá. A partir da Serra do Juqueriquerê para sudoeste, as planícies costeiras são mais extensas, interrompidas por morros e morrotes cristalinos que chegam a constituir relevos de morros isolados e morrotes em meia laranja (IPT, 1981, p. 48-49).

Em relação às baixadas litorâneas, o IPT (1981) mantém o conceito original de Almeida (1964) com algumas modificações quanto à posição de seus limites. Os sistemas de relevo presentes são os morros isolados, os terraços marinhos, as planícies aluviais, os mangues e as planícies costeiras.

No que diz respeito, ainda, às planícies costeiras, Fúlfaro; Suguio e Ponçano (1974), em estudo regional, dividiram o litoral paulista em três compartimentos distintos – Compartimento de Caraguatatuba; Compartimento Santos-Itanhaém-Peruíbe e o Compartimento de Iguape-Cananeia – cujas características principais são devidas ao forte controle estrutural e aos diversos processos de sedimentação Quaternários que lhes imprimiram feições locais. Nessa divisão, o município de Cubatão se encontra no Compartimento Santos-Itanhém-Peruíbe.

Suguio e Martin (1978b, p. 1) ao estudarem as formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense, afirmam que essa região pode ser dividida em duas partes com características inteiramente diferentes.

Ao norte, o embasamento pré-cambriano atinge o mar em quase toda a extensão, excetuando-se pequenas planícies formadas na sua parte externa por depósitos marinhos e na parte interna por depósitos continentais. Ao sul, desenvolvem-se grandes planícies essencialmente formadas por depósitos marinhos ou flúvio-lagunares. Essas planícies são separadas entre si por pontões do embasamento pré-cambriano em contato com o mar.

Dessa forma, ao considerar os pontões do embasamento pré-cambriano como limites naturais, os autores reconhecem cinco unidades em tal área, sendo essas do sul ao norte: Unidade de Cananéia-Iguape; Unidade de Itanhaém-Santos; Unidade Bertioga-Ilha de São Sebastião; Unidade de Ilha de São Sebastião-Serra de Parati e Unidade de Baía da Ilha Grande. O município de Cubatão se encontra na Unidade Itanhaém-Santos.

De acordo com a divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, proposta por Ross e Moroz (1997), que introduziram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura para a representação cartográfica do relevo, o município de Cubatão se encontra distribuído em duas unidades. A área das escarpas da Serra do Mar se insere na Unidade Morfoescultural Escarpa/Serra do Mar e Morros Isolados, pertencente à Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico. Enquanto a área da planície Quaternária se encontra na Unidade Morfoescultural das Planícies Litorâneas ou Costeiras, a qual integra a Unidade Morfoestrutural das Bacias Sedimentares Cenozóicas.

No ano de 2000, o professor Aziz Nacib Ab'Sáber propôs uma nova setorização do litoral brasileiro. Nessa divisão, Ab'Sáber (2000, p. 27) atenta que

[...] para se compreender melhor a ordem dos fatores interferentes a geomorfogênese e hidrogeomorfologia de um litoral qualquer, um bom partido metodológico situa-se na consideração do espaço total costeiro que envolve sempre a faixa que se estende da linha de costa até a retro-terra costeira.

Assim, a complexidade do litoral se encontra relacionada às variações do nível do mar, paleo-climas e história vegetacional, “ou seja, o litoral, tal com outras áreas dotadas de paisagens ecológicas, pode ser considerado sempre como uma herança de processos anteriores remodelados pela dinâmica costeira hoje prevalecente” (AB'SÁBER, 2000, p. 27).

Ao considerar que os litorais se constituem em zonas de contatos tríplices: terra, mar e dinâmica climática, Ab'Sáber (2000) estabeleceu e caracterizou 49 setores ao litoral brasileiro, sendo que sete setores se destinam ao litoral paulista. Dentre esses sete setores do

litoral paulista, o município de Cubatão se encontra no Setor Baixada Santista e ilhas de São Vicente e Santo Amaro, o qual se constitui em uma

[...] terminação Sul do Litoral Norte de São Paulo, com o aumento das faixas de sedimentação (restingas) na direção de Bertioga. Região dominada pelo ecossistema psamófilo dos jardins. Sítios urbanos insulares de Santos, São Vicente e Guarujá. Com uma faixa anastomosada de cidades, núcleos industriais e bairros dormitórios, em exagerada e incontrolável expansão (AB'SÁBER, 2000, p. 39).

A identificação das unidades de relevo em que o município de Cubatão se insere é de extrema valia ao desenvolvimento de projetos integrados de aproveitamento de recursos naturais e uso do solo, pois as alternativas estratégicas de ocupação territorial devem considerar, em primeira instância, a setorização em subdivisões naturais da área considerada (IPT, 1981).

Dessa forma, a compartimentação e mapeamento do relevo auxiliam na aquisição de subsídios para a elaboração de um planejamento ambiental do uso e ocupação do solo adequado aos atributos físicos da área em questão.

Neste viés e com o intuito de complementar as informações sobre as unidades de relevo em que se insere a área de estudo, surge a necessidade de discernir a gênese da Serra do Mar e das planícies costeiras, pois, as formas de relevo locais são resultado da complexidade advinda do contexto geológico e geomorfológico regional. Ademais, Suguio (2001, p. 335) salienta que

[...] muitos conflitos, gerados em consequência da ocupação desordenada das áreas costeiras, poderiam ser minimizados ou até mesmo completamente eliminados, se os fatores geológicos e/ou geomorfológicos que controlam ou afetam aquelas áreas fossem melhor conhecidos.

Ab'Sáber (1962, p. 70) aponta que a Serra do Mar é certamente o mais notável e extenso acidente geomórfico exibido pela topografia da porção sul-oriental do Escudo Brasileiro, assim como, de toda a fachada atlântica oriental do continente sul-americano. Esse acidente geomórfico

[...] é um conjunto de escarpas festonadas com cerca de 1.000 km de extensão, em que termina o Planalto Atlântico no trecho voltado para a Bacia de Santos. Ela se estende do Rio de Janeiro ao norte de Santa Catarina. [...] Em São Paulo, impõem-se como típica borda de planalto frequentemente nivelada pelo topo em altitudes de 800 a 1200 metros de altitude (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998, p. 135).

As principais formações rochosas da serra são granitos, gnaisses, quartzos e xisto estruturado.

Na parte superior estende-se uma camada de regolito de espessura e estabilidade variável, conforme as características da rocha original, da cobertura vegetal e da inclinação da encosta (IPT, 1985 apud GUTBERLET, 1996, p. 52).

Dessa forma, verifica-se que a composição geológica da Serra do Mar se caracteriza por um embasamento cristalino, com rochas relativamente resistentes ao intemperismo químico dominante, implicando em um relevo quase sempre acidentado e coberto por um manto residual devido à ação do referido intemperismo. Essa composição diverge das planícies costeiras, as quais são compostas por sedimentos cenozóicos, repercutindo em diferenças no relevo da baixada santista (RODRIGUES, 1965).

Sobre as condições litológicas ao longo da Serra do Mar, segundo o RADAMBRASIL (1983), desenvolvem-se os solos do tipo Cambissolos Álicos, caracterizados por textura média ou argilosa. De acordo com a EMBRAPA (1999, p. 149), os cambissolos são “constituídos por material mineral com horizonte B incipiente imediatamente abaixo do horizonte A ou horizonte hístico com espessura inferior a 40 cm”.

No que tange à gênese e evolução da Serra do Mar, há bibliografias que enfatizam os processos tectônicos de movimentação vertical realizados no Cenozóico (ALMEIDA, 1976; ASMUS; FERRARI, 1978) e outras que salientam a importância da erosão diferencial.

Ab’Sáber (1962) ressalta que a discussão sobre a gênese da Serra do Mar abrange ainda problemas paleogeográficos, tanto no que abarca à compartimentação tectônica do Brasil de Sudeste quanto, sobretudo, aos controversos problemas paleocenográficos do Atlântico Sul.

Assim, do ponto de vista do referido autor, a explicação da gênese da grande escarpa e dos pequenos maciços costeiros regionais, se dá por meio da definição de duas fases de deformações tectônicas – Serra do Mar I e Serra do Mar II.

A fase Serra do Mar I corresponde a ação da tectônica quebrável,

[...] em uma época em que as águas atlânticas se encontravam a muitas dezenas de quilômetros para leste [...] tais falhamentos, correspondentes a essa fase mais antiga do Terciário (paleoceno ou eoceno), tenham afetado a região de Santos através de um alinhamento em linha-quebrada, do tipo clássico das baionetas, a saber: linha de falha inicialmente grosso-modo paralela ao eixo do atual canal da Bertioga (NE-SW), infletindo-se posteriormente, em linha quebrada, para NW, a frente dos atuais esporões truncados da Serra do Morroão, para, podeis, seguir de novo, grosseiramente, a direção brasileira, a frente da Serra do Cubatão. Desta forma, enquanto que para o ocidente formou-se o corpo maciço do chamado Planalto Atlântico, para leste houve um rebaixamento irregular de uma série de blocos de estruturas antigas, pertencentes à porção sul-oriental do Escudo Brasileiro (AB’SÁBER, 1962, p. 70-71).

Já a fase Serra do Mar II corresponde à reativação epirogênica do bloco continental que desenvolveu na área aplainada da vertente atlântica paulista uma flexura continental

bastante energética, acompanhada por reativações da tectônica quebrável. Tal fato possibilitou as primeiras incisões hidrográficas em forma de treliça, em que

[...] pequenos cursos d'água pertencentes às drenagens pós-cedentes estabelecidas na frente das escarpas, na forma clássica de rios consequentes estendidos, entalhando vigorosamente alguns setores dos planos inclinados da superfície neogênica flexurada. Noutros setores, inúmeros foram os casos de rios que se adaptaram a linha de falhas, diaclases e feixes de diaclases tectônicas, dispostas longitudinal ou transversalmente às estruturas antigas do escudo (AB'SÁBER, 1962, p. 72).

Nesse contexto, esse mesmo autor complementa que

[...] existem fortes razões para se pensar que durante o processo de flexuramento da superfície neogênica se alternaram fases de incisão vertical e fases de pedimentação restrita, relacionadas com as flutuações climáticas intertropicais e com as variações glácio-eustáticas no nível do mar no Quaternário (AB'SÁBER, 1962, p. 72).

Além disso, considera-se que

[...] as redes de vales em treliça, mencionadas anteriormente, que possibilitaram nos fins do Pleistoceno as ingressões e regressões marinhas de controle glácio-eustáticas na região de Santos. O re-entalhamento basal (noção importante no caso) da velha escarpa, oriunda dos falhamentos paleogênicos, fez com que a mesma aumentasse de altura, enquanto que a aproximação das águas atlânticas, veio justificar o nome da Serra do Mar, que foi aplicado àquela imponente escarpa marginal (AB'SÁBER, 1962, p. 73).

Almeida (1964, p. 223) não discute argumentos prós e contras a existência de uma tectônica de falhas modelando as atuais escarpas da Serra do Mar, mas enfatiza que

[...] as principais escarpas da Serra do Mar acham-se em maioria estabelecidas em rochas resistentes, sejam granitos ou gnaisses graníticos, enquanto que os vales subsequentes se vem abrindo por erosão remontante, nas faixas de rochas menos resistentes à erosão.

Já Almeida e Carneiro (1998) consideram a origem e evolução da Serra do Mar a partir da falha de Santos, situada na atual plataforma continental, de onde recuou durante o Cenozóico, até três ou quatro dezenas de quilômetros, por meio da erosão de rios, mar e movimentos em massa de suas vertentes, até a posição que atualmente ocupa. A figura 13 ilustra o recuo das encostas da serra até sua posição atual.

Cabe salientar que tais autores consideram as superfícies de erosão pós-paleozóicas da região sudeste do Planalto Atlântico do país como indícios para se compreender a origem e evolução da Serra do Mar, a qual não denota evidências de ter resultado de importantes falhamentos neotectônicos ocorridos em seu sítio atual.

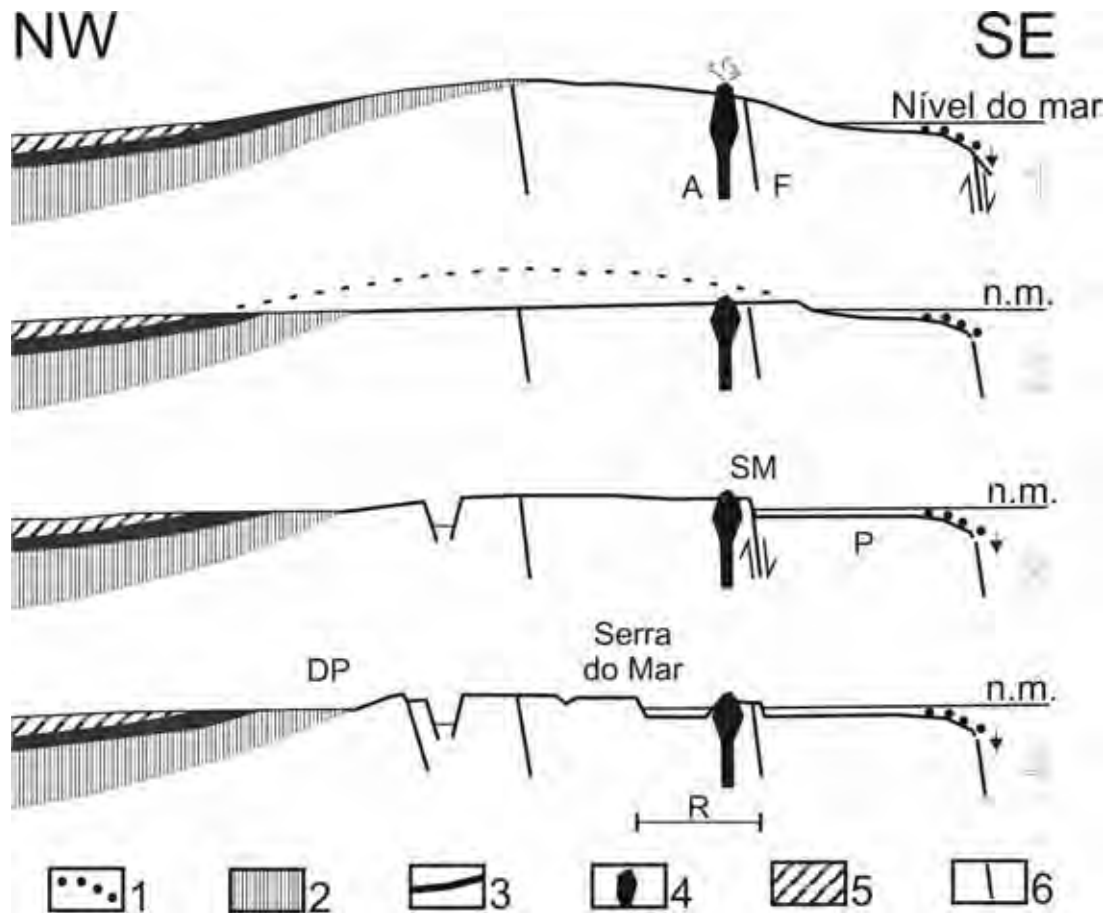


Figura 13 – Esquema da origem e recuo erosivo da Serra do Mar, na região entre a Bacia do Paraná, no continente, e a Bacia de Santos, a sudeste. Estágios: 1. Soerguimento senoniano erodido, causando deposição nas bacias de Santos e do Paraná. Depósitos da Formação Santos indicados na primeira e do Grupo Bauru na segunda. Vulcanismo alcalino (A); Falha de Santos (F). 2. Desenvolvimento da superfície de aplainamento Japi no final do Senoniano. 3. Deformação da Superfície Japi no Paleoceno. Surge a Serra do Mar (SM) na Falha de Santos (F), o sistema de grábens continentais e começa a se desenvolver, na costa, a plataforma continental (P). 4. Recuo erosivo (R) da Serra do Mar para sua posição atual. A posição esquemática da Depressão Periférica é indicada (DP). Intrusões alcalinas sustentam ilhas. Convenções: 1. Depósitos da Fm. Santos, 2. Cobertura fanerozoica sotoposta ao basalto Serra Geral, 3. Formação Serra Geral, 4. Corpos alcalinos, 5. Grupo Bauru, 6. Falhas (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998, p. 147).

O trecho da Serra do Mar que se encontra diante da cidade de Santos, onde é atravessado pelas vias de comunicação que a ligam ao Planalto Paulistano, é denominado de Serra do Cubatão (ALMEIDA, 1953). Evidencia-se que esse trecho também compõe parte do município de Cubatão. Assim, torna-se conveniente apontar a origem e evolução desse trecho.

Martonne (1933 apud ALMEIDA, 1953, p. 13) comparou esse trecho a Serra *Espinausse* francesa e interpretou a origem desse como sendo “proveniente de um fraturamento em estreitos blocos de falha, que teriam sofrido abatimento em direção à baixada de Cubatão, com a consequente abertura de vales nos ângulos das falhas”. No entanto, Almeida e Carneiro (1998, p. 143) ressaltam que “o ilustre geógrafo francês não atentou devidamente à estrutura geológica da região, de resto então bem pouco conhecida”.

Almeida (1953, p. 7), ao considerar numerosos trabalhos de campo, acrescido ainda de interpretações de fotografias aéreas do local, contrapõe-se as considerações de Martonne e indica que

[...] se por um lado não se pode explicar a origem primeira desse grande degrau senão recorrendo a um acidente tectônico, por outro, o que ai se vê é fruto exclusivo de demorado processo de erosão diferencial em condições que, sobretudo, vem favorecendo a adaptação das formas topográficas às diversidades de resistência diferencial das rochas. Nesse sentido, a Serra do Cubatão, é perfeitamente comparável aos demais tratos da Serra do Mar.

Esse mesmo autor acrescenta ainda que o processo de erosão diferencial “ter-se-ia iniciado a partir de uma zona de falhamentos ou de forte flexura, que ainda não foi localizada na região e possivelmente nunca o poderá ser, e que devia se situar a vários quilômetros além das atuais escarpas da Serra do Cubatão” (ALMEIDA, 1953, p. 15).

Almeida e Carneiro (1998, p.143) complementam as ideias de Almeida (1953) a partir do fato que

[...] a grande falha transcorrente pré-cambriana do Cubatão, que atravessa todo o Planalto Atlântico no Estado de São Paulo, com o recuo erosivo do fronte serrano foi alcançada pela erosão remontante do rio Cubatão. A falha, na região, põe em contato rochas de diferentes resistências à erosão: metassedimentos que incluem filitos, metacalcários, xistos e quartzitos no bloco norte, e um complexo gnáissico-migmatítico-granítico a sul. Em seu recuo erosivo a escarpa alcançou a falha e por ela se estendeu para oeste, separando a Serra do Pai Matias da escarpa principal. Um de seus afluentes, o rio Mogi, teve idêntico desenvolvimento, acompanhando a falha para leste e separando a Serra do Morrão da escarpa do Cubatão.

Estes autores observam ainda que

[...] a Serra do Quilombo, a sul da Falha do Cubatão, sustentada por granito isótropo cambro-ordoviciano que penetrou migmatitos do Complexo Costeiro, eleva-se a mesma altitude dos testemunhos da superfície do Japi no planalto, evidenciando que a falha não registra deslocamentos verticais entre os blocos que separa, não sendo assim responsável pela origem da escarpa da Serra do Mar na região.

A erosão diferencial na Serra do Cubatão culminou em uma feição curiosa, denominada, por Almeida (1953), de pinças de caranguejo (Figura 14), “pois que diante da escarpa principal, à qual estão ligados, dispõem-se dois longos espigões avançados um para o outro” (ALMEIDA, 1964, p. 9), os quais correspondem a Serra do Morrão, a norte-oriental e a Serra do Pai Matias, a sul-ocidental.

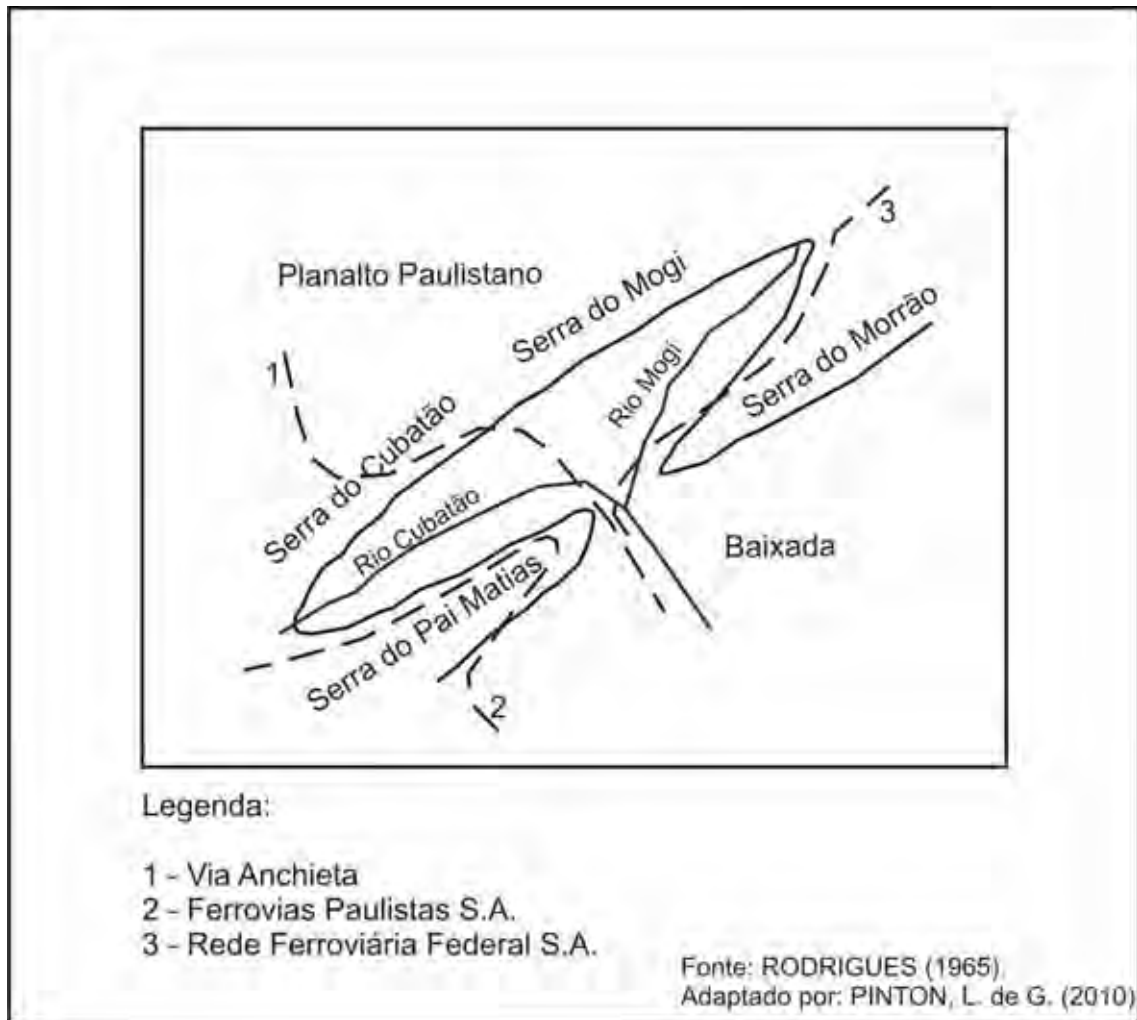


Figura 14 – As pinças de caranguejo identificadas por Almeida (1953) na Serra do Cubatão.

As pinças, compostas por migmatitos e gnaisses quartzíticos, rochas das mais resistentes da região, indicam a antiga posição da escarpa principal da Serra do Cubatão, a qual recuou devido à erosão de rochas pouco resistentes, cujo desgaste se processa rapidamente, com a abertura de dois vales longitudinais – rio Cubatão e o rio Mogi (ALMEIDA, 1964).

Almeida (1953, p. 16) conclui ainda que

[...] a aparente juventude da Serra do Cubatão não significa serem recentes as deformações responsáveis pela sua origem, nem que estas sejam diretamente ligadas às formas atuais do relevo, porém unicamente refletem os entraves que os processos erosivos tem que vencer ao atacarem as bordas do planalto.

No que se refere, ainda, à gênese da Serra do Mar, em específico a Serra do Cubatão, deve-se atribuir importância a sua evolução recente que se encontra atrelada à intensa

participação de movimentações de massa, decorrentes de processos naturais devido ao fato da região ser submetida à altas pluviosidades médias anuais e episódios prolongados de chuvas.

Em relação a esses movimentos, deve-se chamar a atenção para a existência de outros fatores, os quais aliados à referida precipitação, implicam na dinâmica dos mesmos. Dessa forma, cabe discutir a dinâmica dos movimentos de massa e suas implicações na gênese e evolução recente da Serra do Mar.

Os movimentos de massa possuem diversas propostas de classificação em todo o mundo. Fernandes et al (2001) destacam tais classificações e salienta que a proposta de Varnes (1978 apud FERNANDES et al., 2001) é a mais utilizada. Já no Brasil,

[...] destaca-se o esquema proposto por Guidicini e Nieble (1984), o qual de uma forma bem simplificada, divide os movimentos de massa em escoamentos (englobando rastejos e corridas), escorregamentos (translacionais e rotacionais), subsidências e movimentos complexos (FERNANDES et al., 2001, p. 54).

No entanto, deve-se enfatizar a dificuldade em aplicar tais classificações a esses movimentos.

Além das dificuldades derivadas das atividades antrópicas e das rápidas transformações que ocorrem nas cicatrizes dos deslizamentos, há problemas associados à própria complexidade dos fenômenos, onde muitos movimentos são deflagrados como escorregamentos translacionais e se transformam gradativamente em corridas de massa devido ao excesso de água (FERNANDES et al., 2001, p. 54).

