

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

VINICIUS TRAVALINI

**ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE
BERTIOGA/SP**

Rio Claro - SP
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

VINICIUS TRAVALINI

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

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

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

Rio Claro – SP
2012

551.4a Travalini, Vinicius
T779z Zoneamento geoambiental do município de Bertiooga/SP /
Vinicius Travalini. - Rio Claro : [s.n.], 2012
171 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

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

1. Geomorfologia. 2. Geoecologia das paisagens. 3.
Planejamento ambiental. 4. Litoral. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

VINICIUS TRAVALINI

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

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

Comissão Examinadora

Profª Drª Cenira Maria Lupinacci da Cunha (Orientadora) – IGCE/UNESP/Rio Claro

Profª Drª Regina Célia Oliveira – IG/UNICAMP

Profª Drª Andréia Medinilha Pancher – IGCE/UNESP/Rio Claro

Rio Claro, SP _____ de _____ de _____

Dedico este trabalho, com muito amor, a: Marcos, Mara, Leonardo e Júlia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida.

Aos meus pais, pelo amor, exemplo de vida e incentivo aos estudos.

Ao meu irmão, Leonardo, pelo companheirismo.

À Júlia, por trilhar os caminhos ao meu lado, sempre.

À Nina, pelo companheirismo literário e pela revisão do texto.

À professora Cenira, pela orientação neste trabalho e principalmente pelo imenso aprendizado.

À professora Regina Célia Oliveira, pela participação na banca de qualificação, pelo fornecimento das fotografias aéreas, e pelas conversas sobre a geomorfologia litorânea.

À professora Andréia Medinilha Pancher, pelas contribuições ao trabalho na banca de qualificação.

À professora Paulina Setti Riedel, pelo fornecimento do mosaico das Ortofotos.

Aos professores da UNESP de Rio Claro, que contribuíram para o aprendizado da ciência geográfica.

Aos companheiros do Laboratório de Geomorfologia (LAGEO), pelo aprendizado e amizade.

Adriano, Tissiana, Leonardo, Cleberson, Claudia Vanessa, Debora, Camila, Ana Cecília, Lindyce e Simone. À Anna Datri, pela contribuição no mapeamento.

Ao Zé Eduardo e Juliana, pela amizade e pelos ensinamentos da língua inglesa.

À professora Hyung Mi Kim, pelo aprendizado da língua francesa e pelas longas conversas literárias e acadêmicas.

Aos novos colegas de trabalho da CETESB.

Aos amigos da UNESP, agradeço por tudo: Morsa, Galã, Gueixa, Júlia Oshima, Maria, Paulinha, Tom, Pinton, Larissa, Juliana, Matheus das Flautas, Yuri, Sayuri, Zen.

À Zona do Agrião, amizade e arte: Pedro Barnez, Júlio Barnez, Yuri Forte, Pietro Terlizzi, Hélio Checon e Luiz Campos.

Ao amigo André Oliveira, de Londrina, que mesmo com a distância sempre compartilhamos lembranças e alegrias.

A todos os amigos que de alguma maneira estiveram presentes durante o trajeto acadêmico.

A todos os funcionários do DEPLAN, em especial a Bete e a Magali.

A todos os funcionários da Biblioteca da UNESP de Rio Claro.

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

Río Abajo
(Jorge Drexler)

Río abajo corre el agua
río abajo, rumbo al mar
desde el puente
veo el agua del río pasar y pasar
miro abajo y río
de verme pensar:
que yo soy el agua
y tu la ley de gravedad

la vida es larga y yo voy a seguir
camino de tus brazos
si el río corre, no puede más que ir
río abajo

río abajo, y vamos,
que la vida es un tobogán
duele menos soltar la baranda
y dejarse llevar
como el agua del río
camino del mar
yo soy de hierro
cuando tu eres un imán

el agua da rodeos y al fin termina
siempre por abrirse paso
vendrás ,tarde o temprano hasta mí,
yo sé,
yo soy tu mar y tu vas río abajo.

RESUMO

As regiões litorâneas apresentam-se entre as mais povoadas do planeta. No entanto, estas áreas estão situadas em ambientes de elevada fragilidade ambiental, principalmente em função da delicada interação sistêmica entre o mar e o continente. Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo apresentar uma proposta de Zoneamento Geoambiental, na escala de 1:50.000, para o município de Bertioga, localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo. Este zoneamento baseou-se na Geoecologia das Paisagens, proposta por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004). Tal metodologia, através de uma abordagem multidisciplinar, e baseada na Teoria Geral dos Sistemas, busca oferecer subsídios metodológicos e procedimentos técnicos de investigação na procura de ampliar a análise sobre o meio natural. A partir da elaboração de um conjunto de documentos cartográficos, buscou-se obter uma visão sistêmica das características naturais e socioeconômicas da área de estudo. Em seguida, esses dados foram integrados e analisados, resultando em dois documentos cartográficos de síntese: Carta de Unidades Geoambientais e Carta de Estado Geoambiental. A partir da Carta de Unidades Geoambientais, foi possível identificar e espacializar as diferentes unidades geoambientais que compõem os sistemas ambientais do município, considerando o funcionamento de cada uma delas, a partir das características naturais, em conjunto com o uso da terra. Já a Carta de Estado Geoambiental permitiu verificar, em cada uma das unidades, os níveis de degradação e a capacidade de absorção dos impactos advindos da ação antrópica. A partir das análises apresentadas, foram apontadas algumas recomendações para cada uma das unidades geoambientais. Assim, através da realização do Zoneamento Geoambiental do município de Bertioga, espera-se oferecer subsídios ao planejamento e organização espacial de uso e ocupação do território e também à minimização dos danos ambientais e sociais nas áreas litorâneas.

Palavras-chave: Zoneamento Geoambiental. Geoecologia das Paisagens. Planejamento ambiental. Litoral. Geomorfologia.

ABSTRACT

The coastal regions are one of the most populated areas in the world. However, these areas are located in highly fragile environments, mainly because of the delicate systemic interaction between the continent and the sea. This research presents a proposal of a Geoenvironmental Zoning, in the scale 1:50.000, of the city of Bertioga, located in the Metropolitan Region of Santos, in the center-south coast of São Paulo State, Brazil. The zoning was based in the Landscape Geoecology, suggested by Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004). This methodology, with a multidisciplinary approach, and based in the General System Theory, offers methodological subsidies and technical procedures to expand the analysis about the natural environment. Developing a set of maps, a systemic overview of the natural and socioeconomical characteristics of the study area was obtained. Data was then integrated and analysed, resulting in two synthesis maps: Geoenvironmental Units Map and Geoenvironmental Conditions Map. The Geoenvironmental Units Map identified and spatialized the different geoenvironmental units that make up the environmental systems in Bertioga, considering the behavior of each one in natural characteristics and land use. The Geoenvironmental Conditions Map verified, in each one of the geoenvironmental units, the degradation levels and the capacity to absorb impacts of anthropic action. Following analysis suggestions were made to the geoenvironmental units. The Geoenvironmental Zoning of the city of Bertioga is expected to offer subsidies to the planning and the spatial organization of land use, and also reduce the environmental and social damages in coastal areas.

Key-words: Geoenviromental Zoning. Landscape Geoecology. Environmental planning. Coastal areas. Geomorphology.

RESUMEN

Las regiones litoraleñas se encuentran entre las más pobladas del planeta. Sin embargo, estas áreas se encuentran situadas en ambientes de elevada fragilidad ambiental, principalmente debido a la delicada interacción sistémica entre el mar y el continente. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo presentar una propuesta de Zoneamiento Geoambiental, en la escala de 1:50.000, para el municipio de Bertioga, localizado en la Região Metropolitana da Baixada Santista, Estado de São Paulo. Este zoneamiento se basó en la Geoecología de los Paisajes, propuesta por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004). Dicha metodología, a través de un abordaje multidisciplinar, y basada en la Teoría General de los Sistemas, busca ofrecer sustento metodológico y procedimientos técnicos de investigación en la búsqueda de ampliar el análisis sobre el medio natural. A partir de la elaboración de un conjunto de documentos cartográficos se busco obtener una visión sistémica de las características naturales y socioeconómicas del área de estudio. Estos datos fueron integrados y analizados, teniendo como resultado dos documentos cartográficos de síntesis: Carta de Unidades Geoambientales y Carta de Estado Geoambiental. A partir de la Carta de Unidades Geoambientales, fue posible identificar y espacializar las diferentes unidades geoambientales que componen los sistemas ambientales del municipio, considerando el funcionamiento de cada una de ellas a partir de las características naturales en conjunto con el uso de la tierra. Ya la Carta de Estado Geoambiental permitió verificar, en cada uno de las unidades, los niveles de degradación y la capacidad de absorción de los impactos causados por la acción antrópica. A partir de los análisis presentados fueron apuntadas algunas recomendaciones para cada una de las unidades geoambientales. De modo que, a través de la realización del Zoneamiento Geoambiental del municipio de Bertioga, se espera sustentar el planeamiento y organización espacial de uso y ocupación del territorio y también contribuir a la minimización de los daños ambientales y sociales en las áreas litoraleñas.

Palabras Chave: Zoneamiento Geobambiental. Geocología de los Paisajes. Planeamiento ambiental. Litoral. Geomorfología.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. A ÁREA DE ESTUDO	20
2.1 Localização e contextualização da área de estudo.....	20
2.2 Caracterização física da área de estudo.....	27
2.3 Aspectos históricos e socioeconômicos da área de estudo	47
3. O ZONEAMENTO NO CONTEXTO DA ANÁLISE AMBIENTAL.....	59
4. MÉTODO E TÉCNICAS	74
4.1 Método – A Teoria Geral dos Sistemas	74
4.2 Técnicas.....	81
4.2.1 Base Cartográfica	81
4.2.2 Cartas Morfométricas.....	82
4.2.3 Carta Geológica	97
4.2.4 Carta Pedológica	98
4.2.5 Carta Geomorfológica.....	98
4.2.6 Cartas de Uso da Terra	102
4.2.7 Carta de Unidades Geoambientais.....	103
4.2.8 Carta de Estado Geoambiental.....	110
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS: UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA.....	112
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152
APÊNDICES	160

ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Base Cartográfica do Município de Bertioga/SP	161
APÊNDICE B - Carta de Unidades Geoambientais do município de Bertioga/SP ..	162
APÊNDICE C - Legenda explicativa das unidades geoambientais definidas na Carta de Unidades Geoambientais do município de Bertioga/SP.....	163
APÊNDICE D - Carta Geológica do município de Bertioga/SP	164
APÊNDICE E - Carta Pedológica do município de Bertioga/SP.....	165
APÊNDICE F - Carta Clinográfica do município de Bertioga/SP.....	166
APÊNDICE G: Carta de Dissecção Vertical do município de Bertioga/SP.....	167
APÊNDICE H: Carta de Dissecção Horizontal do município de Bertioga/SP.....	168
APÊNDICE I: Carta Geomorfológica do município de Bertioga/SP.....	169
APÊNDICE J: Carta de Uso da Terra do município de Bertioga/SP (1962).....	170
APÊNDICE L: Carta de Uso da Terra do município de Bertioga/SP (2010).....	171
APÊNDICE M: Carta de Estado Geoambiental do município de Bertioga/SP.....	172
APÊNDICE N: CD contendo o material cartográfico elaborado (escala 1:50.000)..	173

1. INTRODUÇÃO

Em toda sua trajetória científica, a Geografia envolveu o estudo das relações entre sociedade e natureza. Nas últimas décadas, o entendimento dessas relações tornou-se bastante pertinente, principalmente no que se refere às questões ambientais, devido às novas dinâmicas de uso e apropriação do território, marcadas pela intensa tecnificação e cientifização.

Nesse âmbito, Ross (2006) afirma que a Geografia contemporânea está preparada para os estudos ambientais, pois “[...] dispõe de métodos necessários, com um imenso volume de dados e informações científicas sobre o meio natural e seus recursos [...]”. (ROSS, 2006, p. 16). O autor ainda ressalta que as diretrizes das pesquisas geográficas devem objetivar

não só o entendimento das potencialidades dos recursos naturais, mas também das potencialidades humanas, das fragilidades dos sistemas ambientais naturais, como também das fragilidades socioculturais das sociedades humanas. (ROSS, 2006, p. 20).

Com o objetivo de contribuir para o entendimento do processo de ocupação e das fragilidades existentes nas áreas pioneiras de povoamento do território brasileiro, Oliveira (2008) propõe um estudo envolvendo a realização de Zoneamentos Geoambientais como subsídio ao planejamento e ordenação territorial das regiões da Costa do Cacau e Costa do Descobrimento, no estado da Bahia, e da região da Baixada Santista, no estado de São Paulo.

Nesse contexto, o município de Bertioga, localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo, constitui-se como a área de estudo da presente pesquisa. Considerando a importância da realização de Zoneamentos Geoambientais como subsídio ao planejamento ambiental das áreas pioneiras de povoamento do território brasileiro, esta pesquisa propõe-se a realizar um Zoneamento Geoambiental, na escala de 1:50.000, para o município de Bertioga, a partir da proposta de Oliveira (2008), a qual está alicerçada na metodologia de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

Segundo Oliveira (2008), a realização de Zoneamentos Geoambientais das áreas pioneiras de povoamento do território brasileiro, através de uma abordagem sistêmica, é importante por três motivos: primeiro, pelo povoamento secular da

região, que sofre a ação da ocupação antrópica a mais de cinco séculos; segundo, devido à presença nestas regiões de atividades econômicas muito significativas para os seus respectivos estados; e terceiro devido à pressão causada ao meio ambiente referente à intensa atividade do uso da terra nessas localidades. (OLIVEIRA, 2008).

Em relação à dinâmica da ocupação da Baixada Santista, Lamparelli et al. (1998) aponta que

No último século, a Baixada Santista vem passando por profundas modificações, com influências marcantes nos aspectos econômicos e sociais, além das alterações na paisagem e qualidade ambiental. O quadro da ocupação econômica da Baixada Santista é de intensa urbanização, decorrente seja da industrialização, seja do sistema portuário ou turismo. (LAMPARELLI et al., 1998, p. 13).

Dessa forma, ao propor o estudo de Zoneamento Geoambiental para os municípios pertencentes à Baixada Santista, Oliveira (2008) acredita que

Analisando como se dá esse processo de ocupação e qual as fragilidades ambientais das áreas em estudo é possível contribuir para a organização de medidas de prevenção ao uso desse espaço, de forma a minimizar acidentes que possam trazer danos ambientais. (OLIVEIRA, 2008, p. 5).

Segundo Mateo Rodriguez, Cabo e Brescansin (1997, p. 177), as regiões litorâneas “constituem uma categoria particular de sistemas ambientais, nos quais, de maneira complexa, se leva em conta a interação entre os ambientes terrestres e marinhos.” Essa interação é decorrente da ação de diversos fatores, derivando num “complexo e delicado equilíbrio resultante de uma frágil relação sistêmica entre o mar e continente.” (MATEO RODRIGUEZ; CABO; BRESCANSIN, 1997, p. 177).

Quanto às atividades antrópicas nos ambientes litorâneos, Mateo Rodriguez, Cabo e Brescansin (1997, p. 178) afirmam que essas áreas encontram-se entre as mais povoadas da Terra. Isto ocorre, segundo os autores, devido ao favorecimento locacional associado às áreas litorâneas, como por exemplo, a presença de pontos preferenciais para a comunicação e o transporte e o valor de recursos (pesqueiros, turísticos e minerais), acarretando em uma “intensa ocupação humana, característica de uma forte atividade dos processos produtivos, do consumo e do intercâmbio.”.

No entanto, Mateo Rodriguez, Cabo e Brescansin (1997, p. 178) chamam a atenção no sentido de que “a atividade humana tem, muitas vezes, ultrapassado a capacidade de sustentação dos sistemas ambientais litorâneos”, ressaltando a “pressão do mercado imobiliário e o exacerbado caráter mercantil da ocupação e exploração [...], sobretudo no que diz respeito à urbanização e ao turismo.” Estes fatores têm sido, segundo os autores, a causa do “caráter predatório da exploração dos sistemas ambientais litorâneos.” (MATEO RODRIGUEZ; CABO; BRESCANSIN, 1997, p. 179).

Drew (2011) afirma que existem dois fatores principais, responsáveis pela degradação dos ambientes litorâneos. Um deles é a significativa presença das ocupações humanas nesses ambientes. O segundo fator é a fragilidade apresentada pelos sistemas litorâneos, envolvendo um universo de ambientes instáveis, mesmo quando as interferências humanas são pequenas. Com efeito, o autor nos destaca que

Dois fatores são responsáveis pela forte alteração sofrida pelos ambientes litorâneos, superior mesmo à da maioria dos outros ambientes geomórficos. Em primeiro lugar, as costas do mundo inteiro são focos de povoamento humano. [...] O segundo fator é a relativa fragilidade de muitas linhas costeiras, principalmente nos ambientes marinhos batidos pelas ondas (alta energia). [...] Embora os litorais sejam frequentemente considerados como ambientes “sensíveis”, por vezes certas áreas são particularmente instáveis e propensas a sérias mudanças, mesmo que a interferência humana seja pequena. (DREW, 2011, p. 128-129).

Nesse âmbito, Cavalcanti (1997) expõe algumas considerações acerca da conservação dos recursos naturais dos ambientes litorâneos. Segundo o autor,

as ações básicas para o desenvolvimento sustentável em áreas costeiras devem *prever a conservação das condições do nosso meio ambiente*, tendo em vista uma utilização sustentada das espécies e dos ecossistemas, da manutenção dos processos ecológicos essenciais e dos sistemas de sustentação da vida e da preservação da diversidade genética. (CAVALCANTI, 1997, p. 64, grifo do autor).

Dessa forma, considera-se que a realização de um Zoneamento Geoambiental do município de Bertioga é fundamental para o entendimento das questões que envolvem o planejamento ambiental dos sistemas litorâneos,

integrando o uso dos recursos naturais disponíveis com o desenvolvimento socioeconômico da região.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar um Zoneamento Geoambiental do município de Bertioga-SP, de acordo com a proposta metodológica de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), a fim de contribuir para o planejamento ambiental e para o ordenamento do uso e ocupação da área. Acredita-se que um zoneamento baseado na visão sistêmica permite uma maior compreensão da integração entre os sistemas ambiental e socioeconômico da área de estudo.

Para atingir tal objetivo geral, têm-se como objetivos específicos:

- Realizar a caracterização socioeconômica do município de Bertioga, a fim de avaliar a dinâmica histórica do uso da terra, assim como a dinâmica atual da ocupação do território. Para tanto, foram elaboradas cartas de uso da terra de diferentes períodos. Foi também analisada a importância social e econômica do município em nível regional, através de levantamentos bibliográficos, documentação histórica e fotografias;
- Realizar a caracterização ambiental do município de Bertioga, a fim de levantar e avaliar as condições dos componentes naturais do município. Para atingir esse objetivo, foram elaboradas diferentes cartas, como a Carta Pedológica, Geológica, Geomorfológica e Morfométricas;
- Delimitar as Unidades Geoambientais, através da inter-relação dos componentes socioeconômicos (antrópicos) e naturais (geoambientais) levantados. Dessa forma, foi possível elaborar a Carta de Unidades Geoambientais;
- Avaliar o Estado Geoambiental da área de estudo, de acordo com os níveis de degradação das diferentes unidades delimitadas. Assim, foi elaborada a Carta de Estado Geoambiental, que possibilita identificar os problemas de uso e ocupação das unidades geoambientais, e em seguida, propor diretrizes para o planejamento e ordenamento das áreas em questão.

No campo das pesquisas ambientais, existe uma grande diversidade entre as propostas metodológicas que visam contribuir para o planejamento ambiental e ordenamento do território, destacando-se as análises integradas da paisagem, as quais, baseadas no modelo sistêmico, visam contribuir para o planejamento do uso racional dos recursos naturais pela sociedade. Dentre elas, podemos destacar as

propostas de Tricart (1977), Ross (1990, 1994), Becker e Egler (1996), Crepani et al. (2001 citado por FLORENZANO, 2008), e Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

Estas propostas serão discutidas com maiores detalhes no capítulo “O Zoneamento no Contexto da Análise Ambiental”, cabendo destacar neste momento a proposta elaborada por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

Estes autores propõem a realização do Zoneamento Geoambiental como subsídio ao planejamento ambiental e ordenamento territorial, enfatizando os limites territoriais municipais. Nesse âmbito, considera-se de grande importância a orientação dessa proposta em relação à integração, através da concepção sistêmica dos dados referentes aos sistemas natural e socioeconômico do ambiente litorâneo em que o município de Bertioga está inserido.

A proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) está fundamentada na Geoecologia das Paisagens. Esta metodologia está alicerçada em uma análise sistêmica, e baseia-se em uma perspectiva multidisciplinar, a qual, valorizando a questão ambiental, oferece “subsídios metodológicos e procedimentos técnicos de investigação na procura de ampliar a análise sobre o meio natural.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 13).

Nesse contexto, a metodologia de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) está pautada em uma análise integrada dos componentes antrópicos e naturais, através de uma caracterização socioeconômica e geoecológica, “que subsidiará a elaboração de uma documentação temática e a formulação de textos científicos e de caráter técnico operacional com vistas ao planejamento territorial.” (OLIVEIRA, 2008, p. 11).

Frente a essa proposta, realizou-se, primeiramente, um levantamento dos componentes antrópicos (caracterização socioeconômica) e dos componentes naturais (caracterização geoecológica), através da pesquisa bibliográfica e da elaboração de materiais cartográficos referentes à área de estudo (Base Cartográfica, Cartas Morfométricas, Carta Pedológica, Carta Geológica, Carta Geomorfológica e Cartas de Uso da Terra).

Em seguida, pautado nos métodos de análise da Geoecologia das Paisagens, este estudo analisa, mediante o enfoque sistêmico, a interação entre os componentes ambientais e socioeconômicos da área de estudo. Assim, a partir da integração dos resultados obtidos com a elaboração dos documentos cartográficos,

foi possível a realização de um diagnóstico eficiente da área em questão, identificando as situações das diferentes unidades geoambientais. A situação ecológica da área de estudo foi, por fim, representada cartograficamente pela Carta de Unidades Geoambientais e pela Carta de Estado Geoambiental. Estes documentos servirão como um auxílio na realização do Zoneamento Geoambiental do município de Bertioga-SP.

O presente trabalho está dividido nos seguintes capítulos: Caracterização da Área de Estudo; Revisão Bibliográfica a respeito do Zoneamento, no Contexto da Análise Ambiental; Método e Técnicas; Análise dos Resultados; Considerações Finais; e Referências Bibliográficas.

O capítulo referente à Caracterização da Área de Estudo apresenta uma revisão bibliográfica a respeito dos aspectos físicos e ambientais, assim como dos aspectos históricos e socioeconômicos do município de Bertioga, buscando entendê-los, de maneira sistêmica, no contexto em que está inserido.

A revisão bibliográfica sobre o Zoneamento no Contexto da Análise Ambiental apresenta algumas propostas de zoneamento utilizadas por diversos autores no âmbito do planejamento ambiental. Discute-se também a proposta de Zoneamento Geoambiental utilizada neste trabalho, realizada por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

No capítulo seguinte, são apresentados o método e as técnicas utilizadas para a realização do Zoneamento Geoambiental de Bertioga. É realizada uma revisão bibliográfica a respeito da Teoria Geral dos Sistemas, que consiste na base teórico-metodológica que respalda a proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004). Em seguida, apresentam-se os procedimentos utilizados na elaboração do material cartográfico (Base Cartográfica, Carta Clinográfica ou de Declividade, Carta de Dissecção Vertical, Carta de Dissecção Horizontal, Carta Geológica, Carta Pedológica, Carta Geomorfológica, Cartas de Uso da Terra – cenários 1962 e 2010, Carta de Unidades Geoambientais e Carta de Estado Geoambiental).

Posteriormente, no capítulo referente à análise dos resultados, foi realizada uma descrição e avaliação das Unidades Geoambientais do município de Bertioga, destacando as propriedades ambientais e socioeconômicas e também o Estado Geoambiental de cada uma das unidades identificadas.

Além disso, são apresentadas as considerações finais referentes ao trabalho realizado, destacando o alcance dos objetivos propostos, as vantagens e desvantagens da aplicação da metodologia, assim como as contribuições pretendidas com a realização desta pesquisa.

2. A ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização e contextualização da área de estudo

O município de Bertioga está localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista, subdivisão político-administrativa situada no litoral do estado de São Paulo (Figura 1). Esta Região Metropolitana também incorpora os municípios de Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente.

O município de Bertioga localiza-se entre as latitudes 23°38'34"S e 23°53'22"S e entre as longitudes 45°47'31"W e 46°14'36"W. Está distante 106 km da capital paulista e limita-se a Oeste com o município de Santos, ao Norte com os municípios de Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis, a Leste com o município de São Sebastião, e ao Sul com o município de Guarujá e com o Oceano Atlântico.

Segundo a Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM, 2002), sua extensão territorial é de 482 km², correspondendo a 20,3% da área total da Região Metropolitana da Baixada Santista. A extensão da sua costa possui um total de 45 km, sendo 36 km de linha de praia, dividida em sete praias, e 9 km de extensão de costões rochosos. (AGEM, 2004).

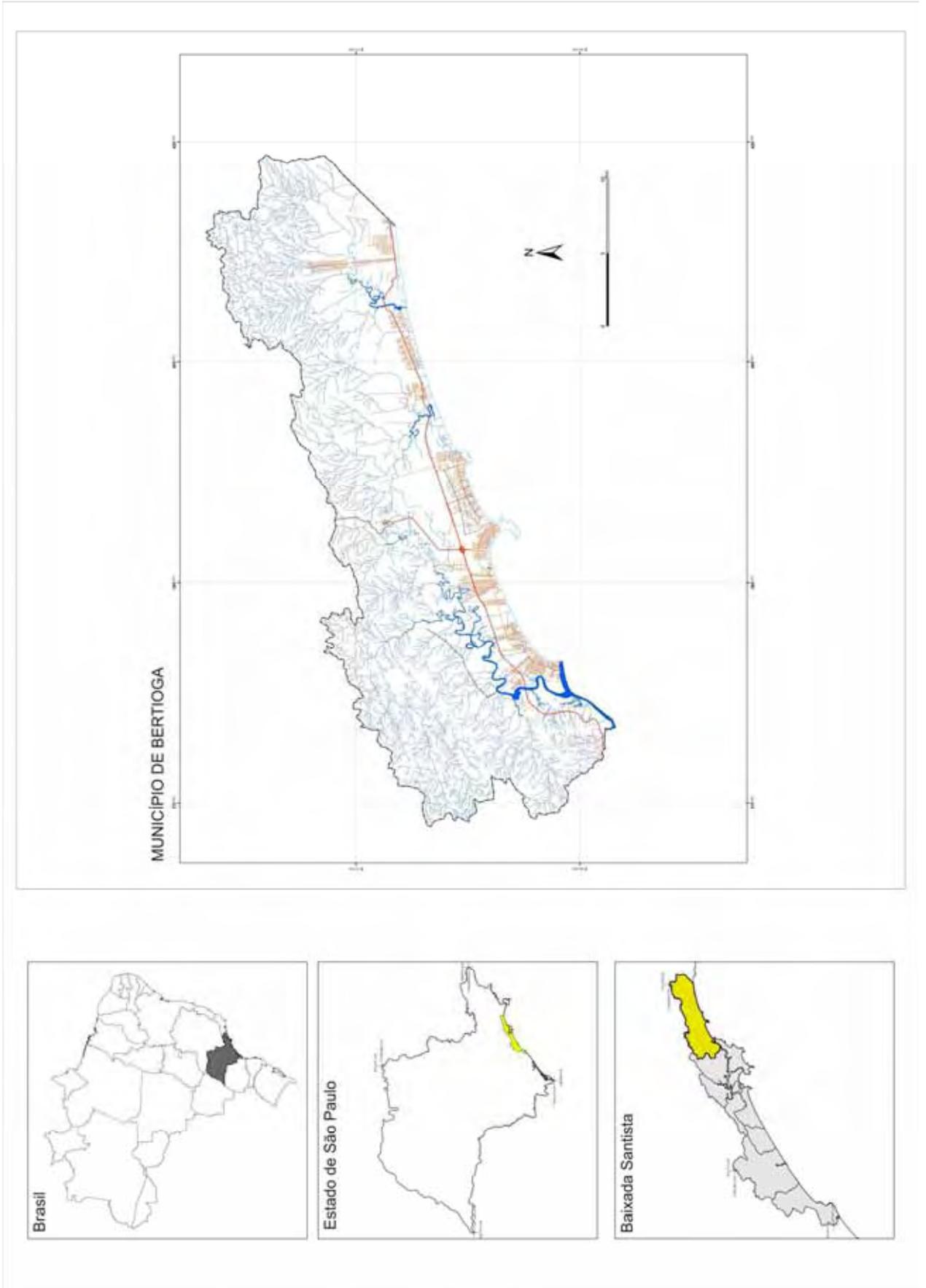


Figura 1: Localização do município de Bertiooga-SP.
Fonte: Elaboração do autor.

Considerando a geomorfologia como área do conhecimento integradora dos diversos processos que envolvem a dinâmica da paisagem, com um destaque para as formas de relevo, entende-se que essa é fundamental no contexto da análise da atuação antrópica nos diversos tipos de ambientes da superfície terrestre.

A esse respeito, Sato (2008) destacou a importância da compartimentação e mapeamento das características do relevo, as quais se apresentam como

ferramentas fundamentais para a otimização do planejamento, haja vista a importância das formas e processos geomorfológicos, presentes no espaço, para o desencadeamento das atividades humanas referentes ao uso e a ocupação da terra. (SATO, 2008, p. 32).

Em relação ao estabelecimento de limites territoriais frente à complexidade dos ambientes naturais e antropizados, Ross (1990) ressalta que

A complexidade dos ambientes naturais, bem como dos alterados pelo homem, é de tal ordem que não se pode estabelecer seus limites territoriais com precisão. Isto porque não se tem modificações bruscas de uma condição ambiental para outra. Por outro lado, é fato também importante o infinito fracionamento do quadro ambiental, podendo-se identificar quantos quadros ambientais se queira em um determinado território, por menor que este seja. Para tanto, basta definir o grau de detalhamento e verticalização da pesquisa e da geração de informação, e isso passa obrigatoriamente pela escala de trabalho. (ROSS, 1990, p. 12).

De acordo com Almeida (1964), a primeira subdivisão do relevo do estado de São Paulo registrada cartograficamente foi realizada por Moraes Rego (1932, citado por ALMEIDA, 1964). Segundo Almeida (1964), esta divisão realizada por Moraes Rego (1932) apresentou “uma análise do relevo paulista baseada em sua constituição geológica, nos movimentos epirogênicos e ciclos geomórficos que o afetaram.” (ALMEIDA, 1964, p. 169). De acordo com o autor, o trabalho de Moraes Rego (1932), assim como o trabalho de Deffontaines (1935), estabeleceram “três grandes províncias geomórficas do estado de São Paulo: a Costeira, a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental.” (ALMEIDA, 1964, p. 182).

Por sua vez, Almeida (1964) elabora uma compartimentação geomorfológica do relevo paulista, destacando a “participação da estrutura geológica e do diastrofismo em sua configuração.” (ALMEIDA, 1964, p. 169). Esta

compartimentação dividiu o relevo do estado de São Paulo em províncias geomórficas, “que aproximadamente correspondem às grandes divisões de sua geologia e se estendem aos estados vizinhos.” (ALMEIDA, 1964, p. 183). Dessa forma, o autor subdividiu as províncias em zonas, sobretudo a partir “de feições locais do relevo: altitude, amplitude, orientação das formas topográficas, extensão de superfícies de erosão antigas, processos de erosão e sedimentação, etc.” (ALMEIDA, 1964, p. 183). Por fim, o autor aponta que algumas dessas zonas também foram subdivididas em subzonas, “quando diversidades estruturais ou morfológicas o recomendaram.” (ALMEIDA, 1964, p. 183).