Nesse contexto, Amaral (1997 apud Fernandes et al., 2001, p. 54) em estudo sobre a cidade do Rio de Janeiro, exemplifica que “os escorregamentos rasos de solo, geralmente sob a forma de movimentos translacionais, são os mais importantes, respondendo por cerca de 38% de todos os processos ocorridos entre 1962 e 1992”. Esse comportamento, por sua vez, é considerado como não sendo restrito ao Rio de Janeiro, mas se prolonga em todo o escarpamento da Serra do Mar (WOLLE; CARVALHO, 1989; LACERDA, 1997 apud FERNANDES et al., 2001). Augusto Filho e Cerri (1988) também verificaram a maior atuação do escorregamento translacional na Serra do Mar no litoral paulista.

No que tange aos diversos mecanismos que levam à instabilidade das encostas, Fernandes et al. (2001) destacam o aumento da poro-pressão positiva e a consequente diminuição do fator de segurança, relacionado à saturação dos solos.

Outro mecanismo de instabilização das encostas, com estudos desenvolvidos nas encostas de Cubatão (WOLLE; HACHICH, 1989 apud Fernandes et al., 2001) é o da “perda da sucção (e da coesão aparente) relacionada ao aumento da umidade do solo decorrente do

avanço da frente de infiltração, no qual a ruptura ocorre sem que a condição de saturação seja alcançada” (FERNANDES et al., 2001, p. 54).

Há ainda mecanismos que podem, localmente, assumir grande importância, tais como o impacto associado à queda de lascas rochosas e os abalos sísmicos (FERNANDES et al., 2001, p. 54).

A dinâmica dos movimentos de massa se encontra condicionada às complexas relações entre fatores geológicos, englobando as características lito-estruturais e tectônicas, geomorfológicas, climáticas, antrópicos, entre outros.

Em relação aos fatores de âmbito geomorfológico, também chamados de parâmetros topográficos, destacam-se a declividade, forma da encosta (tanto em perfil quanto em planta), área de contribuição, orientação das encostas (aspecto), espessura do solo, comprimento da encosta, (as)simetria dos vales e elevação (FERNANDES; AMARAL, 1996 apud FERNANDES et al., 2001).

O IPT (1985), em um levantamento geológico-geotécnico das áreas de encosta do município de Cubatão, indica que há deslocamentos de massas (desmoronamento em blocos, escorregamentos, deslizamentos de terra e corrida de lama) quando se constata, em conjunto, chuvas fortes e prolongadas, declive íngreme e a diminuição do efeito estabilizante da camada vegetal por desmatamento e morte das florestas.

Cruz (1982, 1986, 1990) ressaltou que os processos vinculados aos movimentos de massa podem ser provocados pela relação direta entre fatores naturais e antrópicos, mas atribui maior destaque a água. Já De Ploy e Cruz (1979 apud DOMINGUES, 2001) em estudo nas escarpas da Serra do Mar, no litoral norte paulista, destacam a importância do teor de água no solo, da ação do escoamento subsuperficial, do lençol freático e da constituição dos materiais superficiais na resistência dos solos ao cisalhamento, em cicatrizes de escorregamentos.

Penteado (1974, p. 99) aponta a gravidade como o fator principal aos movimentos de massa. “Nesse movimento a gravidade é a única força importante, não sendo envolvidos outros tipos de transporte pelo vento, água, gelo, etc., apesar de o gelo ou a água auxiliar como lubrificante, reduzindo o coeficiente de fricção”.

Em relação aos tipos de escorregamentos, Baccaro (1982 apud DOMINGUES, 2001) reconheceu na Serra do Cubatão, os seguintes tipos: alongada, em paredões e lajes rochosas, em colher e em queda de detritos, com subtipos e, ainda, destacou as linhas de fraturas e diáclases, os planos de xistosidade e os contatos litológicos como sendo os elementos preferenciais dos escorregamentos.

No que diz respeito aos movimentos de massa no município de Cubatão, Tatizana et al. (1987, p. 239-241) apontam que esses decorrem devido às características dos seguintes elementos:

- **Geologia:** as rochas mais brandas e que apresentam assembleia mineral mais susceptível ao intemperismo químico, como os migmatitos com predomínio de paleossoma xistoso e os xistos e filitos, produzem solos mais argilosos e com menor resistência ao cisalhamento. Ao contrário, os migmatitos com predomínio de leucossoma, são mais resistentes ao intemperismo químico e geram solos mais arenosos, com menor suscetibilidade de escorregamentos. O acentuado fraturamento das rochas pela ação do tectonismo regional, origina muitos blocos e matacões potencialmente mobilizáveis em novos episódios de instabilizações;
- **Geomorfologia:** os escorregamentos nas encostas da Serra do Mar nesta região, em geral estão associados a duas situações: rupturas de declive positivas, comumente próximas ao topo da encosta, ou em porções retilíneas. As encostas de traçado retilíneo são as mais susceptíveis para os escorregamentos. As encostas convexas, geralmente representam corpos de tálus, que são estáveis, e apresentam preferencialmente movimentos lentos de “creep”. Encostas de perfil côncavo são pouco frequentes;
- **Declividade:** os escorregamentos ocorrem mais frequentemente em terrenos de inclinação superiores a 30°, mais comuns nas regiões superiores da escarpa da serra e nos topos de elevações secundárias. Nos terrenos com inclinação superiores a 45°, predominam a ação erosiva sobre o intemperismo químico, e nestas porções, a rocha acha-se frequentemente exposta e as instabilizações são mais raras e associadas a queda de blocos. Em inclinações próximas a 15%, os movimentos de massa são preferencialmente lentos, rastejos de baixa velocidade, formando depósitos coluviais de estabilidade relativamente alta;
- **Cobertura vegetal:** a vegetação exerce papel fundamental na manutenção da estabilidade das encostas, principalmente nas porções mais íngremes, onde o solo é pouco espesso. A ação da cobertura vegetal se dá diretamente, através do travamento mecânico do solo pelas raízes e, indiretamente, inibindo ações indesejáveis das águas pluviais. O dossel das árvores impede o impacto direto das gotas de água sobre o solo e retém uma significativa parcela de água precipitada, que volta à atmosfera pela evaporação, diminuindo consequentemente, a infiltração da água e o escoamento superficial. A evapotranspiração das plantas diminui a saturação do solo, melhorando as condições de estabilidade. O entrelaçamento das raízes aumenta o coeficiente de coesão do solo, numa taxa que supera os efeitos instabilizadores como o peso exercido pela vegetação e o efeito alavanca;
- **Regime pluviométrico:** o regime pluviométrico é um fator extrínseco às encostas, agindo diretamente na deflagração dos escorregamentos e indiretamente, contribuindo na transformação de outros condicionantes;
- **Posição na encosta:** os processos morfogenéticos que atuam no modelamento e evolução do relevo variam com a posição na encosta. No terço superior da escarpa, predominam processos rápidos de mobilização de material, por meio de fenômenos de erosão e escorregamento, acumulando os materiais nas porções mais baixas da encosta, onde formam-se os depósitos de tálus que apresentam lentos movimentos de “creep”. As porções mais altas da escarpa constituem ambientes altamente favoráveis a fenômenos de instabilização de massas, combinando condicionantes intrínsecos como a alta declividade, a ocorrência frequente de encostas íngremes de perfil retilíneo e

alto estado de degradação de vegetação, com o fator externo da pluviosidade, que apresenta os maiores índices nesta porção.

Castro (1998, p. 12), ao elaborar um mapa morfodinâmico digital da bacia do rio Mogi, em Cubatão, por meio da aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) em estudos ambientais, colabora na identificação e caracterização das áreas em que ocorrem as cicatrizes de escorregamento nessa bacia. Tais cicatrizes

[...] ocorrem nas áreas onde predominam vertentes retilíneas, na faixa altimétrica entre 150 - 750 metros de altitude, em declividades acima de 15° de inclinação, nas áreas de mata e capoeira fortemente degradadas, onde a pluviometria média anual está em torno de 3000 a 4000 mm de chuva, em litologias constituídas de migmatitos e micaxistos.

Esse mesmo autor, embasado em alguns autores, ainda complementa que, aliadas a estas características,

[...] podem ser mencionados os efeitos causados pela ocupação industrial de Cubatão no vale do rio Mogi, que favorece alterações fundamentais na atmosfera local através do lançamento de poluição - decorrente da direção dos ventos na Baixada Santista, com fluxos SW (no período diurno) e NE (no período noturno) - causando a degradação da vegetação e alterando as estruturas físico-químicas do ar e consequentemente das precipitações que penetram nos solos rasos, principalmente nas altas declividades onde o lençol freático se encontra muito próximo à superfície, desestabilizando a vertente. Estas condições ambientais e antrópicas adversas conferem à região, conforme a literatura especializada aponta, um "alto grau de instabilidade morfodinâmica.

Domingues (2001, p. 70), ao buscar a caracterização das cicatrizes deixadas por movimentos de massa e suas relações com o meio hidrobiofísico de trechos das bacias dos rios Mogi e Perequê, ambos localizados no município de Cubatão, evidencia que tais movimentos são fenômenos decorrentes da reação integrada de vários componentes, fatores e processos. Nesse estudo, o autor identificou 14 tipos de feições erosivas associadas aos escorregamentos.

Esta grande diversidade de feições foi atribuída às características do meio hidrobiofísico de escarpas e, predominantemente, a uma reação do ambiente natural à ação antrópica predatória direta e indireta. Os tipos de feições reconhecidos, não necessariamente, são de ocorrência exclusiva em cada categoria.

Domingues (2001, p. 70) ainda destaca que a degradação das escarpas da Serra do Mar em Cubatão, “do ponto de vista da diversidade e criticidade das feições dos escorregamentos, cujas características geofisionômicas induziram a atribuir o predomínio da ação antrópica direta e indireta, como maior agravante da aceleração dos processos erosivos”.

Passarella et al. (2008, p. 19), ao buscar a compreensão dos processos de escorregamento, por meio da análise da relação entre as formas de vertentes e escorregamentos em uma abordagem quantitativa nas vertentes do município de Cubatão e seus arredores, contribuíram ao conhecimento dos processos de escorregamento e, conseqüentemente, a minimização de riscos na região ao indicar dados que permitiram

[...] demonstrar que as formas de vertentes predominantes são as retilíneas ocupando 63,64% da área investigada e que, por seu alto ângulo de declividade e por possuírem uma camada de solo menos espessa, representam as encostas mais propícias aos movimentos de massa.

Carvalho e Riedel (2004, p. 171-172), por meio da elaboração de uma carta de suscetibilidade aos escorregamentos translacionais nos entornos dos polígonos de Cubatão, gerada a partir da correlação de dados da geologia, geomorfologia, declividade e vegetação da área, identificaram três classes de suscetibilidade – alta, média e baixa.

As áreas de alta suscetibilidade se localizam em todas as porções mais elevadas das escarpas da Serra do Mar, onde as vertentes são retilíneas. Já as áreas de média suscetibilidade se encontram nas meias encostas. Áreas com baixa suscetibilidade se localizam na porção leste da área estudada, onde predominam planícies fluviais, e áreas de declividade muito baixa.

Em relação, ainda, aos deslizamentos no município de Cubatão, Gutberlet (1996) aponta que a crescente devastação vegetal leva a deslizamentos cada vez mais frequentes nas encostas. A partir da tabela elaborada pela CETESB (1987 apud GUTBERLET, 1996) (Tabela 2), a autora trás dados que representam a evolução dos deslizamentos em bacias hidrográficas do município no período de 1962 a 1985.

Tabela 2 – Número de deslizamentos na Serra do Mar/Cubatão entre 1962 e 1985.

Bacia Hidrográfica	Ano				
	1962	1972	1977	1980	1985
Rio Perequê	6	23	58	65	83
Rio Mogi	10	58	177	57	199
Rio da Onça	1	51	32	33	119
Nascente Serra do Morrão	10	46	9	2	86
Rio Quilombo	0	59	17	0	77
Total	27	237	293	157	564

Fonte: GUTBERLET, 1996.

De acordo com Almeida e Carneiro (1998, p. 142),

[...] em Cubatão, a Serra do Mar, situada próximo a importantes áreas urbanas e industriais, tem sido inadequadamente ocupada (nos chamados bairros-cota) e, por mais paradoxal que pareça, ainda tem sido objeto de insuficiente pesquisa para subsidiar o manejo ambiental. O quadro é agravado pela vegetação degradada, devido à incidência de chuva ácida provocada pela poluição atmosférica. A perda de proteção dos solos intensifica processos de rastejo, assim como os efeitos catastróficos de

chuvas intensas periódicas, na forma de escorregamentos e outros movimentos de massa espalhadas pelas íngremes encostas. O registro da coluna geológica quaternária costeira permite asseverar que os episódios mais recentes não são isolados, mas representam a continuidade de uma longa sucessão que, na maior parte, antecede a ocupação humana.

Em relação à ocupação humana, deve-se destacar que essa possui problemas de ordem socioeconômicas derivadas dos movimentos de massa (GUIDICINI; NIEBLE, 1984 apud CARVALHO; RIEDEL, 2004, p. 162). Dessa forma, além de desempenhar relevante papel na evolução recente da Serra do Mar, os movimentos de massa, atualmente, “constituem sérios problemas em áreas que foram degradadas pelas atividades irracionais do homem, ou nas quais os projetos de engenharia não consideraram problemas de segurança ambiental” (BIGARELLA et al., 1978, p. 73).

Como salientado, o município de Cubatão se insere nesse contexto, necessitando de estudos que, a partir da compreensão da interação entre os componentes antrópicos e naturais, forneçam subsídios à organização da ocupação antrópica.

A interferência antrópica não se restringe a Serra do Mar, ocorrendo também, inclusive com maior intensidade, por meio de habitações e indústrias, nas áreas menos acidentadas, as quais condizem às planícies costeiras. Assim, como já apontado, cabe discutir a gênese dessa zona do relevo.

De acordo com Almeida (1964, p. 225), as planícies costeiras, denominadas pelo autor como baixadas litorâneas, “constituem-se de sedimentos detríticos provavelmente não anteriores ao Pleistoceno”. Essas são formadas

[...] pela sucessão e justaposição de Cordões Litorâneos regressivos e/ou Terraços Marinhos, em geral associados a outros tipos de depósitos sedimentares de origens continental e flúvio-marinha, entre eles depósitos fluviais, eólicos, lagunares e paleolagunares, paludiais (pântanos), lacustres (lagos), de planície de maré e coluviais (SOUZA et al., 2008, p. 46).

Na região santista,

[...] a planície litorânea, reduzida a estreita faixa de restingas logo a NE de Itanhaém, ganha aí ampla largura de cerca de 2 quilômetros. Acha-se desfeita em ilhas por braços de mar e canais anastomosados de rios que descem da serra. Ela tem, em sua maior parte, caráter de mangue, de onde se elevam números morros graníticos e gnáissicos [...] (ALMEIDA, 1953, p. 7).

Fúlfaro; Suguio e Ponçano (1974, p. 40) acrescentam ainda que

[...] no trecho litorâneo que compreende a baixada santista, assim como acontece com os outros compartimentos das planícies costeiras paulistas, as áreas de deposição quaternária, inicialmente em forma de enseadas, avançam para o interior acompanhando pequenos vales fluviais. Representam assoreamento, que ainda hoje se vem processando, das reentrâncias da linha

costeira, abrigadas entre promontórios, que da serra costeira adentram o mar.

No litoral paulista, identifica-se um predomínio das planícies costeiras “na faixa ao sul da área Santos – Bertioga, tendo como representante mais setentrional a planície de Santos” (FÚLFARO; SUGUIO; PONÇANO, 1974, p. 39). Ab’Sáber (1955), considera que as planícies flúvio-marinhas são os tratos mais extensos das baixadas, caracterizadas por serem rasas e recentes, oriundas da colmatagem de golfões antigos (pleistocênicos).

Souza et al. (2008, p. 49) apontam uma característica importante do litoral paulista que

[...] é a presença de vastas planícies costeiras no Litoral Sul, que gradativamente diminuem de extensão rumo ao Litoral Norte. Isso implica na distribuição espacial diferenciada de depósitos marinhos pleistocênicos (terraços marinhos) e holocênicos (cordões litorâneos e terraços marinhos) nesses setores.

A explicação para a diferença entre as planícies ao norte em relação às aquelas localizadas mais ao sul do Estado de São Paulo pode ser dada, segundo Suguio e Martin (1978b), por um fenômeno de flexura continental diferencial.

Fúlfaro; Suguio e Ponçano (1974, p. 41) acrescentam que

[...] as planícies costeiras paulistas estão ocupando áreas com fortes características de controle tectônico, que possibilitou à drenagem pretérita escavar amplos anfiteatros de erosão, posteriormente ocupados pelas ingressões marinhas do Quaternário que os assorearam, aumentando a sua faixa por construção sucessiva de cordões arenosos durante a fase eustática negativa seguinte.

Neste viés, nota-se que “o litoral paulista foi palco, no Quaternário, de diversos processos de sedimentação” (FÚLFARO; SUGUIO; PONÇANO, 1974, p. 37), os quais implicam que a gênese e evolução das planícies costeiras paulistas, desenvolveram-se, de modo geral, de acordo com os modelos evolutivos de planícies costeiras. Assim, essas se formam devido à eustasia e às mudanças dos níveis das terras emersas adjacentes – resultado da tectônica e/ou isostasia – as quais promovem a acumulação de depósitos Quaternários (SUGUIO et al., 1985; SUGUIO, 2001) derivados da sedimentação marinha e de depósitos advindos da abrasão das escarpas em episódios de transgressões marinhas.

No litoral paulista, Suguio e Martin (1978b) identificaram duas fases transgressivas – transgressão Cananéia e transgressão Santos. Em relação à transgressão Cananéia, Suguio e Martin (1978b, p. 8) indicam que “a idade precisa desse evento não pode ser estabelecida, mas por confronto com outras regiões do mundo, pode-se admitir uma idade de 100.000 a

120.000 anos B.P (limite aproximado de datação pelo radiocarbono)”. Suguio (2001) aponta esse como um evento em que o nível relativo do mar esteve 8 ± 2 m acima do atual.

Suguio e Martin (1978b, p. 31), ao explicarem o mecanismo de formação da planície de Santos, unidade na qual o município de Cubatão se encontra, apontam que

[...] por ocasião do máximo da transgressão Cananéia o mar atingia o sopé da Serra do Mar. Baseado nos perfis de sondagens que pudemos estudar parece lícito admitir que uma formação argilosa do tipo transicional foi depositada sobre sedimentos continentais, provavelmente equivalentes à Formação Pariquera Açú. Sobre os sedimentos argilosos foram depositadas as áreas transgressivas. Quando ocorreu a regressão, foram formados cordões litorâneos e dunas eólicas.

É possível que essas areias regressivas tenham coberto só parte da planície atual. Durante a última grande fase regressiva, quando o nível do mar se achava – 110 m em relação ao nível atual, uma parte dos depósitos precedentes foi erodida, talvez mesmo até o seu embasamento cristalino (-50 m).

Ademais, os mesmos autores apresentam considerações posteriores a tal transgressão, em que,

[...] por ocasião da última transgressão (transgressão Santos) o mar penetrou nessas zonas baixas, criando uma rede de lagunas onde se depositaram sedimentos argilosos contendo restos de conchas e fragmentos vegetais. Numerosas sondagens mostram que, em certas partes da planície esses depósitos lagunares podem atingir até cerca de 50 m de espessura. Na mesma época o mar erodia as partes altas dos depósitos marinhos pleistocênicos que forneciam areias para os depósitos holocênicos transgressivos. Por detrás desses depósitos foi formada uma vasta laguna que foi parcialmente colmatada e colonizada pela vegetação de mangue a medida que o nível do mar retornava a sua posição atual (SUGUIO; MARTIN, 1978b, p. 31-34).

No que tange à última fase transgressiva, conhecida como transgressão Santos, Suguio (2001, p. 247) admite que essa “ocorreu há cerca de 17.500 anos AP (antes do presente), [...] mas relativamente poucas datações são disponíveis até 6.500 a 7.000 anos AP”. É importante ressaltar que essa transgressão é muitas vezes referida erroneamente na literatura geológica brasileira como Transgressão Flandriana. O erro se dá pelo fato de que “nos chamados Países Baixos o nível do mar teve comportamento bem diferente do Brasil durante este período”.

Ab’Sáber (1965, p. 63-64), utilizando-se do termo *flandriana* para a última transgressão do pleistoceno, apresenta a influência dessa na dinâmica da sedimentação marinha no litoral de Santos. De acordo com tal autor,

[...] a ingressão do mar na região santista-vicentina, durante o *flandriano*, foi, ao que tudo leva a crer, geologicamente muito rápida, tendo alcançado no momento máximo da ascensão das águas [...] um nível superior a alguns metros em relação ao nível atual do mar. Isto possibilitou a penetração das águas até as proximidades da garganta do Cubatão e o afogamento dos

estreitos desvãos dos pequenos cursos d'água que desciam por entre os esporões da Serra do Morão. [...]

A coluna das águas da transgressão flandriana foi relativamente espessa na região de Santos, a despeito de variar de lugar para lugar, devido às inúmeras irregularidades dos vales e da enérgica compartimentação dos baixos níveis costeiros, que serviram de base para a penetração marinha. Alguns dos vales afogados durante a ingressão do mar possuíam seus talwegues a mais de 50 metros do nível atual das águas atlânticas, segundo se pode afiançar pelos poucos dados de sondagens disponíveis sobre a região. Ora, esses fatos todos nos explicam sobejamente o porque da ausência de um recobrimento sedimentar transgressivo e contínuo (em overlap) nos fundos do antigo golfo de Santos. Trata-se de um fato, aliás, peculiar a todas as costas sujeitas a uma submersão rápida, em zonas de topografias muito acidentadas, e a custa de uma coluna d'água espessa.

Anterior à transgressão flandriana, Ab'Sáber (1955; 1965) se atenta ao período dos golfões em trechos específicos do litoral paulista, em especial, nas baixadas de Santos, de Itanhaém e de Cananéia-Iguapé, as quais “constituíram extensos, profundos e recortados golfões e enseadas que se iam encostar às escarpas e esporões principais da Serra do Mar” (AB'SÁBER, 1955, p. 26).

Em relação, ainda, à influência dessa transgressão dos fins do Pleistoceno na região de Santos, Ab'Sáber (1965, p. 64) acrescenta que

[...] houve mais propriamente uma ingressão das águas, em massas espessas, do que um verdadeiro recobrimento sedimentário transgressivo. Por oposição, entretanto, após a ingressão marinha, sobraram inumeráveis condições para o aparecimento de restingas ou praias barreiras, devido à excelência do teatro geográfico criado pela desarticulação da costa e pela formação do páleo-arquipélago de ilhas cristalinas.

Suguio (2001, p. 247) indica que “os últimos 6.500 anos desta transgressão são melhor conhecidos, através de várias evidências geológicas, biológicas e pré-históricas na porção central da costa brasileira”.

Suguio et al. (1985), com base em dados advindos a partir de mais de 700 datações por radiocarbono de terraços holocênicos e de outros indicadores, delinearam curvas parciais ou completas das variações do nível relativo do mar nos últimos 7.000 anos para diversos setores do litoral brasileiro.

Em todos os setores estudados por Suguio et al., em 1985, os níveis relativos do mar estiveram situados acima do atual, salvo certas peculiaridades:

- a) O atual nível médio do mar foi ultrapassado pela primeira vez entre 7.000 e 6.500 anos AP;
- b) Há cerca de 5.100 anos AP o nível do mar subiu entre 3 e 5 m acima da média atual;
- c) Há cerca de 3.900 anos AP o nível relativo do mar deve ter estado 1,5 a 2 m abaixo do atual;

- d) Há aproximadamente 3.600 anos AP o nível do mar subiu entre 2 a 3,5 m acima do atual;
- e) Há 2.800 anos AP ocorreu novamente um pequeno rebaixamento, atingindo um nível inferior ao atual, e
- f) Há cerca de 2.500 anos AP foi atingido um nível 1,5 a 2,5 acima do atual e, desde então, tem havido uma tendência ao rebaixamento contínuo, mas sendo o alcance mínimo do método do C14 de cerca de 300 anos, não se pode determinar a tendência atual por métodos geológicos (SUGUIO, 2001, p. 249).

No setor situado entre Bertioga e Praia Grande, região de Santos, em um trecho de 60 km, Suguio et al. (1985, p. 276) delinearam uma curva bastante completa (Figura 15). “É interessante verificar que nesse setor o nível atual foi ultrapassado pela primeira vez cerca de 6.800 anos passados [...]. Finalmente, os níveis máximos de 5.100 e 3.600 anos AP atingiram, respectivamente, 4,5 e 3 m acima do nível atual”.



Figura 15 – Curvas de variação do nível relativo do mar no litoral de Santos durante os últimos 7.000 anos AP (SUGUIO et al., 1985).

Por fim, em relação à gênese das planícies costeiras, deve-se evidenciar que ao fundo destas e “embutidos nos anfiteatros do sopé da Serra do Mar ocorrem os depósitos de encosta, de natureza colúvio-aluvial e idade pleistocênica a atual, que ora se interdigitam com os depósitos da planície costeira, ora os recobrem” (SUGUIO; MARTIN, 1978; SOUZA, 2006, 2007 apud SOUZA et al., 2008, p. 52).

As planícies costeiras, assim como o trecho da Serra do Mar do litoral paulista, são formas de relevo que fazem parte das áreas costeiras do mundo, as quais, segundo Suguio (2001, p. 334)

[...] têm sido tremendamente pressionadas pelo rápido crescimento da população humana, como uma das consequências do desenvolvimento econômico.

[...] cerca de 2/3 da população mundial vivem ao longo da costa e, no Brasil, cinco das nove áreas metropolitanas mais populosas situam-se nessas áreas.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, o crescimento populacional se encontra diretamente relacionado à diversificação da economia regional, a qual “foi determinada nos anos 50 com o início da implantação do parque industrial de Cubatão, a ampliação da infraestrutura de transportes” (YOUNG; FUSCO, 2006, p. 10) e, ainda, o desenvolvimento de pontos turísticos. Cabe destacar ainda a função portuária da região, devido à existência do Porto de Santos.

Nesse contexto, a ocupação urbana e industrial no município de Cubatão se procedeu ao longo dos eixos viários estruturadores do município, os quais “são as rodovias Anchieta e Imigrantes, na direção norte-sul; Cubatão-Pedro Taques e Piaçaguera-Guarujá, na direção leste-oeste” (YOUNG; FUSCO, 2006, p. 10). No entanto, deve-se ressaltar a fragilidade ambiental das áreas, seja por se constituírem em áreas de encostas, manguezais, ou, ainda, a planície costeira densamente ocupada. Assim, a população residente nessas áreas se encontra sujeita a impactos de ordem socioeconômica, visto que o grande crescimento populacional proporcionou um processo de aglomeração urbana de forma desordenada e caótica, o qual repercutiu em segregação da parcela da população a ocupações subnormais (YOUNG; FUSCO, 2006), a riscos ambientais direto de deslizamentos, já salientados, e da poluição atmosférica e hídrica.

Em relação à poluição atmosférica e hídrica, Young e Fusco (2006, p. 10) atribuem o desenvolvimento dessas à instalação da Cosipa e do centro urbano do município “ao longo das margens do rio Cubatão que, juntamente com o rio Mogi, deságua no estuário, formando um par de bacias, que recebem contribuição de diversos afluentes da Serra do Mar. Estas se encontram diretamente vinculadas ao pólo industrial de Cubatão”.

É preciso salientar a dinâmica da poluição atmosférica de Cubatão, pois essa repercute em problemas de saúde para a população, na degradação da biota e, ainda, no estabelecimento de microclimas do município e região.

A poluição atmosférica do município é decorrente do aumento de emissões atmosféricas ao longo do tempo. De acordo com Gutberlet (1996), as fontes de emissões atmosféricas no município de Cubatão se encontram relacionadas às emissões advindas dos automóveis e, sobretudo, da indústria.

É importante salientar a existência de limites máximos para a emissão de poluentes, determinados por lei em nível estadual e federal, os quais no município de Cubatão têm sido ultrapassados diversas vezes e em grande escala (GUTBERLET, 1996). Dessa forma, algumas medidas têm sido executadas para controlar de forma rigorosa a quantidade emitida de poluentes.

Com a fundação da Comissão Especial para a Restauração da Serra do Mar, estudou-se a degradação do meio ambiente por produção industrial de forma interdisciplinar pela primeira vez em 1983. Entre outros, foi elaborado pela CETESB um projeto para o combate à poluição do ar (Plano de Ações para o Controle da Poluição Ambiental de Cubatão), que entrou em vigor a partir de 1983. Organizou-se um cronograma com os valores-limites para evitar ou diminuir as emissões de cada fonte individual (COMISSÃO ESPECIAL PARA A RECUPERAÇÃO DA SERRA DO MAR NA REGIÃO DE CUBATÃO, 1985 apud GUTBERLET, 1996, p. 123).

Posterior a tais medidas, a CETESB divulgou dados que mostraram significativa melhora nos índices de poluição do ar de Cubatão (GUTBERLET, 1996).

É importante salientar que a concentração de gases poluentes pode trazer diversas consequências graves à saúde do ser humano, seja pela absorção de certos gases pela via respiratória ou pela acumulação na cadeia alimentar.

A vegetação também é ameaçada pelos gases tóxicos e material particulado, decorrentes dos processos de produção industrial, da combustão e incineração e, ainda, em menor escala, das queimadas.

Gases poluentes são absorvidos através dos estômatos, da cutícula, da epiderme da folha e das lenticelas. As emissões no estado sólido, ou seja, as partículas de pó e os aerossóis, são depositadas na superfície das folhas e, desta maneira, formam uma película na superfície que dificulta os processos biológicos (GUTBERLET, 1996, p. 119).

Além disso, os

[...] poluentes acumulados no solo, no lençol freático e nas águas de superfície, a longo prazo, podem causar alterações na oferta de nutrientes e, através da absorção pelo sistema radicular das plantas, levar a uma concentração elevada de determinados elementos fitotóxicos. Sintomas de doenças como necroses e descoloração das folhas aparecem como reação a uma perda integridade das células do parênquima paliádico e lacunoso no interior das folhas. Outros danos visíveis podem aparecer ligados a alterações anatomo-fisiológicas. Surgem também perturbações nos processos de crescimento, de amadurecimento, de reprodução e metabólicos em geral, bem como alterações na produção de biomassa.

Também podem ser causados danos não visíveis nas plantas. Relacionam-se principalmente com alterações citogenéticas e dos processos fisiológicos e bioquímicos no metabolismo das plantas. Uma elevada taxa de suscetibilidade a parasitas e doenças bem como uma extrema sensibilidade em situações estressantes também são sintomas dos efeitos da poluição (GUTBERLET, 1996, p. 119).

Leitão Filho (1993, p. 80), em estudo sobre a ecologia da Mata Atlântica em Cubatão, também verificou impactos da poluição sobre a vegetação, ao identificar duas fisionomias muito distintas das florestas de encosta do município. De acordo com tal autor, a discrepância florística e fitofisionômica nestas áreas “reside no fato de que os ventos que sopram do litoral carregam os poluentes diretamente de encontro à encosta da Serra do Mar, maximizando os impactos em regiões restritas e minimizando estes impactos em regiões próximas.

A degradação da cobertura vegetal por meio da poluição atmosférica auxilia na dinamização dos processos erosivos.

A decomposição das raízes, que se inicia somente após alguns anos da morte da planta, além da ascensão do nível do lençol freático em consequência da redução da evapotranspiração, aumenta a probabilidade de deslocamentos espontâneos de massas, tais como escorregamentos, deslizamentos de terra e quedas de barrancos (IPT, 1985 apud GUTBERLET, 1996, p. 61).

Gutberlet (1996, p. 63-64) ainda acrescenta que o impacto nas regiões mais altas da encosta advindo dos poluentes atmosféricos são maiores, devido aos seguintes fatores:

- a) “precipitação” de nuvens carregadas de poluentes (séries de medições das precipitações por longos períodos comprovam que os índices anuais de precipitação são nitidamente maiores nas regiões mais altas das encostas que nas baixadas) e a filtragem direta de gases formando ácidos e pingos ácidos do ar pela vegetação;
- b) “neblina ácida”, que em condições meteorológicas de baixa pressão sobe pela encosta, passa pelo cume e é depositada na vegetação;
- c) os ventos equatorial-continentais e tropical-continentais oriundos do Nordeste e Noroeste podem trazer poluição do ar de outras regiões altamente industrializadas e urbanizadas como a região metropolitana de São Paulo. Apesar de serem responsáveis por somente 5 a 10% das condições meteorológicas da região, a influência desses fatores não deve ser menosprezada;
- d) a circulação local é dominada durante o dia por ventos que sopram em direção à Serra do Mar e, durante a noite, por ventos do continente em direção ao mar. É possível que essa circulação local transporte a contaminação do ar proveniente do pólo petroquímico de Mauá e das indústrias de Santo André (no vale do rio Tamanduateí) serra abaixo em direção ao mar.

É possível verificar o vínculo direto que há entre a dispersão dos poluentes atmosféricos com a dinâmica atmosférica local e regional. Tal fato implica, também, na determinação de microclimas no município de Cubatão advindos da interferência antrópica, decorrentes da crescente urbanização e industrialização, as quais provocam o aumento de áreas com vegetação degradada e concentração de gases poluentes na atmosfera. Santos (1965) exemplifica a existência de microclimas em que a diferença do homem se faz sentir nas vilas

operárias de Cubatão e Piaçaguera. Em relação a tais microclimas, deve-se considerar também a influência da disposição do relevo serrano no município.

Dessa forma, surge a necessidade do conhecimento do clima de Cubatão, por esse possuir influência direta nos fatos relatados acima, bem como no ciclo hidrológico e, conseqüentemente, nos processos de formação dos solos, no desenvolvimento da vegetação natural e na produção agrícola e, ainda na morfogênese do relevo.

Em razão de Cubatão estar localizado na Baixada Santista, cabe, em um primeiro momento, apresentar as características climáticas dessa região que se assemelham e influenciam aquelas identificadas no município.

Em relação ao clima da Baixada Santista, Santos (1965, p. 144) aponta a influência marcante da sua posição geográfica, quer no que concerne à circulação atmosférica local, dominada pela brisa marítima, quer quanto à circulação geral e superior da atmosfera.

Assim, de modo geral, a sucessão do tempo na Baixada é caracterizada por:

- a) tempo geralmente bom, sob ação do anticiclone do Atlântico; b) perturbações do tempo ocasionadas pelos diferentes tipos de frentes; c) ondas de calor ocasionadas pela incursão da massa Equatorial ou Tropical Continental; d) ondas de frio, provocadas pelo estabelecimento sobre a região do anticiclone móvel de origem polar.

Deve-se atentar que as perturbações do tempo advindas das frentes são frequentes na região, em razão do fato dessas se depararem com trechos da Serra do Mar, no caso do município de Cubatão, com a Serra do Cubatão, os quais retardam os movimentos das frentes, tornando essas estacionárias e repercutindo na situação de mau tempo na região até que se processe a eclosão ou a frontólise (SANTOS, 1965).

Em relação às classificações climáticas, Setzer (1946 apud SANTOS, 1965) enquadra o clima da Baixada Santista como Af no sistema de Koeppen. Já na classificação de Thornthwaite, o referido autor indica que a maior porção da Baixada possui clima super-úmido mesotermal sem época seca, representado pela sigla AB'r, enquanto que uma faixa a beira mar pertence ao clima úmido, mesotermal, sem época seca – BB'r. No sistema de Serebrenick, Setzer (1946 apud SANTOS, 1965) enquadra a área em um clima tropical super-úmido, cuja sigla é TiÜ.

Santos (1965, p. 135), ao buscar distinguir o clima da Baixada Santista segundo classificações genéticas, insere a área de estudo de acordo com a classificação de Strahler, no

- [...] grupo de clima úmidos das porções orientais dos continentes, entre 20° e 35° de latitude, controlados pela massa de ar tropical marítima, submetidos às invasões da massa de ar polar, dos climas controlados pela alternância das massas equatoriais e massas tropicais marítimas.

Com relação, ainda, à dinâmica das massas de ar e tipos de tempo, Monteiro (1973, p. 119), ao se utilizar do método da análise rítmica das chuvas por meio de sua distribuição diária, realizou uma tentativa de classificação das “fáceis climáticas individualizadas dentro dos climas regionais”, segundo as unidades geomorfológicas do Estado de São Paulo. Neste viés, devido ao município de Cubatão estar geomorfológicamente distribuído nos compartimentos do Litoral e do Planalto Atlântico, esse se insere na II sub-unidade das feições individualizadas, intitulada de Litoral e Planalto Atlântico Sul (Figura 16).

Essa subunidade se integra aos climas regionais úmidos da face oriental e subtropical dos continentes dominado por massa Tropical, os quais fazem parte dos climas zonais controlados por massas tropicais e polares (MONTEIRO, 1973).

De acordo com Gutberlet (1996, p. 54), o anticiclone subtropical do Atlântico sul, ao se deslocar no inverno em direção ao norte, provocando aumento na pressão atmosférica, faz com que a camada de inversão desça próximo à superfície. Esse fato “impede o deslocamento de frentes frias para o continente, levando à formação de forte neblina na parte da manhã e à tarde e a quedas na temperatura durante essa época do ano”.

No inverno, ainda, verifica-se que

[...] eventualmente os ventos equatorial-continentais e tropical-continentais do noroeste trazem massa de ar quente e seco do interior. Ao se aproximarem do litoral, provocam uma reversão na direção da circulação atmosférica em Cubatão. Essa situação indica a chegada de uma frente fria vinda do Sul. O confronto dos ventos noroeste com os ventos subantárticos frios e úmidos do Sul/Sudeste ocasiona uma rápida queda de temperatura. No caso de as massas de ar se estabilizarem, seguem-se chuvas fracas prolongadas, a chamada garoa. Nas condições meteorológicas instáveis, porém, iniciam-se chuvas fortes prolongadas até o deslocamento da frente em direção norte ou oeste.

No verão, Gutberlet (1996, p. 55) assinala que em “consequência da forte insolação e formação de nuvens cúmulo-nimbos acima da camada de calor produzida pelas indústrias e das construções urbanas, podem surgir chuvas intensas por convecção, que também se precipitam nas encostas”.

A influência das massas de ar marítimas e equatoriais, da brisa marinha e do efeito orográfico proporcionam uma média anual da umidade relativa do ar nessa região entre 70 e 90% (GUTBERLET, 1996). Além disso, tais fatores influenciam na distribuição diferenciada das chuvas e na variação da temperatura média local.

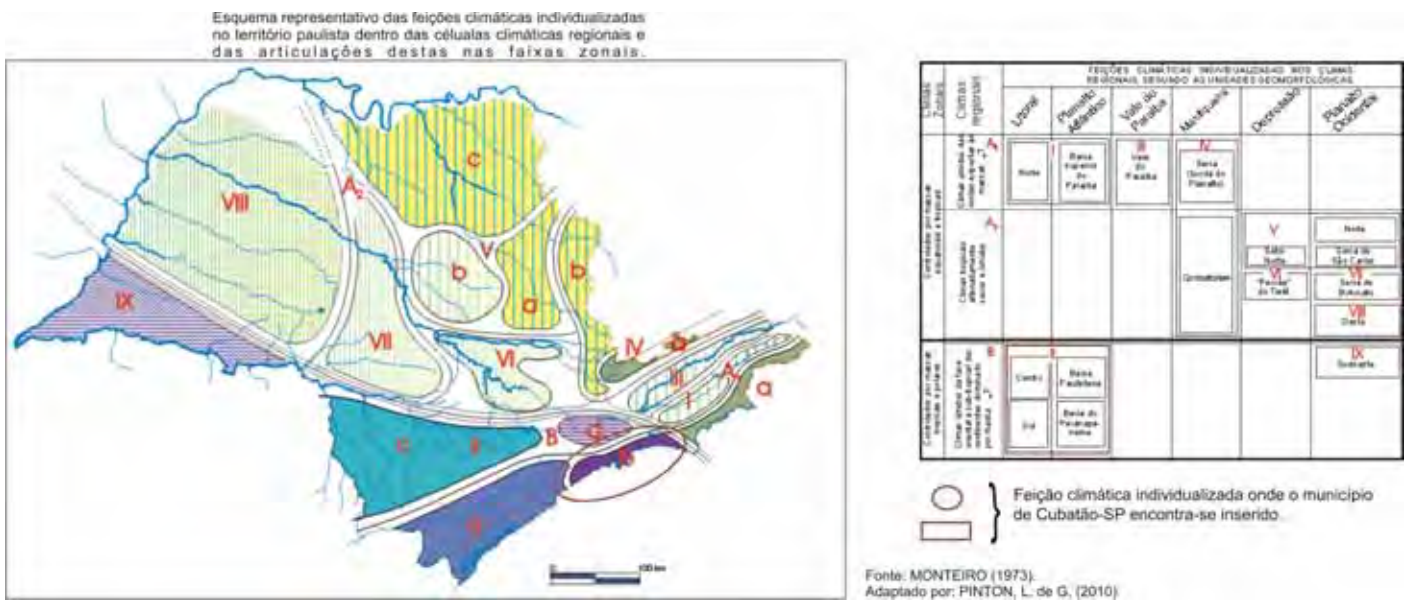
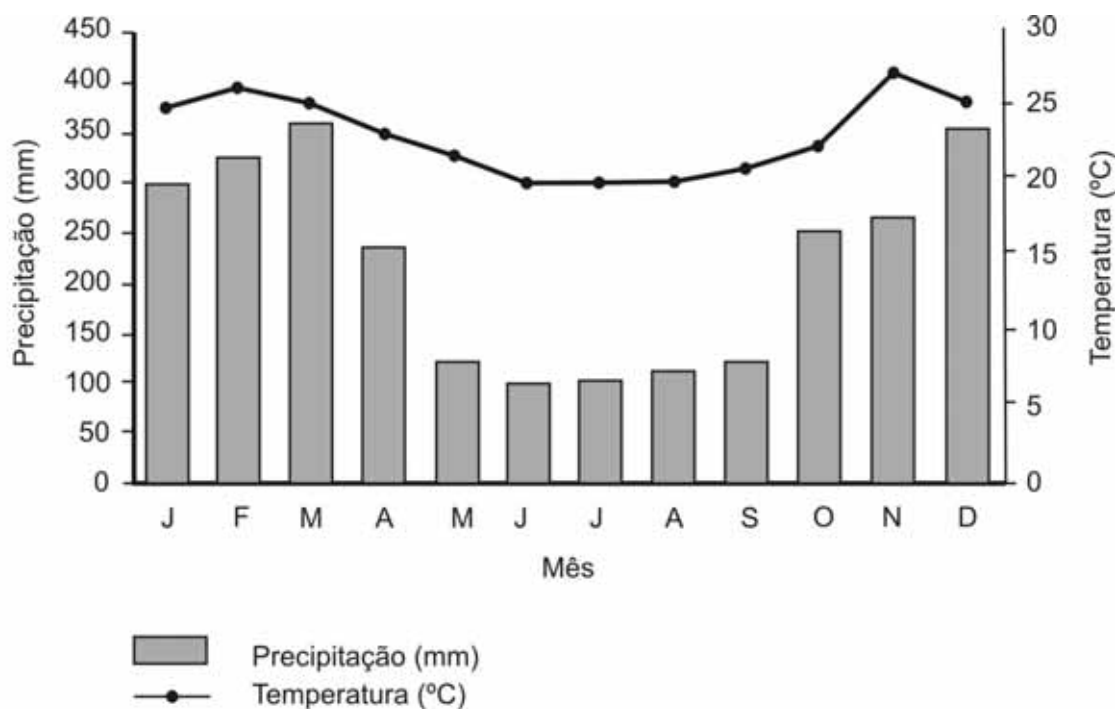


Figura 16 – Esquema representativo das feições individualizadas no território paulista (Monteiro, 1973) – contendo a localização da feição individualizada em que o município de Cubatão-SP encontra-se inserida.

“O índice pluviométrico nos meses de maior frequência (janeiro, fevereiro e março) situa-se por volta de 1.000 mm. Nos meses de inverno, o índice reduz-se para 460 mm” (GUTBERLET, 1996, p. 56). O climograma de Cubatão (Figura 17) ilustra tal comportamento da precipitação.



Fonte: Dados da Cetesb e do IPT

Figura 17 – Climograma de Cubatão (1976 – 1980) (GUTBERLET, 1996).

Ademais, deve-se ater, também, para a variação do índice pluviométrico em determinadas áreas em função da orografia. Assim, “a precipitação média anual no alto da serra (700 m) situa-se em 4.000 mm, enquanto no sopé da serra é de 2.500 mm por ano” (GUTBERLET, 1996, p. 56).

Em relação à temperatura, Gutberlet (1996, p. 55) aponta que em

[...] locais protegidos do vento ou sob influência de construções urbanas, por exemplo, contribuem para o aumento local da temperatura, em geral de 2°C a 3°C. Nas encostas arborizadas, ao contrário, as temperaturas são mais baixas. Valores de medição de curto prazo (1982 a 1986) já indicam uma tendência de elevação nas temperaturas médias anuais em Cubatão, de 22,6°C (1982) para 24,4°C (1986).

Em razão dessas condições climáticas, acrescidas ainda do contexto geológico, geomorfológico e pedológico, encontram-se no município as seguintes formações vegetais: vegetação dos brejos de água doce; vegetação do mangue e vegetação da escarpa da Serra do

Mar e dos morros (ANDRADE; LAMBERTI, 1965; FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

A vegetação dos brejos de água doce se situa em área inundadas entre pequenas lagoas e riachos que não são atingidos pela água salgada. Nessa associação, verifica-se a presença de ervas, em que as mais comuns são da espécie

[...] *Thipa dominguensis*; várias espécies do gênero *Costus*; e ciperáceas e gramíneas, as quais geralmente formam prados. Formam também florestas baixas, cujos componentes principais parecem ser a *Tabebuia umbellata*, o chamado ipê do brejo, e o *Calophyllum brasiliense*, árvore muito comum nos brejos e de distribuição geral (ANDRADE; LAMBERTI, 1965, p. 167).

Já a vegetação do mangue, na Baixada Santista, estende-se da região atingida pelas marés até as restingas (GUTBERLET, 1996).

As plantas do mangue estão adaptadas essencialmente a dois fatores ambientais: o teor salino e a carência de oxigênio no solo. A falta de aeração do solo tem como determinante primordial sua inundação periódica pela água do mar.

Pelo baixo teor de oxigênio e pela pouca consistência do solo, poucos são os vegetais que ali medram. Aqueles que se adaptaram, tem muito desenvolvido seu sistema radicular, que deve funcionar não só para aumentar a superfície de sustentação da planta como também para oferecer maior área para as trocas gasosas. Surgem assim as raízes escoras e os pneumatóforos, destinados a cada uma daquelas importantes funções (ANDRADE; LAMBERTI, 1965, p. 169).

As espécies efetivamente do mangue da Baixada Santista são: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* (ANDRADE; LAMBERTI, 1965).

Originalmente o mangue da Baixada Santista formava extensas florestas. Hoje só resta uma pequena parte da vegetação primária. A maior parte do mangue foi vítima do aterramento em virtude da urbanização e da construção industrial. O atual mangue de Cubatão está sujeito à poluição do ar e da água por emissões industriais e esgotos domésticos, à contaminação com óleo pelo tráfego marítimo, à contaminação do solo por depósitos de resíduos tóxicos e às intervenções antrópicas no regime de escoamento fluvial por retificação e mudanças nos leitos dos rios nas áreas urbanas no mangue aterrado.

O lançamento de emissões tem sérias consequências para esse ecossistema extremamente sensível. Os poluentes acumulam-se nos sedimentos e na biomassa em consequência do transporte de água moroso. Em decorrência do baixo declive e dos inúmeros meandros, a contaminação dos recursos hídricos atinge a cadeia trófica, pondo em perigo o equilíbrio desse ecossistema (GUTBERLET, 1996, p. 64).

É importante salientar ainda que o mangue exerce importante função sobre o escoamento das águas dos rios que possuem nascentes na Serra do Mar. “Como num filtro biológico, inicia-se um processo de sedimentação no percurso dos rios na Baixada. Durante as fortes chuvas, o mangue funciona como uma esponja protetora que, pela sua extensão, pode

absorver grande parte da água excedente” (GUTBERLET, 1996, p. 65). Dessa forma, a intervenção antrópica sobre essa vegetação pode proporcionar graves problemas de inundações.

Martins e Wanderley (2009, p. 84-85) acrescentam que “os impactos causados pelo homem podem acarretar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do manguezal. Esses impactos poderão se refletir diretamente nas relações sócio-econômicas da população dependente desse meio”.

Os impactos das intervenções antrópicas também podem ser verificados sobre a vegetação da escarpa da Serra do Mar e dos morros. Esses impactos advêm da degradação no tempo e no espaço da vegetação original que cobre tais encostas, a qual corresponde a Mata Atlântica, classificada como floresta tropical sempre verde ou floresta úmida sempre verde.

Em termos florísticos, o chamado domínio atlântico abriga floras diversas, quanto sua composição e origem, mas em termos fisionômicos ocorreu uma certa continuidade de cobertura, hoje inteiramente descaracterizada em função da pesada perturbação antrópica (LEITÃO FILHO, 1993, p. 79).

Dessa forma, o conhecimento científico sobre esse tipo de vegetação se dá através de comparações entre áreas limitadas, nas quais se verifica a Mata Atlântica primária, com aquelas em situação de degradação. Dessa maneira, ressaltam-se os indicadores que permitem identificar a diferença entre tais estágios.

Um indicador da floresta secundária é o aparecimento, com maior frequência, de cipós, principalmente das espécies *Davilla rugosa*, *Trianosperma taiuiá* e *Cayaponia lobata*. A floresta secundária é abundante em espécies de bambu e bromélias. Nas orquídeas, são características os gêneros *Catteya*, *Oncidium*, *Isochilus congora*, entre muitos outros.

A quantidade de ervas e plantas de ciclo anual no estrato herbáceo é maior na floresta secundária que na primária. [...] Além disso, a camada de arbustos e de árvores rasteiras é mais desenvolvida na floresta secundária em consequência da maior incidência de luz solar. [...]

Em geral, deve ser assinalado que heterogeneidade da flora é menor na floresta secundária que na primária. [...] Sob condições ecológicas favoráveis e sem novas intervenções antrópicas, as diferenças na composição das espécies entre a floresta primária e secundária diminuem em grande parte após o alcance de determinado estágio de evolução da mata secundária (GUTBERLET, 1996, p. 60).

A manutenção da vegetação da Mata Atlântica auxilia na estabilização das vertentes da Serra do Mar e dos morros em relação aos movimentos de massa. No entanto, nos trechos desmatados se verifica um potencial à instabilização das encostas, como já salientado anteriormente. Essa instabilização se encontra diretamente relacionada à ação antrópica, a qual se vincula com a dinâmica de uso da terra da área de estudo. Com relação à dinâmica do

uso da terra, deve-se considerar que os diversos processos decorrentes dessa estão relacionados a vários fatores, dentre os quais, Ross (1994, p. 63) aponta que

[...] a crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias-primas como o carvão mineral, petróleo, recursos hídricos, minérios, tem alterado de modo irreversível o cenário da terra e levado com frequência a processos degenerativos profundos da natureza.

Assim, os diversos tipos de uso da terra, segundo Ross (1995, p. 71), “revelam um retrato estático da manifestação dinâmica das relações sócio-econômicas” em determinado território.

Nesse sentido, o município de Cubatão, ao se enquadrar em área de povoamento pioneiro do território brasileiro, apresenta diversos estágios de manifestação entre as relações socioeconômicas com os componentes naturais descritos nesse item. Assim, verifica-se a necessidade de apontar os aspectos históricos e socioeconômicos do município a partir da identificação e descrição dos mesmos no item a seguir.

4.2. História e Características dos Componentes Antrópicos (caracterização socioeconômica)

4.2.1. História

A história de Cubatão remonta ao início da colonização portuguesa no Brasil no século XVI, em específico, ao ano de 1532, quando Martin Afonso de Souza desembarcou em São Vicente e concedeu as três primeiras sesmarias, as quais “coincidem, em grande parte, com a atual delimitação do município de Cubatão” (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007, p. 10).