De acordo com a compartimentação elaborada por Almeida (1964), o município de Bertioga está inserido na província geomórfica denominada Província Costeira, assim como em pequenos trechos da província Planalto Atlântico. A Província Costeira, segundo o autor, 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 à beira-mar cede lugar a uma seqüência de planícies de variadas origens.” (ALMEIDA, 1974, p. 220).

Essa província foi dividida, de acordo com o autor, da seguinte maneira: uma zona descontínua, denominada Baixadas Litorâneas, e outra, contínua, denominada Serrania Costeira. Esta última, a partir das diversidades de estrutura e relevo, foi subdividida nas subzonas Serra do Mar e Serra de Paranapiacaba.

Quanto à província geomórfica Planalto Atlântico, esta foi subdividida, segundo Almeida (1964), em 11 diferentes zonas. O autor explica que o grande número de divisões do planalto “se justificam ante as variedades de aspectos topográficos, estruturais e genéticos que se apresentam nessa complexa região.” (ALMEIDA, 1964, p. 184).

A divisão geomorfológica de IPT (1981) baseou-se, principalmente, na compartimentação das províncias geomorfológicas propostas por Almeida (1964). No entanto, foram realizadas algumas alterações significativas na subdivisão de algumas províncias. No que tange à Província Costeira, houve a criação de uma nova zona, a Morraria Costeira, assim como houve uma nova subdivisão da zona Serrania Costeira.

Dessa forma,

a Serrania Costeira foi redefinida, já que os morros e morrotes do Vale do Ribeira passaram a constituir uma zona, a Morraria Costeira. Cinco subzonas foram ainda reconhecidas na Serrania Costeira. A exemplo do Planalto da Bocaina, foram aí também identificados restos isolados de planaltos. (IPT, 1981, p. 25).

Sendo assim, a compartimentação referente à Província Costeira, proposta por IPT (1981), configura-se da seguinte maneira:

1 - Serrania Costeira, subdividida nas seguintes subzonas:

- 1a) Serra do Mar;
- 1b) Serra de Paranapiacaba;
- 1c) Serrania de Itatins;
- 1d) Serrania do Ribeira;
- 1e) Planaltos Interiores.

2 - Baixadas Litorâneas

3 - Morraria Costeira

No que diz respeito à subdivisão do Planalto Atlântico, a proposta de IPT (1981) também apresentou alterações em suas zonas geomorfológicas, em relação à proposta de Almeida (1964). Segundo IPT (1981), “embora muitas delas [zonas geomorfológicas] tenham sido conservadas, algumas sofreram alterações devido à identificação de subzonas [...]. Outras zonas foram redefinidas [...] duas novas zonas foram propostas.” (IPT, 1981, p. 25).

A respeito das relações das unidades do relevo paulista com a geologia, IPT (1981) ilustra a situação do litoral do estado de São Paulo, ao afirmar que

No estado de São Paulo, do litoral para o interior, passa-se de uma costa recortada a nordeste de Santos e retificada a sul desta cidade, a uma região serrana. Esta ora se apresenta na forma de escarpas abruptas e quase lineares, em que se nota mais claramente a disposição alongada dos paredões condicionada por linhas de falhas, ora se desfaz em uma murraria marcada por longos espigões, também alinhados segundo recortes feitos sob imposição estrutural. São as serras do Mar e Paranapiacaba, respectivamente. (IPT, 1981, p. 21)

Dessa forma, os limites entre a Província Costeira e o Planalto Atlântico se dão na região da Serra do Mar, a partir das transições marcantes do relevo, representadas pelas escarpas.

Em razão da variação dimensional das planícies costeiras ao longo do litoral paulista, existem diversas classificações regionais referentes ao ambiente costeiro do estado de São Paulo. IPT (1981) apresenta a caracterização de Ab'Saber (1956), que aponta as diferenças entre os chamados Litoral Norte e Litoral Sul. Segundo o autor, no Litoral Norte “os esporões da Serra do Mar e os pequenos maciços e morros litorâneos isolados atingem diretamente as águas oceânicas, dominam costas altas e jovens”, ao passo que as planícies do Litoral Sul são “enfeixadas por extensas praias barreiras [...]” e “[...] apresentam maior largura e maiores tratos de terrenos firmes, discretamente ondulados.” (AB’SABER, 1956, citado por IPT, 1981, p. 55).

Ao analisar toda a faixa do litoral paulista e o litoral extremo sul do Rio de Janeiro, Suguio e Martin (1978a) identificam, nessa região, as características inteiramente diferentes entre o norte e o sul. Essa região é dividida pelos autores em cinco unidades (quatro delas no estado de São Paulo e uma no Rio de Janeiro), levando em consideração os pontões do Embasamento Pré-Cambriano como limites naturais.

De sul para norte, as unidades do litoral paulista definidas por Suguio e Martin (1978a), são: Unidade de Cananéia-Iguape, Unidade de Itanhaém-Santos, Unidade de Bertioga-Ilha de São Sebastião e Unidade de Ilha de São Sebastião-Serra do Parati. Os autores afirmam que a primeira destas unidades, ao sul, “é praticamente preenchida por sedimentos quaternários”, ao passo que quando se desloca para o norte, “constata-se que as outras planícies tornam-se cada vez menos preenchidas.” (SUGUIO; MARTIN, 1978a, p. 1).

Suguio e Martin (1978a) destacam que as diferenças constatadas entre os chamados Litoral Norte e Sul podem ser explicadas tanto por diferenças na dinâmica de sedimentação quanto por influência da tectônica. Desse modo, os autores apontam que essas diferenças são igualmente mostradas pela largura da plataforma continental e em consequência de seu declive. Assim, eles afirmam ser “mais lógico procurar o mecanismo desta diferenciação em um fenômeno de flexura continental diferencial.” (SUGUIO; MARTIN, 1978a, p. 3).

Ab'Saber (2000) elaborou uma setorização de todo o litoral brasileiro, totalizando 49 setores. Destes, oito encontram-se na faixa litorânea do estado de São Paulo e, segundo o autor, Bertioga está localizada em dois destes setores:

- Setor Sul do Litoral Norte de São Paulo – sucessão de pequenas baías com setores de costões e costeiras e restingas de diferentes extensões. Projeção de altos e pequenos esporões florestados da Serra do Mar, com atenuações marcantes até as proximidades de Bertioga.
- Setor Baixada Santista e Ilhas de São Vicente e Santo Amaro – Cubatão, Piassaguera e Canal da Bertioga. Terminação Sul do Litoral Norte de São Paulo, com aumento das faixas de sedimentação (restingas) na direção de Bertioga. Região dominada pelo ecossistema psamófilo dos jardús. 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'SABER, 2000, p. 39)

Frente às propostas apresentadas de compartimentação do relevo do estado de São Paulo, o município de Bertioga enquadra-se, conforme a proposta de Almeida (1964), na Província Costeira, nas zonas Baixadas Litorâneas e Serrania Costeira, subzona Serra do Mar. De acordo com a proposta deste autor, Bertioga também se localiza em pequenos trechos da província Planalto Atlântico, especificamente na zona Planalto Paulistano. Em relação à proposta de IPT (1981), Bertioga segue a mesma localização da proposta de Almeida (1964), com exceção à região de Planalto, inserida na subzona Morraria do Embú.

Já em relação à compartimentação proposta por Suguio e Martin (1978a), Bertioga localiza-se na Unidade de Bertioga-Ilha de São Sebastião. Por fim, de acordo com a setorização proposta por Ab'Saber (2000), constata-se que o município de Bertioga enquadra-se em dois setores, a saber, no Setor Sul do Litoral Norte de São Paulo e Setor Baixada Santista e Ilhas de São Vicente e Santo Amaro (Tabela 1).

AUTOR	MUNICÍPIO DE BERTIOGA		
Almeida (1964)	Planalto Atlântico/Planalto Paulistano	Serrania Costeira/Subzona Serra do Mar	Baixadas Litorâneas
IPT (1981)	Planalto Atlântico/Planalto Paulistano/Morraria do Embú	Serrania Costeira/Subzona Serra do Mar	Baixadas Litorâneas
Suguió; Martin (1978a)	Unidade de Bertioga-Ilha de São Sebastião		
Ab'Saber (2000)	Setor Sul do Litoral Norte de São Paulo e Setor Baixada Santista e Ilhas de São Vicente e Santo Amaro		

Tabela 1: Localização do município de Bertioga, frente às propostas de compartimentação do relevo do estado de São Paulo.

Considerando a localização do município de Bertioga em relação às compartimentações do litoral paulista acima apresentadas, busca-se identificar e discutir as características do sistema ambiental em que está inserido, incluindo dados geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e vegetação. Dessa maneira, procura-se contribuir para a análise geoambiental da referida área de estudo.

2.2 Caracterização física da área de estudo

As características geoambientais da área de estudo estão relacionadas ao Planalto Atlântico, à origem e evolução da Serra do Mar e à formação da Planície Costeira cenozoica, tendo em vista a localização do município de Bertioga na Província Costeira e no Planalto Atlântico, segundo Almeida (1964) e IPT (1981).

De acordo com IPT (1981), o Planalto Paulistano

corresponde a uma área de cerca de 5.000 km² de relevo suavizado, desfeito em morros e espigões divisores de alturas modestas, cujas altitudes, salvo poucas elevações maiores, se encontram entre 715 e 900 metros, decrescendo suavemente de sudeste a noroeste. (IPT, 1981, p. 28)

Sua composição geológica constitui-se, na maior parte, por “filitos, micaxistos, gnaisses e migmatitos de vários tipos, embora pequenas intrusões graníticas sustentem algumas elevações menos discretas em seu interior.” (IPT, 1981, p. 28)

Um dos trechos compreendidos pelo Planalto Paulistano em Bertioga é o setor norte da bacia do Rio Guaratuba, localizada na região nordeste do município. Nesta área, o Planalto Atlântico abrange o reverso da escarpa da Serra do Mar e, segundo Rossi (1999), apresenta formações gnáissicas, com feições amorreadas, com padrão de drenagem em forma de treliça.

A compartimentação do relevo proposta por IPT (1981) subdivide o Planalto Paulistano em duas subzonas, a Morraria do Embu e Colinas de São Paulo. Os trechos que compreendem o município de Bertioga abrangem áreas da Morraria do Embú. Segundo o autor, nesta subzona,

Particularmente na região sudoeste de Ribeirão Pires, o relevo aumenta progressivamente sua amplitude a partir das escarpas da Serra do Mar, e a área ocupada pelas suas unidades morfológicas torna-se maior, ou seja, os morrotes e colinas tornam-se mais extensos e dão lugar a morros, quando suas amplitudes ultrapassam uma centena de metros. [...] É comum a presença de Morrotes Baixos nestas porções próximas ao cimo da Serra do Mar, os quais passam gradualmente para Morrotes Alongados Paralelos e a seguir, Morros Paralelos. (IPT, 1981, p. 30)

Em relação ao direcionamento estrutural da área compreendida pelos limites entre o Planalto Paulistano e a Serra do Mar, IPT (1981) destaca que

O subnívelamento das cristas que compõem a Serra do Mar mostra acentuada inclinação de NE a SW, ao longo da borda do Planalto Paulistano. Na Serra do Juqueriquerê e arredores, os picos atingem cotas de 1.200 m, decrescendo este teto rumo a SW até a região do Rio Itatinga e mais além, até a região da Serra do Paranapiacaba, onde se registram cotas de 900 metros. (IPT, 1981, p. 30).

A Serra do Mar, segundo Almeida (1953), constitui-se no “sistema de escarpas e montanhas que, desde o norte do estado de Santa Catarina até o estado do Rio de Janeiro, limita a borda oceânica do Planalto Atlântico.” (ALMEIDA, 1953, p. 3). No estado de São Paulo, a subzona da Serra do Mar apresenta-se como uma escarpa erosiva, com altura aproximada de 1.000 metros, “descambando quase

junto às praias, das quais se afasta umas duas léguas, na planície de Bertioga, e um pouco mais na Baixada Santista.” (ALMEIDA, 1964, p. 221).

A respeito da origem das feições da Serra do Mar, Almeida (1964) afirma que “se deve considerar como ponto de partida a possibilidade do Planalto Atlântico paulista ter se estendido outrora muito para sudeste, alcançando área hoje ocupada pela plataforma continental.” (ALMEIDA, 1964, p. 223). Essa ideia busca interpretar a origem da Serra do Mar segundo suas influências litológicas, apontando que “ainda no Cretáceo superior, ou já no Terciário, acidentes tectônicos paralelos à costa, flexuras monoclinais, falhamentos ou ambos, deram origem à primitiva Serra do Mar, que desde então vem recuando sob ação da erosão.” (ALMEIDA, 1964, p. 223).

Almeida e Carneiro (1998) apontam, a respeito da origem da Serra do Mar, que a partir do nivelamento dos cimos da Serra do Mar pelas superfícies de aplainamento do Japi e Alto Tietê, conclui-se que quando essas se elaboraram, “o Planalto Atlântico se estendia bem mais para leste da área hoje ocupada pela plataforma continental interna.” (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998, p. 139).

Em seguida, os autores acima citados afirmam que durante o Cenozoico, a Serra do Mar sofreu de três a quatro dezenas de quilômetros de recuo, a partir da ação de rios, mar e movimentos em massa de suas vertentes. No entanto, os autores ressaltam que esta hipótese só poderá ser confirmada “quando se dispuser de melhores conhecimentos sobre a Falha de Santos e, de modo geral, sobre a tectônica e sedimentação cenozoica da plataforma continental média e interna, diante da Serra do Mar.” (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998, p. 142).

Fúlfaro e Suguio (1980, citado por MATOS-FIERZ, 2001) também tratam sobre a origem da Serra do Mar, destacando sua formação durante o Cretáceo Superior, “quando ela emergiu em sítio adjacente à Falha de Santos, hoje submersa a 40 km da linha costeira, tendo recuado até a posição atual por erosão.” (FÚLFARO; SUGUIO, 1980 citado por MATOS-FIERZ, 2001, p. 14-15).

Segundo Matos-Fierz (2001), o embasamento cristalino da Serra do Mar na região de Bertioga é formado principalmente por “rochas de médio e alto graus metamórficos (gnaiesses, migmatitos e ofalmitos), denominados por Sadowski e Motidome (1985) de ofalmitos Bertioga – Jurubatuba.”

Suas feições, no que tange aos aspectos litológicos, devem-se à constituição granito-gnáissica, sendo que

as rochas graníticas mais resistentes sustentam as proeminências da frente serrana, que se aproxima do canal de Bertioga, assim como relevos mais ou menos isolados na planície, como os morros de São Vicente e da ilha de Santo Amaro. (ALMEIDA, 1964, p. 221).

Almeida (1964) afirma que na região de Bertioga e da alta bacia do Rio Itapanhaú os granitos e rochas intensamente granitizadas desempenham um papel de relevo na sustentação das grandes escarpas da Serra do Mar.

Este processo de sustentação está atrelado aos processos de recuo erosivo da Serra do Mar para oeste, no qual há o seccionamento de superfícies de erosão do planalto, causando fenômenos de captura de drenagem.

Almeida e Carneiro (1998) admitem a existência de trechos em que superfícies de erosão neogênicas foram seccionadas, fazendo com que a drenagem que provinha originalmente de áreas do Planalto Atlântico esteja desaparecida. Um exemplo é o rio Itatinga, situado na borda do planalto a norte de Bertioga, cuja bacia vem se expandindo, e quando interceptado pelo recuo da Serra do Mar, passou a descê-la em direção à Planície Costeira, desaguando no rio Itapanhaú. Outro fenômeno desta natureza presente em Bertioga é o rio Guaratuba, estudado por Oliveira, D. (2003).

Quanto à hidrografia presente na Serra do Mar, Machado (1979) aponta o escoamento dos canais através das escarpas em direção ao vale e à baixada, determinados pelos declives violentos.

Esta mesma autora ressalta o fato das bordas da Serra do Mar, na divisa com o Planalto, estarem marcadas pelo falhamento de Cubatão, funcionando como o divisor de águas entre a drenagem atlântica e a que se dirige para o interior do estado, integrando a bacia do Rio Paraná. Assim, nas áreas escarpadas da Serra do Mar,

os rios têm suas cabeceiras no alto das serras e, em seguida, vencem esta faixa estreita de cerca de 5 km, constituída de escarpas abruptas com rupturas violentas de declive, com alguns rios tendo mesmo que se desenvolver cortando transversalmente tais direções estruturais. (MACHADO, 1979, p. 67-68).

De acordo com Afonso (2006), os maciços rochosos da Serra do Mar são recobertos por um manto residual chamado regolito, formado pela ação das

intempéries que transformam as rochas em terra. Este processo de decomposição das rochas é intenso na Baixada Santista, “devido ao calor e às chuvas excessivas que carregam o regolito serra abaixo, sendo bastante comuns áreas de rocha nua, com escasso ou nenhum manto residual.” (RADESCA, 1965 citado por AFONSO, 2006, p. 117).

Quanto aos tipos de solo encontrados nas áreas correspondentes à Serra do Mar, a partir do *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo* (OLIVEIRA et al., 1999), constata-se a presença dos Cambissolos Háplicos.

Oliveira (1999, citado por SOUZA, 2010) afirma que os Cambissolos Háplicos ocorrem em relevo bastante acidentado, variando de forte ondulado a escarpado. Sua erodibilidade é elevada, e são frequentes os afloramentos rochosos. Quando localizados em áreas muito íngremes, apresentam severas restrições de uso agrícola e pastoril. São solos pobres em nutrientes e ácidos, e por estarem localizados em relevo acidentado, apresentam limitações quanto à construção de aterros sanitários, depósitos de efluentes e lagoas de decantação. (OLIVEIRA, 1999 citado por SOUZA, 2010).

Quanto à espessura do solo, Sato (2008) destaca que não há uma distribuição uniforme nas encostas da Serra do Mar. Nos setores mais elevados das encostas, o solo apresenta-se mais espesso, ao passo que vai adelgando-se nas partes intermediárias e pode se apresentar mais espesso próximo aos sopés dos morros, em função do acúmulo de material coluvionar.

Esses sedimentos coluvionares são oriundos das escarpas da Serra do Mar, e possuem natureza variada. Segundo Cruz (1974), tanto as partículas finas quanto os detritos grosseiros descem as encostas por rastejo e por escoamento superficial, com maior velocidade em períodos das fortes chuvas de verão.

O acúmulo desse tipo de material, nos sopés das escarpas da Serra do Mar, faz com que os altos índices de declividade do terreno sejam atenuados nesses setores. No entanto, a passagem do compartimento serrano para os terrenos da Planície Costeira ocorre de maneira bastante nítida, em função das características planas das baixadas litorâneas.

Ab'Saber (1956 citado por IPT, 1981) aponta que as Baixadas Litorâneas constituem “planícies costeiras reduzidas e descontínuas, correspondentes à colmatagem flúvio-marinha recente, de antigas indentações dos sopés das escarpas de falhas em recuo [...]” (AB'SABER, 1956 citado por IPT, 1981, p. 55). Segundo

Almeida (1964), as Baixadas Litorâneas apresentam-se como “terrenos não mais elevados que uns 70 m sobre o mar, dispostos em áreas descontínuas à beira-mar.” (ALMEIDA, 1964, p. 225). No trecho litorâneo que se estende da Baixada Santista aos confins orientais da Província Costeira, Almeida (1964) aponta que existem numerosas, mas pequenas, planícies,

que das praias formadas ao fundo das baías e enseadas avançam para o interior, acompanhando os vales fluviais. [...] As maiores dessas planícies acham-se entre os canais de Bertioga e São Sebastião, sendo drenadas pelos rios Itapanhaú, Itaguapé, Guaratuba e Una. (ALMEIDA, 1964, p. 227).

As planícies costeiras foram formadas por processos de sedimentação dos aluviões terrestres provenientes da Serra do Mar, da sedimentação marinha, que deram origem aos cordões arenosos, praias e dunas; e pela sedimentação fluviolagunar antiga e recente, que constituíram os manguezais e mangrovitos. (AFONSO, 2006).

A esse respeito, Cruz (1974) afirma que as baixadas, formadas por depósitos litorâneos, têm sua origem em função da evolução das vertentes das escarpas serranas, das variações do nível marinho e, conseqüentemente, do remanejamento e deposição dos sedimentos que flutuam em frente às escarpas da Serra do Mar, na plataforma continental.

Cruz (1974) explica o processo de sedimentação das baixadas, a partir das variações dos níveis marinhos, ao afirmar que

Essa sedimentação regional é representada por praias e restingas atuais e feixes mais antigos de restingas certamente soerguidas. O nível marinho já atingiu os pés das encostas escarpadas; com os recuos do mesmo durante o Quaternário, depositaram-se areias marinhas que foram posteriormente recobertas por depósitos colúvio-aluviais, nos pés de escarpa ou acompanhando os rios. Estes divagam nas baixadas, à medida que novos cordões são anexados ao litoral. (CRUZ, 1974, p. 78).

De acordo com Suguio e Martin (1978, 1990 citados por MATOS-FIERZ, 2001), a formação das planícies costeiras, de modo geral, está relacionada com “as fontes de areia, as correntes de deriva litorânea, as armadilhas de retenção dos sedimentos e as variações do nível do mar ao longo do Quaternário.” (SUGUIO;

MARTIN, 1978, 1990 citados por MATOS-FIERZ, 2001, p. 22). A autora (2001) destaca, em seguida, a importância das variações relativas do nível do mar ao longo do Quaternário como principal fator a ser considerado na formação das planícies costeiras paulistas.

Segundo Suguio e Martin (1978a), “as variações do nível relativo do mar são resultantes de fenômenos gerais (glácio-eustáticos) e de fenômenos locais (isostáticos, tectônicos ou relacionados com deformações da superfície do geóide).” (SUGUIO; MARTIN, 1978a, p. 9).

Para a região compreendida entre Praia Grande e Bertioga, Suguio e Martin (1978a) apresentam as variações do nível relativo do mar, constatando que o nível máximo de 5.100 anos parece estar situado a + 4,6 m, o de 3.500 anos A.P. a + 4,0 m, e há cerca de 2.000 anos A.P., o nível deveria estar situado entre 1,5 e 2,0 m.

O período da última fase transgressiva (cerca de 5.100 anos A.P.) é conhecido como transgressão holocênica, fenômeno este que contribuiu para a formação da maior parte da planície de Bertioga. No entanto, também se identifica na área, a presença de depósitos ligados à chamada transgressão Cananéia, que corresponde ao período de nível marinho mais alto, de idade aproximada de 120.000 anos A. P. (SUGUIO; MARTIN, 1978a).

Suguio e Martin (1978a) apresentam a formação da planície costeira de Bertioga a partir das fases transgressivas e regressivas, que caracterizam as variações do nível do mar durante o Quaternário. Durante o máximo da transgressão Cananéia, o mar atingia o sopé da Serra do Mar, quando foram depositadas areias transgressivas. Em seguida, essas areias foram recobertas por cordões litorâneos, em função da regressão marinha, e posteriormente, foram erodidas, quando o nível do mar estava inferior ao atual.

O primeiro nível máximo da transgressão holocênica fez com que o mar atingisse novamente o sopé da Serra do Mar, depositando sedimentos arenosos litorâneos. Depois, a regressão marinha resultou na recoberta dos sedimentos por cordões litorâneos. Posteriormente, houve um segundo episódio transgressivo holocênico, em que o mar penetrou nas zonas baixas e depositou argilas ricas em restos orgânicos e, ao mesmo tempo, destruiu uma parte dos depósitos precedentes. É possível visualizar, através de fotografias aéreas, os cordões litorâneos da parte externa da planície de Bertioga, que devem ter sido formados durante o retorno do nível marinho para o nível atual. Durante esta última fase

regressiva, os Morros da Enseada, São Lourenço, Itaguá e Juréia devem ter sido unidos ao continente. (SUGUIO; MARTIN, 1978a).

Em relação ao rebaixamento do nível do mar, Matos-Fierz (2001) ressalta que

O rebaixamento do nível do mar até seu nível atual, e os efeitos da tectônica cenozoica condicionaram a erosão regressiva das cabeceiras dos rios serranos sobre o Planalto Atlântico, assim como o entalhamento dos depósitos mais antigos, estabelecendo-se as planícies de maré e planícies fluviais e aluvionares, bem como as praias, que configuram atualmente, o compartimento topográfico da Baixada Santista, com seus morros isolados. (MATOS-FIERZ, 2001, p. 28).

Suguio e Martin (1978a) ressaltam que a maior parte da planície de Bertioga é formada por depósitos originados durante a última fase transgressiva, tanto no transcorrer da primeira quanto da segunda oscilações positivas do nível marinho. Já os depósitos arenosos de origem marinha, localizados rumo ao sopé da Serra do Mar, são recobertos por sedimentos continentais (alúvio-coluvionares) mais ou menos recentes. (SUGUIO; MARTIN, 1978a). (Figura 2).

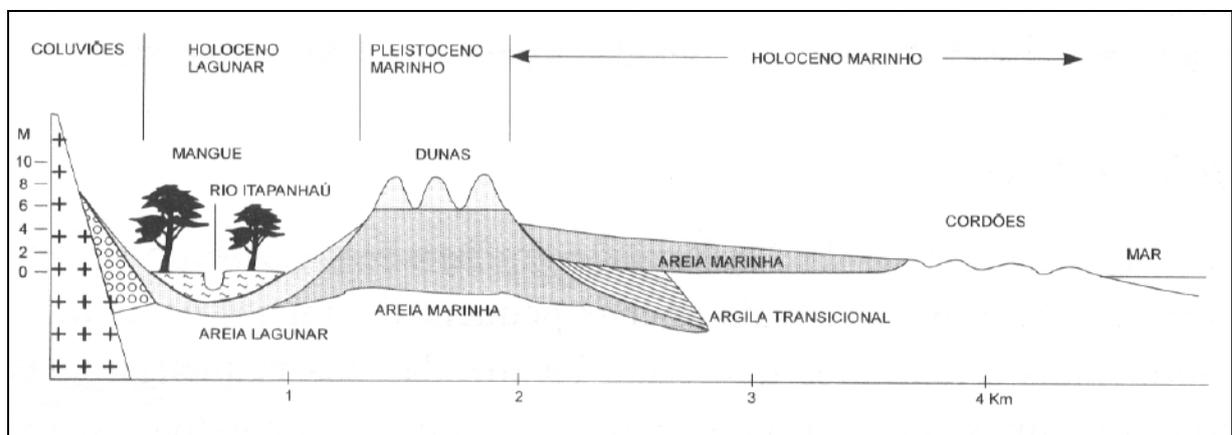


Figura 2: Perfil da Planície Costeira de Bertioga.

Fonte: Suguio e Martin (1978a), adaptado de Matos-Fierz (2001).

Rodrigues (1965) descreve as características da cobertura sedimentar litorânea da Baixada Santista, afirmando que possui idade cenozoica e é constituída também por sedimentos não-litificados, com grãos soltos ou frouxamente ligados entre si (areias, siltes, argilas e suas misturas, principalmente).

A planície sedimentar de Bertioga, de acordo com Suguio e Martin (1978a), estende-se por uma distância de quase 45 km, com largura de 7 a 8 km,

apresentando três rios (Itapanhaú, Itaguapé e Guaratuba), que drenam as zonas baixas que antigamente deviam formar lagunas. Há também, na planície, a presença de morros de rochas cristalinas, que foram unidos ao continente recentemente, por meio de tómbolos. Em função da declividade suave, a drenagem nas áreas da planície apresenta a diminuição da velocidade dos rios, em oposição às características torrenciais nos altos e médios cursos dos rios que nascem na Serra do Mar.

A divisão das praias do litoral de Bertioga se dá da seguinte forma: ao sul, entre a foz do rio Itapanhaú e o pontão rochoso chamado morro da Enseada, localizam-se as praias da Enseada e Indaiá. Já entre o morro da Enseada e o morro de São Lourenço, localiza-se a praia de São Lourenço, na área mais central do município. A partir do morro de São Lourenço, até a foz do rio Guaratuba, no sopé do morro do Itaguapé, estão localizadas as praias de Itaguapé e Guaratuba. Por fim, a partir do morro do Itaguapé até a divisa com o município de São Sebastião, localiza-se a praia de Boracéia.

Quanto aos tipos de solo encontrados nas áreas correspondentes à Planície Costeira de Bertioga, a partir do *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo* (OLIVEIRA et al., 1999), observa-se a presença dos Espodossolos Ferrocárbicos e Gleissolos Sálcos.

De acordo com Oliveira (1999 citado por SOUZA, 2010), os Gleissolos Sálcos são solos pouco profundos e típicos de áreas de várzea. Devido à sua localização em áreas sujeitas a alagamento, é um tipo de solo inapropriado à construção de aterros sanitários.

Os Espodossolos Ferrocárbicos ocorrem nas planícies litorâneas e são constituídos basicamente por areias quartzosas, com textura grosseira, elevada permeabilidade e alta porosidade. Suas características limitam a sua utilização para a construção de aterros sanitários, lagoas de decantação e recepção de efluentes.

Oliveira (1999 citado por SOUZA, 2010) também aponta para a ocorrência dos Espodossolos Ferrocárbicos em áreas de manguezais, restringindo ainda mais o seu uso, por estarem cobertos por vegetação natural e com excesso de água e sais. A elevada acidez deste tipo de solo, resultante do alto teor de matéria orgânica, torna seu uso específico à conservação dos recursos naturais e não é utilizado pela agricultura. (OLIVEIRA, 1999 citado por SOUZA, 2010).

São Paulo (2008) ressalta as características dos solos presentes na planície costeira de Bertioga, ao afirmar que

De maneira geral, os solos da planície costeira de Bertioga, por se tratar de um tipo de solo muito pobre em classificações de uso de solo, praticamente todo o solo da área de estudo serve somente para abrigo da vida silvestre ou recreação. (SÃO PAULO, 2008, p. 7).

Segundo Afonso (2006), nos terrenos da planície costeira de toda Baixada Santista, o lençol freático é raso, encontrando-se próximo à superfície ou aflorante.

Assim, os terrenos da planície sedimentar podem ser um pouco elevados e enxutos, nas áreas em que o lençol se encontra próximo à superfície (praias, cordões e mangrovitos), ou encharcados, nas áreas onde é aflorante (manguezais e aluviões diversos), com total incapacidade para o suporte de cargas e, conseqüentemente, para a construção de estradas, ruas e edificações. (AFONSO, 2006, p. 121).

De acordo com Afonso (2006), as condições e as alterações climáticas também desempenham um papel determinante no processo de formação da macropaisagem da Baixada Santista. A autora destaca que, no contexto das inter-relações existentes entre os elementos naturais terrestres e marinhos das zonas costeiras, “variações climáticas e de energia solar incidente determinam condições específicas para as diversas áreas litorâneas.” (AFONSO, 2006, p.109).

A particularidade das características climáticas do litoral do estado de São Paulo, onde se localiza a Baixada Santista, está relacionada à sua localização latitudinal, que segundo Sant’Anna Neto (1990), submete a região ao “complexo jogo das atuações dos sistemas atmosféricos”, pois nessa faixa há o encontro entre os climas controlados pelos sistemas tropicais e pelos extratropicais (polares).

Para Cruz (1974),

De acordo com os fatores geográficos, forma e posição geográfica do continente e contraste continente-oceano, as situações climáticas na região do sudeste brasileiro desenvolvem-se e variam conforme o encontro entre as massas polares e tropicais. (CRUZ, 1974, p. 113).