A primeira sesmaria foi concedida a Pero de Góes, em Piratininga, no dia 10 de outubro de 1532. Em 10 de fevereiro de 1533, Martim Afonso de Souza redige os primeiros documentos oficiais que referenciam Cubatão. Esses documentos equivalem as Cartas de Doação das outras duas Sesmarias, as quais conferiram a Rui Pinto as terras do Porto de “Apiaçaba” (atual Piaçaguera) e as terras situadas na “Barra do Cubatão”, localizadas entre o rio Ururai (atual Mogi) e o rio Perequê. No dia 4 de março, desse mesmo ano, Martim Afonso doa a Francisco Pinto (irmão de Rui Pinto) a terceira sesmaria, a qual compreendia as terras entre o Rio Perequê e o Rio das Pedras. (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

Em 1556, foi doada uma sesmaria a Antonio Rodrigues de Almeida, cujas terras partiam do rio das Pedras até as imediações do rio Pilões. Essa sesmaria foi adquirida pelos jesuítas no ano de 1643 a partir dos herdeiros de Antonio Rodrigues de Almeida e se constituiu em área que, em conjunto com outras aquisições de terras, originou a Fazenda Geral dos Jesuítas ou Fazenda Geral do Cubatão (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

As terras jesuíticas margeavam o rio Cubatão, o que permitiu, aos jesuítas, a partir da cobrança da passagem fluvial, o controle sobre o comércio advindo da navegação fluvial entre a escarpa da Serra do Mar e o Porto de Santos. Assim, foi instituída uma espécie de alfândega que perdurou até o ano de 1759, em que, por meio de uma lei, a Companhia de Jesus foi extinguida e os seus bens confiscados e incorporados à Coroa Portuguesa (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

A existência da referida alfândega denotava o desenvolvimento da antiga capitania de São Paulo. Essa capitania, por sua vez, possuía também, na Serra de Cubatão, vias de acesso para o transporte de mercadorias e pessoas entre o planalto e porto de Santos. Contudo, ressalta-se a dificuldade para o transporte via serra devido ao relevo acidentado. Assim, no ano de 1792, o governador da Capitania de São Paulo, Bernardo José Maria de Lorena inaugurou a Calçada do Lorena, estrada construída em pedras, que foi considerada a obra mais importante realizada no caminho de São Paulo a Cubatão na Era Colonial. A Calçada do Lorena, em 1822 passa a ser denominada de “Estrada da Independência”, pois nessa passou o Príncipe Regente, D. Pedro, pouco antes de proclamar a Independência do Brasil (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

No ano de 1827, segundo Ferreira; Torres e Borges (2007), foi inaugurado um aterrado entre Santos e Cubatão com o objetivo de facilitar o comércio por terra entre São Paulo, Cubatão e Santos. Esse período é considerado o primeiro ápice do desenvolvimento de Cubatão antes do processo de industrialização que teve início em meados do fim do século XIX .

O referido desenvolvimento de Cubatão, proporcinou, no ano de 1833, a proposta de elevação de Cubatão à categoria de município. No entanto, após esse ano, constatou-se um declínio econômico do município devido à influência de Santos na região. Dessa forma, a ascensão de Cubatão a município não foi efetivada e, esse foi incorporado à Santos pela Lei Provincial nº.167 de 1º de março de 1841.

A estagnação do período restringiu os fatos históricos à construção da Estrada da Maioridade no ano de 1841 e da Estrada de Ferro São Paulo Railway. Em relação à Estrada da Maioridade, cabe apontar que essa foi completamente asfaltada no ano de 1925 e renomeada

para Caminho do Mar. Logo, em relação à estrada de ferro, evidencia-se que essa foi inaugurada, no ano de 1867, com o objetivo de escoar do interior de São Paulo a produção do café até o Porto de Santos. Assim, essa obra aumentou o declínio econômico de Cubatão, pois as mercadorias não transitavam em Cubatão.

Nesse contexto, a economia de Cubatão se restringiu a bananicultura. Em relação à bananicultura, Ferreira; Torres e Borges (2007) salientam que as plantações de bananas advêm da década de 1820, em que muitas famílias se mantiveram em razão do plantio deste produto agrícola.

O cenário de estagnação só se modificou no final do século XIX, quando se constatou a introdução de algumas indústrias que proporcionou um fluxo de imigrantes para Cubatão e considerável aumento na riqueza do município. Essa situação incitou a elaboração da lei de 26 de setembro de 1922, que criou o Distrito de Paz de Cubatão. Esse distrito permaneceu como um bairro de Santos, mas deu margem à propagação da ideia da emancipação política, a qual foi divulgada, em um primeiro momento pelo jornal a “Voz de Cubatão” (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

O contínuo desenvolvimento econômico de Cubatão e região possibilitou a inauguração, no ano de 1947, da Via Anchieta. Essa rodovia foi considerada, no período, o orgulho da engenharia rodoviária nacional e dinamizou o crescimento comercial e industrial de Cubatão. Nesse contexto, no ano de 1948, foi organizado um grupo, denominado de “Os Emancipadores”, para lutar pela ascensão de Cubatão à categoria de município. Esse grupo realizou em outubro do mesmo ano um plebiscito que resultou na vitória pró-desmembramento de Santos. Assim, em 1949, Cubatão foi elevada à categoria de Município, ficando sob a administração de Santos até o momento em que a população de Cubatão nomeou, nesse mesmo ano, Armando Cunha, membro do referido grupo, como prefeito de Cubatão (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

O período posterior a independência de Cubatão se caracteriza por políticas nacionalistas, em que, sobre as ideias desenvolvimentistas dos presidentes do Brasil da época, Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek, instalaram-se em Cubatão as primeiras indústrias petroquímicas – Petrobrás (1955) – e siderúrgicas – COSIPA (1963) (Companhia Siderúrgica Paulista). Dessa forma, o município de Cubatão adquiriu a posição de industrializado e, no ano de 1964, a partir de lei sancionada pelo governo federal, passou a ser considerado como Área de Segurança Nacional devido ao fato de condicionar diversos interesses estratégicos vinculados a indústria, a eletricidade e ao fornecimento hídrico (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

A inauguração da rodovia dos Imigrantes, no final da década de 1980, procedeu-se nesse contexto e auxiliou o desenvolvimento do município como via de escoamento de mercadoria e população.

O alto grau de industrialização em Cubatão acarretou em problemas ambientais, dentre os quais se destacou o incêndio da Vila Socó, ocorrido em 1984, a partir da explosão de dutos da Petrobrás, e o elevado grau de poluição atmosférica na Vila Parisi,

[...] localizada no interior do parque industrial do município, que gerou doenças respiratórias e casos de anencefalia, com repercussão mundial e a adoção de medidas de remoção da população do local. Estes fatos evidenciaram os problemas advindos de políticas desenvolvimentistas sem planejamento, que instigaram o governo estadual a elaborar projetos de recuperação ambiental com o apoio da ONU. Assim, na década de 1990, Cubatão se tornou exemplo mundial de recuperação ambiental (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007, p. 83).

O desenvolvimento de Cubatão e região, bem como a necessidade de ampliar o tráfego de automóveis entre a Baixada Santista e São Paulo, repercutiram, no ano de 2002, na inauguração da segunda pista da Rodovia dos Imigrantes (FERREIRA; TORRES; BORGES, 2007).

O contexto histórico apresentado repercutiu diretamente no atual comportamento dos indicadores socioeconômicos do município. Dessa forma, surge a necessidade de apontar os dados referentes ao comportamento de tais indicadores no município.

4.2.2. Características dos Componentes Antrópicos (caracterização socioeconômica)

O desenvolvimento das atividades secundárias e terciárias no município de Cubatão, no início da década de 50, impulsionou o crescimento da população e da economia.

A tabela 3 evidencia o crescimento populacional de Cubatão a partir de 1970 até o ano de 2000.

Em 2009, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – Seade (2009), o município de Cubatão possuía 124.284 pessoas residentes. O aumento populacional de Cubatão, ao longo do referido período, acompanhou o grau de urbanização do município (Tabela 4), o qual atingiu o índice de 100% em 2009.

Tabela 3 – Evolução da população residente em Cubatão e o seu percentual em relação à região da Baixada Santista nos anos de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000. Fonte: Modificado de AGEM (2002).

MUNICÍPIO	1970		1980		1991		1996		2000	
	Nº. Abs.	%	Nº. Abs.	%	Nº. Abs.	%	Nº. Abs.	%	Nº. Abs.	%
CUBATÃO	50.906	7,8	78.630	8,2	91.136	7,5	97.257	7,4	108.309	7,3

Tabela 4 – Distribuição da população residente em Cubatão, por situação do domicílio, nos anos de 1980, 1991, 1996 e 2000. Fonte: Modificado de AGEM (2002).

MUNICÍPIO	1980		1991		1996		2000	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
CUBATÃO	99,6	0,4	99,5	0,5	99,4	0,6	99,4	0,6

No que tange aos aspectos econômicos, Cubatão, em 2007, apresentava um PIB de 6.250,27 em milhões de reais correntes (SEADE, 2007). Esse valor fornece ao município a participação de 0,69% no PIB do Estado de São Paulo. Cabe salientar, ainda, a maior participação do setor secundário da economia de Cubatão no total do valor adicionado com 63,04%, seguido por 36,96% da participação dos serviços no total do valor adicionado e a participação nula da agropecuária no total do valor adicionado do município.

A dinâmica econômica de Cubatão, pautada no predomínio de atividades relacionadas ao setor secundário e terciário, confere ao município, de acordo com o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado, a classificação físico-funcional de Centro Industrial e de Suporte Logístico entre os municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista (AGEM, 2002). A qualificação industrial advém da presença da indústria pesada nos segmentos da petroquímica e siderurgia, enquanto o aspecto logístico se relaciona com o fato do município abrigar em seu território, importantes instalações dos sistemas energéticos (Usina Henry Borden e Refinaria Presidente Bernardes) e de transportes (base operacional do modo ferroviário).

A Agem (2002, p. 61) destaca, ainda, o potencial turístico de Cubatão, a partir da exploração do ecoturismo pelo projeto “Caminhos do Mar” em implementação pela Secretaria Estadual de Energia. Além disso,

[...] o Plano Diretor de Turismo da Região Metropolitana da Baixada Santista, recém elaborado, apresenta Cubatão com alto potencial de exploração turística da Serra do Mar, de importantes Monumentos Históricos no Caminho do Mar, de mangues, etc., bem como em relação ao turismo de negócios em função do pólo industrial.

Os referidos comportamentos populacionais e econômicos do município são regulados por políticas públicas, acrescidos de aspectos históricos e naturais, que resultaram em determinado perfil socioeconômico de Cubatão.

Em relação ao perfil socioeconômico de Cubatão, adotaram-se os dados do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS). Esse índice é disponibilizado pela Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, numa parceria entre o Instituto do Legislativo Paulista (ILP) e a Fundação Seade. O IPRS “é um importante instrumento para diagnóstico da situação dos municípios paulistas e avaliação dos resultados da ação pública em nosso Estado” (SEADE, 2009, p. 6).

O IPRS acompanha o paradigma que sustenta as três dimensões componentes do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) – riqueza, escolaridade e longevidade, proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. No entanto, acrescentam-se certas especificidades.

A primeira, e mais importante, consistiu na elaboração de uma tipologia de municípios que permitisse identificar, simultaneamente, o estágio de desenvolvimento de um determinado município nas três dimensões consideradas: renda, escolaridade e longevidade. Esse tipo de indicador, apesar de não ser passível de ordenação, permite maior detalhamento das condições de vida existentes no município, o que, com certeza, é o mais importante quando se pensa no desenho de políticas públicas específicas para áreas com diferentes níveis e padrões de desenvolvimento. Em segundo lugar, incluíram-se, na medida do possível, variáveis capazes de apreender mudanças nas condições de vida do município em períodos mais curtos que os 10 anos que separam os censos demográficos, fonte específica de informações do IDH municipal. E, em terceiro, foram adotados como base de informações, prioritariamente, os registros administrativos que satisfizessem as condições de qualidade, periodicidade e cobertura, necessárias à produção de um indicador robusto, passível de atualização nos anos entre os censos demográficos e com a cobertura de todos os municípios do Estado (SEADE, 2009, p. 11).

O IPRS é composto de quatro conjuntos de indicadores:

[...] três setoriais, que mensuram as condições atuais do município em termos de renda, escolaridade e longevidade – permitindo, nesse caso, o ordenamento dos 645 municípios do Estado de São Paulo segundo cada uma dessas dimensões –; e uma tipologia constituída de cinco grupos, denominada grupos do IPRS, resumindo a situação municipal segundo os três eixos considerados (SEADE, 2009, p. 11).

Ao considerar o IPRS, Cubatão se enquadra no grupo de municípios que, embora com níveis de riqueza próximos da média estadual, não exibem bons indicadores sociais. Essa constatação é evidente a partir da análise dos dados das três dimensões do referido índice (Figura 18).

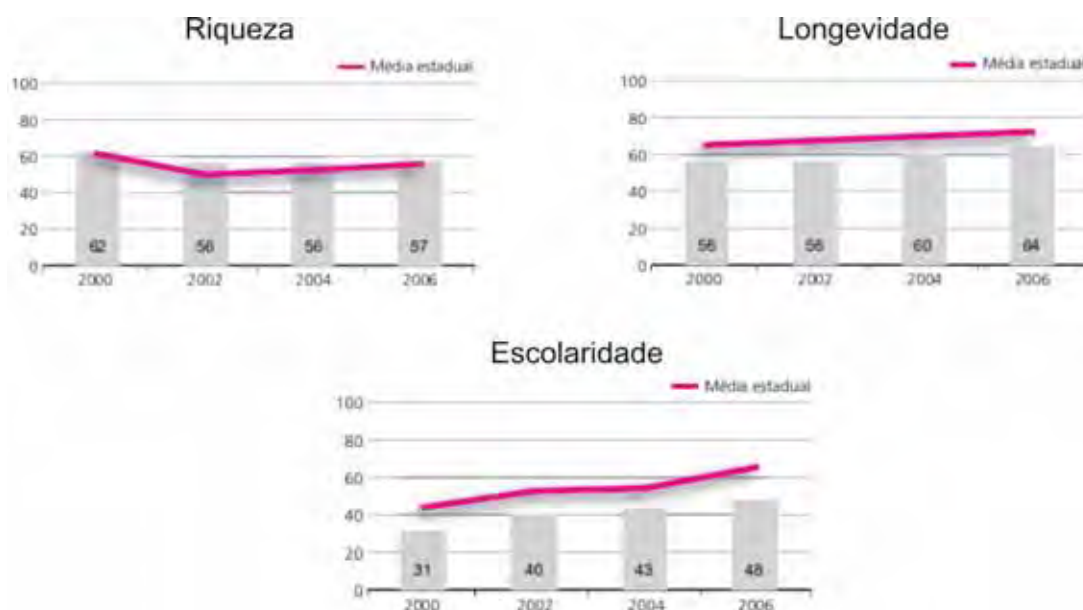


Figura 18 – Indicadores socioeconômicos de Cubatão segundo o IPRS – 2008. Fonte: SEADE, 2008.

Na dimensão riqueza, Cubatão se encontra acima da média estadual, com o seguinte comportamento, no período de 2004-2006, das variáveis que compõem essa dimensão: o consumo anual de energia elétrica por ligação no comércio, na agricultura e nos serviços variou de 22,5 MW para 24,7 MW; o consumo de energia elétrica por ligação residencial se manteve em 1,7 MW; o rendimento médio do emprego formal se elevou de R\$ 2.006 para R\$ 2.152; o valor adicionado *per capita* diminuiu de R\$ 93.785 para R\$ 86.521. Na dimensão longevidade, o município apresentou expressivos avanços no período 2004-2006, mas permaneceu inferior à média estadual, com o seguinte comportamento das variáveis que compõem essa dimensão: a taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) diminuiu de 19,0 para 17,4; a taxa de mortalidade perinatal (por mil nascidos) se manteve em 20,0; a taxa de mortalidade das pessoas de 15 a 39 anos (por mil habitantes) diminuiu de 2,6 para 1,9; a taxa de mortalidade das pessoas com 60 anos e mais (por mil habitantes) variou de 41,4 para 39,9. Por fim, na dimensão escolaridade, Cubatão expressou melhoras no período 2004-2006, mas permaneceu abaixo da média estadual, com o seguinte comportamento das variáveis que compõem essa dimensão: a proporção de pessoas de 15 a 17 anos que concluíram o ensino fundamental se elevou de 45,0% para 52,1%; o percentual de pessoas de 15 a 17 anos com pelo menos quatro anos de estudo variou de 99,5% para 99,9%; a proporção de pessoas de 18 a 19 anos com ensino médio completo aumentou de 24,6% para 32,4%; a taxa de atendimento à pré-escola entre as crianças de 5 a 6 anos diminuiu de 94,3% para 90,5% (SEADE, 2008).

A caracterização dos componentes naturais da área de estudo permitiu a identificação de considerável fragilidade ambiental, enquanto a caracterização dos componentes antrópicos mostrou altas taxas de urbanização e industrialização. A correlação entre tais componentes infere ao surgimento de problemas socioambientais, justificando a necessidade da elaboração de um zoneamento geoambiental e funcional que forneça subsídios para a organização territorial pautada na busca por um equilíbrio entre os referidos componentes.

5. Apresentação dos Dados e Análise dos Resultados

A análise dos resultados advindos dos distintos materiais cartográficos elaborados para a área urbana do município de Cubatão-SP foi dividida em dois tópicos: a) Análise Geoambiental e; b) Zoneamento Geoambiental e Funcional.

A análise geoambiental compreendeu uma avaliação das unidades geoambientais a partir da espacialização das informações referentes às características geoecológicas e socioeconômicas de cada unidade, acrescida dos dados dos estados geoecológicos e geoambientais. Essa análise subsidiou a discussão do tópico referente à proposta de zoneamento geoambiental e funcional da área de estudo que consistiu na indicação das categorias e recomendações para as distintas paisagens da área de estudo.

5.1. Análise Geoambiental da Área Urbana do Município de Cubatão-SP

A área urbana do município de Cubatão-SP, segundo a carta de unidades geoambientais (Figura 19 e Quadro 2), é composta por dois grandes sistemas: Sistema Serrano e Sistema Planície Quaternária, definidos segundo a distribuição do município sobre a subzona da Serra do Mar e na zona das Baixadas Litorâneas (ALMEIDA, 1964).

O Sistema Serrano corresponde às feições com litologia cristalina que abarca a área de estudo, sendo composto pela Serra do Cubatão, Morro Mazagão e Morros Isolados, em que os dois últimos são circundados pela planície costeira. Enquanto que o Sistema Planície Quaternária abrange a área composta por feições que ocorrem sobre distintas litologias sedimentares da baixada litorânea.

No Sistema Serrano foram mapeadas dez unidades geoambientais, sendo três com funções geoecológicas de emissão e sete de transmissão. A distribuição dessas unidades, segundo as suas funções geoecológicas se desenvolveu da seguinte maneira:

- Unidades Emissoras:
 - Topos da Serra do Cubatão.
 - Topos do Morro Mazagão.
 - Topos dos Morros Isolados.

Projeto	Unidade	Estrutura de Referência		Estrutura de Referência	Estrutura de Referência	Estrutura de Referência	Estrutura de Referência	Estrutura de Referência	Estrutura de Referência	Estrutura de Referência	Estrutura de Referência
		Unidade	Unidade								
Sistema Saneamento	Sistema Saneamento	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade
Sistema Saneamento	Sistema Saneamento	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade
Sistema Saneamento	Sistema Saneamento	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade
Sistema Saneamento	Sistema Saneamento	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade	Unidade

10. Este projeto foi desenvolvido em parceria com o Conselho Municipal de Meio Ambiente e o Conselho Municipal de Saneamento e Resíduos Sólidos.

11. Este projeto foi desenvolvido em parceria com o Conselho Municipal de Meio Ambiente e o Conselho Municipal de Saneamento e Resíduos Sólidos.

Quadro 2 – Quadro descritivo das unidades geoambientais definidas na Carta de Unidades Geoambientais da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.

- Unidades Transmissoras:
 - Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão.
 - Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão.
 - Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão.
 - Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão.
 - Médias e Baixas Vertentes da Serra do Cubatão.
 - Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão.
 - Vertentes Íngremes dos Morros Isolados.

As unidades do Sistema Serrano são constituídas por litologia datada do Pré-cambriano, a qual sustenta as escarpas da Serra do Cubatão, bem como as vertentes íngremes do Morro Mazagão e dos Morros Isolados (Figura 20).

De modo geral, tal atributo litológico favorece a similaridade dessas unidades quanto às características de declive. Assim, nota-se o predomínio de declives quantificados nos valores de 5 a 30% na baixa vertente dessas unidades. Já os trechos equivalentes as médias e altas vertentes apresentam declives quantificados nos valores de 30 a 45% e declives igual e superior a 45% (Figura 21)

Todavia, evidencia-se a existência de peculiaridades em relação aos declives identificados em unidades desse sistema, em que há uma maior expressão de declives com 12 a 30% nas unidades Topos da Serra do Cubatão, Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão, Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão, Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas do Morro Mazagão e Topos dos Morros Isolados. Nas unidades Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão e Topos do Morro Mazagão predominam os declives de 30 a 45% e, nas unidades Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão, Vertentes Íngremes do Morro Mazagão e Vertentes Íngremes dos Morros Isolados são frequentes os declives superiores a 45%.

A elevada declividade do Sistema Serrano implica em uma disposição natural para um maior escoamento superficial e uma maior atuação da força da gravidade que podem potencializar o desenvolvimento de processos erosivos e a ocorrência de processos gravitacionais.

Em relação aos processos gravitacionais, é de suma importância salientar que esses mantêm a evolução recente desse setor, contudo, tais processos podem atingir núcleos habitacionais e industriais e acarretar em problemas de ordem socioeconômica.

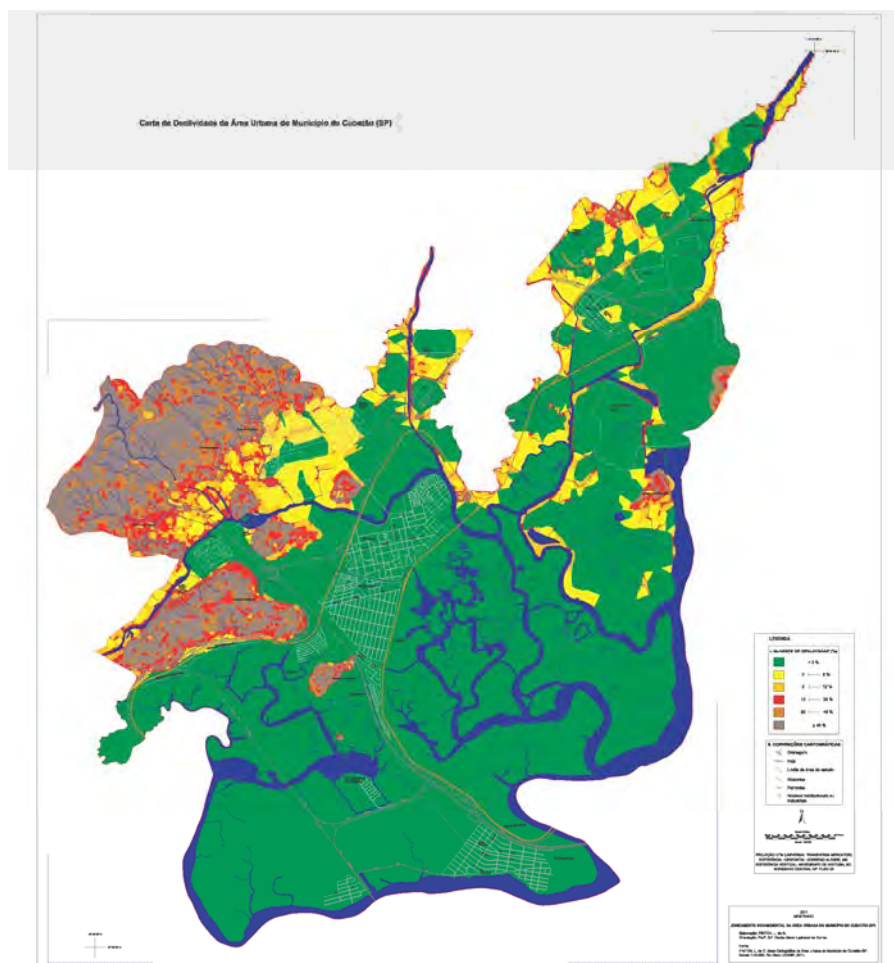


Figura 21 – Carta de Declividade da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.

Ademais, a presença de vertentes de perfil retilíneo nesse sistema, conforme a carta geomorfológica da área estudo (Figura 22) corrobora a mencionada inferência, pois, de uma maneira geral, identificou-se cicatrizes de escorregamento nessas vertentes, situação que se encaixa nas considerações de Tatizana et al. (1987) sobre essas apresentarem maior suscetibilidade a ocorrência de processos gravitacionais devido às suas características intrínsecas, que repercutem em maior mobilidade no transporte dos detritos superficiais. Na área de estudo, as vertentes retilíneas se encontram próximas as linhas de cumeadas das unidades geoambientais desse sistema, em específico, nas áreas com declive igual e superior a 45%, constituindo locais com elevado declive e solo menos espesso, os quais são propícios aos movimentos de massa.

Nesse sistema, ainda foram mapeadas vertentes convexas, típicas de clima tropical úmido que se encontram, em sua maioria, nos trechos das vertentes com declive de 30 à 45% e solo mais espesso, caracterizando-se, segundo Penteado (1974), por locais de movimentos de massa mais lentos devido à sua forma. Tais movimentos, principalmente “rastejamento ou creep”, tendem a produzir um aumento de gradiente do declive quando ocorrem no setor superior das elevações.

Há também a presença de vertentes irregulares, com características semelhantes daquelas retilíneas, e, ainda, em menor quantidade, vertentes de perfil côncavo, identificadas próximas às nascentes dos cursos fluviais das unidades Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão, Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão, Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão e Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão.

Ressalta-se que os canais fluviais encontrados no Sistema Serrano são caracterizados por fundos de vales em v, decorrentes de entalhamento fluvial em rochas resistentes. Além disso, a elevada quantidade de canais fluviais de primeira ordem existentes nesse sistema indica que esse é responsável pelas nascentes dos córregos que drenam em direção ao sistema Planície Quaternária.