Baseado nos aspectos geomorfológicos e pluviométricos da zona costeira paulista, Sant’Anna Neto (1990) admitiu a existência de quatro subunidades desta região, a saber:

- **Litoral Norte (ou Nordeste):** esta área abrange a zona costeira desde a Serra de Juqueriquerê e a Ilha de São Sebastião (no sentido SO-NE) até a Serra de Parati, no limite entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, e é caracterizada pela proximidade das escarpas da Serra do Mar junto à linha de costa, o que possibilita a formação de pequenas planícies aluviais. São marcantes nesta área a ocorrência de chuvas orográficas, sendo que as penetrações da Frente Polar Atlântica são prejudicadas pelo alinhamento SO-NE da área e pela barreira imposta pelas serras de Juqueriquerê e de São Sebastião, determinando a presença de uma “ilha de sombra de chuvas nesta área.”

- **Litoral Central:** área complexa que abrange desde a vertente sul da Serra de Juqueriquerê até o Morro de Peruíbe (escarpa nordeste da Serra de Itatins). Foi dividida em três subconjuntos:

1) *Região de Bertioga* – porção centro-norte do litoral central, compreendida entre Bertioga e Maresias, onde a Serra do Mar se distancia quase 10 km da linha de costa. Forma-se, assim, uma extensa planície sedimentar de cerca de 40 km de extensão, disposta no sentido leste-oeste, em posição oponente à penetração das correntes atmosféricas do sul.

2) *Baixada Santista* – porção central, compreendida entre Bertioga e Mongaguá, onde a Serra do Mar apresenta um maior afastamento da linha de costa, chegando a atingir quase 20 km. A extensão da planície chega a 50 km, onde está presente um importante conjunto estuarino, formado pelos rios Cubatão e Mogi, e também pelas ilhas de São Vicente e Santo Amaro. Devido à forma característica de um anfiteatro, esse conjunto é muito afetado pelo aumento da pluviosidade.

3) *Baixada de Itanhaém* – porção compreendida entre as serras de Mongaguá e dos Itatins (Morro de Peruíbe), onde a Serra do Mar apresenta um afastamento de 25 a 30 km da linha de costa, diminuindo o efeito orográfico e os totais pluviométricos.

- **Litoral Sul (ou Sudoeste)** – esta área abrange desde a Planície da Juréia (ao sul da Serra dos Itatins), na direção sudoeste, até Ariri, nas proximidades da Serra do Jaguari, que delimita os estados de São Paulo e Paraná. Inclui o sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, formado por várias ilhas (Comprida, Cananéia e Cardoso) e inúmeros morros isolados, abrangendo desde a linha de costa até uma largura de 20 a 30 km. Devido ao distanciamento da Serra de

Paranapiacaba, ocorre a diminuição do efeito orográfico. No entanto, sua latitude mais elevada determina a influência pelos fluxos polares e sistemas frontais.

- **Vale do Ribeira** – área sub-litorânea, de altitudes entre 25 a 100 m. Sua existência está associada a flutuações do nível do mar e ao recuo das escarpas da Serra de Paranapiacaba. Essa zona apresenta reduzidos totais pluviométricos, pois está abrigada das correntes de ar provenientes do sul, sudeste, norte e nordeste, devido à presença das Serras do Bananal, Itatins, Juréia, Mandira, entre outras.

De acordo com a classificação apresentada acima por Sant'Anna Neto (1990), o município de Bertioga está localizado na subunidade Litoral Central, especificamente no subconjunto Região de Bertioga. Segundo esse autor, a região se destaca pelo aumento de pluviosidade, em relação ao conjunto regional, devido ao posicionamento da Serra do Mar “no sentido de confronto (leste-oeste) à passagem dos sistemas frontais e muito próximas à linha da costa”. (SANT'ANNA NETO, 1990, p. 93).

Dentro do período estabelecido por Sant'Anna Neto (1990) para a análise climática da zona costeira paulista, foi destacado o ano de 1981 como o ano mais característico para o padrão habitual dos regimes pluviométricos. Neste contexto, na região onde está localizada Bertioga, não foram verificados períodos de estiagem, mas uma distribuição bastante regular de chuvas o ano todo, havendo uma concentração dos maiores índices pluviométricos no período compreendido de outubro a abril. Esse fato confirma a atuação da Serra do Mar, no sentido leste-oeste, funcionando como uma barreira aos fluxos de ar provenientes do sul, ou seja, os principais geradores de chuva. (SANT'ANNA NETO, 1990, p. 98).

Como exemplo, foram consultados os valores provenientes do posto pluviométrico E3-040 do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), Usina Itatinga, localizado no município de Bertioga, para o ano de 1981. Estes resultados estão ilustrados no Gráfico 1. Logo a seguir, no Gráfico 2, é apresentada a média pluviométrica histórica¹ para o Litoral Norte e Baixada Santista.

¹ O cálculo da média histórica foi feito a partir de dados pluviométricos adquiridos desde a década de 1930 até o ano 2000, com um mínimo de 30 anos de dados utilizados para cada município, exceção feita ao município de Praia Grande, com 18 anos de dados. (CETESB, 2012, p. 16)

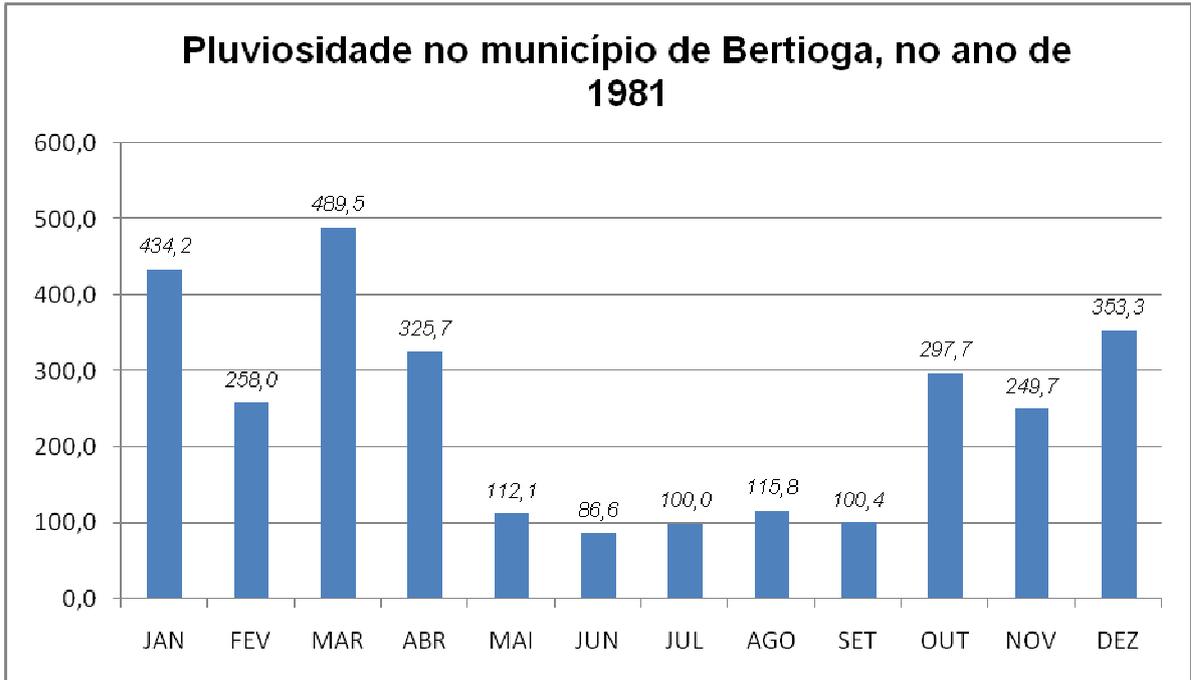


Gráfico 1: Pluviosidade no município de Bertioga, para o ano de 1981.

Fonte: Dados do posto pluviométrico E3-040 - Usina Itatinga – Bertioga. Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo – DAEE (2012).

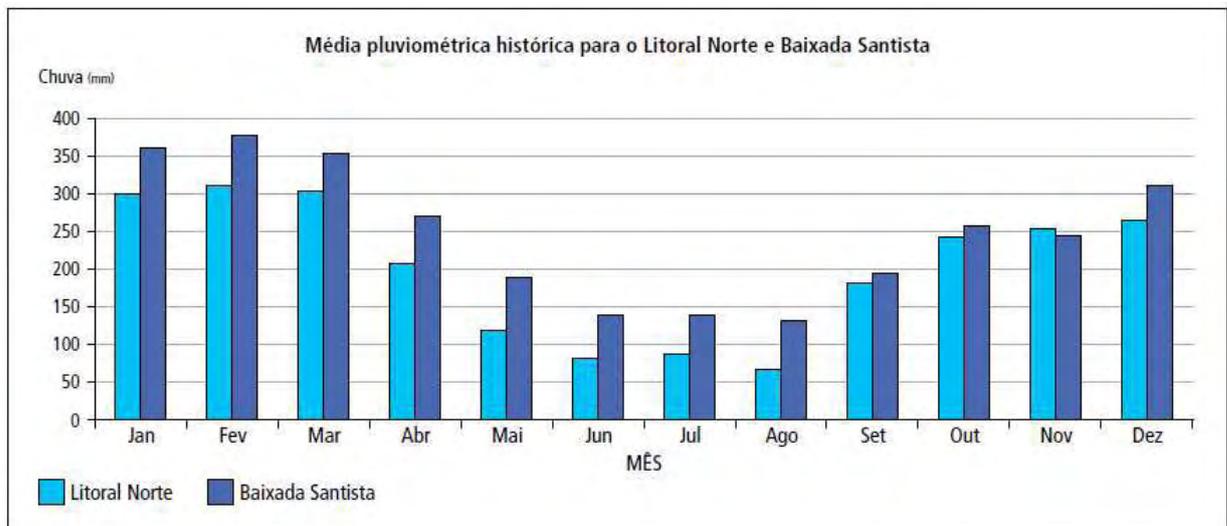


Gráfico 2: Médias pluviométricas mensais históricas para o Litoral Norte e Baixada Santista.

Fonte: DAEE e CIAGRO (<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu>; <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>) citado por CETESB (2012).

Observa-se, no Gráfico 1, que a pluviosidade no município de Bertioga é significativa durante todo o ano, mas apresenta uma concentração dos valores mais elevados durante os meses de outubro a abril. Visto isso, destaca-se a afirmação de Cruz (1974) a respeito do litoral da região sudeste brasileira, o qual “[...] não apresenta uma estação seca invernal, mas sim uma diminuição de pluviosidade, enquanto que os verões são muito úmidos.” (CRUZ, 1974, p. 114).

Já em relação ao Gráfico 2, pode-se observar que os valores pluviométricos são elevados durante todo o ano, tanto no Litoral Norte quanto na Baixada Santista, e seguem a tendência da concentração dos maiores valores nos meses de verão. No entanto, nota-se que a Baixada Santista é a região mais chuvosa, confirmando o apontamento de Sant'Anna Neto (1990), acima referido, de que a região da Baixada Santista, especialmente a região de Bertioga, se destaca pela elevada pluviosidade em função do sentido de atuação dos sistemas frontais e sua relação com as características geomorfológicas da região.

Apesar das chuvas serem bem distribuídas ao longo dos períodos apresentados, Afonso (2006) afirma que elas não são igualmente distribuídas pela região, devido aos fatores geográficos. As diferenças topográficas em relação à circulação atmosférica local fazem com que as chuvas aumentem da orla litorânea para o alto da Serra do Mar, “passando de 1.500 milímetros no Guarujá para 4.000 milímetros em Paranapiacaba e 5.500 milímetros nas nascentes do Rio Itapanhaú.” (AFONSO, 2006, p. 124).

Como exemplo, tem-se a comparação dos dados de dois postos pluviométricos localizados no município de Bertioga. O posto pluviométrico E3-042 do DAEE está localizado na Represa Itatinga, a 720m de altitude, ao passo que o posto E3-040 está localizado na Usina Itatinga, a 10m de altitude. Dessa forma, observam-se os valores mais elevados de chuvas no ponto de maior altitude (Serra do Mar), em comparação com o ponto localizado na Planície Costeira (Gráfico 3).

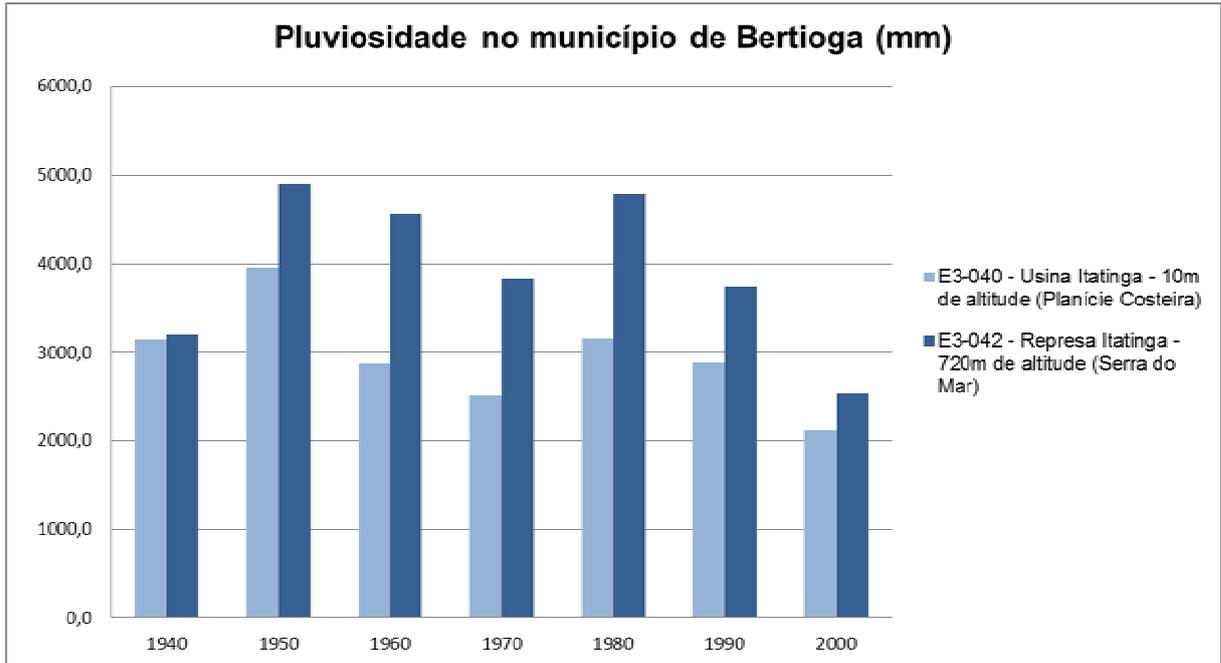


Gráfico 3: Valores pluviométricos obtidos em dois diferentes postos do DAEE, no município de Bertioga. Observam-se os valores mais elevados de chuvas no ponto de maior altitude (Serra do Mar), em comparação com o ponto localizado na Planície Costeira.

Fonte: Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo – DAEE (2012).

Segundo Santos (1965, p. 121), os valores da temperatura local também não são igualmente distribuídos pela região, ao passo que eles variam em função das “diferenças litológicas, natureza dos solos e da vegetação, sem falar da própria urbanização que vem contribuindo para criar microclimas (naturais ou artificiais) [...]”.

Baseada em Santos (1965), Afonso (2006) aponta para a existência de bruscas oscilações térmicas diurnas, que invadem a região da Baixada Santista. Essas oscilações são ocasionadas pelas massas de ar polar, que podem acarretar temperaturas mínimas de 10°C, e também pelas massas de ar tropical ou equatorial, que podem acarretar temperaturas máximas de 35°C. Nesse caso, “essas oscilações são ainda maximizadas pela alta umidade do ar, tornando o calor sufocante se as temperaturas forem elevadas, ou exagerando a sensação de friagem se as temperaturas forem baixas.” (AFONSO, 2006, p. 124).

Assim, Afonso (2006) afirma que a principal característica climática da região da Baixada Santista é o bloqueio, pela Serra do Mar, da brisa marítima e dos ventos predominantes, originando altos índices de umidade, de nebulosidade e de pluviosidade.

Em razão das condições climáticas, acrescidas do contexto geológico, geomorfológico e pedológico, ocorrem no município de Bertioga formações vegetais correspondentes à Mata Atlântica, mata de restinga e manguezal.

A esse respeito, Afonso (2006) afirma que

A escarpa paralela à costa age como bloqueio das influências oceânicas sobre o continente, ocasionando não só elevados teores de umidade do ar como também elevada nebulosidade e pluviosidade. Essas condições climáticas propiciaram o crescimento de exuberantes florestas tropicais com três formações distintas, fundamentalmente relacionadas aos diferentes tipos de substrato: Mata Atlântica sobre solo íngreme e rochoso, mata de restinga sobre solo arenoso, e manguezal sobre solo lodoso e encharcado de água salobra. (AFONSO, 2006, p. 112).

Segundo Rossi (1999), os tipos de vegetação verificados no município de Bertioga abrangem a Mata Pluvial Tropical do Planalto e Vegetação Campestre, encontradas nas áreas do Planalto Atlântico; Florestal Pluvial Tropical de Encosta, presente na região das encostas da Serra do Mar; Vegetação de Restinga, presente nos terrenos arenosos na planície costeira; e Vegetação de Mangue, encontrada em terrenos lodosos e alagados da planície costeira.

De acordo com Afonso (2006), toda a porção da Serra do Mar da Baixada Santista, desde as áreas próximas ao nível do mar até as regiões mais altas, a cerca de 1.100 metros de altitude, assim como os morros isolados da Planície Costeira, são povoados pela Mata Atlântica. Segundo a autora, Mata Atlântica é o termo genérico adotado para “designar a formação florestal complexa que originalmente se estendia junto à costa desde a Zona da Mata nordestina até o estado de Santa Catarina.” (AFONSO, 2006, p. 154).

Afonso (1999) afirma que o ecossistema Mata Atlântica, encontrado principalmente na Serra do Mar, tem sua existência em razão da “conjugação da umidade relativa do ar constantemente alta, causada pelas chuvas freqüentes que ocorrem na serra, com temperaturas mais amenas que as das planícies litorâneas.” (AFONSO, 1999, p. 111-112).

Em relação à importância da Mata Atlântica no contexto da região, sua atuação é, fundamentalmente, “a de agente estabilizador do solo, refreando processos erosivos nas encostas, além de ser habitat de inúmeras espécies de

animais, algumas sob risco de extinção.” (CETESB, 1985 citado por AFONSO, 1999, p. 111-112).

A biodiversidade da Mata Atlântica, segundo Afonso (2006), é justificada pela alta declividade do ambiente em que está localizada, o que faz com que

a vegetação de maior porte se distribua de forma escalonada, permitindo a penetração da luz solar aos estratos inferiores da mata e favorecendo assim o estabelecimento de um número maior de indivíduos e espécies por área de floresta. A riqueza vegetal reflete-se numa fauna associada bastante diversificada, que atua como polinizadora e disseminadora de sementes, garantindo a continuidade da mata. A Mata Atlântica possui também elevado nível de endemismo, que chega a 55% para espécies arbóreas e a 40% para espécies não arbóreas. (AFONSO, 2006, p. 155-156).

A importância da conservação do ecossistema Mata Atlântica é apresentada por Afonso (2006) principalmente pela garantia da manutenção dos cursos d'água, da fertilidade do solo, assim como pelo impedimento de processos erosivos, pois as raízes agem como estabilizadoras das encostas, e a vegetação permite que as águas se infiltrem lentamente no solo, não se perdendo superficialmente.

Outra formação vegetal que marca presença importante na área de estudo é a vegetação de restinga.

A respeito desta formação vegetal, Afonso (2006) aponta que se trata de uma formação

tipicamente litorânea, estabelecida sobre sedimentos arenosos marinhos, que coloniza as planícies costeiras e constitui um verdadeiro mosaico de associações florísticas e faunísticas em praias, dunas, cordões e depressões. (AFONSO, 2006, p. 149).

A distribuição da vegetação de restinga na planície costeira, segundo Matos-Fierz (2001), se dá pela presença das árvores de porte mais alto e mais denso nas áreas mais antigas da planície, ou seja, aquelas mais distantes do mar e próximas à Serra do Mar. Por outro lado, a vegetação menos densa e de menor porte localiza-se nas proximidades da linha de costa.

A este respeito, Afonso (2006) afirma que

comunidades restritas de espécies rasteiras adaptadas às altas salinidades colonizam praias e dunas, comunidades subarbustivas colonizam as áreas intermediárias, e florestas de porte médio ocupam áreas planas mais interiorizadas e misturam-se à Mata

Atlântica. O afloramento do lençol freático ou o acúmulo de águas pluviais nas depressões arenosas criam pequenas lagoas ou brejos, habitados por comunidades biológicas especializadas e diferenciadas das áreas vizinhas, que não possuem processo sucessional. (AFONSO, 2006, p. 150-151).

Matos-Fierz (2001), a partir de observações de campo realizadas em Bertioga, ressalta as diferenças encontradas na vegetação de restinga que recobre os cordões litorâneos presentes no município. A autora afirma que nos topos dos cordões, onde predominam os solos arenosos mais profundos, desenvolve-se uma vegetação mais rarefeita, ao passo que nas áreas localizadas entre os cordões (cavados), onde predominam a retenção de sedimentos finos e água, os solos são menos espessos e oferecem material orgânico humificado e água a pouca profundidade, propiciando o adensamento da vegetação.

Afonso (2006) destaca que as porções interiores da planície costeira recebem das encostas serranas águas das chuvas e sedimentos. Nesse sentido, a autora ressalta a importância ambiental da cobertura vegetal natural dessas porções, que trabalha na retenção e fixação dos sedimentos, “atuando na contenção do processo de assoreamento dos rios e canais estuarinos e processando a matéria orgânica recebida.” (AFONSO, 2006, p. 113). Já nas áreas próximas à costa, a autora destaca a importância da vegetação de dunas, que atua como “principal fixador dos sedimentos arenosos instáveis, facilmente movimentados pelo vento e pelo mar.” (AFONSO, 2006, p. 113).

No entanto, Afonso (2006) ainda afirma que pelo fato dessas formações vegetais ocorrerem sobre os terrenos planos do litoral, é o ambiente mais prejudicado pelo processo de expansão urbana. Neste processo, ocorre a eliminação das diversas associações florestais e o aterramento dos trechos alagadiços, havendo a “construção de canais ou valas de drenagem para rebaixamento do lençol freático pouco profundo, que dificulta a construção de edificações.” (AFONSO, 2006, p. 153).

Em Bertioga, também são encontrados os manguezais. Matos-Fierz (2001) destaca a presença do manguezal ao longo da planície, junto à foz do rio Itapanhaú. Encontram-se também significativas áreas de manguezais na foz dos rios Itaguapé e Guaratuba.

A presença dos manguezais nas referidas áreas se dá em função desse tipo de vegetação se constituir por uma “formação típica de estuários e áreas costeiras

abrigadas que se encontram sob ação direta das marés” (AFONSO, 2006, p. 141), e pode ser definido como “ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés.” (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995 citado por AFONSO, 2006, p. 141).

Afonso (2006) aponta que Bertioga apresenta áreas originais preservadas da formação manguezal, destacando que “a maior parte dos manguezais ainda conservados da Baixada Santista está situada em Bertioga e Praia Grande”. (AFONSO, 2006, p. 218).

Andrade e Lamberti (1965) afirmam que as plantas dos mangues são adaptadas essencialmente ao teor salino e à carência de oxigênio no solo, este último devido à sua inundação periódica pela água do mar. Por conta destes fatores e também pela pouca consistência do solo, os autores apontam para o desenvolvimento radicular dos vegetais que habitam o manguezal. O qual funciona para “aumentar a superfície de sustentação da planta como também para oferecer maior área para as trocas gasosas” (ANDRADE; LAMBERTI, 1965, p. 169), destacando-se as raízes-escora e os pneumatóforos, “destinados a cada uma daquelas importantes funções.” (ANDRADE; LAMBERTI, 1965, p. 169).

Afonso (2006) ressalta que a vegetação do manguezal “é constituída por um único estrato arbóreo, com altura média regional de cinco a oito metros, composto por poucas espécies adaptadas ao ambiente salobro e ao substrato inconsistente.” (AFONSO, 2006, p. 144).

Os tipos de mangue encontrados na Baixada Santista, segundo Andrade e Lamberti (1965), são o *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* (*A. tomentosa*) e *Laguncularia racemosa*.

A este respeito, Schaeffer-Novelli (1995 citado por AFONSO, 2006), apresenta os seguintes tipos de espécies:

As espécies típicas do manguezal são mangue vermelho ou *Rhizophora mangle*, mangue preto ou *Avicennia schaueriana*, e mangue branco ou *Laguncularia racemosa*. Além dessas três espécies, há também o mangue botão, ou *Conocarpus*, menos tolerante à salinidade. Crescendo sobre os troncos e ramos dessa vegetação são encontradas bromélias, orquídeas, musgos, líquens, samambaias e filodendros, além de algas que crescem sobre as raízes. (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995 citado por AFONSO, 2006, p. 144).

A importância do manguezal é destacada por CETESB (1985 citado por AFONSO, 1999), afirmando ser esse um sistema que “atua como fixador de sedimentos, como filtro biológico e como ‘viveiro natural’ para reprodução de algumas espécies marinhas.” (AFONSO, 1999, p. 111).

Silveira (1937 citado por ANDRADE; LAMBERTI, 1965) refere-se à importância do manguezal da seguinte maneira: “Não se pode esquecer, um só momento, o valor destas plantas na fixação das terras litorâneas e marginais. A ação protetora oferecida pela muralha forte desses seres vivos é extraordinária.” (SILVEIRA, 1937 citado por ANDRADE; LAMBERTI, 1965, p. 172).

Afonso (2006) aponta para a grande capacidade dos manguezais em reter os sedimentos provenientes da drenagem terrestre, em razão da sua localização nas áreas de baixa declividade da foz dos rios, aliada ao emaranhado de raízes das árvores de mangue. Isso faz com que o manguezal atue na contenção do processo de assoreamento dos canais e também no processamento da matéria orgânica recebida. Este processamento resulta num ambiente de alta produtividade biológica, propício à reprodução e sobrevivência de espécies de peixes.

Baseado em Varjabedian (1995), Afonso (2006) destaca as principais alterações nos ambientes de manguezal da Baixada Santista:

- Contaminação por efluentes industriais nas áreas próximas às indústrias de Cubatão, que, ‘constituídos por metais pesados e outros produtos tóxicos resistentes à degradação biológica’, intoxicam peixes e outros organismos marinhos.
- Eliminação da vegetação e alterações nos fluxos de água, que geralmente ocasionam a morte das espécies animais e vegetais, seja para a construção de estradas e marinas, seja para dar lugar a assentamentos destinados à população de baixa renda.
- Lançamento de esgotos domésticos nos rios e águas estuarinas, que atingem os manguezais via drenagem superficial ou por ação das marés, contaminando as águas com bactérias e vírus.
- Derramamento de óleo proveniente de dutos e embarcações, que causam asfixia e desfolhamento das plantas e morte da fauna associada. (AFONSO, 2006, p. 218).

Afonso (2006) ainda aponta para o fato de que, devido às características instáveis e inconsistentes do solo dos manguezais, assim como as raízes entrelaçadas da vegetação, o uso e ocupação formal (associados às restrições legais) desses ambientes é bastante difícil, tornando os manguezais “[...] áreas

preferidas para localização dos assentamentos espontâneos da população de baixa renda.” (AFONSO, 2006, p. 145). A autora aponta também para o comprometimento dos manguezais devido à construção de estradas sobre aterros, causando “[...] alterações no fluxo das águas, como é visível nos manguezais próximos à Rodovia Rio-Santos.” (AFONSO, 2006, p. 145).

Para Afonso (2006), a maior parte da vegetação natural da Baixada Santista foi erradicada para dar lugar aos loteamentos urbanos, fazendo com que as formações florestais não ocupem a totalidade do território regional. No entanto, a autora aponta para a existência de importantes remanescentes florestais “situados principalmente nas encostas da Serra do Mar, nas porções mais interiores da planície costeira e nas margens dos canais estuarinos ainda não urbanizadas [...]” (AFONSO, 2006, p. 140).

Esse fato está atrelado a diversos elementos da dinâmica do uso e ocupação do solo em Bertioga, dentre eles os aspectos históricos e socioeconômicos desse município, que serão discutidos a seguir.

2.3 Aspectos históricos e socioeconômicos da área de estudo

O município de Bertioga começou a ser ocupado pelos colonizadores no século XVI, desempenhando importante papel na produção agrícola e de outros produtos, como o óleo de baleia. Nos séculos seguintes, Bertioga não registrou grande desenvolvimento econômico. Mudanças significativas na economia do município se deram a partir da década de 1940, por meio da ascensão do turismo, devido à sua deslumbrante paisagem e pela maior difusão do automóvel como meio de transporte (MATOS-FIERZ; ROSA, 1999).

Na década de 1940, Bertioga contava com apenas uma pensão e algumas famílias que frequentavam suas praias, iniciando-se a construção de casas de veraneio. No ano de 1948, a construção da colônia de férias do SESC (Serviço Social do Comércio) na praia da Enseada, contribuiu para atrair visitantes, tornando a estância de Bertioga mais conhecida e procurada. (MATOS-FIERZ; ROSA, 1999).

De acordo com Alves (2009), até a década de 1950, a população de Bertioga era composta por “pescadores, funcionários do serviço da balsa, representantes da prefeitura, alguns homens trazidos para trabalharem no arruamento dos escassos

loteamentos que apareciam e por funcionários da colônia de férias do SESC”. (ALVES, 2009, p. 55). No entanto, a maioria da população abandonava a vila em busca de oportunidades no centro de Santos.

A respeito do crescimento urbano de Bertioga, Alves (2009) destaca que

As novas construções de veraneio em Bertioga surgiram após o asfaltamento da estrada que atravessa a Ilha de Santo Amaro, onde se localiza o município de Guarujá, em 1959. Foram construídas residências na avenida da praia, no entanto, uma ocupação nada comparável com o surto de urbanização que ocorria nos demais municípios da baixada. Era comum a abertura de loteamentos em meio à mata, porém ainda sem edificações. (ALVES, 2009, p. 55-56).

Dessa forma, Alves (2009) afirma que a difícil acessibilidade de Bertioga fez com que ela se tornasse a última região a receber o turismo de massa na Região Metropolitana da Baixada Santista, resultando no retardamento da ocupação e a manutenção da qualidade ambiental até a década de 1990.

No entanto, já a partir das décadas de 1970 e 1980, Bertioga assistiu a um processo de expansão urbana ao longo da praia da Enseada, por meio do surgimento de loteamentos residenciais de alto padrão, que promoveram a expansão horizontal do município. A construção das rodovias Mogi-Bertioga (SP-98) e Rio-Santos (SP-55), a partir do final da década de 1970, auxiliaram na dinamização das atividades turísticas e na expansão para outras praias do município, repercutindo no surgimento de novos núcleos urbanos entre as referidas rodovias e as praias da Enseada, São Lourenço, Itaguapé e Boracéia.

Afonso (2006) destaca que, da mesma maneira como ocorreu nos demais municípios da Baixada Santista, em Bertioga a urbanização deu-se por

loteamento isolado de glebas, por enquanto de ocupação esparsa, gerando uma mancha linear descontínua junto à praia composta por várias formas de parcelamento do solo justapostas. (AFONSO, 2006, p. 103).

Até o ano de 1991, Bertioga era oficialmente um distrito do município de Santos. Após dois movimentos frustrados a favor da emancipação (1958 e 1979), Bertioga conquistou sua autonomia em 19 de maio de 1991, através da realização de um plebiscito em que a população decidiu pela separação da sede municipal santista. (BERTIOGA, 2011).

O município de Bertioga apresentou um crescimento populacional acelerado nas últimas décadas, pois se constata que no ano de 1993, contava com 14.947 habitantes, e no ano de 2000, com 29.771 habitantes (SEADE, 2012a). De acordo com os dados da Fundação SEADE (2012a), no ano de 2010, Bertioga contava com uma população residente de 47.462 habitantes. A projeção realizada pelo SEADE (2012a) indica uma um total de 49.728 habitantes para o ano de 2011. Estes dados podem ser visualizados no Gráfico 4.

O acelerado crescimento populacional do município de Bertioga está relacionado principalmente, ao aumento do número de atividades turísticas no município. A Planície Costeira de Bertioga apresenta áreas bastante extensas, propensas à expansão imobiliária, fato esse mais acentuado do que em outros municípios da Baixada Santista, de ocupação mais antiga.

Observa-se, no Gráfico 5, que Bertioga foi o município do litoral paulista que apresentou o maior crescimento populacional durante a última década (44 %, entre os anos de 2002 e 2011). De acordo com CETESB (2012, p. 67), as áreas de restinga da planície de Bertioga “estão sofrendo com a pressão de loteamentos nos últimos anos, principalmente após sua emancipação do município de Santos, na década de 1990.”

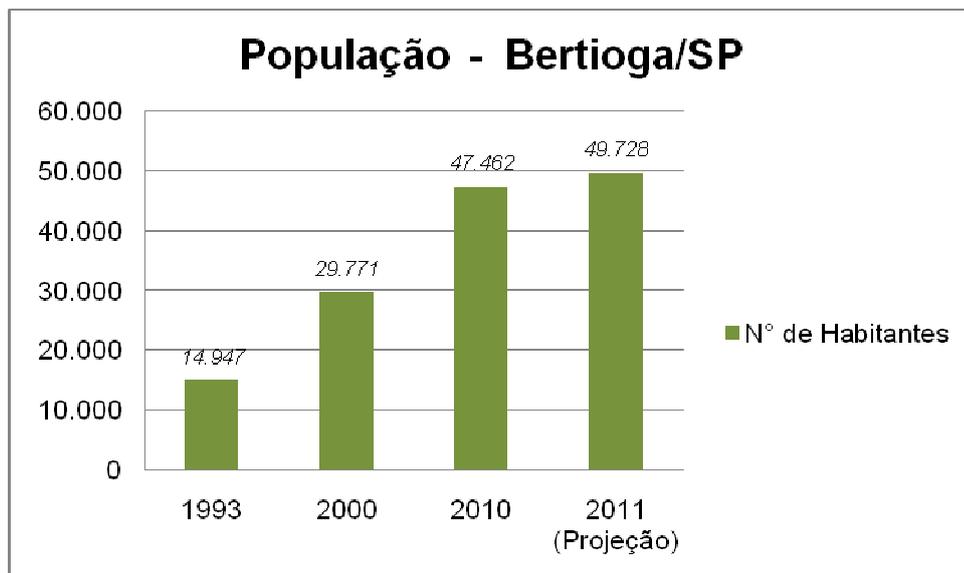


Gráfico 4: Número de habitantes no município de Bertioga/SP (1993-2011).
Fonte: Adaptado de SEADE (2012a).

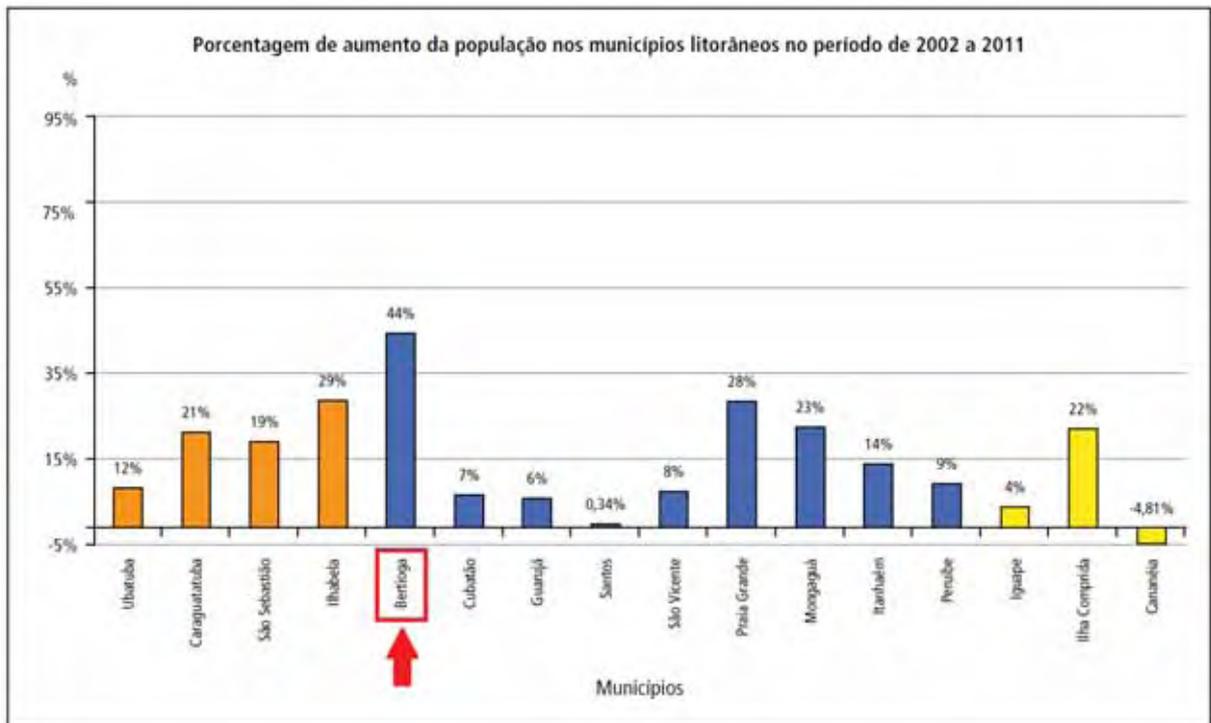


Gráfico 5: Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2002 e 2011.
Fonte: CETESB (2012, p. 18)

Considera-se que a dinâmica populacional do município de Bertiooga está diretamente ligada a seus aspectos socioeconômicos. Estes foram analisados a partir dos dados do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), desenvolvido pela Fundação SEADE e pela Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP).

O IPRS, segundo SEADE (2011), acompanha o paradigma que sustenta o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. Partindo do pressuposto que a renda *per capita* é insuficiente como único indicador das condições de vida da população, esse modelo incorpora em suas análises as condições de saúde e de educação das populações, através dos índices de longevidade e escolaridade, gerando um indicador mais abrangente de suas condições de vida.

Segundo SEADE (2010), o indicador riqueza municipal é composto por quatro variáveis, através das quais se pretendeu captar, simultaneamente, a riqueza municipal e a renda familiar. Os indicadores referentes à riqueza municipal são: consumo de energia elétrica na agricultura, no comércio e nos serviços por ligações; e valor adicionado fiscal per capita. Já os indicadores referentes à renda familiar

são: consumo anual de energia elétrica por ligações residenciais; e remuneração média dos empregados com carteira assinada e do setor público.

Para SEADE (2010),

Tal distinção tem um importante significado do ponto de vista das políticas públicas, pois, enquanto as variáveis relativas à renda familiar são típicas de resultado, isto é, refletem iniciativas e investimentos pretéritos, aquelas referentes à riqueza municipal podem ser associadas à capacidade do município de produzir novos esforços em prol do desenvolvimento local. (SEADE, 2010, p. 6).

O indicador longevidade é o resultado da combinação de quatro taxas de mortalidade: mortalidade perinatal; infantil; de pessoas de 15 a 39 anos; e de pessoas de 60 anos e mais. A escolha destas variáveis destaca, segundo SEADE (2010), “determinados aspectos da mortalidade que parecem muito relevantes no caso paulista e que devem ser objeto de distintas políticas públicas que visem sua redução.” (SEADE, 2010, p. 7).

O indicador escolaridade, assim como os anteriores, é uma combinação de quatro variáveis, a saber:

porcentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; porcentual de jovens de 18 a 19 anos com ensino médio completo; porcentual de jovens de 15 a 17 anos com pelo menos quatro anos de estudo; porcentual de crianças de 5 a 6 anos que frequentam pré-escola. (SEADE, 2010, p. 7).

No contexto do IPRS, optou-se por trabalhar com a escolaridade de jovens e adolescentes, a fim de refletir com “[...] maior precisão [sobre] o comportamento geral do sistema de ensino nos últimos anos, além de permitir inferências sobre os efeitos esperados da expansão da escolaridade desses segmentos populacionais.” (SEADE, 2010, p. 7). Dentre esses efeitos, encontram-se

[...] o aumento da qualificação da mão-de-obra e da produtividade do trabalho, a melhora dos cuidados com a saúde, o crescimento da participação política e cívica dos cidadãos e a ampliação da escolaridade das novas gerações. (SEADE, 2010, p. 7).

A seguir, a Tabela 2 apresenta os dados referentes ao IPRS para o município de Bertioga. Esses valores são expressos em escala de 0 a 100, sendo que o valor 0 indica a pior situação, ao passo que o valor 100 indica a melhor situação.

MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP	Ano				
	2000	2002	2004	2006	2008
Riqueza Municipal	73	72	72	74	74
Longevidade	60	60	63	65	66
Escolaridade	26	36	42	59	63

Tabela 2: Valores dos Indicadores Sintéticos – IPRS – Bertioiga/SP.

Fonte: SEADE (2011).

A partir dos dados do IPRS apresentados no período de 2000 a 2008, constata-se que o município de Bertioiga possui bons resultados da variável riqueza municipal, demonstrando uma estabilidade nesses valores. Na variável longevidade, Bertioiga apresentou um leve aumento em seus resultados, passando de 60 para 66. Já na variável escolaridade, Bertioiga apresentou um aumento significativo em seus resultados, pois no ano 2000, este valor era de 26, chegando a 63 no ano de 2008.

Levando em consideração os parâmetros para a classificação dos municípios, segundo os dados do IPRS (SEADE, 2010, p. 12), o município de Bertioiga apresenta níveis de riqueza municipal elevados, mas, por outro lado, apesar do aumento apresentado através da análise multitemporal, possui indicadores de longevidade e escolaridade considerados baixos.

Segundo dados do SEADE (2012b), os valores do PIB do município de Bertioiga apresentaram crescimento gradual na última década (2000 a 2009). Pode-se inferir que o crescimento da população na última década, atrelado ao crescimento das atividades relacionadas ao turismo no município, estão diretamente ligados à ascensão dos valores do PIB de Bertioiga, principalmente por esses estarem concentrados no setor de serviços em todos os anos apresentados.

Segundo dados do SEADE (2012b), o PIB total do município de Bertioiga no ano de 2009, foi de 655,98 milhões de reais correntes. Deste total, o setor de serviços conta com 533,43 milhões, ao passo que a indústria e a agropecuária apresentam valores de 74,94 milhões e 4,12 milhões, respectivamente. (Tabela 3 e Gráfico 6).

Dessa forma, no ano de 2009, a participação da agropecuária no total do valor adicionado do PIB de Bertioiga foi de 0,67%, enquanto que a participação da indústria foi de 12,24% e a participação dos serviços foi de 87,09%. (SEADE, 2012b).

Produto Interno Bruto (PIB) – Município de Bertioga/SP (2000 - 2009)							
	Valor Adicionado (em milhões de reais)				Impostos (em milhões de reais)	PIB (em milhões de reais)	PIB per Capita (em reais)
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Total			
2000	0,99	30,65	173,37	205,00	9,82	214,82	6.876,48
2001	1,33	29,24	187,78	218,35	12,41	230,76	6.930,90
2002	2,30	34,22	199,02	235,54	17,11	252,65	7.142,66
2003	2,45	40,82	240,74	284,00	20,58	304,58	8.128,93
2004	2,80	49,22	259,93	311,95	25,44	337,38	8.527,35
2005	3,03	52,77	305,12	360,92	31,35	392,26	9.413,15
2006	3,99	56,23	345,53	405,74	37,31	443,05	10.123,89
2007	3,83	56,79	375,92	436,54	37,57	474,11	12.128,47
2008	3,82	62,56	432,73	499,11	43,18	542,29	12.627,47
2009	4,12	74,94	533,43	612,49	53,49	665,98	15.056,11

Tabela 3: Produto Interno Bruto - PIB Municipal, Bertioga (2000 – 2009).
Fonte: SEADE (2012b).

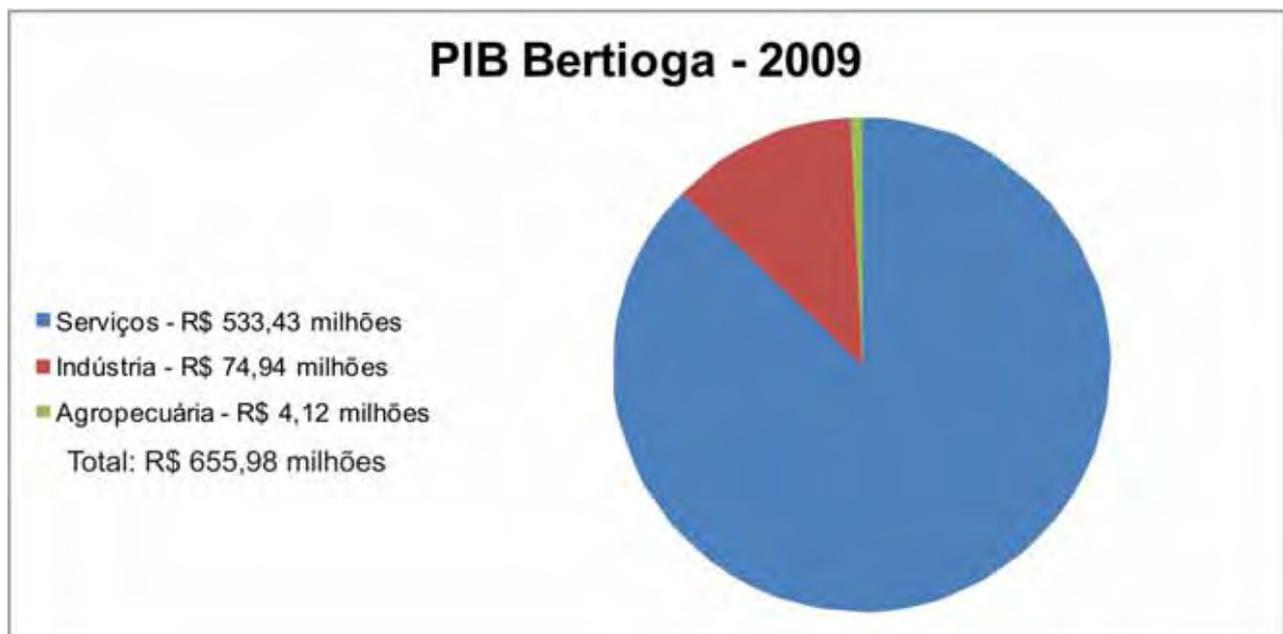


Gráfico 6: PIB do município de Bertioga/SP para o ano de 2009.
Fonte: SEADE (2012b)

A partir desses dados, destaca-se que as atividades econômicas do município de Bertioga estão diretamente ligadas ao desenvolvimento do setor terciário, principalmente no que tange ao crescimento do comércio e dos serviços relacionados às atividades turísticas.

Anexo à predominância das atividades turísticas, tem-se como dado importante para os municípios litorâneos a população flutuante (sem residência fixa no município). Segundo CETESB (2012), “este contingente é significativo, principalmente nos meses de férias de verão e nos finais de semana [...]” (CETESB, 2012, p. 19).

Observam-se, no Gráfico 7, os dados de população fixa e flutuante nos municípios do litoral paulista, para o ano de 2011. Nota-se que, em Bertioga, o total da população flutuante é maior do que o total da população residente.

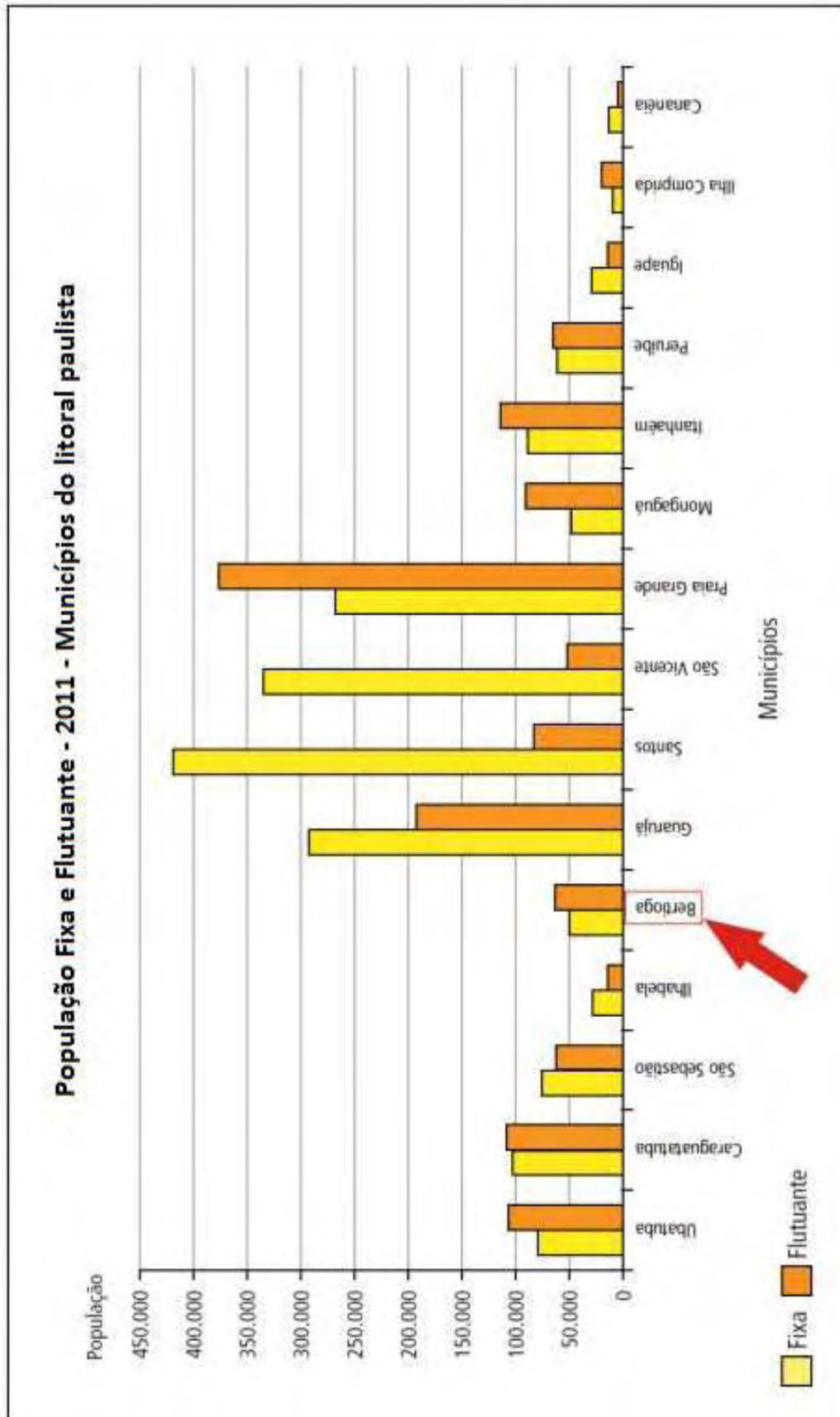


Gráfico 7: População fixa e flutuante para o ano de 2011, nos municípios do litoral paulista.
 Fonte: Fixa: www.ibge.gov.br (Censo 2010). Flutuante: Fundação Seade; Sabesp, 2004 citado por CETESB (2012).

A análise dos dados referentes à população flutuante indica um crescimento das atividades turísticas nos municípios litorâneos paulistas. Com a expansão destas atividades turísticas e também da zona urbana no município de Bertioga, tem-se um aumento da degradação das águas, fruto da poluição por esgotos domésticos. Em Bertioga, apesar de alguns condomínios residenciais apresentarem estações de tratamento de esgotos, “vários cursos d’água que afluem às praias e o Rio Itapanhaú recebem esgotos sem tratamento.” (AFONSO, 2006, p. 211-212).

No que se refere ao esgoto em Bertioga, segundo CETESB (2012), no ano 2011, Bertioga possuía 33% de coleta e 100% de tratamento de esgoto. CETESB (2012) ainda aponta para o valor do Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios (ICTEM), cujo valor correspondente ao município de Bertioga é 5,8. É o município com maior ICTEM da Baixada Santista.

Os valores do ICTEM podem variar de 0 a 10 e, em função desta nota, os sistemas de esgotamento sanitário dos municípios podem ser classificados como péssimo (0 a 2,5), ruim (2,6 a 5,0), regular (5,1 a 7,5) ou bom (7,6 a 10,0). (SÃO PAULO, 2011).

De acordo com CETESB (2009), o ICTEM tem como objetivo

obter uma medida entre a efetiva remoção da carga orgânica, em relação àquela, gerada pela população urbana (carga potencial), sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos responsáveis pela formação de um sistema de tratamento de esgotos, que leva em consideração, a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos, bem como o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e ao respeito aos padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes. (CETESB, 2009, p.22).

Apesar de Bertioga apresentar bons indicadores referentes à coleta e tratamento de esgoto em relação aos outros municípios da Baixada Santista, o município se depara com problemas de acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. A esse respeito, Alves (2009) destaca a inexistência de um programa público unificado para oferecimentos desses serviços no município. Segundo a autora,

Os serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água em Bertioga são geridos e executados em parte pelo Estado; pela iniciativa privada, em alguns dos loteamentos de alto padrão; ou de forma precária, nos loteamentos irregulares, clandestinos ou nas favelas. (ALVES, 2009, p. 124).

Alves (2009) analisou a situação de desigualdade referente aos serviços de água e esgoto em Bertioga, e afirmou que neste município, “os ônus ambientais ficam para a população de baixa renda, que não tem possibilidade de solucionar as questões de infraestrutura de forma adequada.” (ALVES, 2009, p.128).

A partir desses dados, destaca-se a influência do funcionamento do sistema de coleta e tratamento de esgoto na balneabilidade das praias. De acordo com CETESB (2012, p. 25), a balneabilidade constitui-se na “qualidade da água para fins de recreação de contato primário [...]”. Segundo esse autor (2012), o principal indicador da balneabilidade das praias é a densidade de bactérias fecais.

Nesse contexto, diversos são os fatores que influem na densidade dessas bactérias nas praias. Dentre eles, destacam-se

[...] a abrangência de sistemas de coleta e disposição dos efluentes domésticos gerados nas proximidades, a existência de rios ou córregos afluindo ao mar, o aumento da população durante os períodos de temporada, a fisiografia da praia, a ocorrência de chuvas e as condições de maré. (CETESB, 2012, p. 28).

De acordo com CETESB (2012), existem nove pontos de monitoramento da balneabilidade em Bertioga, presentes em quatro praias do município, e abrangendo 30 quilômetros de extensão. Assim, 57% das praias do município são monitoradas, sendo que o município possui um total de sete praias, com extensão de 36 quilômetros. A distribuição desses nove pontos se configura da seguinte maneira: dois pontos estão localizados na praia de Boracéia; dois na de São Lourenço; quatro na da Enseada e um ponto na praia de Guaratuba.

Os dados da CETESB (2012) a respeito da qualidade sanitária das praias de Bertioga indicam que houve uma piora no ano de 2011 em relação ao ano anterior. Nesse ano, todas as praias do município receberam a classificação “Regular”, pelo fato de apresentarem a situação “Imprópria” pelo menos uma vez durante o período analisado. No entanto, observa-se que, de maneira geral, a qualidade das praias do município apresentou-se “Própria” durante a maior parte do ano.

O motivo da piora da balneabilidade em 2011, deu-se em função de eventos isolados de precipitação elevada. Na primeira semana do mês de janeiro e na terceira semana de outubro, houve uma precipitação muito elevada na Baixada Santista, resultando na elevação da quantidade de enterococos em todas as praias de Bertioga. Assim, nessas duas datas, todas as praias do município ficaram

impróprias, com exceção da terceira semana de outubro, quando apenas a praia de Guaratuba não apresentou tal resultado (Tabela 4).

Praia - Local de amostragem	Janeiro					Fevereiro					Março					Abril					Maio					Junho				
	2	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26				
BORACÉIA - COL. MARISTA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
BORACÉIA - SUL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
GUARATUBA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SÃO LOURENÇO (JUNTO AO MORRO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SÃO LOURENÇO (RUA 2)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - INDAIÁ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - VISTA LINDA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - COLÔNIA DO SESC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - R. RAFAEL COSTABILI	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Praia - Local de amostragem	Julho					Agosto					Setembro					Outubro					Novembro					Dezembro				
	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	27				
BORACÉIA - COL. MARISTA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
BORACÉIA - SUL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
GUARATUBA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SÃO LOURENÇO (JUNTO AO MORRO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SÃO LOURENÇO (RUA 2)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - INDAIÁ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - VISTA LINDA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - COLÔNIA DO SESC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ENSEADA - R. RAFAEL COSTABILI	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Classificação semanal. ■ Própria ■ Imprópria

Tabela 4: Classificação semanal da balneabilidade das praias do município de Bertioga, para o ano de 2011.

Fonte: CETESB (2012).

Por fim, através das considerações e dos dados apresentados, verifica-se que o município de Bertioga possui uma economia voltada, principalmente, para setor de serviços, especialmente no que tange às atividades turísticas. O município apresentou, na última década, um crescimento populacional significativo, o que acaba por condicionar os processos de expansão urbana e ocupação do solo. Estes processos estão atrelados aos problemas da degradação dos recursos hídricos do município, que mesmo apresentando bons resultados referentes à coleta e tratamento de esgoto, enfrenta uma situação de desigualdade quanto ao oferecimento desses serviços pelo poder público. Verifica-se ainda que, apesar de apresentar bons resultados referentes ao índice de riqueza municipal, Bertioga não conseguiu alcançar médias satisfatórias dos índices de longevidade e escolaridade.

3. O ZONEAMENTO NO CONTEXTO DA ANÁLISE AMBIENTAL

De acordo com Santos (2004), é unânime a posição entre os estudiosos na área ambiental em afirmar que, em 1968, com o Clube de Roma, deu-se

o marco das preocupações do homem moderno com o meio ambiente, incorporando questões sociais, políticas, ecológicas e econômicas com uso racional dos recursos. (SANTOS, 2004, p.17).

Nesse contexto, Santos (2004) afirma que durante a década de 1970 e início dos anos 1980, a discussão a respeito da qualidade de vida da população passou a ser permeada com assuntos referentes à conservação e preservação dos recursos naturais, assim como o papel do homem integrado no meio.

Christofoletti (2009) destaca o desencadeamento das preocupações com as questões ambientais durante os anos 1960, fazendo referência à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, como um marco histórico na difusão das discussões a respeito das influências das atividades antrópicas no meio ambiente. Assim, o autor aponta que

mais recentemente, o desafio e a demanda socioeconômica emergentes buscam as perspectivas e os procedimentos para se promover o desenvolvimento econômico ajustado ao adequado uso dos recursos naturais. (CHRISTOFOLETTI, 2009, p. 432).

Ross (2006) destaca que em função dos problemas ambientais existentes no contexto brasileiro, “torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico-territorial não só com perspectiva econômico-social, mas também ambiental.” (ROSS, 2006, p. 52). Diante disso, Ross (2006) afirma que

Sob uma perspectiva de planejamento econômico e ambiental do território, quer seja municipal, estadual, federal, bacia hidrográfica, quer seja qualquer outra unidade, é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos, e as fragilidades dos ambientes naturais. É preciso pôr em prática as políticas públicas com vistas ao ordenamento territorial que valorize a conservação e a preservação da natureza, para o desenvolvimento sustentável. (ROSS, 2006, p. 53).

Dessa maneira, no campo das análises ambientais, destacam-se as pesquisas geográficas integradas que, a partir das décadas de 1970 e 1980, passaram a se destacar no âmbito da gestão territorial, através dos estudos de impactos e diagnósticos ambientais, assim como planejamentos e zoneamentos ambientais. (ROSS, 2006).

Em relação ao planejamento ambiental, Santos (2004) afirma não haver uma definição precisa do termo, pois existe uma grande variedade em relação às abordagens e definições inseridas no contexto ambiental. No entanto, ao diferenciar o planejamento ambiental dos termos gerenciamento e gestão ambiental, a autora apresenta a seguinte definição: “[...] o planejamento ambiental é visto como o estudo que visa à adequação do uso, controle e proteção ao ambiente, além do atendimento das aspirações sociais e governamentais expressas ou não em uma política ambiental.” (SANTOS, 2004, p. 27).

De acordo com Zacharias (2006), a palavra *planejamento* significa “propor metas”, e a partir de uma proposta de ordenamento e procedimentos, tem como principal objetivo

[...] garantir o desenvolvimento sustentável, ou seja, prover ou promover as condições necessárias para o desenvolvimento efetivo da produção social, e todas as atividades da população, através do uso racional e da proteção dos recursos do ambiente. (ZACHARIAS, 2006, p. 31).

Segundo Ross (2006), o planejamento ambiental, aplicado à gestão (administração) dos territórios, deve ser norteado principalmente, por dois vetores: as potencialidades dos recursos naturais, em função das novas necessidades criadas pelas sociedades humanas; e as fragilidades dos ambientes naturais, frente às interferências que se dão através das tecnologias.

Mateo Rodriguez, Silva e Rua de Cabo (2004) afirmam que o planejamento ambiental deve entender o meio ambiente como um ponto de partida para intervenções e ações. Assim,

mediante a proposição de soluções, desenhos, saídas e respostas concretas tratariam de resolver dois problemas fundamentais: maximizar o uso dos recursos e serviços ambientais e minimizar os riscos e a degradação ambiental. (MATEO RODRIGUEZ, 2001 citado por MATEO RODRIGUEZ; SILVA; RUA DE CABO, 2004, p.71).

No contexto da utilização do planejamento ambiental para criação de um modelo alternativo do uso racional do meio ambiente pelas populações locais, Mateo Rodriguez, Silva e Rua de Cabo (2004) propõem a realização de um zoneamento ambiental, em escala municipal e estadual. Segundo os autores,

esse zoneamento ambiental visaria, além das medidas e providências dos sistemas naturais, as mudanças das estruturas espaciais, sociais, culturais e econômicas necessárias para construir o modelo alternativo. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; RUA DE CABO, 2004, p. 72).

Ao analisar o crescimento dos estudos ambientais no campo do diagnóstico da organização sócio-espacial, Zacharias (2006) aponta para a necessidade da realização do zoneamento ambiental, a fim de adequar os processos de uso e ocupação do solo frente às graves consequências trazidas pela ocupação inadequada dos espaços.

Segundo Zacharias (2006), o zoneamento ambiental é uma técnica que representa uma etapa do planejamento ambiental, e

[...] define espaços segundo critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, os quais costumam expressar as potencialidades, vocações, restrições, fragilidades, suscetibilidades, acertos e conflitos de um território. (ZACHARIAS, 2006, p. 32).

Dessa forma, a autora apresenta o processo de inter-relação entre o zoneamento e o planejamento ambiental:

[...] sobre Planejamento e Zoneamento Ambiental pode-se dizer que são absolutamente indissociáveis. Na realidade, é o segundo que garante o ideário que o primeiro se propõe. Enquanto o Planejamento Ambiental tem um enfoque essencialmente ligado à conservação dos elementos naturais e à qualidade de vida do homem, o Zoneamento é usado como um instrumento legal, para implementar normas de uso e ocupação do território segundo suas características ambientais.