Em relação as já mencionadas cicatrizes de escorregamento, evidencia-se que essas foram identificadas, segundo a carta geomorfológica da área de estudo (Figura 22), nas seguintes unidades transmissoras: Vertentes Íngremes do Morro Mazagão, Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão, Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas do Morro Mazagão e Vertentes Íngremes dos Morros Isolados. Essas unidades se encontram circundadas por núcleos urbanos e, em alguns casos, como na unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas do Morro Mazagão, os referidos núcleos urbanos se encontram consolidados sobre as mesmas

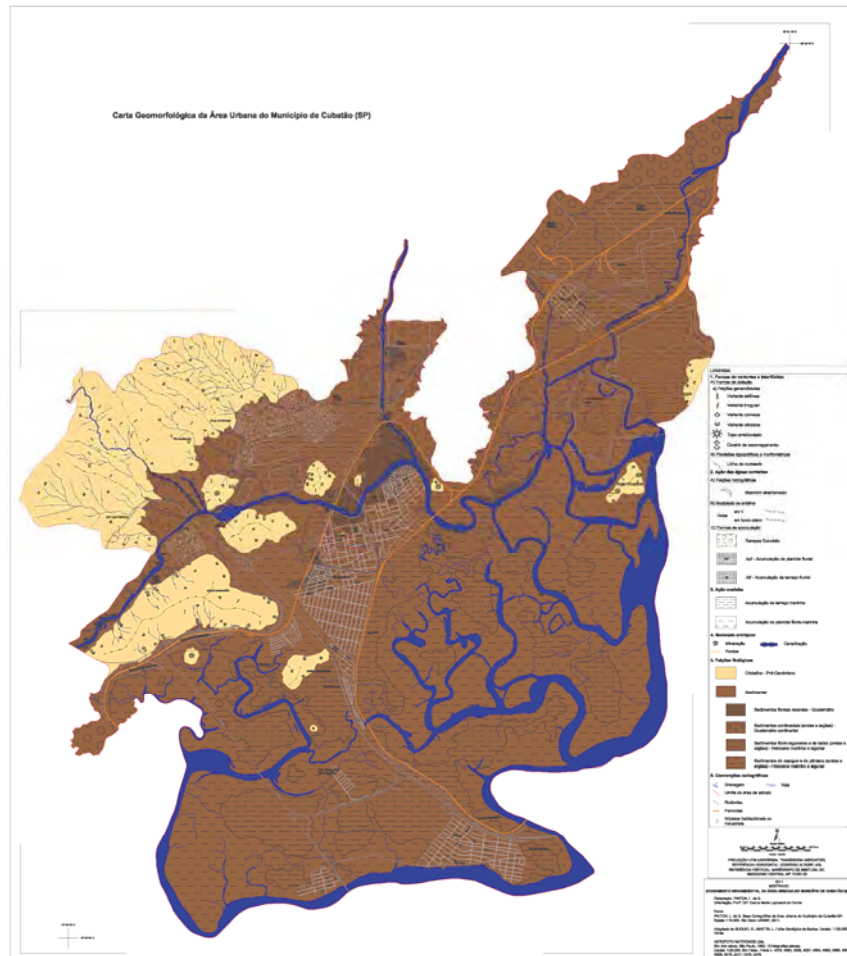


Figura 22 – Carta Geomorfológica da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.

(Figura 23). A intervenção antrópica também é verificada nessas unidades por meio de feições relacionadas à mineração.



Figura 23 – No segundo plano, ilustra-se a existência de núcleos urbanos sobre a unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas do Morro Mazagão.

As feições do modelado antrópico nessas unidades advêm de períodos passados, em que foi constatada na carta de uso da terra de 1962 (Figura 24), a presença da classe de uso da terra área de expansão urbana. No ano de 2007 (Figura 25), a área apresentou relativa expansão e, ainda, foram identificados trechos da classe de uso da terra área urbana sobre áreas dessas unidades.

Nesse viés, acredita-se que as cicatrizes de escorregamento das unidades dos morros isolados estejam relacionadas também à pressão exercida pela concentração das referidas atividades antrópicas, as quais se constituem em fator de desestabilização das vertentes desses morros, dinamizando assim, a ocorrência dos processos gravitacionais.

Essa situação também é verificada nas unidades da Serra do Cubatão, em especial, na unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão, haja vista que essa também se encontrava, no ano de 1962, com áreas destinadas à mineração, bem como apresentava em seu sopé o uso e ocupação vinculado à área de expansão urbana. No ano de

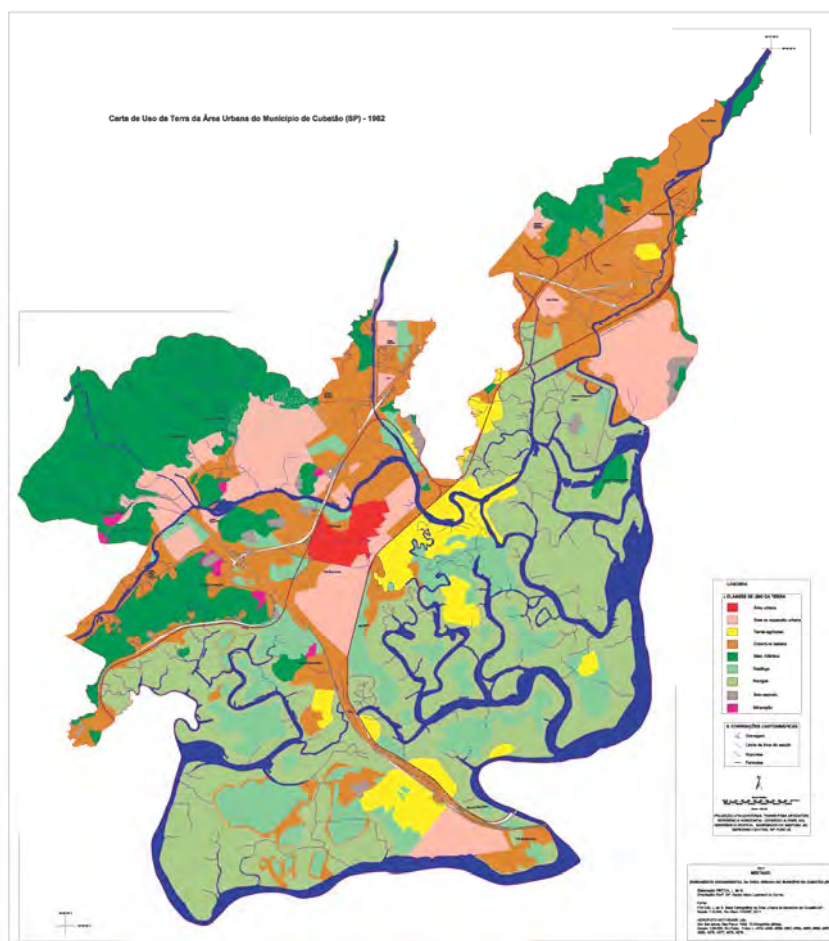


Figura 24 – Carta de Uso da Terra da Área Urbana do Município de Cubatão-SP – Cenário do Ano de 1962.

2007, verificava-se sobre tal unidade a classe de uso da terra área urbana (Figura 26).



Figura 26 – Residências sobre a unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão.

Todavia, em razão da consolidação da classe de uso da terra área urbana e da existência de vestígios da vegetação de Mata Atlântica, caracterizada por um nível arbóreo denso, foi impossível identificar na fotointerpretação a presença de cicatrizes de escorregamento nessa unidade.

Acredita-se que as demais unidades da Serra do Cubatão também apresentem cicatrizes de escorregamentos, resultado da dinâmica natural dos processos gravitacionais do local, ou devido à pressão das atividades antrópicas localizadas em seus sopés (Figura 27). Contudo, assim como na unidade Médias e Baixas e vertentes da Serra do Cubatão, não foi possível o mapeamento das cicatrizes de escorregamento, em razão da maior preservação da vegetação da Mata Atlântica.

A vegetação de Mata Atlântica também está presente nas unidades do Morro Mazagão e Morros Isolados. No Morro Mazagão, essa vegetação é preponderante nas unidades Topos do Morro Mazagão, Vertentes Íngremes do Morro Mazagão e nas Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão. Nessa última, destaca-se a existência de áreas com vestígios de atividades mineradoras (Figura 28). Já nos Morros Isolados, a vegetação de Mata Atlântica cobre toda a

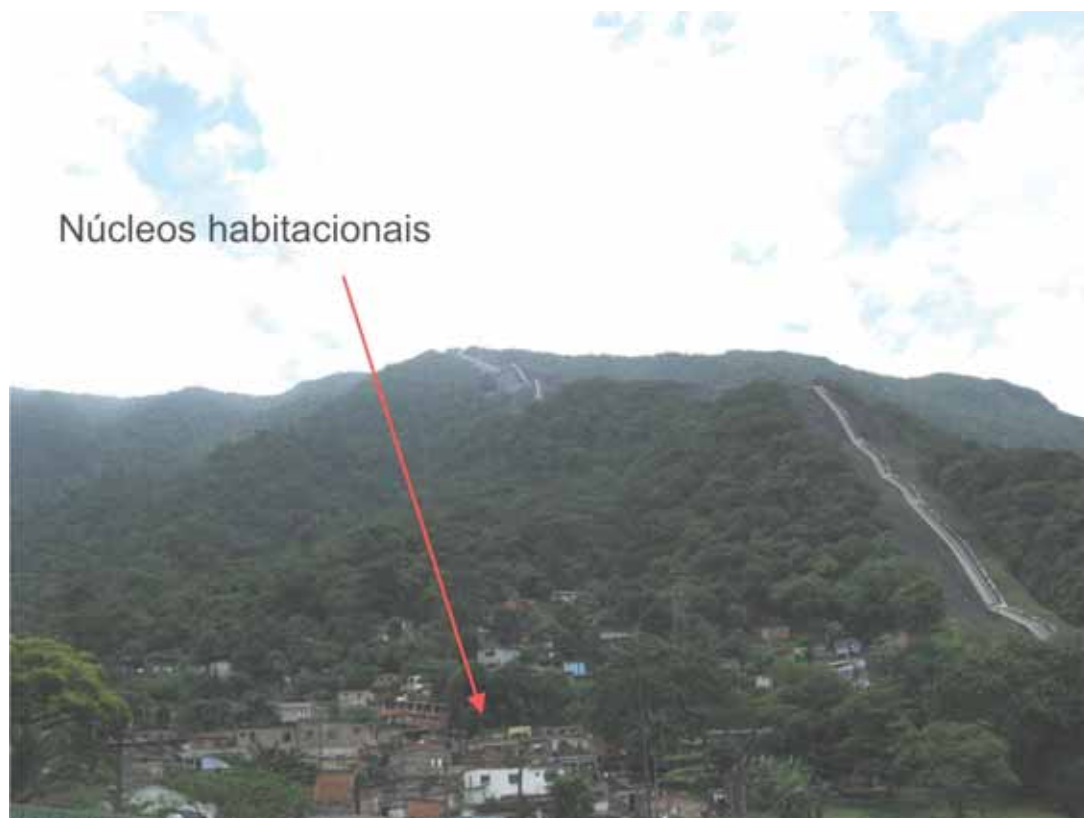


Figura 27 – Núcleos habitacionais no sopé da unidade Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão.



Figura 28 – Antiga área de mineração na unidade Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão.

área da unidade de Topo e trechos da unidade Vertentes Íngremes dos Morros Isolados, na qual se verifica, ainda, a classe de uso da terra área de expansão urbana.

A dinâmica do uso da terra sobre o Sistema Serrano, verificada a partir da comparação dos dados das cartas de uso da terra do cenário de 1962 (Figura 24) e do cenário de 2007 (Figura 25), equivale ao contexto geral do comportamento da distribuição das classes de uso da terra da área de estudo.

Assim, verificou-se na área de estudo um aumento de 12,58% da área de expansão urbana (9,88% em 1962 para 22,46% em 2007) e de 8,85% da área urbana (1% em 1962 para 9,85% em 2007). Ao lado dessa dinâmica, constatou-se relativa diminuição de 1,88% da Mata Atlântica (15,61% em 1962 para 13,73% em 2007).

A evolução da mancha urbana sobre a área de estudo resulta na introdução de novas intervenções antrópicas que dão origem às morfologias antropogênicas. No Sistema Serrano, a expansão do uso urbano ainda pode aumentar a suscetibilidade das vertentes.

A figura 29 aponta a variação espacial e a distribuição, em porcentagem (%), da área das classes de uso da terra área urbana e área de expansão urbana no período de 1962 a 2007 e, ainda, apresenta trechos das unidades Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão e do Morro Mazagão, nas quais há considerável presença de estruturas de uso urbano em formas que assinalam os atuais indícios¹ de perturbação na topografia local do Sistema Serrano.

É importante salientar que a relativa diminuição da Mata Atlântica implica na transgressão dos dispositivos legais que resguardam a mesma. Os trechos das unidades da Serra do Cubatão, a partir da cota de 100 metros, compreendem área referente ao Parque Estadual da Serra do Mar, definido pelo decreto 10.251 de 30/08/77, enquanto as unidades do Morro Mazagão e Morros Isolados abrangem área da Zona de Reserva Ecológica, Lei Complementar nº. 2.513, de 10/09/1998 (CUBATÃO, 1998b).

Apesar dessas considerações, verifica-se o predomínio de uso da terra compatível e adequado em relação à capacidade de suporte nas seguintes unidades do Sistema Serrano: Topos da Serra do Cubatão; Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão; Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão; Topos do Morro Mazagão; Vertentes Íngremes do Morro Mazagão; Topos dos Morros Isolados. Essas unidades não possuem problemas ambientais, mas há um potencial de instabilidade natural nas mesmas que pode acarretar no desencadeamento de

¹ Para a constatação destes indícios, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução do Google Earth™, do cenário de 2010, dos trechos em que se verificaram a consolidação da classe de uso da terra área urbana.

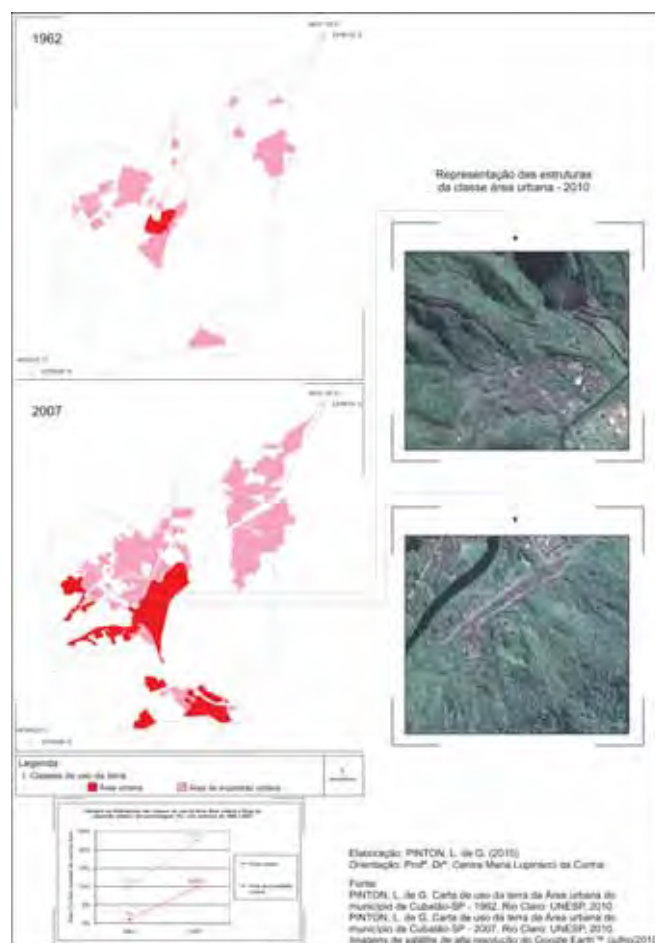


Figura 29 – Variação espacial e a distribuição, em porcentagem (%), da área das classes de uso da terra área urbana e área de expansão urbana no período de 1962 a 2007 e, ainda, os trechos de unidades do Sistema Serrano em que há considerável presença de estruturas atuais do uso urbano.

movimentos de massa, caso haja uma interferência antrópica. Assim, tal descrição permite afirmar que essas unidades apresentam Estado Geocológico Otimizado e, conseqüentemente, segundo a carta de Estado Geoambiental da área urbana do município de Cubatão (Figura 30), um Estado Geoambiental Estável.

Contudo, as unidades Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão e do Morro Mazagão são caracterizadas por um uso da terra incompatível e inadequado, pois apresentam problemas ambientais advindos da transgressão a legislação ambiental e pressão sobre os seus atributos físicos. Essa problemática expõe tais unidades ao risco de dinamização dos movimentos de massa e ao assoreamento das drenagens a jusante. O Estado Geocológico dessas unidades é Esgotado nas áreas com consideráveis interferências antrópicas, fato que culminou no predomínio do Estado Geoambiental Crítico nas áreas em que se registrou a presença do uso urbano e, ainda, em trechos com Estado Geoambiental Muito Crítico nas antigas áreas de mineração. Contudo, é importante salientar que a unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão possui trechos com vestígios de Mata Atlântica que foram classificados como Estado Geocológico Otimizado e Estado Geoambiental Estável.

Ressalta-se que as unidades Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão e Vertentes Íngremes dos Morros Isolados possuem trechos em que o uso da terra é compatível e adequado, pois se verificou vestígios da vegetação de Mata Atlântica, porém há feições de atividades antrópicas em trechos destas unidades que rompem a capacidade física das mesmas, repercutindo em uma Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica incompatível e inadequada. Nesse viés, nota-se o estabelecimento de um quadro de instabilidade nos trechos dessas unidades em que se identificou a pressão antrópica, os quais se encontram sujeitos a dinamização dos movimentos de massa. O Estado Geocológico e Geoambiental nessas unidades são, respectivamente, Esgotado e Crítico nos trechos em que foram mapeadas feições do uso urbano e, Otimizado e Estável nas áreas em que houve a manutenção da Mata Atlântica.

Em relação às feições do uso urbano, destaca-se que essas foram identificadas com maior expressividade nas unidades geoambientais do Sistema Planície Quaternária. Nesse sentido, torna-se necessário analisar os elementos desse sistema que possibilitaram o desenvolvimento mais intenso das atividades antrópicas, bem como identificar as conseqüências dessas interferências sobre as paisagens que compõem esse sistema.

No que tange às interferências antrópicas, é importante ressaltar que, em razão da existência de uma relação sistêmica entre as unidades geoambientais espacializadas na área de

estudo, essas repercutem na dinâmica das funções geoecológicas das mesmas, sejam naquelas registradas no Sistema Serrano ou no Sistema Planície Quaternária.

No Sistema Planície Quaternária, foram mapeadas onze unidades geoambientais, sendo cinco com funções geoecológicas de transmissão e seis coletoras. A distribuição dessas unidades se deu da seguinte forma:

- Unidades transmissoras:
 - Terraços Marinhos.
 - Terraços Marinhos Dissecados.
 - Terraços Marinhos Urbanizados.
 - Terraços Marinhos com Uso Indefinido.
 - Terraços Fluviais Urbanizados.
- Unidades Coletoras:
 - Planícies Fluviais com Uso Indefinido.
 - Planícies Fluviais Urbanizadas.
 - Planícies Flúvio-Marinhas.
 - Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas.
 - Planícies Flúvio-Marinhas com Uso Indefinido.
 - Rampas Coluviais Urbanizadas.

As unidades desse sistema, segundo a Representação Cartográfica dos Dados Litológicos (Figura 20), são compostas por litologias sedimentares, datadas do Quaternário. Em específico, verificam-se sedimentos flúvio-lagunares e de baías (argilas e areias) do Holoceno marinho e lagunar nas unidades transmissoras Terraços Marinhos, Terraços Marinhos Dissecados, Terraços Marinhos Urbanizados e Terraços Marinhos com Uso Indefinido. Dessa mesma época do período Quaternário, constata-se, ainda, sedimentos de mangue e de pântano (areais e argilas) nas unidades coletoras Planícies Flúvio-Marinhas, Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas e Planícies Flúvio-Marinhas com Uso Indefinido.

Há, ainda, sedimentos fluviais recentes, os quais compõem o substrato da unidade transmissora Terraços Fluviais Urbanizados e das unidades coletoras Planícies Fluviais com Uso Indefinido e Planícies Fluviais Urbanizadas. Por fim, advindos do Quaternário Continental, encontram-se sedimentos continentais (areias e argilas) na unidade coletora Rampas Coluviais Urbanizadas.

O substrato sedimentar do Sistema Planície Quaternária possibilitou a similaridade nas características de declives das unidades geoambientais, em que, segundo a carta de

declividade (Figura 21), essas são quantificadas em valores inferiores a 2%, com exceção da unidade Rampas Colúvias Urbanizadas, a qual apresentou declives inferiores a 2% à declives igual e superior a 45%, com maior expressão daqueles com valores entre 2 a 5%. Dessa forma, acredita-se que os atributos morfométricos desse sistema auxiliem no desenvolvimento de diversas atividades antrópicas.

Todavia, no que se refere, ainda, aos distintos sedimentos desse sistema, é importante salientar que esses apresentam considerável fragilidade, já que compreendem formas de acumulação geradas por agentes morfogenéticos diferenciados (Figura 22). Assim, verificam-se unidades vinculadas à ação das águas fluviais, à ação marinha, assim como à ação combinada desses dois agentes no caso das acumulações fluvio-marinhas. Essas características morfogenéticas, associadas aos diversos níveis topográficos existentes e a dinâmica quente e úmida do clima atual, implicam em amplas possibilidades de remobilização do material sedimentar. Ressalta-se que os distintos níveis topográficos entre tais unidades, por sua vez, podem ser explicados através da evolução geológica e geomorfológica das mesmas, as quais apresentam diversos momentos de formação.

A fragilidade do material sedimentar dessas unidades não impossibilitou a expansão e consolidação de feições relacionadas ao modelado antrópico ao longo do tempo, especialmente sobre as unidades transmissoras que correspondem às formas de acumulação de terraço marinho e de terraço fluvial.

A análise temporal do uso da terra a partir da avaliação das cartas dos cenários de 1962 (Figura 24) e 2007 (Figura 25) da área de estudo confirma tal consideração, pois, nota-se uma significativa presença das classes de uso da terra área urbana, área de expansão urbana, terras agrícolas, essa última substituída pelo uso indefinido em 2007, sobre as referidas formas de acumulação. É importante salientar a dinâmica dessas classes que acarreta na introdução e consolidação de estruturas do modelado antrópico e alteram os aspectos naturais da área de estudo, podendo proporcionar o desenvolvimento de processos erosivos e consequente desestabilização do terreno sedimentar.

A constituição dessas classes no cenário de 1962 se deu, com maior intensidade, sobre as formas de acumulação em terraço marinho. Nesse cenário, as áreas da classe de uso terras agrícolas abrangiam os terraços marinhos localizados no extremo sul da área de estudo, nas proximidades das vilas dos Pescadores e Bandeirantes, os quais correspondem a trechos das unidades Terraços Marinhos e Terraços Marinhos Urbanizados; ao sul do morro Piaçaguera e nas adjacências da margem direita do rio Maria Ribeira, os quais envolvem trechos da unidade Terraços Marinhos; no extremo nordeste, as margens do rio Mogi, próximas ao

terreno da indústria IDAG S/A, abrangendo trechos da unidade Terraços Marinhos Urbanizados e, em maior extensão, sobre os terraços localizados a leste das vilas Couto e Santa Rosa, os quais compreendem a unidade Terraços Marinhos com Uso Indefinido.

Já as áreas de expansão urbana podiam ser identificadas sobre trechos da unidade Terraços Marinhos Urbanizados, em específico, sobre aqueles que se encontravam em contato com as rampas coluviais ao sopé da Serra de Cubatão; naqueles no extremo nordeste da área de estudo, em que se localizavam os terrenos da Antiga Vila Parisi² e da Companhia Siderúrgica S/A – Cosipa; e, ainda, sobre os terraços em que se distribuíam as vilas Couto e Santa Rosa, encontrados na porção central da área de estudo e a vila Bandeirantes, no extremo sul da mesma. Por fim, a classe de uso área urbana se concentrava nas áreas de terraço marinho em que se identificam as vilas Couto e Santa Rosa.

No cenário de 2007 (Figura 25), é notável o aumento das áreas dessas classes sobre as referidas unidades geoambientais. Contudo, é importante salientar a excepcionalidade da unidade Terraços Marinhos Dissecados ao contexto descrito, já que essa foi a única unidade composta por formas de acumulação em terraço marinho que apresentou a manutenção da vegetação natural de restinga. Acredita-se que essa excepcionalidade se relacione as dificuldades de acesso a trechos dessa unidade, bem como por essa ser resguardada pela legislação ambiental.

A capacidade de uso potencial dessas unidades se encontra relacionada às limitações definidas pelo dispositivo da RESOLUÇÃO CONAMA n°. 303, que define as Áreas de Preservação Permanente, situadas em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, de acordo com a largura dos cursos d'água (Brasil, 2006) e, ainda, a coesão e proximidade do lençol freático com a superfície do solo arenoso, que geram extensas áreas encharcadas, não propícias ao uso urbano nessas unidades.

No contexto da expansão das atividades antrópicas sobre as áreas das unidades Terraços Marinhos, Terraços Marinhos Urbanizados e Terraços Marinhos com Uso Indefinido, verifica-se o predomínio de um uso da terra incompatível e inadequado com a capacidade de uso que acarreta problemas ambientais relacionados à impermeabilização do

² No ano de 1992, o antigo bairro Vila Parisi, mundialmente conhecido como Vale da Morte, devido a proximidade a diversas fontes de poluição advindas das indústrias que o cercava, foi incorporado ao parque industrial, abrigando um conjunto de terminais de cargas. As pessoas que residiam na Vila Parisi foram deslocadas para um conjunto habitacional, recém construído, denominado de Jardim Nova República (HISTÓRIAS, 2010).

solo e a transgressão da legislação ambiental. Essas áreas possuem risco ao aumento de enchentes e desequilíbrios morfogenéticos, caso haja a expansão das atividades antrópicas. Assim, tal situação estabelece o Estado Geoecológico Alterado nos trechos ocupados por cobertura rasteira e uso indefinido no exterior das APPs; e estado Esgotado, nos locais com feições do uso urbano e naqueles com uso indefinido ou cobertura rasteira no interior das APPs. De acordo com a carta de Estado Geoambiental da área urbana do município de Cubatão (Figura 30), os trechos classificados como Alterado possuem um Estado Geoambiental Instável, enquanto que aqueles com Estado Geoecológico Esgotados envolvem o Estado Geoambiental Crítico.

É importante salientar que há trechos da unidade Terraços Marinhos em que se constatarem vestígios da vegetação da restinga, fato que repercute na existência de uso da terra compatível e adequado. Assim, não foram identificados problemas ambientais nesses trechos, apenas o risco a impermeabilização solo e desencadeamento de enchentes se a vegetação natural vir a ser retirada. Essa situação permite classificar tais trechos com um Estado Geoecológico Otimizado e, conseqüentemente, um Estado Geoambiental Estável (Figura 30).

A descrição dos trechos da unidade Terraços Marinhos, em que se manteve a vegetação de restinga, também cabe à unidade Terraços Marinhos Dissecados que equivale à única unidade composta por formas de acumulação de terraço marinho em que não se constatou a presença de atividades antrópicas.

Assim, como já salientado, as estruturas de uso urbano também foram consolidadas sobre a unidade transmissora Terraços Fluviais Urbanizados (Figura 19 e Quadro 2), correspondente às formas de acumulação de terraço fluvial (Figura 22), identificadas nas margens esquerda e direita do rio Cubatão, bem como na margem direita do rio Perequê, em área próxima a confluência desses rios. Em 1962 (Figura 24), o uso da terra predominante era a cobertura rasteira. Todavia, no ano de 2007, verificam-se apenas vestígios dessa, que foi substituída pelas classes área urbana e área de expansão urbana (Figura 25). Ressalta-se que a escala de abrangência da cobertura rasteira não permitiu a distinção de uma unidade geoambiental com esse tipo de uso da terra. Todavia, na definição das características dos componentes antrópicos das unidades geoambientais, foi possível identificar espaços recobertos por gramíneas no interior das áreas com uso da terra urbano ou de expansão urbana.

Em relação às formas de acumulação em terraço fluvial, Penteadó (1974) aponta que as características dessas fornecem a indicação do sistema morfogenético vigente na época de sua formação, os quais estão relacionados a retomadas erosivas de qualquer origem.

Nesse viés, ressalta-se que a presença de atividades antrópicas sobre esses terraços pode contribuir para o desequilíbrio erosivo/deposicional das drenagens no cenário atual. Essa situação pode promover uma maior liberação de sedimentos aos cursos fluviais, implicando no assoreamento dos mesmos e dinamização das enchentes no local.

A capacidade de uso potencial dessa unidade se encontra comprometida devido aos desequilíbrios potenciais nos processos erosivos/deposicionais que se manifestam através de vestígios de retomadas erosivas, bem como possui restrições legais em trechos que estão inseridos em APPs, situadas em faixa marginal, medidas a partir do nível mais alto dos terraços, em projeção horizontal, de acordo com a largura dos cursos d'água, as quais são definidas segundo a RESOLUÇÃO CONAMA nº. 303 (BRASIL, 2006).

Ao considerar o uso da terra encontrado ao longo dessa unidade, verifica-se que os trechos assinalados com feições do uso urbano estabelecem uma Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica incompatível e inadequada. Enquanto que, nas áreas com cobertura rasteira, no interior de APPs, essa relação é estabelecida como inadequada. Já nas áreas em que a cobertura rasteira não está dentro dos limites de APPs, verifica-se uma relação incompatível.

A problemática ambiental dessa unidade se vincula a transgressão da legislação ambiental pelas feições urbanas, as quais ainda podem desenvolver ou dinamizar enchentes locais. O risco dessa unidade se relaciona à possibilidade de expansão das atividades antrópicas que podem impermeabilizar o solo com a supressão de áreas para infiltração, resultando no aumento do número de enchentes e desequilíbrios morfogenéticos. Essa situação proporcionou a definição de um Estado Esgotado nas áreas de uso urbano e em APPs recobertas por cobertura rasteira no interior das áreas urbanas e, ainda, um Estado Alterado no exterior das APPs recobertas pelos vestígios da cobertura rasteira. Em relação ao Estado Geoambiental da unidade Terraços Fluviais Urbanizados, constatou-se que as áreas referentes às APPs, recobertas por cobertura rasteira, apresentam um Estado Geoambiental Instável. Já as demais áreas dessa unidade possuem um Estado Geoambiental Crítico (Figura 30).

O desenvolvimento das atividades antrópicas se procedeu de forma tão intensa no período analisado que, no ano de 2007, foi possível constatar a expansão de feições do uso urbano e indefinido sobre as unidades coletoras, compostas por formas de acumulação de planície flúvio-marinha, planície fluvial e em rampas coluviais.

A expansão das atividades antrópicas sobre as planícies flúvio-marinhas (Figura 31) foi realizada a partir de modificações na morfologia dessas formas, cujo fato possibilita a constituição de morfologias antropogênicas. As referidas modificações se encontram relacionadas à construção de aterros e intervenções nos cursos d'água a fim de drenar as planícies flúvio-marinhas.



Figura 31 – Feições antrópicas sobre formas de acumulação em planície flúvio-marinha - área da Vila dos Pescadores.

Em relação aos aterros, evidencia-se que esses não foram mapeados na carta geomorfológica devido à escala das fotografias aéreas, contudo, por meio de observação *in loco* (Figura 32), a presença desses ficou evidente em áreas da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, em que se constatou considerável expansão das classes área urbana e área de expansão urbana no período de 1962 a 2007.

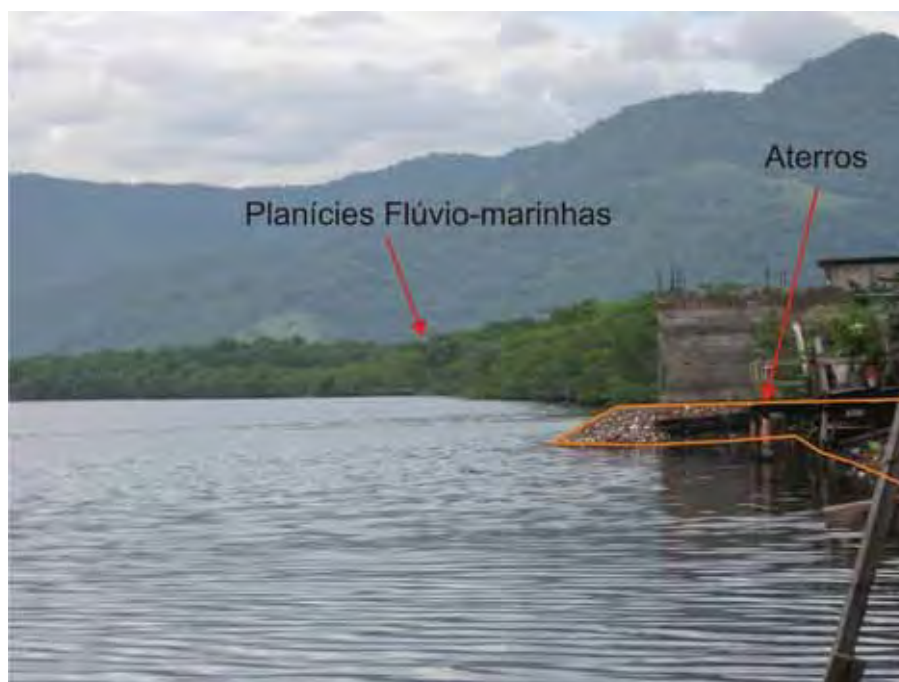


Figura 32 – Aterros em áreas da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas para promover a expansão das atividades antrópicas.

No que tange às intervenções nos cursos d'água, as cartas da rede de drenagem da área urbana do município de Cubatão (Figura 33) possibilitaram identificar com maior detalhe as mudanças morfológicas dos canais fluviais, com destaque para aquelas relacionadas à canalização e desvios nos cursos dos rios.

A área localizada a nordeste da área de estudo, drenada pelos afluentes da margem esquerda do rio Mogi, em que se identifica o terreno da Companhia Siderúrgica S/A – Cosipa (Figura 33A), insere-se nesse contexto, pois, constatou-se considerável expansão da classe área de expansão urbana, bem como se verificaram diversas alterações nos canais fluviais (Figura 34)³.

³ Na elaboração desta figura foram evidenciadas apenas as drenagens, haja vista a impossibilidade de mapeamento dos aterros. Ademais, ressalta-se a inserção de trechos da rede de drenagem do cenário de 1988, como prerrogativa a indicação de um cenário intermediário ao período de 1962 e 2007. Para a representação do trecho da rede de drenagem do cenário de 1988 foi considerada a rede de drenagem da base cartográfica da área de estudo. Por fim, optou-se por representar o cenário mais atual a partir das imagens de satélite de alta resolução do Google Earth™, do cenário de 2010, as quais permitiram identificar os elementos que compõem a classe de uso da terra referente a área de expansão urbana.

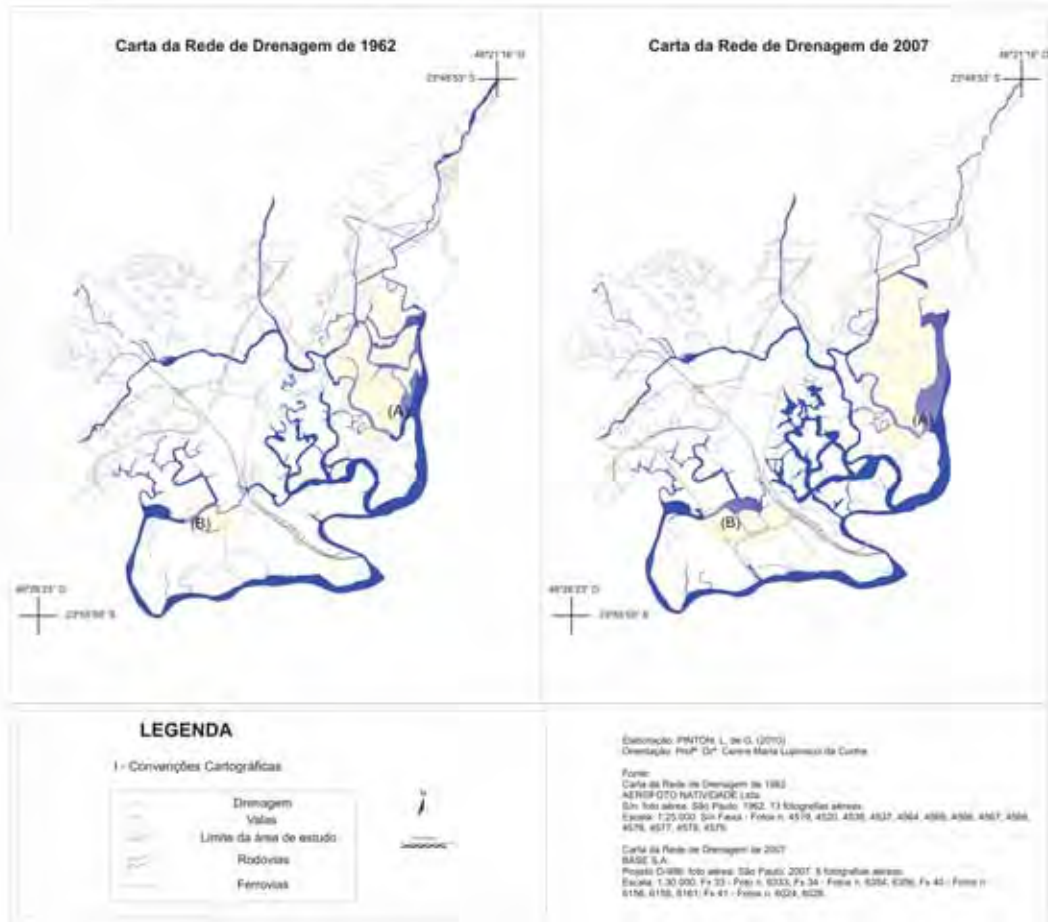


Figura 33 – Cartas da Rede de Drenagem da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.

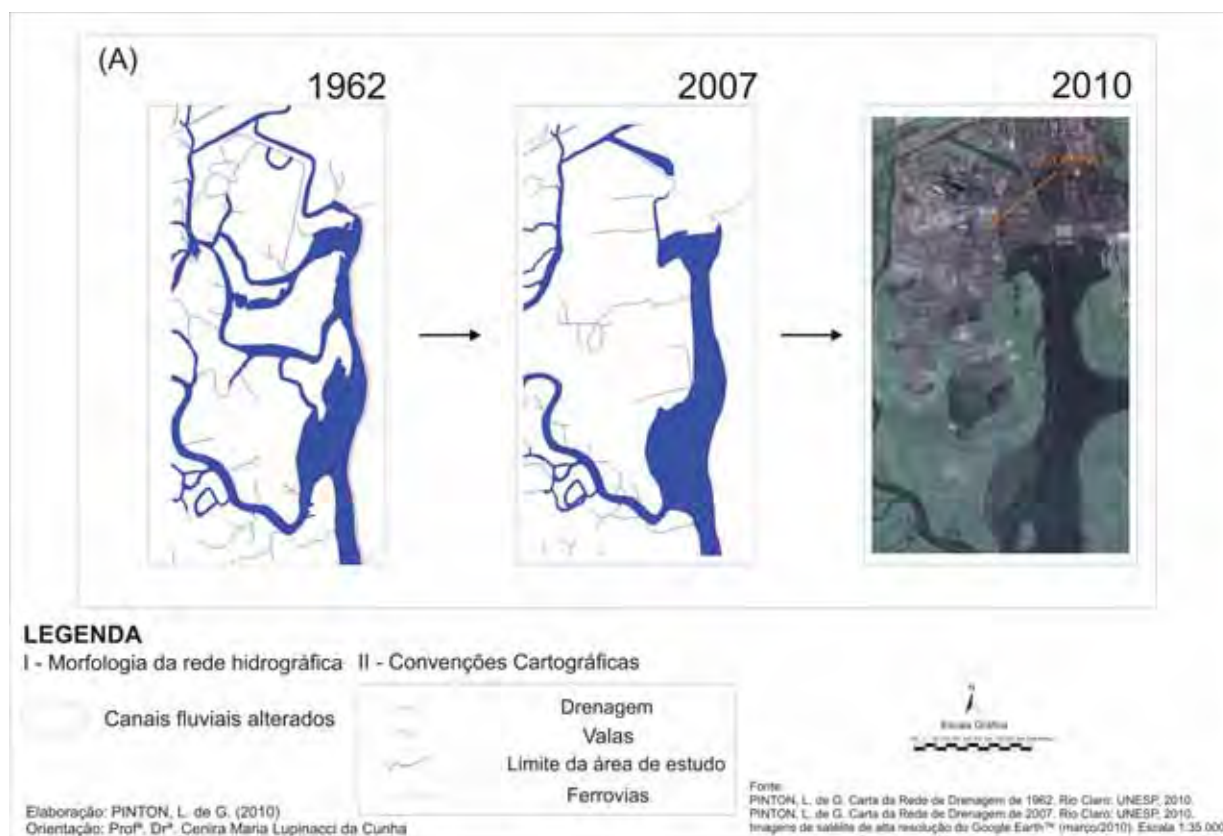


Figura 34 – Canais fluviais alterados e as formas atuais das estruturas da classe de uso da terra área de expansão urbana, em área da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas – terreno da Companhia Siderúrgica S/A – Cosipa.

No intervalo entre os cenários analisados, houve uma diminuição na quantidade de canais fluviais, bem como a presença de obras de canalização e valas no local, as quais levaram a um aprofundamento do nível de base e produziram um efeito de drenagem dos terrenos adjacentes, propiciando condições para o estabelecimento de outros tipos de uso da terra. Tal efeito pode ter relação direta com as obras de canalização e abertura de valas, ou ainda, os canais fluviais podem ter sido aterrados. As mudanças na morfologia dos canais fluviais, por sua vez, relacionam-se com a ampliação da área do empreendimento industrial, indicado pela seta no cenário de 2010, relacionado à Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA). A imagem de satélite de 2010 permite a visualização das feições dessa companhia, a qual fornece condições para a referida inferência. Cabe destacar, ainda, que a área dessa companhia siderúrgica abrange trecho do pólo industrial de Cubatão, o qual é apontado, segundo Nascimento (2007, p. 2), “como o principal contribuinte no processo de degradação na Região da Baixada Santista que se dá através de aterramento de manguezais para a ocupação urbana e industrial, lançamento de efluentes tóxicos, disposição de resíduos sólidos industriais e domésticos, etc”.

A presença de aterros na unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas também ocorre na área localizada nas adjacências de um afluente da margem esquerda do rio Paranhos, em que se verifica, na carta geomorfológica (Figura 22), a presença de um núcleo habitacional referente ao conjunto habitacional Nova República, o qual recobre áreas de planície flúvio-marinha (Figura 35). No período anterior a construção desse núcleo habitacional, tal área era recoberta por mangue, conforme as informações da carta de uso da terra de 1962 (Figura 24). No entanto, em 2007, foi possível constatar a expansão e consolidação do conjunto habitacional, haja vista a identificação das classes de uso da terra área urbana e área de expansão urbana sobre o referido terreno (Figura 25). Ao lado desta dinâmica de uso da terra, verificou-se a instalação da Rodovia dos Imigrantes (SP 160), construída na década de 70 (DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DER, 2010), e de uma via de acesso que liga tal rodovia à Via Anchieta (Rodovia SP 150).



Figura 35 – Aterro em área da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, localizado no conjunto habitacional Nova República.

Nesse contexto, ainda foram realizadas intervenções nos cursos d'água que drenavam tal área (Figura 33B), a partir de uma obra de canalização, representada na figura 36⁴. Ressalta-se que o processo de canalização envolve o alargamento e aprofundamento da calha fluvial, retificação do canal, construção de canais artificiais e de diques, proteção de margens e remoção de obstáculos de canal, os quais acarretam em mudanças na morfologia dos canais fluviais (BROOKES, 1988).

⁴ A elaboração desta figura mantém as ideias já mencionadas na nota 3.

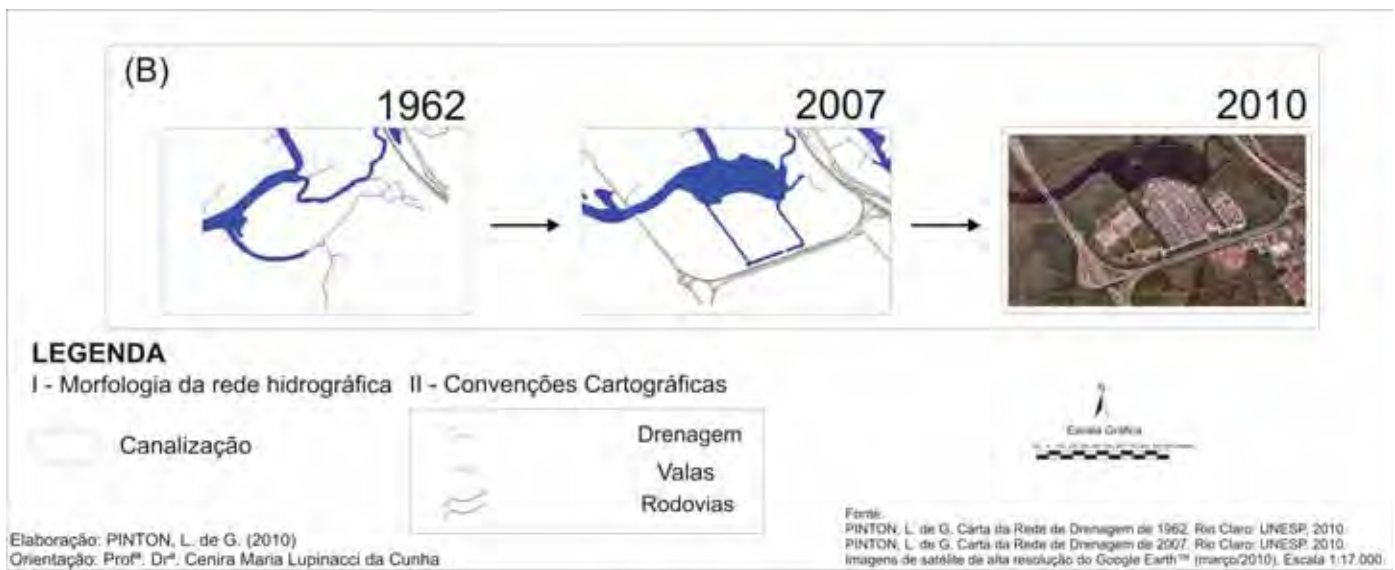


Figura 36– Canalização e formas atuais das estruturas das classes de uso da terra Área urbana e Área de expansão urbana, em área referente ao conjunto habitacional Nova República.

No que tange ainda a expansão das atividades antrópicas e a constituição de aterros sobre as formas de acumulação de planície flúvio-marinha, destaca-se aquela encontrada nas proximidades do sopé do morro Mazagão, em que se estabelece a Vila Natal e bairros de autoconstrução (Figura 37).



Figura 37 – Bairro de autoconstrução construído sobre aterro da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas.

O terreno da Vila Natal envolve apenas a unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, enquanto que aquele dos bairros de autoconstrução abrange também alguns trechos da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas, conforme a carta de unidades geoambientais da área de estudo (Figura 19).

No ano de 1962, segundo a carta de uso da terra desse cenário (Figura 24), a área das Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas era recoberta pela vegetação de mangue. Enquanto a área das Rampas Coluviais Urbanizadas possuía trechos de cobertura rasteira e um pequeno fragmento de Mata Atlântica. Já no ano de 2007, verificaram-se formas de uso urbano sobre tais unidades, relacionadas às classes área urbana e área de expansão urbana (Figura 25).

Ferreira; Torres e Borges (2007) evidenciam, ainda, que a ocupação do mangue de Cubatão se dá para o uso industrial, bem como é derivada do processo de favelização, o qual se procede desde meados das décadas de 1950 e 1970, em que o crescimento populacional, relacionado diretamente com a industrialização, estabeleceu uma urbanização desordenada do município.

Essa situação indica uma transgressão na legislação ambiental, já que a área recoberta por manguezal, em toda a sua extensão, é definida pela RESOLUÇÃO CONAMA nº. 303

como Áreas de Preservação Permanente (APPs) (BRASIL, 2006). Ademais, a área de manguezal se encontra protegida por legislação local (CUBATÃO, 1998b).

A expansão das atividades antrópicas sobre os manguezais, em específico sobre as unidades Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas e Planícies Flúvio-Marinhas com Uso Indefinido, além de violar a legislação ambiental, constituindo-se em áreas de ocupação irregular, corrompe o equilíbrio desses, tornando-os sujeitos a maior remobilização de material e desequilíbrios erosivos/deposicionais.

A figura 38 ilustra trecho da unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, assinalada com ocupação irregular que exerce pressão sobre a vegetação de mangue, destacando ainda as estruturas atuais do uso urbano e os limites das formas de relevo que circundam a mesma.

Nesse contexto, caso ocorra uma supressão da vegetação original, essas unidades coletoras apresentam o risco de aumento nos desequilíbrios morfogenéticos e enchentes.

A partir desses fatos, constata-se que a Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica das unidades Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas e Planícies Flúvio-Marinhas com Uso Indefinido é avaliada como Incompatível e Inadequada, repercutindo em um Estado Geoecológico Esgotado. De acordo com a carta de Estado Geoambiental da área de estudo (Figura 30), as áreas dessas unidades são classificadas com um Estado Geoambiental Crítico.

A unidade Planícies Flúvio-Marinhas é exceção ao contexto descrito sobre as demais unidades compostas por esse tipo de acumulação, pois essas áreas se mantêm cobertas por mangue. Assim, considera-se que a legislação ambiental é mantida, tornando a Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica compatível e adequada. Essa unidade não apresenta problemas ambientais, mas está sujeita à impermeabilização do solo e, consequente aumento no número de inundações e desequilíbrios morfogenéticos caso a vegetação original seja retirada. O Estado Geoecológico é definido como otimizado, repercutindo em um Estado Geoambiental estável.

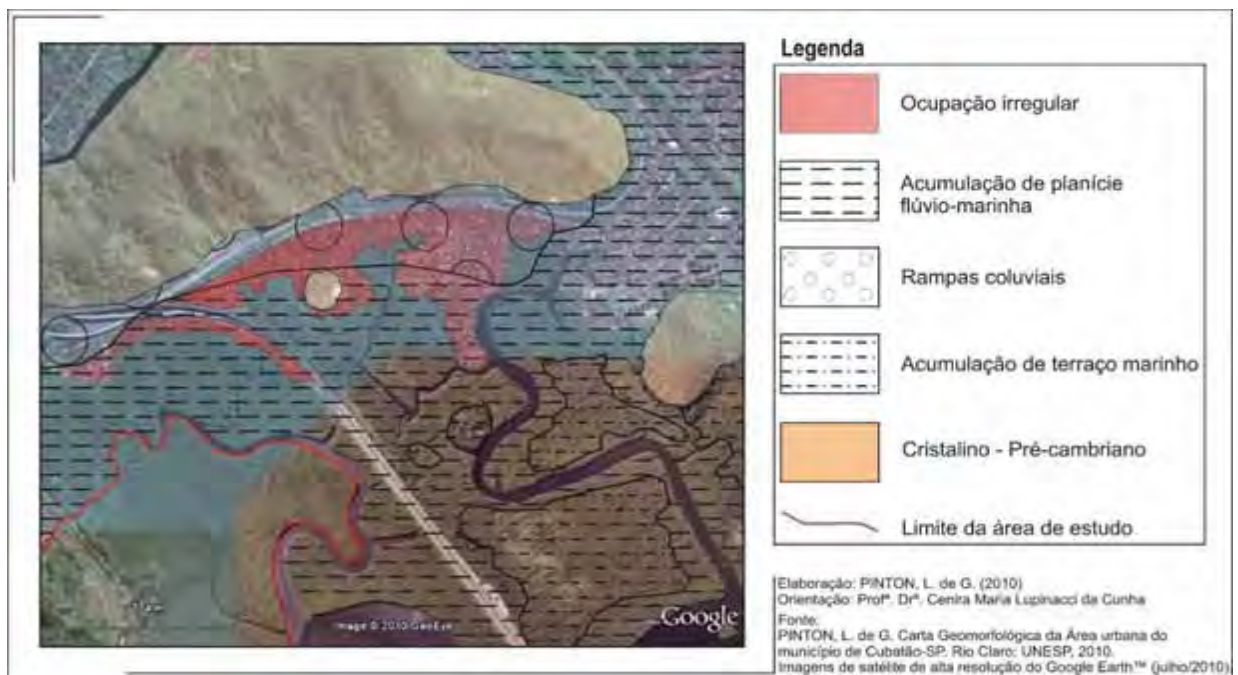


Figura 38– Ocupação irregular na unidade Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas, localizada nas proximidades do sopé do morro Mazagão.