No entanto, o reconhecimento dessas áreas, que se restringe a analisar o ambiente e classificar seus atributos, não representa um trabalho concluído neste processo. Pelo contrário, constitui-se apenas em um subsídio ao Planejamento Ambiental, necessitando, posteriormente, de estudos, análises, elaboração de modelos e complementações metodológicas que conduzam as orientações para o melhor aproveitamento do uso e ocupação do solo dentro de cenários espaciais e temporais. (ZACHARIAS, 2006, p. 33).

Existem diversas metodologias que se destacam no contexto da elaboração de zoneamentos ambientais. Dentre elas, podemos destacar as propostas de Tricart (1977), Ross (1990, 1994), Becker e Egler (1996), Crepani et al. (2001 citado por FLORENZANO, 2008), e Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

A proposta de Tricart (1977) está baseada em uma metodologia de análise da dinâmica das relações entre as ações antrópicas e o meio ambiente. Essa concepção, portanto, é contrária à ideia da realização de um inventário “estático” do meio, em que os dados são imutáveis. Dessa forma, o autor afirma que

o conceito de unidades ecodinâmicas é integrado no conceito de ecossistema. Baseia-se no instrumento lógico de *sistema*, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente. [...] Com efeito, a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema. [...] Esse tipo de avaliação exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia/matéria que o caracterizam. (TRICART, 1977, p. 32).

A partir da análise integrada da paisagem, a metodologia de Tricart (1977) classifica as diferentes paisagens identificadas, denominando-as de unidades ecodinâmicas ou unidades morfodinâmicas, e as classifica em três categorias principais: meios estáveis, meios *intergrades* e meios fortemente instáveis. (TRICART, 1977).

As unidades classificadas como meio estáveis estão ligadas à noção de estabilidade do modelado, indicando uma lenta atuação dos processos mecânicos. A constante e lenta evolução desse tipo de ambiente é resultante da permanência no tempo de combinações de fatores. (TRICART, 1977).

Segundo Tricart (1977), existe uma série de condições encontradas nos meios morfodinamicamente estáveis, a saber:

- Cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese;
- Dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios, e vertentes de lenta evolução;
- Ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos. (TRICART, 1977, p. 36).

Já as unidades ecodinâmicas *intergrades* indicam um estágio transitório entre os meios estáveis e os meios instáveis, pois na natureza não existe uma passagem abrupta entre esses tipos de ambientes, mas sim um contínuo. Os meios *intergrades* estão submetidos à interferência permanente de morfogênese e pedogênese, que se dão de maneira concorrente sobre um mesmo espaço. Quando há um favorecimento da pedogênese, leva-se aos meios estáveis, ao passo que quando há um favorecimento da morfogênese, leva-se aos meios instáveis. (TRICART, 1977).

Por fim, os meios classificados por Tricart (1977) como fortemente instáveis são caracterizados pela predominância da morfogênese como fator determinante do sistema natural, a qual outros elementos estão subordinados. Uma situação desta natureza pode possuir diversas origens, suscetíveis de se combinarem entre elas. A ação antrópica pode desencadear uma brusca ativação dos processos morfodinâmicos, causando a rápida destruição dos solos preexistentes.

Tricart (1977) ressalta a importância dessa forma de análise, dizendo que “a maneira dinâmica de abarcar os problemas permite, por conseguinte, introduzir critérios de ordenação e gestão do território.” (TRICART, 1977, p. 33). Para o autor, estudar a organização do espaço “é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece.” (TRICART, 1977, p. 35).

A proposta de Tricart (1977) é base para a metodologia de zoneamento apresentada por Ross (1990), que inseriu novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis.

Oliveira, R. C. (2003) destaca que a metodologia de Ross (1990) busca compreender as potencialidades dos recursos naturais através do levantamento dos componentes do estrato geográfico e, ao mesmo tempo, busca analisar a fragilidade do sistema natural, através da avaliação integrada dos conhecimentos setorializados, de modo a sustentar-se “[...] no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos.” (OLIVEIRA, R. C., 2003, p. 22).

Assim, a metodologia de zoneamento proposta por Ross (1990), segundo Oliveira, R. C. (2003), possui como material-síntese a Carta de Fragilidade Potencial, a qual é resultante do processo que considera as unidades taxonômicas da paisagem como categorias de análise, elencando-as a “partir da sobreposição e

justaposição dos atributos naturais e antrópicos inerentes ao espaço geográfico.” (OLIVEIRA, R. C., 2003, p. 22).

De acordo com Ross (1996), a metodologia proposta por esse autor (1990) buscou utilizar os conceitos de Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis no contexto do Planejamento Ambiental, ampliando sua aplicação. Ainda, Ross (1990) desmembrou esses conceitos, estabelecendo vários graus para as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente, desde Instabilidade Muito Fraca a Muito Forte. Da mesma forma, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis também foram desmembradas, pois mesmo apresentando um estado de equilíbrio dinâmico, apresentam Instabilidade Potencial qualitativamente previsível, devido às suas características naturais e à possibilidade de intervenção antrópica. Dessa maneira, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis passaram a ser denominadas Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, em diferentes graus, desde Muito Fraca a Muito Forte.

Oliveira, R. C. (2003) destaca que a metodologia proposta por Ross (1990) fornece, do ponto de vista ambiental, um diagnóstico-síntese, que se apresenta como um instrumento importante no trabalho de planejamento territorial, à medida que permite nortear as intervenções antrópicas futuras e corrigir as presentes.

Outro modelo de zoneamento ambiental bastante desenvolvido no Brasil é o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). Becker e Egler (1996), ao desenvolver uma metodologia do ZEE para a Amazônia Legal, afirmam que:

[...] o ZEE é um instrumento político e técnico de planejamento, cuja finalidade consiste em otimizar o uso do espaço e as políticas públicas. Do ponto de vista técnico, ele organiza informações sobre o território, necessárias para planejar a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. Do ponto de vista político, ele serve para aumentar a eficácia das decisões políticas e da intervenção pública na gestão do território, bem como criar canais de negociação entre as várias esferas de governo e a sociedade civil. (BECKER; EGLER, 1996 citados por ROSS, 2006, p. 149).

Dessa forma, Becker e Egler (1996) destacam que, como instrumento técnico e político de planejamento, o ZEE não é considerado um fim em si mesmo, nem possui como objetivo a criação de zonas estáticas e homogêneas. O ZEE busca, a partir de critérios de sustentabilidade, de absorção de conflitos e de temporalidade,

planejar as diferenças, de maneira dinâmica, devendo ser periodicamente revisto e atualizado, possibilitando a passagem para o novo padrão de desenvolvimento.

As zonas criadas a partir do ZEE são nomeadas Zonas Ecológico-econômicas e são definidas como “porções delimitadas do território cujo uso é regulado por normas estabelecidas pelo Estado.” (BECKER; EGLER, 1996, p. 13). Assim, de acordo com o próprio termo, esse conceito sintetiza duas dimensões básicas:

a ecológica, que reflete as limitações e potencialidades de uso sustentado dos recursos naturais e a econômica, que manifesta as aspirações de desenvolvimento humano das comunidades que habitam e retiram seu sustento do território. (BECKER; EGLER, 1996, p. 13).

Sob tal contexto, Becker e Egler (1996) apontam que a proposta de ZEE deve considerar, de maneira integrada e dinâmica, os processos naturais do ambiente, que contemplam os princípios da ecodinâmica (TRICART, 1977) e os processos sociais, atrelados à dinâmica econômica e objetivos políticos.

Em virtude dessa metodologia integradora utilizada para a criação das Zonas Ecológico-econômicas, Becker e Egler (1996) consideram o zoneamento como “[...] um instrumento básico para o desenvolvimento sustentável, na medida em que incorpora a dimensão ambiental e a produtiva, considerando o desenvolvimento humano e da consolidação institucional.” (BECKER; EGLER, 1996, p. 14).

Em relação aos procedimentos técnicos na elaboração do ZEE, é considerada a avaliação da vulnerabilidade da paisagem natural, assim como a potencialidade social, a fim de se obter a integração ecológica-econômica necessária ao zoneamento. Nesse sentido, três cartas são elaboradas: as cartas temáticas de Vulnerabilidade Natural e de Potencialidade Social e, em seguida, a carta-síntese de Subsídio à Gestão do Território, que é baseada nos graus de sustentabilidade das unidades territoriais e na legislação atual de ordenamento do uso do território.

Segundo Ross (2006), no contexto governamental brasileiro, o ZEE insere-se como um programa no PPA (Plano Plurianual), que é um instrumento de planejamento de médio prazo das ações do governo. Assim,

[...] o ZEE, ao dispor de um mecanismo integrado de diagnóstico sobre o meio físico-biótico, a economia e a organização institucional, bem como de diretrizes de ação pactuadas entre os diferentes interesses dos cidadãos, pode contribuir para que o sistema de planejamento oriente os esforços de investimentos do governo e da

sociedade civil, segundo as peculiaridades das áreas definidas como zonas homogêneas e tratadas como unidades de planejamento. (ROSS, 2006, p. 156).

Florenzano (2008) destaca dois sistemas de mapeamento integrado que vêm sendo utilizados na elaboração de ZEE's, sendo um deles desenvolvido por Ross (1994) e o outro por Crepani et al. (2001). Segundo a autora, a metodologia proposta por Ross (1994) é baseada na geração de uma carta-síntese que representa a fragilidade do terreno. Esta carta identifica diferentes Unidades Ecodinâmicas, classificadas como Estáveis e Instáveis, e é elaborada a partir da integração, por meio de um SIG, de diversas cartas temáticas (Geomorfologia, Geologia, Pedologia, Climatologia e Uso da Terra/Vegetação). Já em relação à metodologia proposta por Crepani et al. (2001), Florenzano (2008) indica a criação de uma carta de vulnerabilidade à erosão, elaborada a partir do conceito da ecodinâmica, de Tricart (1977), conceito este fundamentado na relação morfogênese/pedogênese (formação do relevo/formação do solo). (FLORENZANO, 2008).

Apesar de se reconhecer a importância de abordagens de análise integrada da paisagem, como a de Tricart (1977), de Ross (1990, 1994), de Becker e Egler (1996) e de Crepani et al. (2001 citado por FLORENZANO, 2008), discutidas anteriormente, nesta pesquisa foi utilizada a proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), pois esta enfatiza a importância de zoneamentos a partir de unidades espaciais que consideram o município como limite territorial. Assim, tendo em vista que o planejamento municipal ainda é o que encontra maior respaldo político, inclusive devido à obrigatoriedade da realização dos planos diretores municipais, a proposta empregada nesta pesquisa, de origem cubana e adaptada por Mateo Rodriguez (1994, 1996), Mateo Rodriguez et al. (1995) e Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), para as condições brasileiras, representa importante orientação no que diz respeito à integração de dados referentes aos sistemas ambiental e socioeconômico.

A proposta metodológica idealizada por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) fundamenta-se na Geoecologia das Paisagens. Segundo Oliveira (2008), esta metodologia está alicerçada em uma análise sistêmica e considera as discussões de Sotchava (1977, 1978). Essa proposta está baseada em uma perspectiva multidisciplinar, a qual, valorizando a questão ambiental, oferece

“subsídios metodológicos e procedimentos técnicos de investigação na procura de ampliar a análise sobre o meio natural.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 13).

Na proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), o conceito chave é a paisagem. Desse modo,

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. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 47).

Nessa perspectiva, Mateo Rodriguez et al. (1995) afirmam que a paisagem é “[...] um complexo de sistemas naturais e antroponaturais, com os quais se integram sociedades, os sistemas sociais, em um binômio inseparável sociedade-natureza.” (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995, p. 84).

Em seguida, Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) apontam para as vantagens de caráter científico, trazidas pela utilização do enfoque sistêmico como um conjunto de métodos lógicos regulados do conhecimento da realidade:

- possuir um aparato conceitual diverso, constituído de categorias formuladas com relativa exatidão;
- permitir objetivamente distinguir o objeto estudado do meio circundante, dividi-lo em uma série de níveis de complexidade e distinguir estes níveis em termos de enfoque sistêmico;
- facilitar a criação de um modelo de partida do objeto sobre cuja base elabora-se o programa de um estudo, sob a forma de operações de investigação. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 43).

Considerando a etapa atual da evolução da sociedade e a aplicação do conhecimento, vinculada com a necessidade cada vez mais urgente de incorporar a dimensão ambiental ao processo de desenvolvimento, Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) afirmam que a Geoecologia das Paisagens deve enfrentar as seguintes necessidades:

- Aperfeiçoar e estabelecer um sistema universal de distinção, caracterização e cartografia das unidades geoecológicas;
- Aprofundar os métodos de análise sistêmica das propriedades e atributos das paisagens;

- Estabelecer critérios sólidos e coerentes que sejam aplicáveis nos trabalhos de planejamento e gestão ambiental e territorial;
- Desenvolver os conceitos e os procedimentos de medição da sustentabilidade geocológica, como uma ferramenta eficaz na contextualização dos diferentes caminhos para a construção do desenvolvimento sustentável. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 22-23).

A proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) envolve diferentes enfoques na análise da paisagem, sendo que “estes enfoques tratam na análise paisagística de procurar subsídios para o desenvolvimento do território.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 111). Esta pesquisa adota como subsídio o enfoque funcional na análise da paisagem, que tem como finalidade

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

Os autores ainda apontam que, sob esse enfoque, todos os elementos da paisagem “cumprem funções determinadas e participam de forma peculiar no seu processo de gênese”. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 124).

A gênese da paisagem se dá através do intercâmbio de energia e substâncias ativas entre os elementos estruturais dos geocomplexos, e ocorre nos limites da fronteira superior da paisagem na atmosfera até o limite inferior da camada de alteração do intemperismo. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004). Assim,

A ação conjunta dos fatores, componentes e processos no tempo é uma condição necessária para o efeito na formação e funcionamento da paisagem, ou seja, a gênese da paisagem propriamente dita como fenômeno. Os mencionados fatores (componentes), ao interatuar de forma permanente, formam uma unidade natural (ou seja, o fenômeno paisagístico) que se controla pelas funções de cada um dos fatores em uma determinada medida de suas magnitudes. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 125).

A respeito do funcionamento da paisagem, este se constitui em uma das principais propriedades do complexo geográfico como geossistema que determina sua integridade e sua existência independente (MATEO RODRIGUEZ; SILVA;

CAVALCANTI, 2004). Os autores definem o funcionamento da paisagem, segundo afirmação de Diakonov (1988):

Define-se como funcionamento da paisagem a sequência estável de processos que atuam permanentemente e que consistem na transmissão de energia, substâncias e informação, garantindo a conservação de um estado da paisagem, característico para um tempo dado (ou seja, um determinado regime de funcionamento). (DIAKANOV, 1988 citado por MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 127).

Reforçando esta afirmação, Mateo Rodriguez et al. (1995) ressalta que “o funcionamento da paisagem se manifesta através dos mecanismos de absorção, transformação, saída de matéria, energia e informações que garantam sua subsistência e produção.” (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995, p. 96-97).

Em relação à estrutura funcional da paisagem, Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) apontam que esta estrutura está formada pela conjugação e conexão das paisagens de níveis hierárquicos diferentes, “que se unem mediante a ação dos fluxos laterais que lhe conferem uma integridade funcional e uma contrastividade horizontal dos campos geofísico e geoquímico”. (ZVONKOVA, 1995 citado por MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 130). Sendo assim, a estrutura funcional consiste no intercâmbio de energia e de substâncias que se produzem entre as diversas unidades, acompanhado da transformação de energia, substâncias e das propriedades das paisagens. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Levando em consideração o funcionamento e a estrutura da paisagem, é definida a sua função geocológica, que tem o objetivo de garantir a estrutura e o funcionamento, tanto do próprio geossistema, como do sistema superior ao qual pertence (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004). Nessa perspectiva, as paisagens são divididas de acordo com suas funções, em três categorias, segundo Mateo Rodriguez et al. (1995):

- **Áreas emissoras:** têm a função de garantir os fluxos de Energia, Matéria e Informação (EMI) para o restante da área, e se constituem, portanto, nos níveis mais elevados do terreno.

- **Áreas transmissoras:** têm a função de garantir o translado dos fluxos de EMI das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas. Como exemplo, temos as vertentes e patamares.
- **Áreas coletoras:** têm a função de coletar e acumular os fluxos de EMI, e a partir daí, transmitirem de forma concentrada e seletiva a energia e matérias através dos canais fluviais. Como exemplo, temos as planícies aluviais e os terraços. São geralmente paisagens dinâmicas, recentes e em constante estado de evolução. (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995).

O enfoque funcional na análise da paisagem, além de estudar a gênese, o funcionamento, a estrutura funcional e a função geocológica da paisagem, propõe também a análise da dinâmica funcional e dos processos geocológicos degradantes que envolvem as paisagens. Nesse âmbito, a dinâmica funcional é “o conjunto dos processos que garantem o funcionamento dos geossistemas [...] Cada paisagem tem sua própria dinâmica funcional”. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 137).

Nesse âmbito, Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) apontam para a ocorrência de uma dinâmica funcional degradante, resultante das alterações no funcionamento e nos mecanismos das relações de autorregulação. A degradação geocológica “define-se como a perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções geocológicas e a atividade dos mecanismos de autorregulação.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 137). Os processos geocológicos degradantes advêm dos processos naturais ou são produtos diretos da ação antrópica.

A partir do estudo dos processos degradantes e do nível de degradação, é possível determinar o estado ambiental dos geossistemas, que se constitui na “situação ecológica da paisagem dada, determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas.”. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 139).

Os autores indicam, em relação ao estado ambiental, a diferenciação nas seguintes classes, propostas por Mateo Rodriguez e Martinez (1998) e Glazovskiy et al. (1998):

- **estável (não alterado):** conserva-se a estrutura original. Não existem problemas ambientais significativos que deteriore a paisagem. O nível dos processos geocológicos 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, pois parte do geossistema, mesmo assim conserva a integridade. A incidência de alguns problemas ambientais resultantes da sobre-exploração dos recursos dá lugar a um declínio na produtividade e que esta 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 onde o uso da terra e o impacto humano excederam à capacidade de suporte dos geossistemas. Ele resulta em uma drástica redução do potencial da terra. As paisagens que estão neste estado necessitam da aplicação de medidas de mitigação urgentes e imediatas para recuperar o potencial natural. A mitigação dos processos geocológicos 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 geocológicas. 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 RODRIGUEZ; MARTINEZ, 1998; GLAZOVSKIY et al., 1998 citados por MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 139-141).

Frente à proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), que através do reconhecimento dos processos degradantes é possível determinar o estado ambiental da paisagem, este trabalho irá apresentar cartograficamente a situação geocológica da área de estudo, através da elaboração da Carta de Unidades Geoambientais e da Carta de Estado Ambiental. Estes documentos irão servir como um auxílio na realização do Zoneamento Geoambiental do município de Bertioga-SP.

O procedimento metodológico da proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), cuja meta final é propor um modelo racional de organização do território, envolve as seguintes etapas fundamentais: organização, inventário, análise, diagnóstico, proposta e execução. Neste trabalho, apenas a etapa de execução não será realizada, pois a proposta de zoneamento será direcionada aos órgãos públicos competentes.

A **fase de organização** implica na definição dos objetivos, no desenho da investigação e na delimitação da área de estudo. Inclui também a justificativa da execução do trabalho e a adequação das atividades ao cronograma de trabalho.

A **fase de inventário** é composta pelo levantamento dos componentes antrópicos (caracterização socioeconômica) e dos componentes naturais (caracterização geoecológica). A partir dessas informações, é possível entender a organização espacial e funcional de cada sistema, através de interações entre os diferentes componentes. É também a partir desses componentes que será elaborada a classificação cartográfica das unidades geoambientais, que servirá de base operacional para as demais fases do estudo.

A **fase de análise** é composta pelo tratamento dos dados levantados na fase de inventário, pela integração dos componentes socioeconômicos e dos componentes ambientais, permitindo a diferenciação das unidades geoambientais. Esta diferenciação serve de base para a identificação de setores de risco e dos principais conflitos e impactos ambientais presentes na área de estudo.

Em seguida, tem-se a **fase de diagnóstico** que, através da síntese dos resultados obtidos até o momento, possibilita a caracterização do cenário atual, entendido como Estado Geoambiental, indicando seus principais problemas ambientais.

Finalmente, considerando a análise do diagnóstico, tem-se a **fase propositiva**, na qual é efetivado um prognóstico socioeconômico e ambiental, estabelecendo uma análise de tendências futuras do quadro atual, contribuindo para a proposta de Zoneamento Geoambiental da área de estudo.

A metodologia proposta por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) está alicerçada em uma abordagem sistêmica da paisagem, considerando a inter-relação entre os sistemas naturais e socioeconômicos. Dessa maneira, busca-se a realização do Zoneamento Geoambiental do município de Bertiooga como auxílio ao Planejamento Ambiental, a partir de uma visão holística entre sociedade e natureza,

articulando-se ao processo de tomada de decisões no contexto da organização espacial da Baixada Santista.

4. MÉTODO E TÉCNICAS

4.1 Método – A Teoria Geral dos Sistemas

A Teoria Geral dos Sistemas foi desenvolvida nos Estados Unidos, no início do século XX, sendo inicialmente aplicada na termodinâmica por R. Defay, em 1929, e na biologia por L. von Bertalanffy, em 1932. Em seguida, essa teoria passou a ser aplicada em outras ciências, como por exemplo, na geomorfologia, por A. N. Strahler, em 1950, e R. J. Chorley, em 1962. (CHRISTOFOLETTI, 1971).

Segundo Vicente e Perez Filho (2003), foi no final do século XIX, que surgiram os primeiros enunciados físico-matemáticos na busca de uma compreensão sistêmica do comportamento dos elementos, devido à incapacidade de explicação da física newtoniana dos processos conservativos e dissipativos do calor. Mais tarde, Ludwig von Bertalanffy (1975) buscou uma sistematização do conceito de sistemas, em sua obra *Teoria Geral dos Sistemas*. Após a Segunda Guerra Mundial, as ideias deste autor obtiveram grande repercussão no meio científico, alicerçado pelas mudanças de caráter social, político e econômico que se apresentavam naquele contexto.

A proposta de Bertalanffy (1973, p. 28) pressupunha uma episteme complexa que, na essência, buscava uma linguagem científica única que englobasse todos os campos do conhecimento, permeando a Biologia, a Engenharia, a Física, a Matemática, a Psicologia, as Ciências Sociais, as Ciências da Terra e outras, através da definição e análise de componentes e estruturas funcionais inerentes a todos os campos da realidade, os quais se colocam como suporte para sua compreensão, os *sistemas*. (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, p. 329).

Bertalanffy, em suas tentativas de criar uma teoria geral dos sistemas, se deparou com inúmeras críticas e resistências. No entanto, após a década de 1950, a teoria, previamente lançada, foi sendo modificada e melhor apresentada, ampliando o seu entendimento e passando a ser aceita em diversas áreas do conhecimento científico, principalmente nas áreas relacionadas aos estudos ambientais, mas também em estudos do comportamento social do ser humano. (MATOS-FIERZ, 2008).

Uma caracterização da concepção sistêmica é apresentada por Capra (1982):

A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores. Em vez de concentrar nos elementos ou substâncias básicas, a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização. Os exemplos de sistemas são abundantes na natureza. [...] Todos esses sistemas naturais são totalidades cujas estruturas específicas resultam das interações e interdependência de suas partes. [...] Embora possamos discernir partes individuais em qualquer sistema, a natureza do todo é sempre diferente da mera soma de suas partes. (CAPRA, 1982, p. 260).

Para Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), uma abordagem pautada na concepção sistêmica implica em considerar qualquer diversidade da realidade estudada como “uma unidade (um sistema) regulada em um ou outro grau que se manifesta mediante algumas categorias sistêmicas, tais como estrutura, elemento, meio, relações, intensidade, etc.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 41).

As definições de sistemas são várias, e dentre elas pode-se citar a contribuição de Hall e Fagen (1956), apresentada por Chorley (1971). Para aqueles autores, um sistema pode ser definido como “[...] um conjunto de objetos com relações estreitas entre si e entre seus atributos.” (CHORLEY, 1971, p. 4).

Por sua vez, Christofolletti (1979) apresenta a concepção de Thornes e Brunnsden (1977), que definem um sistema como “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular”. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1). O autor ressalta a particularidade da definição de Thornes e Brunnsden (1977), ao afirmar que para estes autores, os sistemas funcionam com o objetivo de realizar uma determinada tarefa, ou seja, “são organizados para realizar determinada finalidade no conjunto da natureza.” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 3).

Mateo Rodriguez (2005) apresenta a definição de sistema da seguinte maneira:

El sistema se define como el conjunto de elementos que se encuentran en relación y con nexos entre sí, y que forman una determinada unidad e integridad. Es un conjunto energético - substancial de componentes interrelacionados, agrupados de acuerdo a relaciones directas e inversas en una cierta unidad. Es un todo complejo, único, organizado, formado por el conjunto o combinación de objetos o partes. (MATEO RODRIGUEZ, 2005, p. 4).

Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) apontam para o fato do sistema ser “[...] um todo complexo, único, organizado, formado pelo conjunto ou combinação de objetos ou partes.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 42).

Christofoletti (1971) aponta para a definição de um sistema através da linguagem matemática, de acordo com a teoria dos conjuntos. Esta concepção considera a “[...] existência de uma multiplicidade de objetos (elementos) e de suas relações em determinado sistema [...]”. (CHRISTOFOLETTI, 1971, p. 45). Nessa direção, o autor apresenta a concepção de Klir e Valach (s.d.), a qual considera que todo conjunto $S = A, R$ é um sistema, sendo que A = conjunto de objetos ou elementos e R = conjunto de todas as relações dos objetos entre si e com o ambiente. Dessa forma, o autor afirma ser possível interpretar os sistemas como sendo constituídos de:

- a) Um conjunto de elementos identificados por algum atributo variável dos objetos;
- b) Um conjunto de relações entre os atributos dos objetos;
- c) Um conjunto de relações entre aqueles atributos dos objetos e o ambiente. (CHRISTOFOLETTI, 1971, p. 45).

Christofoletti (1979, p. 2) afirma que um sistema é formado basicamente por:

- **Elementos ou unidades** - correspondem às partes componentes do sistema;
- **Relações** – os elementos do sistema dependem um do outro, encontrando-se inter-relacionados através de ligações que denunciam os fluxos;
- **Atributos** – os elementos ou o sistema possuem qualidades a eles atribuídas, a fim de caracterizá-los;
- **Entrada (input)** – o sistema é alimentado através de determinados tipos de entradas;
- **Saída (output)** – após transformar em seu interior as entradas recebidas, o sistema encaminha os produtos para fora, através de determinados tipos de saída.

Christofoletti (1979) ressalta que os sistemas podem ser classificados conforme critérios variados, e que no caso da análise geográfica, o critério funcional

e o critério da complexidade estrutural são os mais importantes. Em relação ao critério funcional, o autor distingue os tipos de sistema segundo as considerações de Forster, Rapoport e Trucco (1957):

1. **sistemas isolados:** são os sistemas que não sofrem nenhuma perda, nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam.
2. **sistemas não-isolados:** mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam. Estes sistemas podem ser subdivididos em:
 - a. **sistemas fechados:** quando há recebimento ou perda de energia, mas não há troca de matéria.
 - b. **sistemas abertos:** quando ocorrem constantes trocas de energia e matéria (tanto recebendo quanto perdendo).

Segundo Howard (1973), um exemplo de sistemas abertos são os sistemas geomorfológicos, pois trocam energia e matéria com seu meio ambiente.

Christofoletti (1971) apresenta as principais características dos sistemas abertos. Em primeiro lugar, o autor aponta a tendência dos sistemas abertos em atingir o equilíbrio dinâmico ou o *steady state*. Ao tratar do equilíbrio dinâmico nos sistemas geomorfológicos, Hack considera a competição entre a resistência litológica e os processos erosivos (CASSETI, 2005), e aponta que, na medida em que elas se opõem com a mesma intensidade, elas se cancelam, produzindo um estado de estabilidade (*steady state*) ou equilíbrio dinâmico. Neste estado, os fluxos de energia e matéria estão continuamente entrando e saindo do sistema, de maneira a mantê-lo em estado de equilíbrio.

Outra característica dos sistemas abertos, segundo Christofoletti (1971), refere-se ao princípio de equifinalização, o qual determina que “[...] o estado do sistema em qualquer tempo não é determinado tanto pelas condições iniciais, mas pela natureza dos processos ou parâmetros do próprio sistema [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1971, p. 56), demonstrando que “[...] condições iniciais diferentes podem conduzir a resultados finais semelhantes.” (CHRISTOFOLETTI, 1971, p. 56).

Dessa forma, outra característica dos sistemas abertos, colocada por Christofoletti (1971), é o fato de estes terem seu estado caracterizado por sua “[...]”

composição, organização e fluxo de energia e matéria [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1971, p. 57), o que permite medi-lo através dos parâmetros do sistema, sendo possível discernir uma infinidade de variáveis. Assim, ao estudar o sistema, é dada uma ênfase no entendimento das “[...] interações entre esse grande número de variáveis [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1971 p. 57).

Christofoletti (1979) também comenta a respeito da classificação de Chorley e Kennedy (1971), que considera a complexidade estrutural dos sistemas. Essa classificação distingue onze tipos de sistemas, ao passo que Christofoletti (1979) apresenta maiores detalhes para os quatro tipos diretamente relacionados com o âmbito geográfico:

- 1) **Sistemas morfológicos** – são os sistemas menos complexos das estruturas naturais, e seu estudo

[...] visa analisar a *forma* apresentada pelo fenômeno, assinalando as suas partes (elementos) e as qualidades geométricas e de composição que pode ser mensuráveis no referido sistema. Procura-se analisar a situação estática do sistema, sem se preocupar com o funcionamento e com os processos atuantes. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 37, grifo do autor).

- 2) **Sistemas em sequência (ou cascata)** – são compostos por cadeia de subsistemas, os quais estão relacionados dinamicamente por uma cascata de matéria e energia. Seu estudo procura entender as relações entre a entrada e a saída, ao passo que “a saída (*output*) de matéria e energia de um subsistema torna-se a entrada (*input*) para o subsistema de localização adjacente.” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 16).
- 3) **Sistemas de processos-respostas** – é a combinação dos sistemas morfológicos e sistemas em sequência, na medida em que os primeiros indicam a *forma*, enquanto os últimos indicam os *processos*. Busca-se, então, a identificação das “[...] relações entre o processo e as formas que dele resultam.” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 17). Atribuindo um equilíbrio entre o processo e a forma, “qualquer alteração no sistema em seqüência será refletida por alteração na estrutura do sistema morfológico (isto é, na forma) [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 17), ao passo que “[...] as

alterações ocorridas nas formas podem alterar a maneira pela qual o processo se realiza [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 17).

- 4) **Sistemas controlados** - são os sistemas em que há a atuação do homem sobre os sistemas de processo-resposta, aumentando, dessa forma, a complexidade do sistema. Através de determinadas variáveis chaves,

[...] o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em seqüência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 19).

A respeito da atuação antrópica no âmbito da concepção sistêmica, Christofolletti (1979) destaca que, “considerando os geossistemas, é na orientação da intervenção humana que reside a finalidade aplicada da ciência geográfica.” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 20).

Através de propostas multidisciplinares, o paradigma sistêmico teve grande repercussão e aplicação nos estudos ambientais, como por exemplo, no caso da Geografia. Matos-Fierz (2008) aponta que a Teoria Geral dos Sistemas influenciou principalmente os estudos ligados à Geografia Física, fornecendo métodos e metodologias de abordagem ambiental através de seu caráter ecológico sistêmico.

Para a autora:

Essa teoria introduziu os termos ecológicos que marcaram, na Geografia, os conceitos mais abrangentes que descrevem os elementos do extrato geográfico como um todo, bem como os elementos do substrato, que interagem constantemente. A criação da teoria dos geossistemas pelos geógrafos russos representados por Sotchawa (sic) deu à Geografia um caráter sistêmico dinâmico [...]. (MATOS-FIERZ, 2008, p. 53).

Chorley (1971), ao tratar da inserção da teoria dos sistemas no campo da geomorfologia, destaca as vantagens de “operar dentro de uma estrutura sistemática geral e apropriada” (CHORLEY, 1971, p. 3), onde é possível

[...] aumentar o campo de estudo, tornar possíveis correlações e associações que seriam impossíveis de outro modo, e geralmente, liberaliza a abordagem global do objeto científico e, em adição, incrementa a integração numa estrutura conceitual geral mais ampla. (CHORLEY, 1971, p. 3).

Na perspectiva da abordagem sistêmica em Geografia, podemos citar Tricart (1977):

O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza, estático. (TRICART, 1977, p. 19).

O paradigma sistêmico insere-se na Geografia, segundo Vicente e Perez Filho (2003 citados por OLIVEIRA, 2008), de acordo com a

[...] necessidade de reflexão sobre a apreensão analítica ambiental, através da evolução e interação de seus componentes socioeconômicos e naturais no conjunto de sua organização espaço-temporal [...]. (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, citados por OLIVEIRA, 2008, p. 7).

Dito isso, foi nesse contexto que surgiram as propostas de abordagem integrada na análise do objeto de estudo, envolvendo o entendimento do sistema e de sua complexidade.

Desse modo, justificando a aplicação do enfoque sistêmico no presente estudo, o município de Bertioga-SP foi caracterizado como um sistema não-isolado aberto, na medida em que recebe e perde matéria e energia em suas relações com os demais sistemas circundantes. Baseando-se na classificação que considera a complexidade estrutural, a área de estudo foi caracterizada como um sistema controlado, que são aqueles em que há a atuação do homem sobre os sistemas de processo-resposta. Dessa forma, a ação antrópica pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em sequência, influenciando nas formas com ele relacionadas.

Para buscar uma melhor compreensão a respeito dos fluxos de matéria e energia existentes no interior do sistema compreendido pelo município de Bertioga, esta pesquisa inclui a elaboração de um conjunto de materiais cartográficos, referentes à área de estudo. Pautando-se na metodologia de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), a elaboração desse material está atrelada a uma análise

sistêmica, possibilitando a compreensão das interações existentes entre os componentes ambientais e socioeconômicos da área de estudo.

Nesse âmbito, o conjunto dos materiais cartográficos elaborados para a presente pesquisa compreende: Base Cartográfica, Carta Clinográfica ou de Declividade, Carta de Dissecação Vertical, Carta de Dissecação Horizontal, Carta Geológica, Carta Pedológica, Carta Geomorfológica, Cartas de Uso da Terra, Carta de Unidades Geoambientais e Carta de Estado Geoambiental.

4.2 Técnicas

Para a elaboração do material cartográfico foram utilizadas como fontes de dados cartas topográficas, cartas geológicas, cartas pedológicas, pares estereoscópicos de fotografias aéreas e ortofotos digitais, além de imagens de satélite. A organização deste material se deu em função da proposta metodológica de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), e foram elaborados de acordo com as técnicas descritas a seguir.

As cartas impressas, que constam neste volume como apêndices, estão apresentadas na escala de 1:100.000, em razão das dimensões adequadas para a consulta do material. Também como um apêndice a este volume, segue uma mídia digital em formato de CD (Apêndice N) contendo as cartas elaboradas na escala original de 1:50.000.

4.2.1 Base Cartográfica

A Base Cartográfica do município de Bertioga (Apêndice A) foi elaborada a partir das seguintes cartas topográficas, na escala de 1:50.000: Bertioga (Folha SF-23-Y-D-IV-4), elaborada pelo Instituto Geográfico e Geológico do estado de São Paulo (IGG-SP); Salesópolis (Folha SF-23-Y-D-V-1/3) e Mogi das Cruzes (Folha SF-23-Y-D-IV-2), elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para a realização desta etapa, utilizou-se o programa *ArcGIS 9.2*. Primeiramente, foi traçado o limite da área de estudo e, em seguida, foi realizada a digitalização da rede de drenagem, das curvas de nível (com equidistância de 20 metros entre si), dos pontos cotados, das estradas de rodagem e da mancha urbana, referentes à área de estudo.

Ressalta-se que foi adotado como procedimento padrão para a construção da base cartográfica, o enriquecimento da drenagem, a fim de obter um maior detalhamento cartográfico da área de estudo, nesta escala de análise. Nas áreas de escarpa, esse procedimento foi realizado através da identificação dos setores em que as curvas de nível apresentavam uma sequência de concavidades, indicando a existência de dinâmica fluvial.

Nas áreas correspondentes à planície quaternária, não foi possível o enriquecimento da drenagem através da base topográfica, devido à dificuldade da delimitação dos interflúvios. Dessa forma, recorreu-se à identificação dos canais de drenagem a partir da análise e interpretação de fotografias aéreas do município, na escala de 1:25.000, do ano de 1962. Através da fotointerpretação com um estereoscópio de bolso, foram identificados os canais de drenagem presentes na planície quaternária do município de Bertoga, permitindo um maior detalhamento dos níveis de base locais.

Os canais de drenagem da planície costeira identificados nas fotografias aéreas foram traçados em *overlays*, sendo que estes foram posteriormente digitalizados, no ambiente do programa *ArcGIS*, e georreferenciados de acordo com a base cartográfica já elaborada. Assim, os dados obtidos a partir da fotointerpretação foram transpostos para o ambiente digital, permitindo um maior detalhamento no resultado final da base cartográfica da área de estudo.

A base cartográfica foi fundamental para a obtenção dos dados que compõem as cartas morfométricas, cujas técnicas de construção serão apresentadas a seguir.

4.2.2 Cartas Morfométricas

De acordo com Cunha, Mendes e Sanchez (2003b), as cartas morfométricas correspondem a “[...] representações cartográficas que têm como objetivo principal quantificar as formas do relevo, passíveis de serem analisadas através de sua geometria.” (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003b, p. 416).

A elaboração das cartas morfométricas se dá através da mensuração e quantificação dos atributos do relevo. Essas cartas possibilitam um melhor entendimento da estrutura morfológica da área de estudo, assim como a identificação das fragilidades potenciais do relevo frente à ação antrópica.

Nesse contexto, Cunha e Mendes (2005) afirmam que

A morfometria do relevo constitui-se nos atributos quantificáveis desse relevo a partir da análise da base cartográfica. Trata-se da análise da estrutura morfológica do sistema enfocado, na qual se procura quantificar as formas e, desse modo, organizar essa leitura inicial do relevo, tido como elemento de suporte da ação antrópica. (CUNHA; MENDES, 2005, p. 114).

As cartas morfométricas produzidas para esta pesquisa foram as seguintes: Carta Clinográfica ou de Declividade, Carta de Dissecação Vertical e Carta de Dissecação Horizontal. As técnicas para elaboração destas cartas serão descritas a seguir.

4.2.2.1 Carta clinográfica ou de declividade

A carta clinográfica tem como objetivo representar e analisar o grau de declividade das vertentes. Para a sua elaboração, foi utilizada a metodologia proposta por De Biasi (1970, 1992), na qual as classes de declividade são organizadas através da identificação das distâncias entre as curvas de nível e o ângulo de declive representado por essas.

Dessa forma, a Carta Clinográfica do município de Bertioga foi elaborada a partir da análise da base cartográfica construída anteriormente, na escala de 1:50.000. Considera-se, assim, que quanto menor a distância entre duas curvas de nível, maior será o grau de inclinação encontrado.

De acordo com De Biasi (1970), a carta clinográfica ou de declividade é um documento básico para o planejamento regional, pois permite uma melhor visualização das declividades de vertentes e um maior realce das áreas de declividades homogêneas. Esse autor afirma que a utilização dessas cartas é interessante em trabalhos que fazem correlação com outros tipos de fenômenos geográficos diretamente ligados à topografia local, e propõe que através desta se lancem algumas proposições, visando um melhor aproveitamento do espaço.

Simon e Cunha (2009) destacam a importância da carta clinográfica ou de declividade para a gestão ambiental, à medida que o manejo de áreas rurais e o gerenciamento do uso do solo urbano utilizam dados relacionados à declividade da superfície.

As classes de declividade identificadas nesta pesquisa foram expressas em porcentagem, e os valores foram obtidos através da fórmula proposta por De Biasi (1970):

$$Dc = \frac{n \times 100\%}{Dh}$$

Onde:

Dc = declividade

Dh = distância horizontal entre duas curvas de nível consecutivas

n = equidistância das curvas de nível.

A respeito da definição das classes de declividade, De Biasi (1992) afirma que o autor do trabalho pode determinar os intervalos entre essas de maneira particular, mas, recomenda-se a utilização dos parâmetros já estabelecidos por lei para os diferentes usos e ocupação territorial.

De Biasi (1992) afirma, dessa forma, que

A definição das classes de declividades para serem utilizadas na confecção da carta clinográfica, atende a um espectro bem amplo no que diz respeito à sua utilização na representação cartográfica, para os mais variados usos e ocupação do espaço, seja ele urbano ou agrícola. (DE BIASI, 1992, p. 47).

Neste contexto, De Biasi (1992) apresenta a proposta de Herz e De Biasi (1989), que define os limites das classes de declividade, expressos em porcentagem:

- **<5%** - 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 – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A.
- **5 a 12%** - Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns adotam as cifras de 10% e outros, 13%. A diferença é muito pequena, pois esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura (CHIARINI; DONZELLI, 1973).
- **12 a 30%** - O limite de 30% é definido por legislação federal – Lei 6766/79 –, também chamada Lei Lehmann, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.

- **30 a 47%** - O Código Florestal, fixa o limite de 25° (47%) de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas. Lei N°4771/ 65 de 15/09/65.
- **>47%** - O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa situada entre 25° (47%) e 45° (100%), “não é permitida a derrubada de florestas, ...só sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”. (DE BIASI, 1992, p. 47).

As classes de declividade utilizadas nesta pesquisa basearam-se na proposta de De Biasi (1992), apresentada acima. No entanto, foi realizada uma reorganização dessas classes, tomando por base os trabalhos de Sato (2008) e Souza (2010), que construíram as cartas de declividade dos municípios de Mongaguá-SP e Praia Grande-SP, respectivamente. A partir das características das referidas áreas de estudo, as autoras buscaram um maior detalhamento nas classes inferiores. Porém, devido à limitação da escala de trabalho, esse detalhamento não foi possível nas classes mais altas. Souza (2010) afirma que o limite ficou restrito a $\geq 30\%$ nas classes superiores, considerando as sérias restrições ao uso dos terrenos, impostas acima dessa porcentagem. Tendo em vista que Mongaguá e Praia Grande também estão localizados na Baixada Santista, apresentando uma compartimentação geomorfológica semelhante ao município de Bertioga, considerou-se interessante o emprego das classes utilizadas por Sato (2008) e Souza (2010), que podem ser visualizadas na Tabela 5.

As classes de declividade são representadas pela utilização de cores, através do princípio da intensidade do fenômeno, ou seja, quanto mais intensa a declividade, mais escura será a cor utilizada.

CLASSES DE DECLIVIDADE	DISTÂNCIA HORIZONTAL	CORES
< 2%	> 20 mm	Verde
2 - 5%	20 - 8 mm	Amarelo
5 - 12%	8 - 3,3 mm	Laranja
12 - 20%	3,3 - 2 mm	Vermelho
20 - 30%	2 - 1,3 mm	Marrom
$\geq 30\%$	$\leq 1,3$ mm	Cinza

Tabela 5: Classes de declividade, seus valores e cores correspondentes na carta clinográfica.

A elaboração da carta clinográfica do município de Bertioga foi realizada no programa *ArcGIS*, através da ferramenta *3D Analyst* → *Slope*, tomando por referência a base cartográfica do município, criada anteriormente.

Em primeiro lugar, foram adicionados os valores das cotas altimétricas em cada uma das isolinhas contidas no *layer* “curvas de nível” e nos pontos contidos no *layer* “pontos cotados”. Em seguida, foi gerado um arquivo TIN, que corresponde a um modelo tri-dimensional do terreno, utilizando a ferramenta *3D Analyst* → *Create/Modify TIN* → *Create TIN from Features*. Para a criação desse modelo, foram considerados os seguintes *layers*: pontos cotados, curvas de nível (topografia) e hidrografia. Após a criação do arquivo TIN, as classes de altitude foram reclassificadas com o intervalo de 100 m, através da opção *Properties* → *Symbology* → *Elevation*. Cada um dos intervalos foi digitado no quadro *Symbology*, gerando um modelo hipsométrico do terreno, com 12 classes altimétricas. O município de Bertioga apresenta uma variação de altitude que abrange desde o valor de 0 m (nível do mar) até 1.242 metros.

Em seguida, foi gerado o mapa clinográfico do município de Bertioga, com base no modelo tri-dimensional criado anteriormente. Para tanto, utilizou-se a opção *Properties* → *Symbology*. Dentro desta opção, para adicionar a feição declividade, selecionou-se a opção *Add* → *Face slope with graduated color ramp*. Posteriormente, dentro do quadro *Slope*, foi selecionada a opção *Classify*, para realizar uma nova definição dos intervalos das classes de declividade. Assim, na janela *Layer Properties*, foram definidos os intervalos das classes de declividade, de acordo com a proposta de De Biasi (1992), levando em consideração as adaptações realizadas por Sato (2008) e Souza (2010). Foram também definidas as cores referentes a cada uma das classes propostas (Tabela 5).

Um detalhe a ser destacado na elaboração da carta de declividade através do método automático diz respeito às áreas de topo. A ferramenta utilizada dentro do programa *ArcGIS* para calcular a declividade do terreno, nesta escala de trabalho, não permite o completo refinamento da triangulação do terreno, acarretando na classificação das áreas de topo com os valores mais baixos de declividade, não condizendo com as características do terreno nestas áreas. Nesse caso, o uso do ábaco semi-automático, como apresentado por Sato, Cunha e Pereira (2009), pode trazer melhores resultados para a identificação da declividade dessas feições geomorfológicas.

No entanto, na presente pesquisa, a elaboração da carta clinográfica a partir do método automático deu-se principalmente em função do tempo dispensado no trabalho, tendo em vista a dimensão da área de estudo. Considerando este fato,

assim como a escala de trabalho empregada (1:50.000), concluiu-se que os resultados obtidos com a construção da carta de declividade a partir do método automático foram satisfatórios em relação aos objetivos de análise morfométrica do relevo e as posteriores integrações com outros documentos cartográficos da área de estudo.

4.2.2.2 Carta de dissecação horizontal

Segundo Cunha, Mendes e Sanchez (2003b), a carta de dissecação horizontal permite quantificar a distância entre as linhas de cumeada e os talwegues fluviais, a fim de avaliar o trabalho de dissecação elaborado por tais rios. Dessa forma, a elaboração da carta “auxilia na avaliação da fragilidade do terreno à atuação dos processos morfogenéticos, indicando setores onde interflúvios mais estreitos denotam maior suscetibilidade à atuação destes.” (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003b, p. 419).

A elaboração desse documento cartográfico é baseada na proposta de Spiridonov (1981), que utiliza tradicionalmente, as técnicas da cartografia convencional. No entanto, para a elaboração da carta de dissecação horizontal nesta pesquisa, foi utilizada a proposta de Zacharias (2001), que através de técnicas semiautomáticas, buscou gerar as classes morfométricas de dissecação horizontal através da cartografia digital.

Zacharias (2001) utilizou, em sua proposta, o programa *AutoCAD Map*, pois ele permite a realização de análises geográficas e espaciais, assim como possui funções de gerenciamento de banco de dados frequentemente disponíveis nos SIG's (Sistemas de Informações Geográficas). (ZACHARIAS, 2001). Destaca-se que, na presente pesquisa, foi utilizada uma versão mais atual do *software* utilizado por Zacharias (2001), a saber, *Autodesk Map 2004*.

Para a construção da carta de dissecação horizontal de acordo com a proposta apresentada, é necessária a utilização da base cartográfica digital da área de estudo. Nesse sentido, o relevo representado neste documento é compreendido como um triângulo retângulo (Figura 3A), a partir do qual é possível quantificar a distância entre o talvegue fluvial e a linha de cumeada, identificada através da interpretação dos setores de dispersão de água.

Dessa maneira, o primeiro passo para a construção da carta de dissecação horizontal consiste em delimitar, em uma cópia digital da base cartográfica, já com a drenagem enriquecida, todas as sub-bacias hidrográficas da área de estudo, estabelecendo a área drenada por cada pequeno curso fluvial. (Figura 3B).

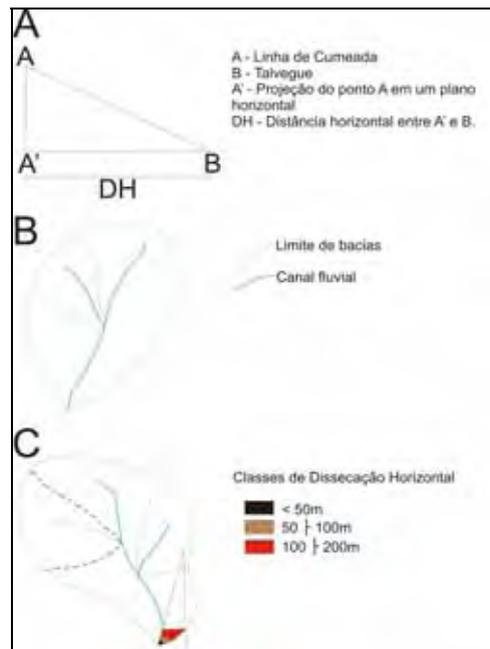


Figura 3: Etapas de elaboração da carta de dissecação horizontal
 Fonte: SOUZA (2010).

Em seguida, nessa mesma cópia do arquivo digital, correspondente à base cartográfica, foi iniciado o procedimento de criação das topologias. Segundo Zacharias (2001), as topologias “permitem a determinação da relação espacial e geográfica entre as entidades.” (ZACHARIAS, 2001, p. 94).

Para a criação de topologias no *Autodesk Map 2004*, é necessário acessar o comando *Map* → *Topology* → *Create*. Dessa forma, foram criadas três topologias. Uma delas refere-se à entidade drenagem, a outra à entidade limite das bacias e a última, refere-se à associação entre as duas topologias criadas anteriormente.

Em seguida, através desta terceira topologia criada (drenagem + limite de bacias), foi possível delimitar as zonas *buffer*. Segundo Zacharias (2001),

a zona *buffer* é uma faixa desenhada ao redor das feições correspondente a uma dada topologia, onde pode obter uma análise espacial através da delimitação da largura da faixa ao redor da topologia desejada. (ZACHARIAS, 2001, p. 95).

A criação das zonas *buffer* no programa *Autodesk Map 2004* se dá através do comando *Map* → *Topology* → *Buffer*. Considerou-se, nesse caso, a topologia agrupada criada anteriormente (drenagem + limite de bacias), fazendo com que o *buffer* delimite a largura da faixa entre essas duas topologias agrupadas. Assim, a cada zona *buffer* criada ao redor das topologias consideradas, a largura da faixa era representada por um vértice, que marcava a distância entre o talvegue (drenagem) e a linha de cumeada da bacia (limite de bacia), como ilustram as Figuras 3A e 3B.

Sendo assim, para a criação das zonas *buffer*, foram consideradas as distâncias representadas na Tabela 6, determinadas através da proposta de Spiridonov (1981), que sugere o intervalo entre a mínima distância possível de ser mapeada (1 mm na carta, correspondente a 50 m), e a maior distância predominante entre o divisor e o talvegue fluviais. Em seguida, o autor sugere que os valores limites sejam dobrados, para assim serem representativos no terreno. Dessa forma, foram criadas seis classes de dissecação horizontal, representadas na Tabela 6.

CLASSES DE DISSECAÇÃO HORIZONTAL	DISTÂNCIA HORIZONTAL	DISTÂNCIA DA FAIXA BUFFER (SET BUFFER DISTANCE)	CORES
< 50 m	< 1 mm	25 m	Cinza
50 - 100 m	1 - 2 mm	50 m	Marrom
100 - 200 m	2 - 4 mm	100 m	Vermelho
200 - 400 m	4 - 8 mm	200 m	Laranja
400 - 800 m	8 - 16 mm	400 m	Amarelo
≥ 800 m	≥ 16 mm	Sem faixa buffer	Verde

Tabela 6: Classes de dissecação horizontal, seus valores e cores correspondentes.

O procedimento para a determinação das distâncias das zonas *buffer* a serem criadas se dá da seguinte maneira: para se obter a distância desejada entre o talvegue e a linha de cumeada, deve-se introduzir como valor da faixa *buffer* a metade da distância desejada, pois a faixa *buffer* se dá ao redor de duas topologias. Por exemplo, buscando a distância de 50 m, entra-se com o valor de 25 m para a criação da faixa *buffer*, pois como esta será criada tanto para o talvegue como para a linha de cumeada, ao se somar as duas distâncias, obter-se-á o valor pretendido de 50 m. (Figura 4 e Figura 5C).

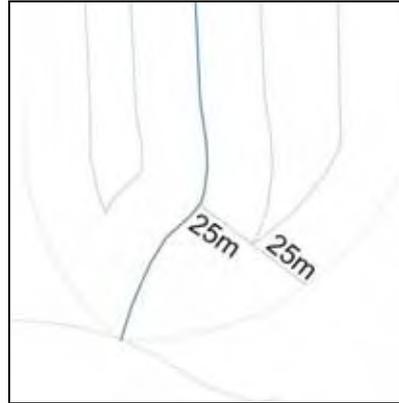


Figura 4: O vértice da faixa *buffer* determina a metade da distância horizontal entre o talvegue e a linha de cumeada.
Fonte: SOUZA (2010).

É importante ressaltar que não é necessária a criação da faixa *buffer* para a classe correspondente a ≥ 800 m, pois todas as distâncias acima desse valor são representadas pela cor verde.

Após a criação das zonas *buffer*, foram traçadas manualmente *polylines* junto aos vértices, a fim de delimitar as classes de dissecação horizontal. Assim, as áreas representativas de cada uma das classes foram delimitadas em forma de polígono, através da opção *boundary*, e posteriormente preenchidas com suas respectivas cores, através da ferramenta *hatch*. (Figuras 5D, 5E e Figura 6).

A representação coroplética das classes de dissecação horizontal seguiu o princípio da intensidade do fenômeno, ou seja, quanto mais intensa a dissecação, mais escura foi a cor utilizada.

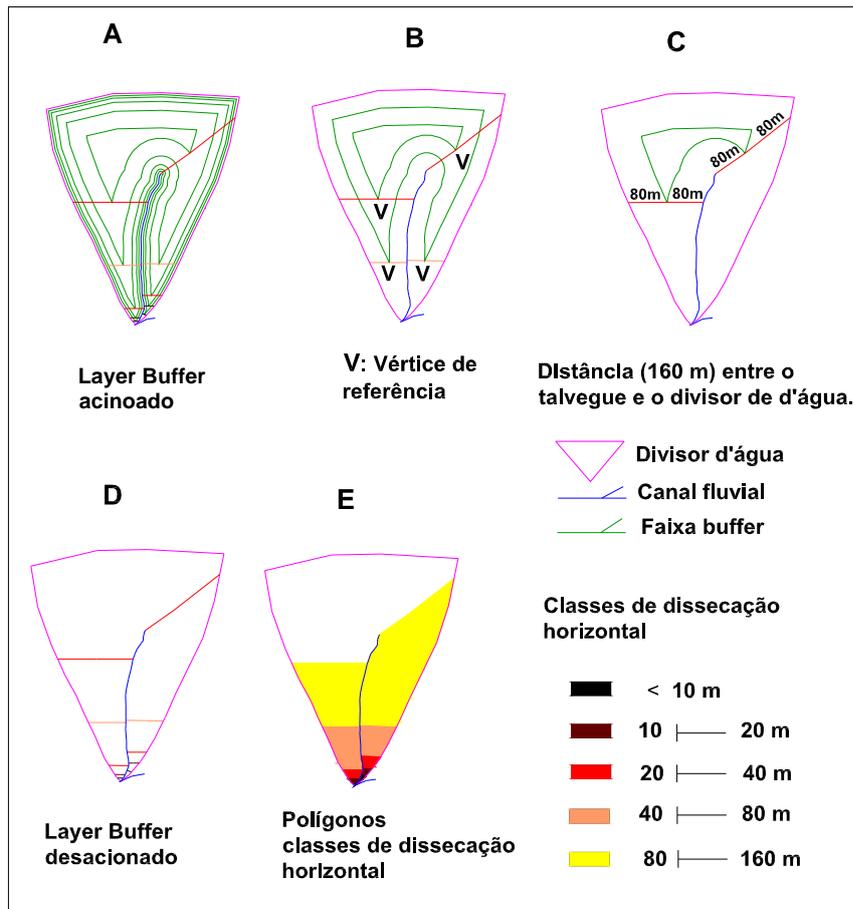


Figura 5: Etapas para construção da carta de dissecação horizontal, através da técnica digital.
 Fonte: PINTON (2007).

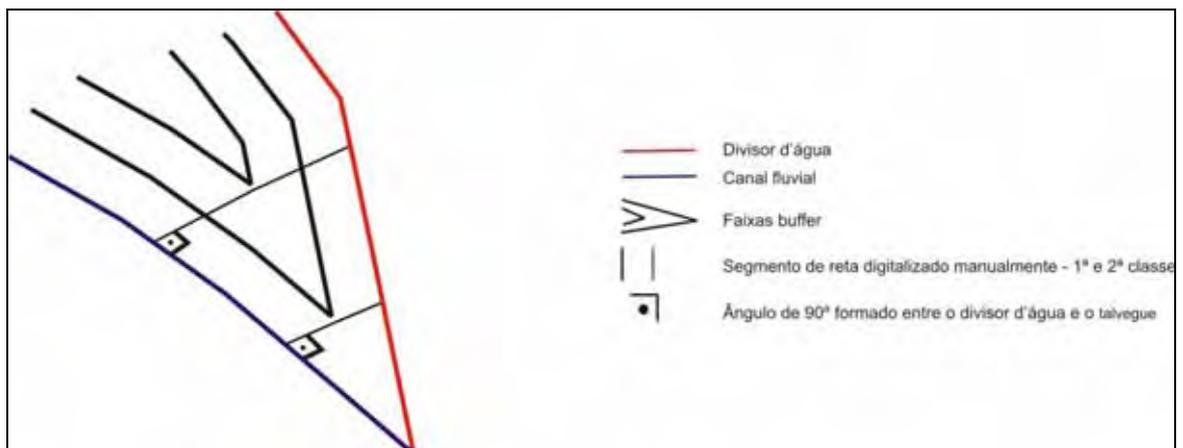


Figura 6: Digitalização do segmento de reta formando um ângulo aproximado de 90° entre o divisor d'água e o canal fluvial.
 Fonte: PINTON (2007).

4.2.2.3 Carta de Dissecação Vertical

De acordo com Cunha e Mendes (2005), a carta de dissecação vertical busca avaliar as fragilidades do terreno aos processos gravitacionais, a partir da quantificação, em cada sub-bacia hidrográfica, da altitude relativa entre a linha de cumeada e o talvegue. Dessa forma, é possível analisar o grau de entalhamento realizado pelos cursos fluviais, assim como identificar a evolução desse entalhamento no interior da área estudada.

Segundo Cunha, Mendes e Sanchez (2003b, p. 420),

Este tipo de comparação auxilia na avaliação da velocidade do fluxo do escoamento superficial, visto que setores com maior desnível altimétrico indicam que o escoamento será mais rápido, pois o nível de base, representado pelo talvegue mais próximo, encontra-se em um patamar altimétrico mais baixo e com isso exerce uma acentuada força de atração comandada pela gravidade.

A elaboração da Carta de Dissecação Vertical do município de Bertoga se deu a partir dos procedimentos propostos por Spiridonov (1981). Assim como no caso da carta de dissecação horizontal, na presente pesquisa, a carta de dissecação vertical foi elaborada a partir das técnicas semiautomáticas propostas por Zacharias (2001). Para tanto, utilizou-se o programa *AutodeskMap 2004*.

Na construção da carta de dissecação vertical, também foi necessária a utilização da base cartográfica digital da área de estudo. Nesse documento, foram delimitadas todas as sub-bacias da área de estudo, ou seja, a área drenada por cada canal fluvial. (Figura 7A).

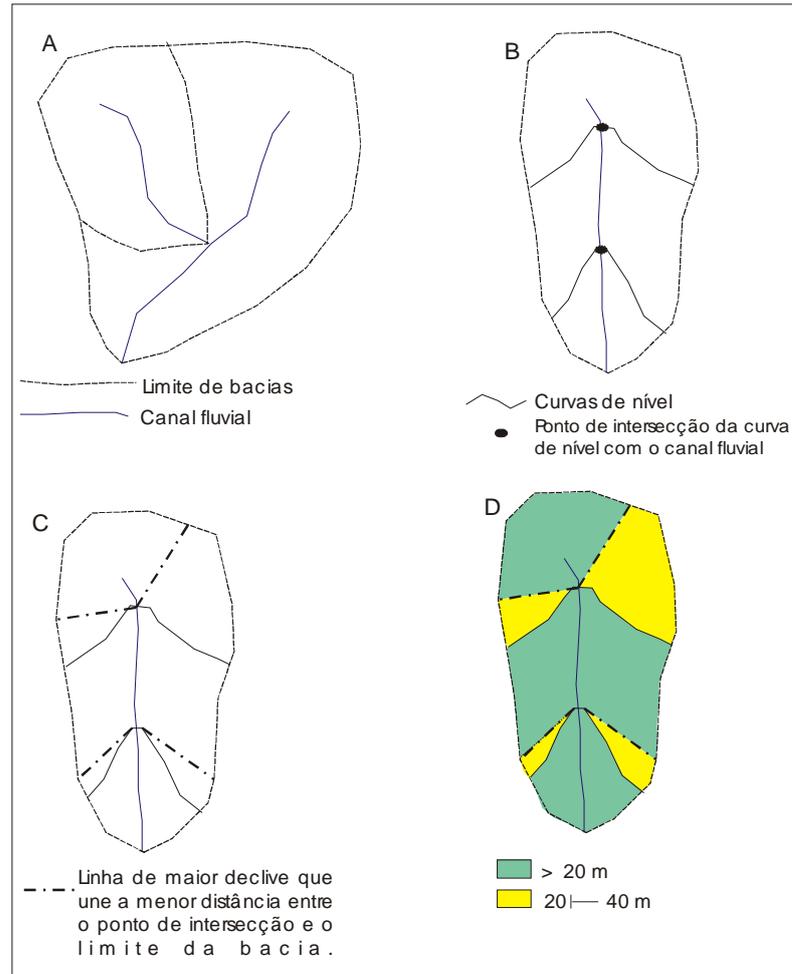


Figura 7: Etapas de Elaboração da Carta de Dissecção Vertical.
 Fonte: PINTON (2007).

Em seguida, efetuou-se a criação individual de topologias para as seguintes entidades:

- **Drenagem** (rios, ribeirões e córregos da área de estudo);
- **Limite da bacia e divisores d'águas** (correspondentes ao limite das sub-bacias registradas na área de estudo);
- **Topografia** (correspondente às curvas de nível).