No que tange às unidades coletoras compostas por formas de acumulação de planície fluvial, em específico, as unidades Planícies Fluviais Urbanizadas e Planícies Fluviais com Uso Indefinido, evidencia-se que essas estão localizadas na foz dos canais fluviais canalizados, ao norte do Reservatório da Sabesb; no vale do rio Cubatão, a noroeste do morro Mazagão; nas margens esquerda e direita do rio Perequê, até a sua confluência com o rio Cubatão (Figuras 39 e 40); e ao longo do curso do rio Mogi, no extremo nordeste da área de estudo.



Figuras 39 e 40 – Estruturas do uso urbano em trecho da unidade Planícies Fluviais Urbanizadas, localizadas em áreas próximas a confluência dos rios Cubatão e Perequê.

Souza et al. (2008) destacam que as formas de acumulação de planície fluvial correspondem a ambientes sedimentares ainda em atividade, formadas a partir da presença de depósitos de planície de inundação Holocênicas a atuais, compostas por areias finas moderadamente selecionadas e pelitos pobremente selecionados, leito e barras (areias grossas a cascalhos muito pobremente selecionados).

De acordo com a carta geomorfológica da área de estudo (Figura 22), há meandros abandonados na unidade Planícies Fluviais Urbanizadas, os quais se encontram nas proximidades da confluência entre os rios Cubatão e Perequê. A existência de meandros faz alusão aos processos relacionados à dinâmica fluvial existente na área, pois tais formas hidrográficas indicam que os rios da área de estudo já tiveram um trajeto diferente do atual e, possivelmente, dinâmica erosiva/deposicional também diversa da registrada atualmente.

A Capacidade de Uso Potencial das unidades compostas por formas de acumulação em planície fluvial é limitada pelas Áreas de Preservação Permanente situadas em faixa marginal

ao longo dos cursos d'água, definidas pela RESOLUÇÃO CONAMA nº 303 (BRASIL, 2006).

Em relação ao uso da terra identificado nessas unidades, constata-se que, no cenário de 1962 (Figura 24), essas áreas eram envolvidas pelas classes de uso da terra vinculadas à expansão urbana, cobertura rasteira e terras agrícolas. Já no cenário de 2007 (Figura 25), houve a consolidação do modelo urbano sobre considerável área de Planícies Fluviais, as quais foram designadas, ainda, como Urbanizadas, e o abandono das atividades agrícolas sobre a unidade Planícies Fluviais com Uso Indefinido, repercutindo na regeneração dos manguezais.

Nesse contexto, nota-se que a Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica é incompatível e inadequada, proporcionando uma problemática ambiental relacionada à violação da legislação ambiental vigente, bem como a alteração das características físicas dessas unidades. O risco dessas unidades se vincula ao aumento da impermeabilização do solo, que pode dinamizar a ocorrência de enchentes e desequilíbrios morfogênicos locais.

Ao considerar a situação das unidades Planícies Fluviais Urbanizadas e Planícies Fluviais com Uso Indefinido, ambas são classificadas com o Estado Geoecológico Esgotado e, conseqüentemente, Estado Geoambiental Crítico (Figura 30).

As referidas unidades compostas por formas de acumulação de planícies fluviais se encontram a jusante dos cursos d'água que drenam as formas de acumulação em rampas coluviais (Figura 22), marcadas por estruturas do uso urbano, as quais compreendem a unidade Rampas Coluviais Urbanizadas (Figura 19).

Dessa forma, as intervenções antrópicas na unidade Rampas Coluviais Urbanizadas podem acarretar em maior liberação de sedimentos que serão transportados e acumulados nos níveis de base locais, contribuindo para a desestabilização do terreno sedimentar das planícies fluviais.

Em relação às formas de acumulação em rampas coluviais, destaca-se que o substrato dessas é composto por sedimentos advindos de deslizamentos do Sistema Serrano (Figura 41). Nesse sentido, a Capacidade de Uso Potencial da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas se relaciona à instabilidade do terreno sedimentar, já que detritos são depositados com frequência sobre essa unidade. Ademais, tal unidade é drenada por canais fluviais com vales em fundo em v e plano, fato que define a existência de Áreas de Preservação Permanentes situadas em faixa marginal, de acordo com a largura dos cursos d'água (BRASIL, 2006).



Figura 41 – Área de contato da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas e o Sistema Serrano.

A Função Sócio-Econômica da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas, repercute em pressão sobre os terrenos que abrangem a referida unidade. Ressalta-se que as estruturas de uso urbano se consolidaram nessa unidade a partir da substituição progressiva da cobertura vegetal da área, representada pela presença de mata atlântica, restinga e cobertura rasteira no ano de 1962 (Figura 24).

Acredita-se, também, que a presença de feições antrópicas sobre essa unidade pode proporcionar uma desestabilização das vertentes do Sistema Serrano, acarretando na dinamização dos movimentos de massa identificados nesse sistema.

Além disso, a identificação de feições antropogênicas na carta geomorfológica (Figura 22), relacionadas às obras de canalização em dois canais fluviais que drenam trechos das rampas coluviais (Figuras 42 e 43), no sopé da Serra de Cubatão, pode acarretar na dinamização de processos erosivos e consequente desestabilização do terreno sedimentar. No caso específico da obra de canalização, essa pode promover uma alteração no perfil de equilíbrio da drenagem, proporcionando possíveis retomadas erosivas.



Figuras 42 e 43 – Canais fluviais canalizados que drenam trecho da unidade Rampas Colúviais Urbanizadas.

A figura 44 aponta a referida canalização no cenário atual, assinalando a consolidação, ao longo do tempo, das formas relacionadas ao modelado antrópico sobre a área de estudo.

Nesse contexto, verifica-se que a Relação Capacidade de Uso/Função Sócio-Econômica dessa unidade é definida como incompatível e inadequada quando as feições urbanas se encontram sobre trechos de APPs e apenas incompatível, quando tais usos não se encontram sobre APPs, mas corrompem os processos naturais da unidade.

A problemática ambiental das Rampas Colúviais Urbanizadas se relaciona à expansão das atividades antrópicas ao longo do tempo, as quais promoveram a impermeabilização do solo, e consequente aumento no escoamento superficial, situação que pode comprometer o sistema de drenagem, repercutindo no aumento da instabilidade dessa unidade. Já o risco da unidade, vincula-se à possibilidade de dinamização de movimentos de massa, caso a pressão antrópica se mantenha, desestabilizando as vertentes das unidades da Serra do Cubatão e do Morro Mazagão.

O Estado Geoecológico dessa unidade é Esgotado nos locais com uso urbano em APPs e Alterado no exterior das APPs, recoberto por uso indefinido e cobertura rasteira. De acordo com a carta de Estado Geoambiental da área de estudo (Figura 30), a unidade Rampas Colúviais Urbanizadas possui os Estados Geoambientais Crítico e Instável, identificados, respectivamente, nas áreas referentes aos Estados Geoecológicos Esgotado e Alterado.

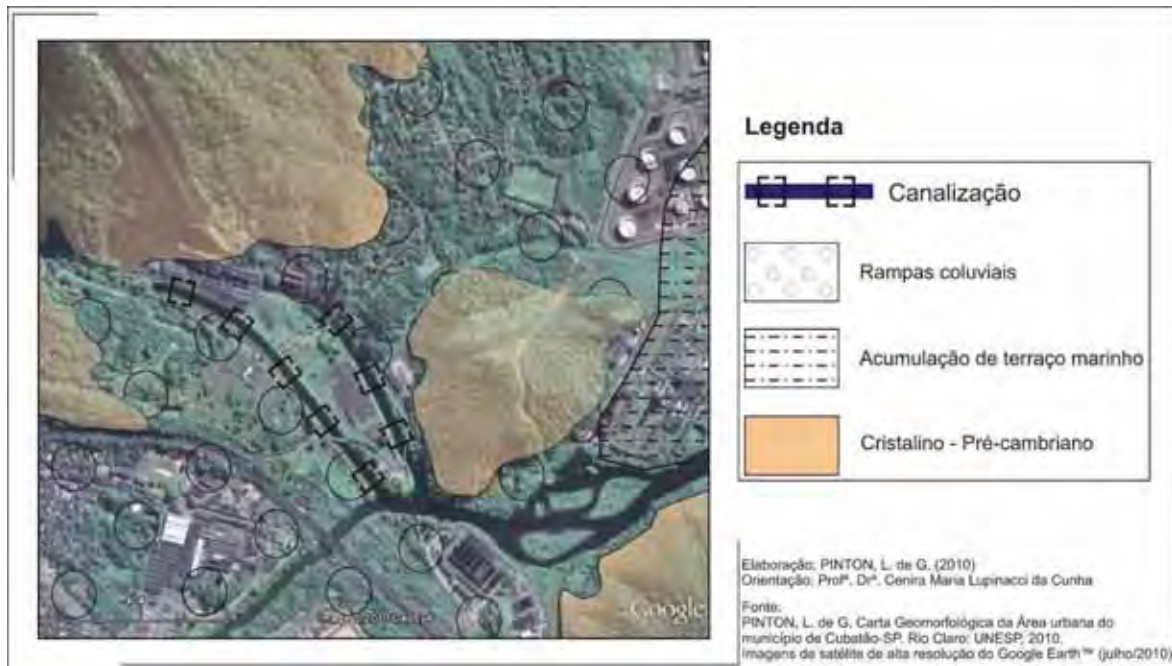


Figura 44– Representação do cenário atual mostrando a canalização de dois canais fluviais que drenam trecho da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas.

Por fim, evidencia-se que as distintas situações de degradação no Sistema Planície Quaternária se encontram relacionadas à expansão significativa de feições vinculadas às atividades antrópicas e gradativa redução da vegetação original.

A dinâmica do uso da terra do Sistema Planície Quaternária, a partir dos dados adquiridos com a análise das cartas de uso da terra dos cenários de 1962 (Figura 24) e 2007 (Figura 25), retrata a degradação, ao longo do tempo, nesse sistema, em que se constatou a redução de 8,99% da área total da vegetação de mangue (28,02% em 1962 para 19,03% em 2007); além da diminuição de 7,19% da área total da vegetação de restinga (10,30% em 1962 para 3,11% em 2007).

O gráfico 1 auxilia nessa análise, apresentando a variação na distribuição das classes de uso da terra identificadas na área de estudo no período considerado.

A expansão significativa das distintas classes de uso da terra relacionadas às atividades antrópicas, com exceção da mineração, que apresentou uma diminuição de 0,21% no período analisado (0,26% em 1962 para 0,05% em 2007), aliada a diminuição das áreas de vegetação natural, exerce uma pressão sobre os componentes naturais das unidades geoambientais analisadas na pesquisa, bem como sobre o próprio agente – o homem, repercutindo na gênese de impactos socioambientais.

Assim, surge a necessidade de considerar os dados do Zoneamento Geoambiental e Funcional da área urbana do município de Cubatão-SP para que haja um equilíbrio entre o desenvolvimento das atividades antrópicas com as características apresentadas pelas unidades geoambientais.

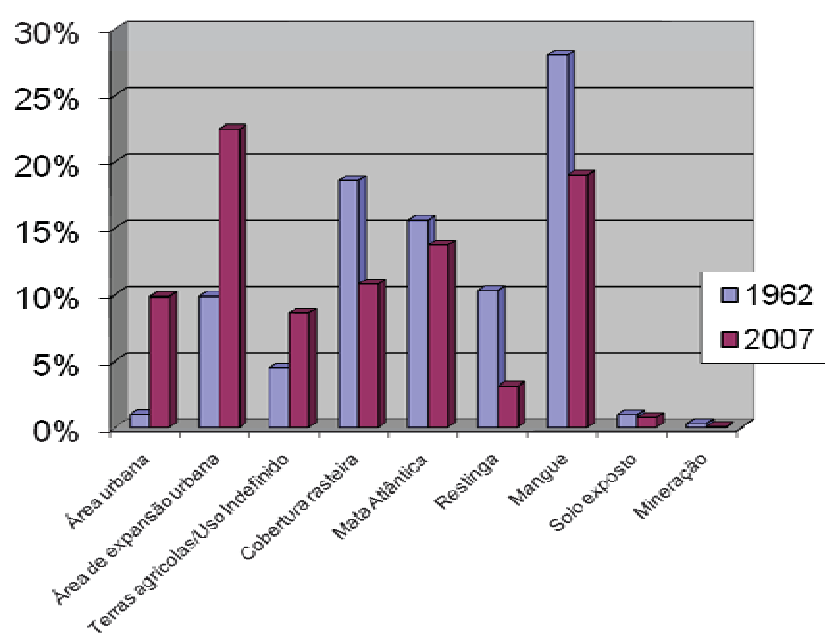


Gráfico 1– Variação na distribuição das classes de uso da terra da área urbana do município de Cubatão-SP, em porcentagem, identificadas nos cenários de 1962 e 2007.

5.2. Zoneamento Geoambiental e Funcional da Área Urbana do Município de Cubatão-SP

A correlação entre as categorias do zoneamento geoambiental e funcional, espacializadas na Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional da área de estudo (Figura 45), revelam os conflitos e as adequações entre o uso da terra com a legislação ambiental vigente e os atributos físicos das unidades geoambientais dos sistemas Serrano e Planícies Quaternárias, tornando-se material de extrema relevância ao poder público para o planejamento e gerenciamento das atividades antrópicas.

No que se refere às unidades geoambientais do Sistema Serrano, evidencia-se que a manutenção da vegetação original e consequente adequação a legislação ambiental nas unidades Topos da Serra do Cubatão, Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão, Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão, Topos do Morro Mazagão, Vertentes Íngremes do Morro Mazagão e Topos dos Morros Isolados, possibilita, à tais unidades, o enquadramento na categoria proteção do zoneamento geoambiental, compreendendo, ainda, a categoria unidade de conservação segundo o zoneamento funcional.

Dessa forma, as medidas necessárias para evitar o comprometimento dessas unidades consistem no monitoramento para a manutenção da cobertura original da Mata Atlântica e contenção da expansão urbana.

As unidades Médias e Baixas vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão e do Morro Mazagão abrangem áreas destinadas à reabilitação, já que a presença de feições urbanas e antigas áreas de mineração transgridem a categoria unidade de conservação do zoneamento funcional.

Assim, para que haja a reconstituição do equilíbrio entre as atividades antrópicas e os elementos físicos dessa unidade, recomendam-se as seguintes medidas: remoção de residências em áreas de risco; recuperação da vegetação original; fiscalização para evitar a expansão urbana e, ainda, para o controle do saneamento básico.

Ressalta-se que a unidade Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão possui trechos em que houve a manutenção da vegetação da Mata Atlântica. Assim, devem-se considerar as mesmas categorias de zoneamento geoambiental e funcional, bem como as recomendações delineadas as demais unidades geoambientais do Sistema Serrano em que se verificou a preservação da Mata Atlântica. Contudo, o monitoramento sobre essa

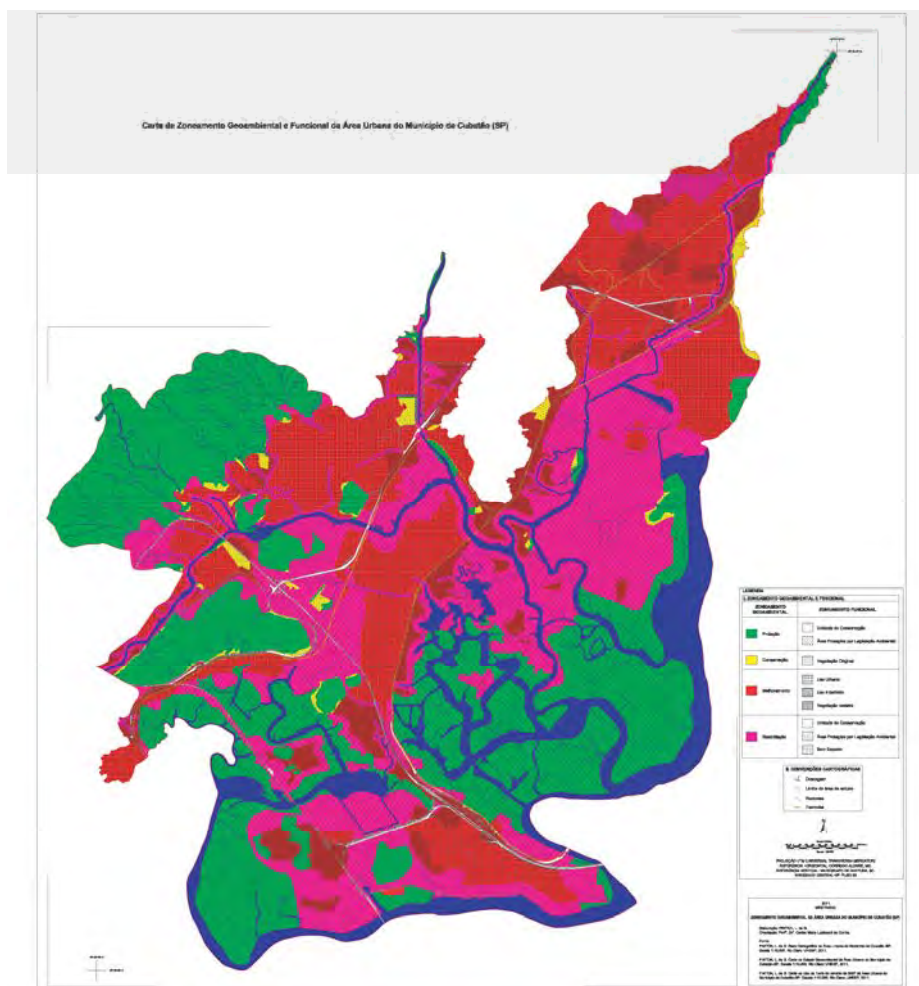


Figura 45 – Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional da Área Urbana do Município de Cubatão-SP.

unidade deve ser mais intenso, visto que essa se encontra circundada por feições relacionadas às atividades antrópicas.

Em relação ainda as unidades geoambientais do Sistema Serrano, evidencia-se que as unidades Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão e Vertentes Íngremes dos Morros Isolados apresentam, predominantemente, áreas definidas para a proteção segundo o zoneamento geoambiental, seguindo adequação a categoria unidade de conservação do zoneamento funcional. Contudo, o mapeamento de feições relacionadas às antigas áreas de mineração em trechos da unidade Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão e a presença de área de expansão urbana sobre trechos da unidade Vertentes Íngremes dos Morros Isolados, indicam uma transgressão a legislação ambiental e o rompimento da capacidade física dessas unidades, proporcionando a definição da categoria reabilitação nesses trechos. Assim, as recomendações equivalem às aquelas apresentadas às unidades Médias e Baixas vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão e do Morro Mazagão.

Por fim, cabe destacar que alguns trechos das unidades do Sistema Serrano foram mapeados com a categoria conservação do zoneamento geoambiental, em razão de apresentar a vegetação original, mas não estarem inseridos em áreas de proteção segundo a legislação ambiental. Assim, essas áreas devem ser enquadradas em áreas de proteção ambiental.

Em relação ao Sistema Planície Quaternária, evidencia-se o predomínio das categorias melhoramento e reabilitação no que tange ao zoneamento geoambiental, cuja situação indica a inadequação das funções relacionadas aos usos identificados nas unidades desse sistema. No entanto, há áreas de unidades desse sistema em que a manutenção da vegetação original não proporcionou a violação da legislação ambiental e dos atributos físicos das mesmas, resultando na definição das categorias de proteção e conservação.

Acredita-se que o predomínio das categorias melhoramento e reabilitação nas unidades desse sistema se relaciona à elevada fragilidade das distintas formas de acumulação identificadas no mesmo, as quais são compostas por litologias tenras, que exigem uma maior atenção ao desenvolvimento das atividades antrópicas.

As unidades Terraços Marinhos, Terraços Marinhos Urbanizados e Terraços Marinhos com Uso Indefinido apresentam problemas vinculados à impermeabilização do solo advinda das atividades antrópicas, fato que resultou na espacialização da categoria melhoramento em áreas com uso urbano, uso indefinido e cobertura rasteira. Do ponto de vista da legislação ambiental, esses usos podem ser realizados sobre tais unidades.

Dessa forma, para evitar o agravamento dessa problemática ambiental, recomenda-se as seguintes medidas: gerenciamento das atividades antrópicas para evitar a dinamização dos

processos de enchentes devido à impermeabilização do solo; fiscalização para combater a expansão das atividades antrópicas desorganizadas e; recuperação da vegetação de restinga.

É importante salientar que a unidade Terraços Marinhos Dissecados é a única unidade em que houve a manutenção da cobertura original da vegetação de restinga. Assim, tal unidade se enquadra na categoria de proteção segundo o zoneamento geoambiental.

Para que essa unidade permaneça com tais características, recomenda-se a fiscalização para evitar a expansão das atividades antrópicas.

A unidade Terraços Fluviais Urbanizados apresenta elevada similaridade com a problemática ambiental das unidades compostas por formas de acumulação em terraço marinho. No entanto, nessa unidade há o agravamento da transgressão a legislação ambiental a partir das classes de uso da terra uso urbano e indefinido sobre os trechos da categoria área protegida por legislação ambiental do zoneamento funcional, repercutindo na definição da categoria reabilitação segundo o zoneamento geoambiental.

Nessa unidade, recomenda-se a remoção das atividades antrópicas para que sejam estabelecidas condições ao extravasamento das águas fluviais nos limites do leito maior nos períodos de maior vazão dos canais fluviais.

As unidades Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas e Planícies Flúvio-Marinhas com Uso Indefinido, apresentam considerável fragilidade em razão da presença constante de água devido às oscilações das marés. Essas unidades se encontram definidas como reabilitação segundo o zoneamento geoambiental, pois as feições relacionadas às atividades antrópicas corrompem o equilíbrio ambiental dessas unidades, bem como transgridem a legislação ambiental.

Assim, para não corromper ainda mais a capacidade dessas unidades em suportar impactos ambientais, recomenda-se as seguintes medidas: recuperação dos manguezais; impedir a expansão das feições antrópicas; gerenciar os efluentes domésticos e industriais; realocar a população das áreas com risco de enchentes.

A unidade Planícies Flúvio-Marinhas é exceção ao contexto das unidades compostas por essas formas de acumulação, pois essa se enquadra na categoria proteção do zoneamento geoambiental, em razão dos manguezais se constituírem na função adequada ao uso funcional de áreas protegidas por legislação ambiental.

Nessa unidade, deve-se impedir a expansão de feições antrópicas para não ocorrer o rompimento da capacidade dessas paisagens.

No âmbito das formas de acumulação em planície fluvial, as Planícies Fluviais Urbanizadas e Planícies Fluviais com Uso Indefinido se encontram em situação de

reabilitação. As Planícies Fluviais Urbanizadas apresentam feições que transgridem a legislação ambiental e promovem a impermeabilização do solo, acarretando no desenvolvimento de enchentes. Já as Planícies Fluviais com Uso Indefinido apresentam uma vegetação em regeneração, decorrente de uma interrupção de atividades agrícolas nessas áreas.

As medidas necessárias para conter a problemática ambiental dessas unidades equivalem à remoção das atividades antrópicas e o estabelecimento de áreas verdes para que haja condições ao extravasamento da água advinda da drenagem em períodos de cheias dos canais fluviais.

A unidade Rampas Coluviais Urbanizadas se encontra sujeita a receber detritos advindos de movimentos de massa do Sistema Serrano em razão de estar localizada nos sopés de unidades do referido sistema. Acredita-se que a presença de atividades antrópicas nessa unidade pode desestabilizar as vertentes do Sistema Serrano, dinamizando a ocorrência dos movimentos de massa devido à existência de uma relação sistêmica entre tais unidades. Ademais, a existência de núcleos industriais sobre essa unidade exerce considerável peso sobre o terreno sedimentar, aumentando a instabilidade do mesmo. Assim, a maior parte dessa unidade se encontra na categoria de melhoramento, visto que suas funções atuais (uso urbano, vegetação rasteira e uso indefinido) são inadequadas.

Nesse contexto, recomenda-se o gerenciamento dos efluentes industriais; monitoramento para evitar a expansão urbana em direção ao Sistema Serrano e gerenciamento das atividades antrópicas para evitar a dinamização da impermeabilização do solo, bem como o desenvolvimento de processos erosivos e movimentos de massa.

Por fim, evidencia-se a existência de situações em que os referidos usos funcionais identificados nessa unidade se encontram sobre áreas protegidas pela legislação ambiental. Nessas condições, tais áreas ocupadas por esses usos passam a ser enquadrados na categoria reabilitação, em que se espera que o gerenciamento dos efluentes industriais e das demais atividades que possam promover a dinamização da impermeabilização do solo seja mais intenso.

Há áreas dessa unidade em que se verificaram vestígios da vegetação de restinga, porém, essas não se encontravam em trechos protegidos pela legislação ambiental. Dessa forma, tais áreas foram definidas como áreas de conservação que devem ser inseridas em áreas de proteção ambiental.

A tabela 5 abaixo apresenta uma síntese da proposta de zoneamento geoambiental e funcional da área urbana do município de Cubatão-SP, indicando as principais recomendações

para as unidades do Sistema Serrano e da Planície Quaternária segundo as relações estabelecidas entre os distintos usos da terra e as medidas recomendáveis para que cada unidade cumpra a sua função ge ecológica e socioeconômica.