Após a criação das topologias, foram identificados os pontos de intersecção entre as curvas de nível e os talwegues, e a partir de cada um destes pontos foi traçada uma linha, marcando a menor distância até a linha de cumeada. (Figuras 7B e 7C). Esta etapa foi elaborada utilizando-se a ferramenta *Line*, a partir da proposta de Zacharias (2001). O comando *Line*, responsável pelo traçado do segmento de reta, é utilizado em conjunto com o comando *Snap to Perpendicular*, a fim de indicar a direção perpendicular dessa reta em relação à linha de cumeada. (Figuras 8A a

8D). Em seguida, aciona-se o comando *Snap to Aparent Intersection*, para que a reta perpendicular à linha de cumeada adote como ponto final a intersecção do canal fluvial com as curvas de nível. (Figuras 8E e 8F). Respeitou-se, então, a linha de maior caída do relevo.

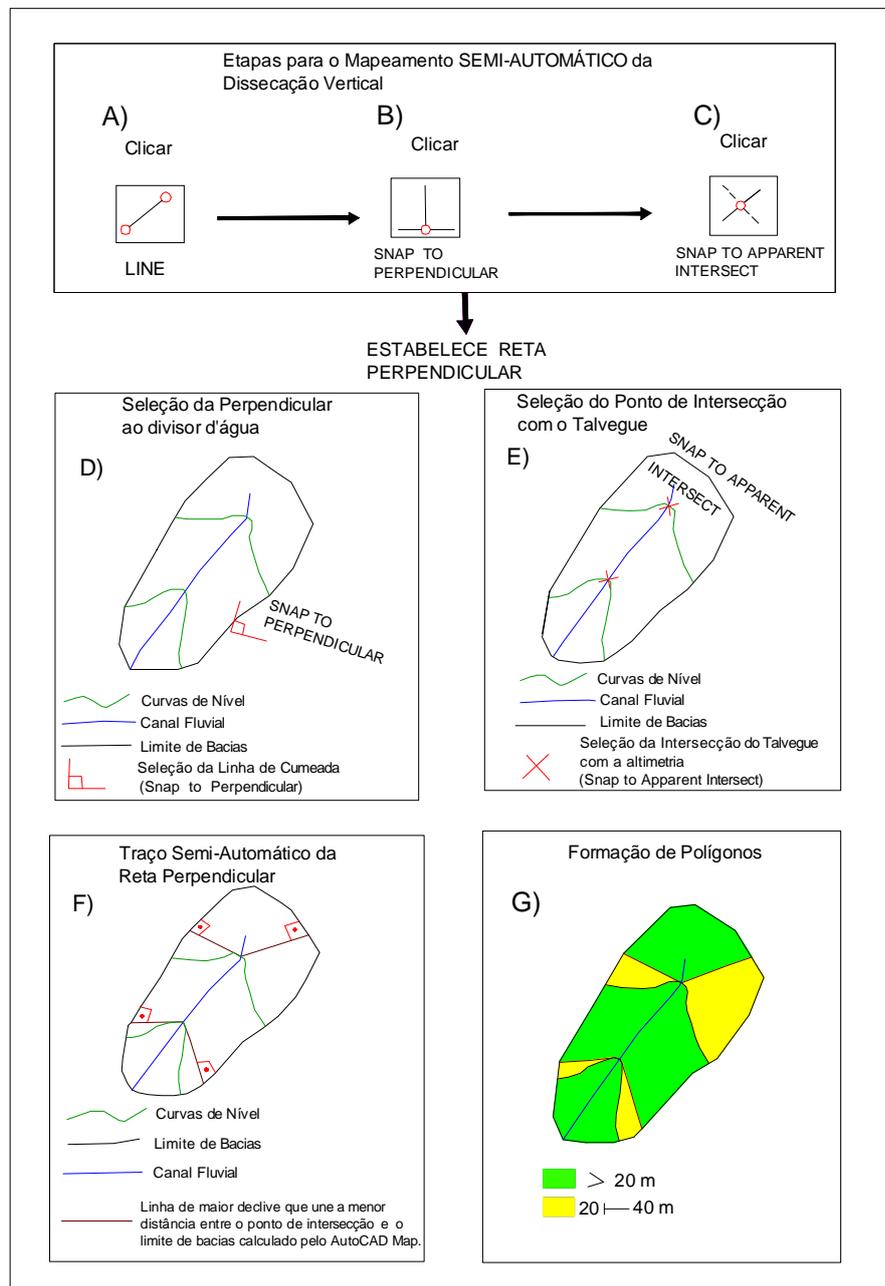


Figura 8 (A-B-C-D-E-F-G): Etapas para construção da carta de dissecação horizontal, através da técnica digital.

Fonte: PINTON (2007).

A respeito desta etapa na construção da carta de dissecação vertical, Pinton (2007) aponta para certas restrições que afetam a proposta de Spiridonov (1981), e

propõe outra sequência de comandos, além daqueles propostos por Zacharias (2001).

Pinton (2007) ressalta que, em alguns casos, a união dos pontos de intersecção da drenagem com as curvas de nível às linhas de cumeada não se dá por meio de uma reta perpendicular entre eles. Muitas vezes, a reta traçada perpendicularmente afetava a delimitação das classes de dissecação vertical. Portanto, por se tratar de uma técnica semiautomática, Pinton (2007) destaca que é possível tomar uma atenção especial para esses casos e assim, adotar medidas corretivas, no sentido de buscar a menor distância real entre os pontos de intersecção e as linhas de cumeada, sem afetar a delimitação das classes. (Figuras 9A e 9B).

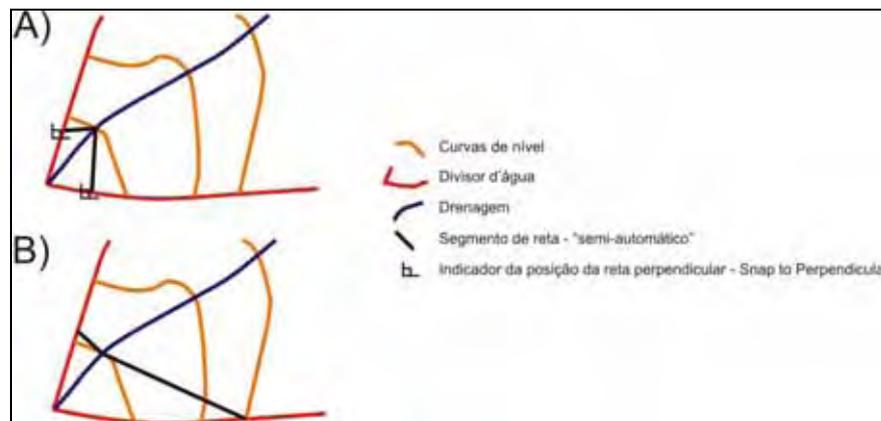


Figura 9 (A – B): Em A, apresenta-se as restrições da técnica “semiautomática”; B ilustra a medida corretiva.

Fonte: PINTON (2007).

Em relação a esta outra sequência de comandos proposta por Pinton (2007), ressalta-se que em nada comprometeu os resultados propostos pela técnica apresentada por Zacharias (2001), e se configuram da seguinte maneira:

- Clicar em **Pline**;
- Clicar em **Snap to Apparent Intersection**;
 - Selecionar a intersecção entre a drenagem e as curvas de nível – clicar;
- Clicar em **Snap to Perpendicular**;
 - Clicar sobre o divisor d’águas para que seja feito o segmento de reta semiautomático. Como já salientado, tomou-se a atenção

especial para se verificar se o *software* não estava indicando uma posição que afetasse a delimitação das classes. Quando não, mantinha-se a posição para o segmento de reta; quando sim, realizavam-se as medidas corretivas, isto é, visualmente delimitava-se a distância real da drenagem ao divisor d'águas. (PINTON, 2007).

Dessa maneira, as linhas foram traçadas respeitando-se a maior caída do relevo, delimitando setores dentro de cada sub-bacia. (Figuras 7C e 8F). Esses setores foram classificados de acordo com sua altitude, em relação ao talvegue, a partir da equidistância das curvas de nível (20 m). (Figuras 7D e 8G). Nesta etapa, houve a delimitação de polígonos referentes a esses setores, os quais foram classificados de acordo com a proposta de Spiridonov (1981). Para tanto, utilizou-se a ferramenta *Boundary*, para a criação de polígonos fechados. Em seguida, os polígonos criados foram preenchidos de acordo com as cores apresentadas na Tabela 6, através da ferramenta *Hatch*.

De acordo com a proposta de Spiridonov (1981), o valor da equidistância entre as curvas de nível deve ser respeitado na elaboração da carta de dissecação vertical. A partir da base cartográfica, na escala de 1:50.000, o desnível entre as curvas de nível tem valores de 20 metros. Sendo assim, as classes de dissecação vertical foram distribuídas de acordo com esta equidistância (Tabela 7). As áreas representadas por cores claras indicam fraca dissecação vertical, ou seja, áreas próximas ao talvegue, ao passo que as áreas com cores mais escuras indicam forte dissecação vertical, que são as áreas de maior altitude em relação ao talvegue.

CLASSES DE DISSECAÇÃO VERTICAL	CORES
< 20 m	Verde
20 - 40 m	Amarelo
40 - 60 m	Laranja
60 - 80 m	Vermelho
80 - 100 m	Marrom
≥ 100 m	Cinza

Tabela 7: Classes de dissecação vertical, seus valores e cores correspondentes.

4.2.3 Carta Geológica

A carta contendo a distribuição do material geológico da área de estudo foi organizada a fim de se obter uma melhor visualização do substrato onde ocorrem as ações antrópicas, contribuindo assim, para a realização do zoneamento e ordenamento territorial do município de Bertioga-SP.

Zacharias (2006) destaca a importância dos estudos geológicos no contexto do zoneamento ambiental, à medida que eles “[...] apresentam informações mais remotas sobre a formação, a evolução e a estabilidade terrestre, e auxiliam muito na construção dos cenários passados e atuais.” (ZACHARIAS, 2006, p. 122).

A Carta Geológica do município de Bertioga foi organizada a partir da digitalização das folhas geológicas “Bertioga” e “Santos”, elaboradas por Suguio e Martin (1978b), na escala de 1:100.000. De acordo com Sato (2008), os autores citados enfatizaram as formações geológicas presentes na planície quaternária, ao passo que as características da Serra do Mar apresentam-se mais generalizadas, em virtude da escala de trabalho adotada para a elaboração dos documentos.

Embora apresentem tais características, a utilização desses documentos se mostrou muito importante para a realização da presente pesquisa, pois há um maior detalhamento dos dados referentes à planície quaternária, que se refere às áreas onde ocorrem as principais intervenções na dinâmica natural do município de Bertioga, através dos processos de urbanização.

Após a digitalização das cartas geológicas citadas, foi realizado o processo de georreferenciamento das mesmas, em ambiente digital do programa *ArcGIS*, através da escolha de pontos de controle, adequando-as à base cartográfica digital já existente, assim como à escala de 1:50.000.

Em seguida, no ambiente do programa *ArcGIS*, foram criados polígonos, manualmente, através da interpretação visual das áreas correspondentes a cada formação geológica, apresentadas nos documentos cartográficos de Suguio e Martin (1978b). Assim, esses polígonos foram classificados de acordo com essas formações, assim como foram preenchidos com suas respectivas cores e hachuras.

4.2.4 Carta Pedológica

A Carta Pedológica do município de Bertioga foi organizada, assim como a carta geológica, com o objetivo principal de se obter uma melhor visualização do substrato onde ocorrem as ações antrópicas. De acordo com Zacharias (2006), o estudo do solo é imprescindível no contexto do zoneamento, tendo em vista que ele atua como suporte dos ecossistemas e das atividades humanas sobre a terra.

A Carta Pedológica do município de Bertioga foi organizada a partir dos dados contidos no Mapa Pedológico do estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999). Este documento cartográfico, originalmente na escala de 1:500.000, foi digitalizado e georreferenciado no programa *ArcGIS*. Dessa forma, a carta adaptou-se à base cartográfica digital da área de estudo, na escala de 1:50.000. Entende-se que, geralmente, este procedimento não é considerado ideal, devido às distorções que possam vir a ser criadas na transposição da escala de trabalho. No entanto, no que tange ao município de Bertioga, essa foi a única fonte de informações pedológicas disponível até o momento.

Após o processo de digitalização e georreferenciamento do Mapa Pedológico, foram criados polígonos, através da interpretação visual dos diferentes grupos de solos presentes na área de estudo. Em seguida, esses polígonos foram classificados de acordo com cada um dos grupos, assim como preenchidos com suas respectivas cores.

4.2.5 Carta Geomorfológica

A Carta Geomorfológica do município de Bertioga foi elaborada a partir da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas, datadas do ano de 1962, em escala aproximada de 1:25.000. A realização deste mapeamento se deu a partir das técnicas propostas por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975), e teve sua escala definida em 1:50.000.

De acordo com a proposta de Tricart (1965), as cartas geomorfológicas na escala de 1:50.000 constituem-se na transição entre as cartas de maior e de menor detalhamento. Dessa forma, existem fatos normalmente mapeados em mapas de grandes escalas que podem ser representados nessa escala (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003a).

A proposta de mapeamento de Tricart (1965) contempla dados de quatro naturezas: *morfometria*, *morfografia*, *morfogênese* e *cronologia*. A *morfometria* busca caracterizar o relevo por meio de variáveis quantitativas. Pode ser representada por curvas de nível, hierarquia da rede de drenagem, valores de declividade, dentre outros. A fim de não comprometer a legibilidade da carta geomorfológica, optou-se por representar a morfometria através da base cartográfica da área de estudo (curvas de nível e hidrografia).

A *morfografia* tem como objetivo realizar uma descrição qualitativa das formas de relevo. É identificada através de símbolos que localizam e espacializam essas formas, representando a extensão delas. Tais símbolos já devem transmitir a noção dos processos que deram origem às formas (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003a).

Já a *morfogênese* refere-se à origem e ao desenvolvimento das formas de relevo. É representada através de símbolos que indiquem a origem e gênese dessas formas, de acordo com os processos morfogenéticos.

Por fim, a *cronologia* indica em que momento da história geológica da região, as formas de relevo foram desenvolvidas. Segundo Souza (2010, p. 67), “os dados temporais são necessários ao entendimento da associação entre as formas de relevo, as oscilações climáticas ocorridas, como as formas foram geradas e quais as novas formas que estão se desenvolvendo.” A cronologia pode ser representada pelo uso de cores (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003a).

Além de utilizar a proposta de mapeamento geomorfológico de Tricart (1965), foi realizada uma complementação através da metodologia proposta por Verstappen e Zuidam (1975). Considerando que Bertioga está localizada em uma região de clima quente e úmido, além de apresentar áreas de elevada declividade nos trechos referentes a Serra do Mar, torna-se impossível identificar os tipos de escoamento das vertentes através da fotointerpretação. Portanto, da mesma forma como observado em Praia Grande (SOUZA, 2010) e em Cubatão (PINTON, 2011), foi utilizada a simbologia que representa as formas de vertente, proposta por Verstappen e Zuidam (1975).

Dessa maneira, a primeira etapa para a elaboração da carta geomorfológica se deu através da fotointerpretação dos pares estereoscópios de fotografias aéreas da área de estudo, possibilitando a identificação das informações referentes à morfometria, morfografia e o agrupamento dessas simbologias, de acordo com os processos de morfogênese.

Os elementos mapeados na área de estudo foram: rede de drenagem; linhas de cumeada; formas de vertente (VERSTAPPEN; ZUIDAM, 1975); fundos de vale (em V ou em fundo chato); meandros abandonados; rampas coluviais; voçorocas; rupturas topográficas; escarpas de falha; topos arredondados; cordões litorâneos; campos de dunas; áreas de acumulação marinha; áreas de acumulação de planícies e terraços fluviais; áreas de acumulação de planícies flúvio-marinhas e áreas de terraços marinhos.

Os dados referentes à cronologia foram adaptados a partir de Suguio e Martin (1978b), representados na carta geológica da área de estudo, e compostas pelas formações cristalinas e sedimentares. A adaptação da escala do mapeamento das formações litológicas, originalmente em 1:100.000, foi realizada para a escala de 1:50.000 através da fotointerpretação das fotografias aéreas da área de estudo, no que foi possível um maior detalhamento entre os limites das formações cristalina e sedimentar.

No entanto, destaca-se que em função das dificuldades de delimitar as áreas correspondentes às rampas coluviais através da fotointerpretação, devido à densidade da vegetação que recobre a área, tais limites foram considerados de acordo com os limites das áreas de sedimentos continentais, representadas nas cartas geológicas de Suguio e Martin (1978b).

Já no restante do setor referente à Planície Sedimentar da área de estudo, o procedimento de fotointerpretação possibilitou a identificação e compartimentação das áreas de acumulação marinha (Am); áreas de acumulação de planícies e terraços fluviais (Aptf); áreas de acumulação de planícies flúvio-marinhas (Apfm) e dois níveis de terraços marinhos (Atm I e Atm II).

Para os setores referentes à formação cristalina, as formas de relevo também foram identificadas através da fotointerpretação, e em seguida, representadas na carta geomorfológica, por meio de símbolos.

Dessa maneira, a partir das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975), foi elaborada a legenda (Figura 10) que compõe a Carta Geomorfológica do município de Bertioga.



Figura 10: Simbologias propostas por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975), adotadas para o mapeamento geomorfológico do município de Bertioiga.

A organização da carta geomorfológica em meio digital se deu através da digitalização dos *overlays* nos quais constavam as informações identificadas no procedimento de fotointerpretação. Em seguida, esses *overlays* foram georreferenciados de acordo com a base cartográfica da área de estudo (escala 1:50.000) e as informações foram digitalizadas, por meio de linhas e polígonos, de acordo com as respectivas cores e simbologias propostas.

4.2.6 Cartas de Uso da Terra

As cartas de uso da terra foram elaboradas a partir da fotointerpretação, em séries temporais, de fotografias aéreas do município de Bertioga-SP, na escala de 1:25.000 (cenário 1962), e de ortofotos digitais, também na escala de 1:25.000, com resolução espacial de 0,98 metros (cenário 2001) (SÃO PAULO, 2001). Com o intuito de enriquecer a análise da dinâmica atual do uso da terra em Bertioga, foram efetuadas atualizações do mapeamento do uso da terra a partir da observação de imagens digitais do satélite ALOS, sensor AVNIR-2, com resolução espacial de 10 metros, correspondentes ao cenário de 2010. Foram consultadas também imagens de satélite de alta resolução disponíveis para consulta no programa *Google Earth*, referentes ao cenário de 2009-2011.

Zacharias (2006) ressalta a importância da carta de uso e ocupação do solo no contexto do planejamento e zoneamento ambientais, destacando quatro pontos:

[...] pode-se dizer que o mapa de uso e ocupação do solo é um tema básico no Planejamento Ambiental. Primeiro, porque retrata as atividades humanas, os espaços materializados que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. Segundo, por ser um elo importante de ligação entre as informações do meio físico e socioeconômico. Terceiro, por possibilitar a espacialização atual das diferentes paisagens do cenário focado. E, quarto, porque na atualidade a maioria dos Zoneamentos Ambientais Municipais são estabelecidos considerando as diretrizes vigentes, quanto à forma compatível, para o uso e ocupação do solo urbano e rural. (ZACHARIAS, 2006, p. 139).

As fotografias aéreas, correspondentes ao ano de 1962, utilizadas para a elaboração da carta de uso da terra do município de Bertioga, foram digitalizadas e posteriormente georreferenciadas no programa *ArcGIS*. Então, a partir do mosaico criado com o conjunto das fotografias, foram interpretadas e identificadas as diferentes categorias de uso da terra, de acordo com a recomendação de Ceron e Diniz (1966). Estes autores propõem a sistematização dos elementos de identificação, denominados *chaves de identificação*, visando facilitar os trabalhos de mapeamento de uso da terra.

A definição das classes de uso da terra, assim como a escolha das suas respectivas cores para representação, se deu com o auxílio do *Manual de Uso da*

Terra (IBGE, 2006). Algumas adaptações foram necessárias, em função da presença de afloramentos rochosos em determinadas áreas da Serra do Mar.

Dessa maneira, foram identificadas no município de Bertioga as seguintes classes de uso da terra: cobertura florestal, vegetação de restinga, vegetação rasteira, manguezal, praias arenosas, áreas urbanizadas, reflorestamento, solo exposto e afloramento rochoso.

As ortofotos digitais correspondentes ao ano de 2001 foram obtidas em SÃO PAULO (2001). Estes arquivos já compunham um mosaico georreferenciado, bastando apenas inseri-los no ambiente do programa *ArcGIS*, para em seguida, realizar a interpretação das diferentes categorias de uso da terra.

Essas categorias foram delimitadas através da criação manual de polígonos, que então foram classificados de acordo com as diferentes formas uso da terra e posteriormente, preenchidos com suas respectivas cores.

4.2.7 Carta de Unidades Geoambientais

A Carta de Unidade Geoambientais constitui-se em um documento cartográfico de síntese, e foi organizado, na escala de 1:50.000, através da análise sistêmica das informações presentes nos produtos cartográficos elaborados anteriormente (Base Cartográfica, Carta Clinográfica ou de Declividade, Carta de Dissecção Vertical, Carta de Dissecção Horizontal, Carta Geológica, Carta Pedológica, Carta Geomorfológica e Cartas de Uso da Terra).

Tal como em Amorim (2007), este documento foi favorável na “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).

No processo de elaboração da carta de unidade geoambientais, Oliveira, R. C. (2003) ressalta a importância de haver uma correlação das informações a partir de uma análise criteriosa da documentação cartográfica básica, a qual “permite a seleção de parâmetros mais representativos das áreas de maior homogeneidade da paisagem, tendo sempre em mente o dinamismo desses espaços.” (OLIVEIRA, R. C., 2003, p. 73).

Nesse âmbito, a organização da Carta de Unidade Geoambientais tomou por base o enfoque funcional de análise da paisagem, segundo a proposta de Mateo

Rodriguez et al. (1995), Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), assim como as adaptações apresentadas por Oliveira, R. C. (2003).

Este enfoque busca o entendimento da funcionalidade das paisagens, a qual “se manifesta através dos mecanismos de absorção, transformação, saída de matéria, energia e informações que garantam sua subsistência e produção.” (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995, p. 96-97).

Dessa maneira, as paisagens foram divididas segundo suas funções, em três categorias principais (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995):

- **Áreas emissoras:** são as áreas localizadas nos níveis mais elevados do terreno, e cumprem a função de garantir os fluxos de Energia, Matéria e Informação (EMI) para as outras áreas. Em Bertioga, as unidades emissoras foram representadas pelas áreas do Planalto Atlântico, e pelas cristas e topos do sistema serrano.
- **Áreas transmissoras:** localizam-se fundamentalmente nas áreas de vertentes e patamares, e possuem a função de garantir o traslado dos fluxos de EMI das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas. Constituíram-se como áreas transmissoras as vertentes da Serra do Mar e dos Morros Isolados, assim como os terraços marinhos da Planície Costeira.
- **Áreas coletoras:** localizam-se fundamentalmente nas áreas de planícies aluviais e terraços, e possuem a função de coletar e acumular os fluxos de EMI, e a partir daí, transmitirem de forma concentrada e seletiva energia e matérias através dos canais fluviais. Geralmente constituem-se por paisagens dinâmicas, recentes e em constante estado de evolução. Foram representadas pelas áreas de acumulação coluvionar, áreas de mangue e pelas planícies marinhas de acumulação atual.

A espacialização e análise funcional das unidades geoambientais da área de estudo tomou por base a existência de três sistemas ambientais distintos, de acordo com o contexto geológico e geomorfológico do município de Bertioga: Sistema Planalto Atlântico, Sistema Serrano e Sistema Planície Quaternária.

As unidades pertencentes ao Sistema Planalto Atlântico foram espacializadas fundamentalmente, a partir dos dados das cartas morfométricas, carta geomorfológica e carta de uso da terra do cenário de 2010. Assim, esse sistema

ambiental foi subdividido em duas unidades emissoras: Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga e Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba.

O Sistema Serrano, por sua vez, também teve suas unidades espacializadas de acordo com as cartas morfométricas, carta geomorfológica e carta de uso da terra (cenário 2010). Nesse caso, o próprio Sistema Serrano foi subdividido em dois subsistemas: Serra do Mar e Morros Isolados. Em seguida, foram delimitadas na Serra do Mar, duas unidades emissoras (Topos do Sistema Serrano e Cristas do Sistema Serrano) e duas unidades transmissoras (Vertentes Íngremes do Sistema Serrano e Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano), ao passo que nos Morros Isolados foi delimitada apenas a unidade transmissora Vertentes dos Morros Isolados.

Já no Sistema Planície Quaternária, a delimitação das unidades se deu a partir da análise das cartas de dissecação horizontal, geomorfológica, geológica e de uso da terra (cenário 2010). Destaca-se que, nesta etapa, as cartas de declividade e de dissecação vertical não foram consideradas, tendo em vista a homogeneidade desses dados nas áreas da Planície Costeira de Bertioga. Dessa maneira, no Sistema Planície Quaternária foram delimitadas três unidades transmissoras (Terraços Marinheiros Baixos, Terraços Marinheiros Dissecados e Terraços Marinheiros Urbanizados) e cinco unidades coletoras (Rampas Colúviais, Rampas Colúviais Urbanizadas, Planícies Flúvio-Marinhas, Planícies Marinhas Atuais e Planícies Marinhas Urbanizadas).

O procedimento de edição da Carta de Unidade Geoambientais se deu no ambiente do programa *ArcGIS*, e consistiu, primeiramente, na sobreposição dos *layers* referentes aos documentos cartográficos elaborados no âmbito desta pesquisa. Em seguida, foi feita uma análise dos componentes geoambientais e socioeconômicos presentes nesses documentos cartográficos, o que permitiu, na sequência, a delimitação final das unidades geoambientais do município de Bertioga.

A nomenclatura das unidades geoambientais foi criada a partir das características geológicas e da dinâmica de uso da terra de cada unidade, assim como a partir da toponímia local. Depois de delimitadas, as unidades foram organizadas e classificadas pela atribuição de diferentes cores e também por uma numeração em algarismos romanos.

A Carta de Unidade Geoambientais é acompanhada de uma legenda explicativa em forma de tabela (Tabela 9), na qual estão expostas de maneira

detalhada as características geoecológicas e socioeconômicas das unidades geoambientais. Esta tabela busca facilitar a leitura e compreensão dos elementos relacionados ao funcionamento das unidades, assim como possibilitar uma análise sistêmica entre esses elementos.

Em um primeiro momento, são descritas nessa legenda as características geoecológicas de cada unidade, através das colunas Elementos de Morfometria, Elementos de Morfografia e Elementos de Geologia e Pedologia. A primeira coluna descreve as características correspondentes aos dados de declividade, dissecação vertical e dissecação horizontal, ao passo que a segunda coluna descreve as formas de relevo identificadas na carta geomorfológica. Já a terceira coluna descreve a litologia e a pedologia de cada unidade.

Nas colunas seguintes, a partir da correlação entre os elementos geoecológicos e socioeconômicos, são descritas as características socioambientais das unidades do município de Bertioga. A coluna Capacidade de Uso Potencial se refere, segundo Oliveira, R. C. (2003, p. 75), “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.” A autora (2003) ainda conclui que a análise da capacidade de uso potencial considera os parâmetros físicos e as restrições legais quanto ao uso e ocupação da terra. Para a análise realizada no município de Bertioga, foi considerada a legislação das esferas federal, estadual e municipal, assim como as características naturais e de uso da terra.

Em seguida, tem-se a coluna denominada Função Socioeconômica, onde são descritas as características do uso da terra atual em cada uma das unidades geoambientais. Para tanto, foram analisados os dados referentes à Carta de Uso da Terra do cenário de 2010.

Uma vez correlacionadas as duas colunas anteriores, tem-se as informações descritas na coluna denominada Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica, na qual é indicado o nível de compatibilidade entre a dinâmica de uso da terra atual e a capacidade de suporte de cada unidade geoambiental. Essa relação é expressa como compatível, incompatível, adequada ou inadequada, de acordo com as características apresentadas.

O uso da terra é considerado compatível nas situações em que a função socioeconômica está de acordo com a capacidade de uso potencial da unidade, não

corrompendo as suas características físicas. Oliveira, R. C. (2003) afirma que essas áreas apresentam “uma alteração com níveis de impactos negativos completamente controláveis.” (OLIVEIRA, R. C., 2003, p. 75). Em Bertioga, o uso da terra foi considerado compatível nas áreas que preservam a vegetação de Mata Atlântica e de restinga, assim como os manguezais, indicando um equilíbrio entre os elementos formadores da paisagem.

Por outro lado, o uso da terra é classificado como incompatível no momento em que “a função socioeconômica extrapola a capacidade de uso potencial da unidade física, alterando significativa e negativamente suas características.” (OLIVEIRA, R. C., 2003, p. 75). Foram classificadas como incompatíveis, na área de estudo, as áreas que apresentaram a retirada da cobertura vegetal natural, havendo sua substituição pelo uso urbano, vegetação rasteira, solo exposto ou atividades de mineração.

O uso da terra presente nas unidades geoambientais também foi classificado como adequado ou inadequado. Além de analisar se a função socioeconômica está de acordo com as características físicas da unidade, nesse caso também é verificado se o uso da terra está de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental.

Dessa forma, o uso é considerado adequado quando não há uma transgressão da legislação ambiental, atendendo a todas as especificações ali expressas. Nesse caso, observa-se também que a função socioeconômica deve ser compatível com a capacidade de uso potencial. No município de Bertioga, foram classificadas como adequadas as áreas em que há o predomínio da cobertura vegetal da Mata Atlântica, assim como as áreas que preservam a vegetação de restinga e os manguezais, sob proteção da legislação estadual e municipal.

No caso do uso da terra inadequado, encontram-se as unidades que apresentam atividades em desacordo com a legislação ambiental vigente. Destaca-se que, nesse caso, a função socioeconômica pode ser compatível ou incompatível com a capacidade de uso potencial. Na área de estudo, as unidades que apresentam transgressões à legislação ambiental estão concentradas na Planície Costeira. A cobertura de vegetação rasteira ou solo exposto dentro dos limites do Parque Estadual Restinga de Bertioga, assim como as estruturas urbanizadas que ocupam as Áreas de Preservação Permanente nas margens dos rios e nas praias,

foram os fatores que definiram o uso da terra como inadequado no município de Bertioga.

A partir da correlação dos dados anteriores, é possível identificar a problemática ambiental existente em cada uma das unidades analisadas. Nessa coluna são elencados os principais problemas decorrentes da intervenção antrópica na dinâmica natural da paisagem.

Na coluna seguinte, são apontados alguns Riscos aos quais a população está vulnerável, considerando a dinâmica de uso da terra de cada uma das unidades geoambientais.

Dessa forma, a análise integrada dos elementos socioambientais descritos anteriormente permite uma classificação qualitativa do estado geoambiental das unidades em questão. De acordo com Glushko e Ermakov (1998) e Glushko (1991), citados por Mateo Rodriguez et al. (1995, p. 102), o estado geológico é entendido como “o grau de capacidade produtiva e de degradação das propriedades originais das paisagens, como resultado das modificações e transformações produzidas pelas atividades humanas.” Com efeito, o estado geológico das unidades geoambientais é classificado como otimizado, compensado, alterado e esgotado.

Segundo Mateo Rodriguez et al. (1995, p. 102), o estado geológico otimizado inclui as “paisagens que têm 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.” De acordo com Oliveira, R. C. (2003, p. 76), as unidades classificadas com o estado otimizado “apresentam relação compatível e adequada entre capacidade de uso potencial e função socioeconômica, acrescida de medidas de proteção e conservação, segundo os dados legais.”