Categorias do Zoneamento Geoambiental	Classes de Uso da Terra	Sistemas e Unidades Geoambientais	Recomendações
Proteção	Mata Atlântica	Sistema Serrano -Topos da Serra do Cubatão -Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão -Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão -Médias e Baixas Vertentes da Serra do Cubatão -Topos do Morro Mazagão -Vertentes Íngremes do Morro Mazagão -Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão -Topos dos Morros Isolados -Vertentes Íngremes dos Morros Isolados	-Monitoramento para a manutenção da cobertura original da Mata Atlântica e contenção da expansão urbana.
		Sistema Planície Quaternária -Terrapços Marinhos -Terrapços Marinhos Dissecados -Planícies Flúvio-Marinhas	-Fiscalização para evitar a expansão das atividades antrópicas. -Impedir a expansão de feições antrópicas.
	Restinga		
Conservação	Mata Atlântica	Sistema Serrano -Vertentes Íngremes dos Morros Isolados -Vertentes Íngremes da Serra do Cubatão -Vertentes Dissecadas da Serra do Cubatão -Vertentes Íngremes do Morro Mazagão -Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão	-Inserção em áreas de proteção ambiental.
	Restinga	Sistema Planície Quaternária -Terrapços Marinhos com Uso Indefinido -Terrapços Marinhos Urbanizados -Rampas Coluviais Urbanizadas	
Melhoramento		Sistema Serrano -Não identificado	
	-Cobertura rasteira -Área de expansão urbana -Área urbana -Uso indefinido	Sistema Planície Quaternária -Terrapços Marinhos -Terrapços Marinhos Urbanizados -Terrapços Marinhos com Uso Indefinido -Rampas Coluviais Urbanizadas	-Gerenciamento das atividades antrópicas para evitar a dinamização dos processos de enchentes e o desenvolvimento de processos erosivos e movimentos de massa; Fiscalização para combater a expansão das atividades antrópicas desorganizadas; Recuperação da vegetação de restinga; Gerenciamento dos efluentes industriais; Monitoramento para evitar a expansão urbana em direção ao Sistema Serrano
Reabilitação	-Área urbana -Área de expansão urbana -Mineração	Sistema Serrano -Médias e Baixas vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão -Médias e Baixas Vertentes do Morro Mazagão -Vertentes Íngremes dos Morros Isolados	-Remoção de residências em áreas de risco; -Recuperação da vegetação original; -Fiscalização para evitar a expansão urbana; -Fiscalização para o controle do saneamento básico.
	-Área urbana -Área de expansão urbana -Uso indefinido	Sistema Planície Quaternária -Terrapços Fluviais Urbanizados	-Remoção das atividades antrópicas para que sejam estabelecidas condições ao extravasamento das águas fluviais nos limites do leito maior nos períodos de maior vazão dos canais fluviais.
	-Área urbana -Área de expansão urbana -Uso indefinido	-Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas	-Recuperação dos manguezais; -Impedir a expansão das feições antrópicas; -Gerenciar os efluentes domésticos e industriais;
	-Área urbana -Área de expansão urbana -Uso indefinido	-Planícies Flúvio-Marinhas com Uso Indefinido	-Realocar a população das áreas com risco de enchentes
	-Área urbana -Área de expansão urbana -Uso indefinido	-Planícies Fluviais Urbanizadas	-Remoção das atividades antrópicas e o estabelecimento de áreas verdes para que haja condições ao extravasamento da água advinda da drenagem em períodos de cheias dos canais fluviais
	-Área urbana -Área de expansão urbana -Uso indefinido	-Planícies Fluviais com Uso Indefinido	
	-Área urbana -Área de expansão urbana -Cobertura rasteira	-Rampas Coluviais Urbanizadas	-Gerenciamento dos efluentes industriais e das demais atividades que possam promover a dinamização da impermeabilização do solo.

Tabela 5 – Síntese da proposta de zoneamento geoambiental e funcional da área urbana do município de Cubatão-SP.

6. Considerações Finais

A utilização da proposta metodológica de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004) para a execução do Zoneamento Geoambiental e Funcional da área urbana do município de Cubatão resultou na elaboração de três documentos cartográficos de síntese: Carta de Unidades Geoambientais; Carta de Estado Geoambiental e Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional. Considera-se que os dados obtidos com esses documentos forneceram subsídios para o planejamento ambiental e ordenamento territorial da área de estudo.

No entanto, salienta-se que o processo de elaboração dessas cartas envolveu o desenvolvimento de um conjunto de documentos cartográficos (caracterização geoecológica e socioeconômica), implicando em considerável demanda de tempo para a execução dos procedimentos técnicos, fato que pode comprometer a discussão teórica da pesquisa. Assim, é importante destacar a necessidade em estabelecer um conjunto mínimo de documentos cartográficos, mas essenciais para a elaboração dos referidos documentos de síntese.

Nessa pesquisa, consideraram-se como essenciais os seguintes documentos: carta de declividade; carta geomorfológica e; carta de uso da terra do cenário atual. Os demais documentos cartográficos forneceram alguns dados interessantes, mas não fundamentais à elaboração dos documentos de síntese, muito menos ao objetivo principal da pesquisa.

Desta forma, acredita-se que esses documentos cartográficos podem ser apresentados como figuras menores, inseridas ao longo do texto para subsidiar uma discussão que aqueles classificados como essenciais não comportam, assim como a medida realizada para a representação das cartas da rede hidrográfica. Para a adoção dessa medida, o pesquisador deve identificar previamente os documentos cartográficos que terão a referida função, considerando as peculiaridades da área de estudo, bem como o objetivo principal da pesquisa.

Em relação aos documentos cartográficos de síntese, destaca-se que a avaliação integrada dos componentes naturais e antrópicos das unidades geoambientais espacializadas na Carta de Unidades Geoambientais possibilitou a identificação da dinâmica dos fluxos de energia e matéria no interior e na inter-relação entre os sistemas Serrano e Planície Quaternária. Assim, foi possível indicar os Estados Geoecológicos das unidades geoambientais, identificando as paisagens mais susceptíveis ao desenvolvimento de processos naturais e, ainda, aquelas fragilizadas devido às intervenções antrópicas.

A Carta de Estado Geoambiental, a partir de uma classificação da conjuntura dos componentes naturais das paisagens, permitiu verificar as condições de regulação das funções geológicas das unidades geoambientais perante as intervenções antrópicas.

A partir da correlação dos dados dos referidos produtos cartográficos, foi possível definir as categorias do zoneamento geoambiental e funcional, mapeadas na Carta de Zoneamento Geoambiental e Funcional. Essa carta revelou os conflitos e/ou adequações do uso da terra atual com a legislação ambiental vigente e com os atributos físicos das unidades geoambientais dos sistemas Serrano e Planícies Quaternárias. Dessa forma, a avaliação desses dados forneceu condições de apontar as recomendações para cada unidade geoambiental da área de estudo.

No Sistema Serrano, as características intrínsecas de litologia, declive, geomorfologia, acrescidas dos dispositivos legais que visam à proteção da vegetação da Mata Atlântica, em específico o Decreto 10.251, de 30/08/1977 que define a Unidade de Conservação Ambiental do Parque Estadual da Serra do Mar e, ainda, a Lei Complementar do município nº. 2.513, de 10/09/1998 que classifica os morros isolados que se encontram inseridos na área urbana do município como sendo uma Zona de Reserva Ecológica, resultaram no predomínio de unidades geoambientais caracterizadas pela não existência de problemas ambientais, mas com elevado potencial à instabilidade natural. Contudo, as unidades Médias e Baixas Vertentes Urbanizadas da Serra do Cubatão e do Morro Mazagão são exceções a situação descrita já que a expansão urbana transgrediu as referidas legislações ambientais e, ainda, modificou os atributos físicos dessas unidades.

Nesse contexto, as principais medidas sugeridas para as unidades que compõem o Sistema Serrano consistem no monitoramento para a manutenção da cobertura original da Mata Atlântica nos trechos em que não foram verificadas intervenções antrópicas e a remoção de residências em áreas de risco e recuperação da vegetação original naqueles em que o uso urbano se faz presente.

É importante salientar ainda a ausência de legislação ambiental que estabeleça uma zona de amortecimento entre as áreas do Parque Estadual da Serra do Mar e dos morros isolados com a área urbana do município, já que as atividades antrópicas inseridas nessa última avançam em direção a serra e aos morros, podendo acarretar na instabilização das vertentes das referidas áreas. A única legislação ambiental identificada em trechos dessa transição consiste nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo das margens dos rios (Resolução CONAMA nº. 303, de 20/03/2002) que drenam as rampas colúviais. Assim,

acredita-se que seja necessário o estabelecimento de uma legislação ambiental específica para tais áreas, seja no âmbito federal, estadual ou municipal.

O Sistema Planície Quaternária, ao contrário da maior parte do Sistema Serrano, constitui-se por unidades geoambientais que apresentam considerável problemática ambiental. Essa situação ocorre devido à elevada fragilidade dos substratos sedimentares que compõem as distintas formas de acumulação identificadas no mesmo, resultando em maior suscetibilidade as atividades antrópicas.

No entanto, ao mesmo tempo em que se identificam as fragilidades nas unidades geoambientais desse sistema, verifica-se que determinados atributos contribuem para a expansão urbana, como por exemplo, a reduzida declividade.

As unidades compostas por formas de acumulação em terraço marinho apresentam limitações as atividades antrópicas nos trechos equivalentes às APPs situadas em faixa marginal, medidas a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, segundo a largura dos cursos d'água (Resolução CONAMA nº. 303, de 20/03/2002), e ainda, tais formas possuem elevado risco à desestabilização do terreno sedimentar, caso o uso urbano seja desenvolvido sem cuidados específicos, como nas situações identificadas nas unidades Terraços Marinhos Urbanizados e Terraços Marinhos com Uso Indefinido.

Dessa forma, o poder público deve considerar as medidas propostas para tais unidades, especialmente aquelas referentes ao gerenciamento das atividades antrópicas para evitar a dinamização da impermeabilização do solo e a fiscalização para combater a expansão das atividades antrópicas sobre áreas que apresentam considerável fragilidade devido às suas características naturais.

Essas recomendações também cabem à unidade Terraços Fluviais Urbanizados, a qual se encontra predominantemente ocupada pelo uso urbano, mas por ser composta por substrato que possui o lençol freático próximo a superfície, constituem-se em áreas não propícias ao uso urbano em razão de apresentar extensas áreas encharcadas.

A expansão e consolidação das atividades antrópicas sobre as unidades Planícies Flúvio-Marinhas Urbanizadas e com Uso Indefinido, Planícies Fluviais com Uso Indefinido e Urbanizadas e Rampas Coluviais Urbanizadas resultaram no estabelecimento de problemas relacionados à alteração na morfologia das formas que compõem tais unidades, bem como nos canais fluviais que drenam trechos dessas unidades; supressão da vegetação natural; lançamento de efluentes urbanos e industriais e desequilíbrios nos processos morfogenéticos.

Além dessa problemática, as feições vinculadas às atividades antrópicas instauradas em trechos dessas unidades, transgridem dispositivos da Resolução CONAMA nº. 303, de

20/03/2002, os quais equivalem nas planícies flúvio-marinhas, a APP que resguarda o manguezal em toda a sua extensão e, nas planícies fluviais e na unidade das rampas colúviais, as APPs situadas nas margens dos cursos d'água.

Assim, para minimizar o impacto das atividades antrópicas sobre tais unidades, destacam-se as medidas relacionadas ao gerenciamento dos efluentes domésticos e industriais nas rampas colúviais e, ainda, a remoção das atividades antrópicas das unidades de planície flúvio-marinha e fluvial para que sejam restabelecidas as condições para a dinâmica natural dessas formas de acumulação.

Por fim, ressalta-se que a escala de análise utilizada nessa pesquisa (1:10.000) se mostrou muito mais eficaz ao desenvolvimento do zoneamento geoambiental e funcional em relação aos trabalhos desenvolvidos por Rodriguez et al. (1995), Oliveira (2003), Zacharias (2006), Felisbino (2006), Amorim (2007), Sato (2008) e Souza (2010), já que esses utilizaram escala de menor nível de detalhe.

Nesse contexto, considera-se que a proposta de zoneamento dessa pesquisa forneça informações minuciosas para o gerenciamento do território da área urbana do município de Cubatão pelo poder público local, direcionado ao planejamento ambiental adequado às particularidades da área.

No entanto, considera-se que propostas de zoneamento com escalas de maior nível de detalhe, acrescidas de informações de pesquisas de distintas áreas do conhecimento, podem contribuir ainda mais para a compreensão dos fluxos de matéria e energia que compõem as unidades de um sistema, ampliando os subsídios ao referido planejamento e a tomada de decisões.

7. Referências

- AB'SÁBER, A.N. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 17, n. 1, p. 3 – 48, jan./mar. 1955.
- AB'SÁBER, A.N. A Serra do Mar e o litoral de Santos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 5, n. 9-10, p. 70 – 77, abr./ago. 1962.
- AB'SÁBER, A.N. A evolução geomorfológica. In: AZEVEDO, A. (Org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. v. I – As bases físicas. São Paulo: Edusp, 1965. p. 49 – 66.
- AB'SÁBER, A.N. Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia: questões de escala e método. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 3, n. 5, jan.-abr. 1989. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v3n5/v3n5a02.pdf>. Acesso em: nov. 2009. doi: 10.1590/S0103-40141989000100002.
- AB'SÁBER, A.N. Fundamentos da geomorfologia costeira do Brasil inter e subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 27 – 43, nov. 2000.
- AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA – AGEM. **Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado – PMDI** – Região Metropolitana da Baixada Santista, 2002. Disponível em: <http://www.agem.sp.gov.br/pdf/PMDI.pdf>. Acesso em: mar. 2010
- AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA – AGEM. **Indicadores Metropolitanos da Baixada Santista – IMBS**, Edição 2004/2005. Disponível em: <http://www.agem.sp.gov.br/indicadores/default.htm>. Acesso em: jan. 2010.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Cubatão. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 13-15, n. 15, p. 3 – 17, out. 1953.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim IGC**, São Paulo, n. 41, p. 167 – 262, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. de. The system of Continental Rift bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, supl., p. 15-26, 1976.
- ALMEIDA, F.F.M. de; CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135 – 150, jun. 1998.
- AMORIM, R.R. **Análise geoambiental com ênfase aos setores de encosta da área urbana do município de São Vicente-SP**. 2007. 207f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental e Dinâmica Territorial) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 2007.
- ANDERSON, J.R. et al. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 80p.
- ANDRADE, M.A.B. de; LAMBERTI, A. A vegetação. In: AZEVEDO, A. (Org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. v. I – As bases físicas. São Paulo: Edusp, 1965. p. 151 – 178.

ASMUS, H.E.; FERRARI, A.L. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região Sudestes do Brasil. In: PROJETO REMAC. **Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1978. v. 4, p. 75 – 88. (Série Projeto REMAC, 4).

AUGUSTO FILHO, O.; CERRI, L.E.S. **Programa Serra do Mar**: carta geotécnica da Serra do Mar nas folhas de Santos e Riacho Grande. São Paulo: IPT, 1988. 49p.

BIE, C.A.J.M.; LEEUWEN, J.A. van.; ZUIDEMA, P.A. **A Knowledge-Based Software Program for Structured Storage and Retrieval of User-Defined Land Use Data Sets: User's Reference Manual Version 1.04 for MS-DOS**. [S.l.]: ITC: FAO: UNEP: WAU, 1996. Disponível em: <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Luse/Manual/chap2.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

BIGARELLA, J.J. et al. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Um problema de segurança ambiental e nacional**. Curitiba: Gov. PAR/SEPL/ ADEA, 1978. 249p.

BRASIL. **Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: nov. 2009.

BRASIL. **Decreto nº. 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: nov. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

BROOKES, A. **Channelized Rivers**: Perspectives for Environmental Management. Chichester: Wiley-Interscience, 1988.

BUARQUE, S.C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável**: metodologia de planejamento. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 220p.

CARVALHO, C.M.; RIEDEL, P.S. Análise da suscetibilidade a escorregamentos nos entornos dos polígonos de Cubatão-SP, através de técnicas de informação geográfica. **HOLOS Environment**, Rio Claro, v. 4, n. 2, p. 157 – 173, 2004.

CASTRO, J.F.M. Mapa morfodinâmico: uma abordagem metodológica de uso de sistema de informação geográfica (sig). **Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 161 – 185, 1998.

CAVALCANTI, A.P.B. (Org.) et al. **Desenvolvimento sustentável e planejamento**: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC, 1997.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p.415-436.

CRUZ, O. **Estudo dos processos geomorfológicos do escoamento pluvial na área de Caraguatatuba/SP**. 1982. 151 f. Tese (Livre-Docência em Geografia Física) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

CRUZ, O. A Serra do Mar e a preservação de suas vertentes. **Revista Orientação**, São Paulo, n. 7, p. 39-75, 1986.

CRUZ, O. Contribuição geomorfológica ao estudo de escarpas da Serra do Mar. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 8-10 e 11, n. 1, p. 9-20, jan.-jun. 1990.

CUBATÃO. Prefeitura Municipal. Câmara Municipal de Cubatão. **Lei Complementar nº. 2.512**. Institui o Novo Plano Diretor do Município de Cubatão, e dá outras providências, promulgada em 10/09/1998. 1998a. Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/pdir04.htm>. Acesso em: ago. 2008.

CUBATÃO. Prefeitura Municipal. Câmara Municipal de Cubatão. **Lei Complementar nº. 2.513**. Institui normas sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Cubatão, e dá outras providências, promulgada em 10/09/1998. 1998b. Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/pdir04.htm>. Acesso em: ago. 2008.

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

CUNHA, C.M.L.; MENDES, I.A.; SANCHEZ, M.C. A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 01–09, ago. 2003.

DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 21, p. 08–12, 1970.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45 – 60, 1992.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER **Histórico de Rodovias**. 2010. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/institucional/historicorodovias.aspx>. Acesso em: mar. 2010.

DIEGUES, A.C.S. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.6, n.1/2, p.22-29, jan./jun. 1992. Disponível em: http://www.seade.sp.gov.br/produtos/spp/v06n01-02/v06n01-02_05.pdf. Acesso em: jul. 2010.

DOMINGUES, E.N. Caracterização das feições erosivas e relações com o meio Hidrobiológico em áreas impactadas da Serra do Mar, na região de Cubatão (SP). **Geociências**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 61 – 71, 2001.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FELISBINO, R. **Zoneamento geoambiental do município de Itápolis (SP)**. 2006. 97 f. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

FERNANDES, N.F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 51 – 71, out. 2001.

FERREIRA, C.C.; TORRES, F.R.; BORGES, W.R. **Cubatão: Caminhos da História**. Cubatão: Ed. do Autor, 2007. Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/baixada/bsfotos/bslivros02.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

FÚLFARO, V.J.; SUGUIO, K.; PONÇANO, W.L. Gênese das planícies costeiras paulistas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia - SBG, 1974. v. 3. p. 37 – 42.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Perfil Municipal de Cubatão - 2007**. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>. Acesso em: mar. 2010.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) – Cubatão/2008**. Disponível em: www.seade.gov.br/projetos/iprs/ajuda/mun3513504.pdf. Acesso em: mar. 2010.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Perfil Municipal de Cubatão - 2009**. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>. Acesso em: mar. 2010.

GUTBERLET, J. **Cubatão: desenvolvimento, exclusão social e degradação ambiental**. São Paulo: Edusp, 1996. 244p.

GUTBERLET, J. Zoneamento da Amazônia: uma visão crítica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 46, p. 157-174, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n46/v16n46a13.pdf>. Acesso em: nov. 2009. doi: 10.1590/S0103-40142002000300013.

HISTÓRIAS e lendas de Cubatão. **Jornal Eletrônico Novo Milênio**, Santos. Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/ch014f.htm>. Acesso em: jul. 2010.

HOWARD, A.D. Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 13, n. 26, p. 3 – 20, dez. 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**: Nota Explicativa. São Paulo, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Levantamento geológico-geotécnico das áreas de encosta do município de Cubatão (SP)**. São Paulo, 1985. v. II. Relatório n. 20.481.

LAGO, A.A.C. do. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo**: O Brasil e a três conferências ambientais da Nações Unidas. Brasília: Funag – Ministério das Relações Exteriores, 2006. 274p. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/al000189.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

LEITÃO FILHO, H. de F. **Ecologia da mata atlântica em Cubatão (SP)**. São Paulo: UNESP, 1993. 184p.

MARTINS, P.T. de A.; WANDERLEY, V. de L. Dinâmica de ocupação espacial de áreas contíguas (período 1987-2008) e sua relação com tensores de origem antrópica no manguezal do rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 77 – 89, ago. 2009.

MATTOS, S.H.V.L. de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 11-18, ago. 2004.

MENDES, I.A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na Bacia do Córrego Lafon - Araçatuba - SP**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

MONTEIRO, C.A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1973.

NASCIMENTO, S.C. **Comportamento de íons e sua associação a resíduos de indústria siderúrgica em manguezal do sistema estuarino de Santos-Cubatão/SP**. 2007. 112 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, R.C. **Zoneamento ambiental como subsídio para o planejamento de uso e ocupação do solo do município de Corumbataí-SP**. 2003. 141 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PASSARELLA, S. de M. et al. Análise da relação entre escorregamento e formas de vertentes no município de Cubatão (SP) e seus arredores. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 7 – 20, 2008.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. 141p.

PINTON, L. de G.; CUNHA, C.M.L. da. Implicações geomorfológicas da dinâmica do uso da terra da bacia do Córrego do Cavalheiro - Analândia/SP - Brasil. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideo. **Anais...** Montevideo: 12EGAL, 2009. Disponível em: http://egal2009.easyplanners.info/area07/7132_Pinton_Leandro_de_Godoi_.pdf. Acesso em: jul. 2010.

RADAMBRASIL. **Folhas SF. 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia - Secretaria Geral; Ministério da Agricultura; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1983. Escala 1:1.000.000.

RODRIGUES, J.C. As bases geológicas. In: AZEVEDO, A. (Org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. v. I – As bases físicas. São Paulo: Edusp, 1965. p. 23 – 48.

RODRIGUEZ, J.M.M. Planejamento ambiental: base conceitual, níveis e métodos. In: CAVALCANTI, A.P.B. (Org.) et al. **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza: UFC, 1997. p. 37-50.

RODRIGUEZ, J.M.M. Geografia das paisagens, Geoecologia e Planejamento Ambiental (entrevista). **Formação**, Presidente Prudente, v.1, n.10, p.7-27, 2003.

RODRIGUEZ, J.M.M. et al. Análise da paisagem como base para uma estratégia de organização geoambiental: Corumbataí (SP). **Geografia**, Rio Claro, v.20, n.1, p.81-129, abr. 1995.

RODRIGUEZ, J.M.M.; CABO, A.R. de.; BRESCANSIN, R.B. Laudos periciais e pareceres técnicos em áreas litorâneas. In: MAURO, C.A. de (Coord.). **Laudos periciais em depredações ambientais**. Rio Claro: LPM/ Deplan, IGCE, Unesp, 1997. p.177-214.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V. da.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: UFC, 2004. 222p.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientais Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J.L.S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 9, p. 65-76, 1995.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia Ambiental. In: CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.351-388.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 7.ed. São Paulo: Contexto, 2003. 83p.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH-USP/IPT/FAPESP, 1997.

SANTOS, E. de O. Características climáticas. In: AZEVEDO, A. (Org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. v. I – As bases físicas. São Paulo: Edusp, 1965. p. 95 – 150.

SANTOS, R.F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996**. Cria a Região Metropolitana da Baixada Santista e autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista, a criar entidade autárquica a construir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da Baixada Santista, e dá Providências correlatas. São Paulo, 1996. Disponível em: <http://www.agem.sp.gov.br/pdf/Lei%20Complementar%20Estadual%20n%C2%BA%20815.pdf>. Acesso em: jan. 2010.

SATO, S. E. **Zoneamento geoambiental do município de Mongaguá** – Baixada Santista (SP). 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

SILVA, T.C. da. **Demanda de instrumentos de gestão ambiental: zoneamento ambiental**. Brasília: IBAMA, 1997.

SILVEIRA, A. **Diagnóstico ambiental do setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP): uma abordagem geográfica**. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

SIMON, A.L.H.; CUNHA, C.M.L. da. Elaboração do ábaco digital para a identificação de classes de declividade: aplicações na baixa bacia do Rio Piracicaba - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: EDUFV, 2009.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. Coastal erosion and beach morphodynamics along the State of São Paulo (SE Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 68, p. 405-424, 1996.

SOUZA, C.R. de G. et al. **Restinga: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental**. São Paulo: Instituto Geológico - IG, 2008. 104p.

SOUZA, T. de A. de. **Zoneamento geoambiental do município de Praia Grande (SP): uma contribuição aos estudos sobre a Baixada Santista**. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. Passado + Presente = Futuro?. São Paulo: Paulos's Comunicação e Artes Gráficas, 2001. 366p.

SUGUIO, K; MARTIN, L. **Santos**. São Paulo: Secretaria de Obras e do Meio Ambiente; Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1978a. Escala 1:100.000. Auxílio financeiro parcial – FAPESP (Proc. 08 – Geol. 74/284).

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE

QUATERNARY, 1978, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IGCB/IG-USP; SBG, 1978b. 55p. (Special Publication, 1)

SUGUIO, K. et al. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 273 – 286, ago. 1985.

TATIZANA, C. et al. Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicada às encostas da Serra do Mar no município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1987. v. 2, p.237 – 248.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

VEIGA, J.E. da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. **ITC System of geomorphological survey: manual ITC textbook**. Enschede, Netherlands: [s.n.], 1975. v. 1, cap. 8.

YOUNG, A.F.; FUSCO, W. Espaços de Vulnerabilidade Sócio-ambiental para a População da Baixada Santista: identificação e análise das áreas críticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG: ABEP, 2006. p. 2-14.

ZACHARIAS, A.A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos-SP**. 2006. 200 f. Tese (Doutorado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.