Em Bertioga, apresentaram estado geológico otimizado as áreas protegidas pelo Parque Estadual Serra do Mar e Pela Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Parque das Neblinas, com cobertura da Mata Atlântica, assim como as áreas de vegetação de restinga protegidas pelo Parque Estadual Restinga de Bertioga, pelas diversas RPPNs existentes na Planície Costeira e pelos manguezais, protegidos pela legislação federal e municipal.

Por sua vez, o estado geológico compensado abrange aquelas paisagens “que não têm 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.” (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995, p. 102). Oliveira, R. C. (2003) destaca que essas áreas apresentam uma Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica compatível, e o uso da terra não acarreta em danos ambientais irreversíveis. Na área de estudo, o estado geoecológico compensado foi observado nas áreas de reflorestamento do Planalto Atlântico, especificamente no setor da alta bacia do Rio Itatinga, dentro dos limites da RPPN Parque das Neblinas.

O estado geoecológico alterado é definido nas áreas em que há uma Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica incompatível. Segundo Oliveira, R. C. (2003, p. 76), essas áreas “se encontram degradadas pela ação antrópica aliada às características físicas”. De acordo com Mateo 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.” Em Bertioga, as áreas classificadas como alteradas consistem em setores com vegetação rasteira ou solo exposto, localizadas fora dos limites de unidades de conservação.

Por fim, o estado geoecológico esgotado está relacionado às áreas fortemente impactadas, onde a Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica é incompatível e inadequada (OLIVEIRA, R. C., 2003). A esse respeito, Mateo Rodriguez et al. (1995, p. 102) aponta que apresentam estado geoecológico “aquelas paisagens que têm perdido a estrutura e as propriedades originais.” Dessa forma, essas paisagens “caracterizam-se por uma degradação total da capacidade produtiva e pelo predomínio de processos intensos de degradação geoecológica, como consequência de seu uso irracional.” (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995, p. 102). No município de Bertioga, as áreas que apresentaram estado geoecológico esgotado foram aquelas com cobertura vegetal rasteira no interior das unidades de conservação, as áreas com atividades mineradoras, as áreas urbanas na planície costeira, rampas coluviais e morros isolados, e também nas áreas urbanas localizadas sobre os setores de acumulação marinha atual (praias).

É importante destacar que a elaboração da Carta de Unidade Geoambientais busca sintetizar a análise apresentada, podendo tornar-se uma proposta de zoneamento. A esse respeito, Sato (2008) afirma que

A Carta de Unidades Geoambientais é a síntese da discussão e torna-se, desse modo, uma proposta de Zoneamento Ambiental, por representar sinteticamente as características dos elementos formadores da paisagem, possibilitando a delimitação de zonas, com base na ocorrência de comportamentos específicos das variáveis ambientais, apresentando a conjugação das informações naturais, e também socioeconômicas, adquiridas através dos procedimentos analíticos acima mencionados. (SATO, 2008, p. 83).

4.2.8 Carta de Estado Geoambiental

A Carta de Estado Geoambiental é um documento que também possui uma natureza de síntese, e foi elaborada a partir da análise do estado geoecológico das unidades geoambientais, integrando-a com as características físicas e suas relações com a dinâmica do uso da terra. O estado geoambiental é determinado “em dependência da alteração dos mecanismos de formação e regulação sistêmica das paisagens e do grau e amplitude dos processos degradantes e do nível de degradação.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 139).

Assim, esse documento foi elaborado a partir das orientações de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), os quais compreendem o estado geoambiental como “a situação geoecológica da paisagem dada, determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas.” (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 139). Estes autores, a partir da proposta de Mateo Rodriguez e Martinez (1998) e Glazovskiy et al. (1998), distinguem as classes de estado geoambiental em: estável (não alterado); medianamente estável (sustentável); instável (insustentável); crítico e muito crítico.

Nesse sentido, as paisagens com Estado Geoambiental Estável foram definidas como as áreas que apresentaram um estado geoecológico otimizado. Em Bertioga, essas áreas compreendem grande parte do Parque Estadual da Serra do Mar, do Parque Estadual Restinga de Bertioga e também de outras unidades de conservação presentes no município. Os morros isolados, praias preservadas e manguezais também foram classificados como ambientes estáveis. Essas áreas foram enquadradas nesse estado geoambiental por apresentarem características que indicam a conservação da estrutura original da paisagem.

As áreas classificadas com o Estado Geoambiental Medianamente Estável referem-se apenas a alguns trechos do Planalto Atlântico, mais especificamente na

região da alta bacia do rio Itatinga. Tal paisagem está relacionada com o estado geocológico compensado, em função de ser recoberta por reflorestamento. Este cenário indica a presença de alterações moderadas, que estão de acordo com o potencial de integridade do sistema.

O Estado Geoambiental Instável está relacionado com as áreas que apresentam estado geocológico alterado, indicando mudanças significativas no funcionamento original da paisagem. Em Bertioga, foram classificadas como instáveis, as áreas com vegetação rasteira e solo exposto que não se encontram em unidade de conservação, assim como as rampas colúviais urbanizadas.

Por fim, os Estados Geoambientais Crítico e Muito Crítico estão relacionados às paisagens que apresentaram estado geocológico esgotado. Elas se diferenciam de acordo com a atividade que define o uso da terra. Assim, as áreas classificadas com o Estado Geoambiental Crítico compreendem, em Bertioga, as áreas urbanizadas, as áreas com vegetação rasteira e solo exposto no interior de unidades de conservação e APP's, assim como as praias com a presença de estruturas urbanas. Estas paisagens apresentam uma alteração muito acentuada da estrutura original de seu funcionamento, além de transgredir a legislação ambiental. No entanto, tais áreas ainda podem ser recuperadas, através de recursos, a longo prazo, que possam trazer benefícios à população afetada pelos problemas ambientais existentes. Já em relação ao Estado Geoambiental Muito Crítico, este foi relacionado a uma área com vestígios de atividades de mineração, em função de haver uma perda integral da estrutura original da paisagem, com a alteração do embasamento litológico. Este cenário indica uma impossibilidade de recuperação do equilíbrio da paisagem.

A Carta de Estado Geoambiental foi organizada no programa *ArcGIS*, a partir da sobreposição dos *layers* referentes ao conjunto dos materiais cartográficos produzidos nesta pesquisa. Os procedimentos usados foram os mesmo referentes à elaboração da Carta de Unidades Geoambientais.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS: UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA

Neste capítulo será apresentada a análise das unidades geoambientais do município de Bertiooga. Esta análise baseia-se na interpretação dos dados provenientes do material cartográfico elaborado a partir da integração e espacialização das características geoecológicas e socioeconômicas da área de estudo. Fazem parte desse material: Base Cartográfica (Apêndice A), Carta de Unidades Geoambientais (Apêndice B), Carta Geológica (Apêndice D), Carta Pedológica (Apêndice E), Carta Clinográfica (Apêndice F), Carta de Dissecação Vertical (Apêndice G), Carta de Dissecação Horizontal (Apêndice H), Carta Geomorfológica (Apêndice I), Carta de Uso da Terra – 1962 (Apêndice J), Carta de Uso da Terra – 2010 (Apêndice L), Carta de Estado Geoambiental (Apêndice M).

A variação das altitudes encontradas na área de estudo é muito elevada, apresentando desde a altitude de valor 0 metro, na linha de costa, até o valor máximo de 1.242 metros de altitude, na região da Serra do Mar, em limite com o Planalto Atlântico. Este cenário permite considerar a existência de três grandes setores no município de Bertiooga: o Planalto Atlântico, marcado pelo embasamento cristalino e pela heterogeneidade das formas de relevo; o setor Serra do Mar, também configurado pelo predomínio do embasamento cristalino, e marcado pelas escarpas serranas de inclinações abruptas; e o setor Planície Costeira, formado por material sedimentar pouco consolidado e marcado pela baixa declividade do terreno. As características diferenciadas destes setores fazem com que os processos morfodinâmicos atuantes em cada um deles apresentem-se de maneira diferenciada, mas, ao mesmo tempo, mantenham relações de dependência entre si, a partir dos fluxos de matéria e energia presentes no interior dos sistemas ambiental e socioeconômico do município de Bertiooga.

Como pode ser observado na Carta de Unidades Geoambientais e na sua respectiva legenda descritiva (Tabela 9), o compartimento do Planalto Atlântico é formado por duas unidades geoambientais. Cumprindo a função geoecológica de unidades emissoras, as duas unidades que compõe o Planalto Atlântico em Bertiooga são:

- Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga
- Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba

As unidades do Planalto Atlântico estão localizadas nos setores noroeste e nordeste do município de Bertioga. O setor noroeste corresponde à unidade Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga, enquanto o setor nordeste corresponde à unidade Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba.

Representando o reverso da Serra do Mar, o Planalto Atlântico é composto, na região de Bertioga, basicamente por materiais litológicos resistentes, originados no Pré-Cambriano (Apêndice D). Segundo Rossi (1999), no setor do planalto no município de Bertioga “[...] ocorre o complexo gnaissico de diferentes texturas, porém compostos basicamente pelos mesmos minerais, que correspondem ao Complexo Paraíba do Sul do Arqueano.” (ROSSI, 1999, p. 24).

De acordo com a classificação de Ross e Moroz (1997), as áreas de planalto pertencentes ao município de Bertioga inserem-se predominantemente na unidade morfológica “Planalto Paulistano/Alto Tietê”. Segundo os autores, a litologia deste setor é composta basicamente por migmatitos e granitos.

Segundo Oliveira et al. (1999), as formas de relevo predominantes no planalto, em conjunto com o embasamento litológico, sustentam os Cambissolos Háplicos (Apêndice E), característicos de relevos acidentados.

As características morfológicas das unidades geoambientais do compartimento Planalto Atlântico são ilustradas a partir da grande variedade dos valores das classes de declividade identificadas na carta clinográfica (Apêndice F). Este fato ocorre devido às feições heterogêneas das formas de relevo destas áreas. Neste caso, os fundos de vale apresentam classes de declividade muito baixas ($\leq 2\%$), em função da presença de planícies aluviais. Estas, em parte, têm como fonte de sedimentos os processos erosivos presentes nas vertentes. Por sua vez, as vertentes apresentam declividades não muito elevadas na maioria dos casos, predominando as classes médias de declividade ($2 \text{ † } 5\%$, $5 \text{ † } 12\%$, $12 \text{ † } 20\%$). Apenas em alguns pontos dos setores de alta vertente é possível encontrar a presença das classes de declividade muito elevadas ($20 \text{ † } 30\%$ e $\geq 30\%$).

Essa heterogeneidade dos valores de declividade indica uma complexidade quanto aos processos de esculturação do relevo nas áreas do planalto, pois, concomitantemente, têm-se os setores de declividade muito baixa, representados pelos fundos de vale, os setores de declividade média, presentes nas baixas e médias vertentes, e também os setores de elevada declividade, representados pelas altas vertentes. Este fenômeno é mais significativo na unidade geoambiental

Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga, em função das maiores diferenças altitudinais entre os fundos de vale e as altas vertentes.

Em relação às classes de dissecção vertical (Apêndice G), as unidades geoambientais do Planalto Atlântico também apresentam valores heterogêneos. Na unidade Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga, a dissecção vertical varia de $\leq 20\text{m}$ a $\geq 100\text{m}$, com maior abrangência das classes $\leq 20\text{m}$ e $20 \text{ † } 40\text{m}$, mas significativas ocorrências das classes mais elevadas, indicando um relevo bastante dissecado. Já na unidade Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba, a dissecção vertical varia entre as classes baixas e intermediárias, com maior abrangência das classes $\leq 20\text{m}$ e $20 \text{ † } 40\text{m}$. Este fato indica as pequenas variações de altitude entre os talwegues e os limites das sub-bacias.

A característica do relevo colinoso do planalto implica, nas duas unidades, mas principalmente naquela da alta bacia do rio Itatinga, na existência de alguns pontos em que o relevo apresenta consideráveis desníveis altimétricos em relação aos talwegues. Estes pontos estão localizados principalmente nas altas vertentes e nos topos dos morros característicos deste compartimento de relevo, provocando o aparecimento das classes de dissecção vertical mais elevadas ($60 \text{ † } 80\text{m}$, $80 \text{ † } 100\text{m}$, $\geq 100\text{m}$). Isto indica uma maior potencialidade ao aparecimento de processos morfogenéticos nas áreas de alta vertente e topo de morros, sugerindo uma maior susceptibilidade frente às atividades antrópicas, em função das altas variações de altitude entre os talwegues e os limites das sub-bacias. Dessa maneira, apesar das áreas de fundo de vale apresentarem classes de baixa dissecção vertical, elas estão sujeitas aos impactos que eventualmente venham a interferir no equilíbrio das localidades de maior declividade e altitude em relação aos talwegues, pois são as áreas aluviais que recebem os sedimentos advindos dos processos erosivos das áreas adjacentes, mais elevadas.

O clima quente e úmido da região, aliado à natureza do substrato litológico e pedológico das unidades geoambientais do Planalto Atlântico, dão origem ao predomínio de vales com fundo plano, nos cursos d'água maiores, e fundos de vale em V, nos canais de menor ordem, que cortam setores de vertentes íngremes. Além disso, aqueles fatores também contribuem para o predomínio de vertentes convexas, mas também para o aparecimento de vertentes côncavas e retilíneas. Estes fatos, representados na Carta Geomorfológica do município de Bertioga

(Apêndice I), atestam mais uma vez as características heterogêneas do compartimento Planalto Atlântico no município de Bertioga.

Em relação aos valores de dissecação horizontal, representados na Carta de Dissecação Horizontal (Apêndice H), há uma similaridade entre os valores encontrados nas duas unidades geoambientais do Planalto Atlântico. Observa-se o predomínio das classes mais intensas (< 50m a 100 | 200m), ou seja, aquelas que indicam uma proximidade entre os canais de drenagem e, conseqüentemente, uma elevada quantidade de energia potencial acumulada pela dinâmica da rede de drenagem.

Analisando o padrão do sistema de drenagem da área do planalto, em conjunto com a distribuição das classes de declividade e de dissecação do relevo, nota-se a presença de alguns sinais de atividades tectônicas passadas, como falhas e soerguimentos. Estes fatores podem explicar a grande variabilidade das formas de relevo na área correspondente ao compartimento do Planalto Atlântico.

Como exemplo, cabe destacar a presença de cotovelos de rios, ilustrando possíveis fenômenos de captura de drenagem, como é possível observar nos rios Itatinga e Guaratuba. Os altos cursos destes rios, localizados nas áreas de planalto, seguem a direção dos alinhamentos estruturais da região (de sentido geral NE-SW). Ao sofrerem uma brusca mudança de direção nas áreas próximas à borda da Serra do Mar, estes rios passam a descer as escarpas na direção N-S, obliquamente às estruturas serranas.

Outro exemplo a ser destacado é a identificação da dissimetria de bacias, indicando a possibilidade da existência de antigos soerguimentos na região do Planalto Atlântico, como é possível observar nos setores da alta bacia do rio Guaratuba, correspondente à unidade geoambiental Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba, na região nordeste do município de Bertioga.

Este panorama observado no Planalto Atlântico implica na necessidade de manejo do relevo de forma diferenciada entre as áreas de alta declividade e as áreas de relevo mais suavizado. Ao mesmo tempo, deve-se também buscar a manutenção do equilíbrio entre os processos morfodinâmicos integrados a estes dois setores, demonstrando, assim, a complexidade do planejamento e uso destas áreas.

Em relação às unidades geoambientais do Planalto Atlântico, presente no município de Bertioga, a análise do uso da terra (cenário de 1962) (Apêndice J)

permitiu observar o predomínio da vegetação da natural da Mata Atlântica. No entanto, referente a este cenário, na unidade geoambiental Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga foram identificadas significativas áreas compostas por vegetação rasteira e solo exposto. Estas manchas de vegetação rasteira estão localizadas principalmente às margens do rio Itatinga e de seus principais afluentes e, acredita-se que a maior parte destas áreas resulta de atividades antrópicas como pastagens e pequenos cultivos agrícolas.

Já a análise Carta de Uso da Terra correspondente ao cenário de 2010 (Apêndice L) atesta a continuidade da vegetação de Mata Atlântica na unidade Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba, e o desaparecimento das áreas de vegetação rasteira e solo exposto na unidade Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga. Este fato demonstrou uma recuperação das áreas de vegetação florestal nesta última unidade, que estão relacionadas à classe de uso da terra denominada reflorestamento.

A recuperação da Mata Atlântica observada durante o período analisado, nesta área, está relacionada ao processo de regeneração da mata nativa, que segundo São Paulo (2008), foi iniciado pela empresa Suzano Celulose e Papel, em 1988.

Esta área compreende uma antiga fazenda de produção de eucaliptos, e na década de 1990 passou a abrigar a RPPN Parque das Neblinas, uma reserva privada de 2,8 mil hectares, gerenciada pelo Instituto Ecofuturo. O seu funcionamento “fomenta a restauração da Mata Atlântica por meio de programas focados em educação ambiental, ecoturismo, manejo sustentável de recursos naturais, cultivo de espécies ameaçadas e pesquisas científicas”. (INSTITUTO ECOFUTURO, 2012).

Dessa maneira, a unidade geoambiental Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga encontra-se protegida pela Unidade de Conservação Parque das Neblinas, e também pelo Parque Estadual da Serra do Mar, (Decreto 10.521, de 30/08/1977), ao passo que a unidade Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba também se encontra protegida pelo Parque da Serra do Mar. Destaca-se a importância da existência destas unidades de proteção nas regiões do Planalto Atlântico, tendo em vista a necessidade de se buscar a manutenção do equilíbrio entre os processos morfodinâmicos, relacionados às características heterogêneas

do relevo, e à manutenção da vegetação nativa, demonstrando, assim, a complexidade do planejamento e uso destas áreas.

Nesse contexto, a unidade geoambiental Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga apresenta uma Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica Compatível e Adequada nas áreas com cobertura de Mata Atlântica e Compatível nas áreas de reflorestamento.

Atualmente, nesta unidade, as áreas com cobertura vegetal da Mata Atlântica e também as áreas reflorestadas não apresentam problemas ambientais significativos, além de se encontrarem protegidas pela legislação.

O clima quente e úmido da região, aliado às formas heterogêneas do relevo, indica a necessidade da manutenção da vegetação nesta unidade. A retirada da vegetação pode desencadear movimentos de massa e processos erosivos nas vertentes. Assim, o Estado Geoecológico desta unidade foi classificado como Otimizado nas áreas com vegetação de Mata Atlântica preservada e como Compensado nas áreas reflorestadas.

Conseqüentemente, o Estado Geoambiental desta unidade, representado na Carta de Estado Geoambiental (Apêndice M), foi classificado como Estável nas áreas preservadas com a vegetação de Mata Atlântica e como Medianamente Estável nas áreas reflorestadas.

Já a unidade geoambiental Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba apresenta uma Relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica Compatível e Adequada em toda a sua extensão, pois apresenta o predomínio da vegetação florestal preservada.

No entanto, as precauções são as mesmas válidas para a unidade Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga, ou seja, as características do relevo indicam que a retirada da vegetação pode desencadear movimentos de massa e processos erosivos nas vertentes.

Dessa maneira, Estado Geoecológico da unidade Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba foi classificado como Otimizado e, conseqüentemente, seu Estado Geoambiental é Estável.

A vegetação de Mata Atlântica encontrada nas unidades geoambientais do Planalto Atlântico se estende também em direção às escarpas da Serra do Mar, predominando em quase toda a extensão deste compartimento, mas neste caso ocupando áreas de relevo bastante íngreme.

No município de Bertioga, o conjunto cristalino da Serra do Mar apresenta-se como um frontão serrano, paralelo à linha de costa e desta recuado a uma distância média de 5 km. Em alguns pontos, as rochas graníticas mais resistentes sustentam proeminências da escarpa, como no caso próximo ao canal de Bertioga, no setor sudoeste do município, assim como nos morros isolados presentes na planície sedimentar. Dentre os morros isolados existentes na Planície Costeira do município de Bertioga, pode-se destacar o Morro da Enseada, o Morro São Lourenço e o Morro do Itaguá, localizados na linha de costa, em contato direto com o Oceano Atlântico. Há também a presença de muitos outros morros isolados, de menor dimensão, localizados nas áreas mais interiores da planície.

Como pode ser observado na Carta de Unidades Geoambientais (Apêndice B e Apêndice C), o compartimento Sistema Serrano é formado por cinco unidades geoambientais, sendo que duas possuem função emissora, e três possuem função transmissora. As unidades do Sistema Serrano estão organizadas da seguinte maneira:

Unidades Emissoras:

- Topos do Sistema Serrano
- Cristas do Sistema Serrano

Unidades Transmissoras:

- Vertentes Íngremes do Sistema Serrano
- Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano
- Vertentes dos Morros Isolados

Segundo Suguio e Martin (1978b), no município de Bertioga, o embasamento do setor Serra do Mar é constituído por rochas do período Pré-Cambriano (Apêndice D). Segundo Almeida (1964), a litologia que compõe as escarpas da Serra do Mar constitui-se de rochas resistentes, como granitos e gnaisses-graníticos, ao passo que os vales abrem-se por erosão remontante, nas faixas de rochas menos resistentes à erosão. Segundo o autor, “na região de Bertioga e da alta bacia do rio Itapanhaú, são ainda granitos e rochas intensamente granitizadas que desempenham papel de relevo na sustentação das grandes escarpas da Serra do Mar.” (ALMEIDA, 1964, p. 223).

A compartimentação proposta por Ross e Moroz (1997) identifica as escarpas da Serra do Mar como pertencentes à unidade “Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos”. Segundo os autores, o embasamento litológico destas áreas é constituído basicamente por gnaisses, migmatitos, micaxistos e granitos.

De acordo com Oliveira et al. (1999), os tipos de solos que ocorrem nos setores da Serra do Mar, em Bertioga, constituem-se pelos Cambissolos Háplicos (Apêndice E). Resultante das características litológicas cristalinas, e também dos padrões morfológicos da área, com altas declividades e escarpamentos, este tipo de solo dá sustentação, na área de estudo, à vegetação da Mata Atlântica.

De modo geral, as características morfométricas das unidades que compõe a região serrana são marcadas pelos acentuados índices de declividade, principalmente nas unidades Cristas do Sistema Serrano e Vertentes Íngremes do Sistema Serrano. Na unidade Topos do Sistema Serrano também há o predomínio das classes de declividade elevada mas, em alguns topos mais extensos, tem-se áreas com menor índice de declividade.

Nas unidades Cristas do Sistema Serrano e Vertentes Íngremes do Sistema Serrano, as classes de declividade são elevadas, entre $20 \text{ † } 30\%$ e $\geq 30\%$. Destaca-se que, nos setores mais elevados das escarpas, existe um grande número de vertentes retilíneas, com abruptas rupturas de declive, formando paredões muito íngremes, com declividade acima de 30%. Já na unidade Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano, foi possível identificar um predomínio das classes de declividade média, entre $5 \text{ † } 12\%$ e $12 \text{ † } 20\%$.

Na unidade Vertentes dos Morros Isolados verificou-se o predomínio das classes elevadas de declividades ($12 \text{ † } 20\%$, $20 \text{ † } 30\%$ e $\geq 30\%$), apresentando uma configuração semelhante aos padrões observados no compartimento da Serra do Mar.

Quanto aos valores de dissecação, a elaboração da Carta de Dissecação Vertical (Apêndice G) e da Carta de Dissecação Horizontal (Apêndice H) permitiu verificar que no setor da Serra do Mar há uma heterogeneidade quanto aos valores das classes.

Por um lado, devido à grande quantidade de canais de drenagem que descem as escarpas em direção à planície, há um predomínio, em termos de área, das classes de baixa dissecação vertical ($\leq 20 \text{ m}$ e $20 \text{ † } 40 \text{ m}$). Esse fenômeno destaca-

se principalmente nas unidades Vertentes Íngremes do Sistema Serrano e Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano.

No entanto, grande parte dos cursos d'água estão inseridos em sub-bacias que apresentam elevadas diferenças altitudinais entre os talwegues dos rios e seus respectivos divisores, fazendo com que se registre, de forma fragmentada, mas com frequência, parcelas de terreno com classes de dissecação bastante elevadas (40 | 60m, 60 | 80m, 80 | 100m, \geq 100m). As classes mais elevadas de dissecação vertical estão presentes nas unidades Topos do Sistema Serrano e Cristas do Sistema Serrano.

Grande parte destas áreas que apresentam grande diferença altitudinal entre os cursos d'água e os limites das bacias encontra-se na forma de vertentes retilíneas, podendo apresentar-se como paredões rochosos. Geralmente, esta situação se dá em função da grande resistência da rocha formadora destas áreas, acarretando em declives abruptos e elevados valores de dissecação do relevo.

No caso da dissecação horizontal, as classes mais elevadas são identificadas nas áreas de vertentes do sistema serrano (unidades Vertentes Íngremes do Sistema Serrano e Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano), devido à elevada densidade da rede de drenagem. Já nas áreas mais elevadas, compreendidas pelas unidades Topos do Sistema Serrano e Cristas do Sistema Serrano, há um predomínio das classes intermediárias de dissecação horizontal.

Na unidade Vertentes dos Morros Isolados verificou-se o predomínio das classes médias e altas de dissecação vertical, demonstrando uma considerável resistência litológica destes morros, e indicando elevadas altitudes relativas em relação aos talwegues situados na planície costeira. As classes de dissecação horizontal variam desde as mais elevadas até as intermediárias, demonstrando a presença da grande quantidade de cursos d'água nos morros isolados.

Os padrões da morfologia serrana, atrelados à natureza litológica de seu material, e também ao predomínio do clima quente e úmido na região, resultam em um elevado escoamento superficial no setor da Serra do Mar. Este fato é demonstrado pela presença de vertentes convexas e retilíneas, conforme a Carta Geomorfológica da área de estudo (Apêndice I). Da mesma forma, possibilita a ação do intemperismo nas áreas de escarpa, desencadeando processos de decomposição das rochas e resultando na formação de uma camada de solo que as recobre.

Como já apontado anteriormente, o tipo de solo que recobre as escarpas da Serra do Mar é o Cambissolo Háplico (OLIVEIRA et al., 1999), que nesta região dá sustentação à vegetação da Mata Atlântica. De acordo com Afonso (2006), a presença da vegetação nas áreas serranas constitui um importante fator na manutenção do equilíbrio natural das escarpas, pois os troncos e raízes retêm os sedimentos e retardam seu deslizamento encosta abaixo.

Ross e Moroz (1997) comentam a respeito da fragilidade dos setores correspondentes às escarpas da Serra do Mar, frente às suas características morfológicas. Os autores apontam que a presença de formas de dissecação muito intensas, de vales com grande entalhamento, da alta densidade de drenagem e das vertentes muito inclinadas, fazem com que esta unidade apresente um nível de fragilidade potencial muito alto, “[...] estando sujeita a processos erosivos pluvio-fluviais agressivos e movimentos de massas espontâneos e induzidos.” (ROSS; MOROZ, 1997, p. 38).

Frente a este cenário, cabe ressaltar a contribuição de Bertoni e Lombardi Neto (2008), que destacam o importante papel da cobertura vegetal na defesa contra a erosão do solo. Segundo os autores, a vegetação pode agir de diversas maneiras, protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a capacidade do solo na retenção de água, e diminuindo a velocidade de escoamento da água sobre a superfície.

A importância da proteção da vegetação no Sistema Serrano é muito ampla, e está ligada a diversas questões. Quanto aos aspectos físicos, destaca-se que

Parte significativa dos remanescentes da Mata Atlântica está hoje localizada em encostas de grande declividade. Sua proteção é a maior garantia para a estabilidade física dessas áreas, evitando assim as grandes catástrofes, como deslizamentos e erosões, que já ocorreram onde a floresta foi suprimida, desprotegendo o solo de ventos e chuvas, com consequências econômicas e sociais extremamente graves. Ravinas, voçorocas e outros movimentos de massa ocorrem naturalmente em áreas de maior interferência antrópica, processo que acarreta o assoreamento da rede de drenagem, do mangue e até de áreas portuárias. (INSTITUTO FLORESTAL, 2006, p. 5).

Dessa maneira, é possível justificar a existência das áreas de proteção ambiental nas áreas serranas, como é o caso do Parque Estadual da Serra do Mar.

O Parque da Serra do Mar foi criado em 1977 (Decreto 10.521, de 30/08/1977) e, dentre seus objetivos principais, busca proteger os remanescentes de Mata Atlântica existentes na região costeira do estado de São Paulo, assim como os vários ecossistemas a ela associados, como os manguezais e as restingas, por exemplo. Segundo o Instituto Florestal (2006), Bertioga possui uma área de 24.059,21 ha de seu município pertencente ao Parque Estadual da Serra do Mar, correspondendo a 49,92% de sua área total (Figuras 11 e 12).



Figura 11: Limites do Parque Estadual da Serra do Mar no município de Bertioga.



Figura 12: Local próximo a uma das entradas do Parque Estadual da Serra do Mar, no município de Bertioga. Observa-se, ao fundo, a unidade Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano.

A elaboração das cartas de uso da terra do município de Bertioga (cenários 1962 e 2010) permitiu identificar, em todos os cenários, o predomínio da cobertura vegetal da Mata Atlântica nos setores correspondentes à Serra do Mar, sendo nula a presença de pontos de ocupação neste setor da área de estudo.

Em relação à problemática ambiental, uma exceção se aplica à unidade Vertentes dos Morros Isolados. Em uma área correspondente a esta unidade foram constatado vestígios de atividades de mineração, mas que atualmente encontram-se desativadas. Em visita de campo, verificou-se o funcionamento de um depósito de lixo em uma parte desta área.

Em outro morro isolado foi constatada a presença de estruturas urbanas. Dessa forma, estas áreas apresentaram uma Relação Capacidade de Uso Potencial/Função Socioeconômica Incompatível, tendo em vista que as atividades aí desenvolvidas ultrapassam a capacidade de sustentação das paisagens dos morros isolados.

No caso do morro isolado que apresenta urbanização, acredita-se que medidas compensatórias possam atenuar os danos causados, a fim de minimizar os riscos ambientais à população. Já na área com a presença de atividade mineradora,

acredita-se ter havido uma perda integral da estrutura original da paisagem, com a alteração do embasamento litológico. Este cenário indica uma impossibilidade de recuperação do equilíbrio da paisagem.

Dessa maneira, com exceção da unidade Vertentes dos Morros Isolados, todas as unidades geoambientais correspondentes ao Sistema Serrano do município de Bertioga apresentam uma relação de Capacidade de Uso Potencial/Função Socioeconômica Compatível e Adequada. Este fato indica que a dinâmica do uso da terra na maior parte das escarpas da Serra do Mar está de acordo com as características geoecológicas destas unidades, e ao mesmo tempo não há transgressão da legislação ambiental vigente nestas áreas.

No entanto, mesmo não tendo apresentado problemáticas ambientais, as unidades geoambientais correspondentes à Serra do Mar estão sujeitas a diversos riscos, caso ocorram interferências antrópicas que ultrapassem o potencial de suporte destas áreas. Caso haja a retirada da vegetação, há sérios riscos ao desencadeamento de movimentos de massa, além de prejudicar o equilíbrio da fauna e da flora locais.

Assim, suas características permitem afirmar que estas unidades apresentam Estado Geoecológico Otimizado e, conseqüentemente, segundo a Carta de Estado Geoambiental do município de Bertioga (Apêndice M), um Estado Geoambiental Estável.

Em função do caráter sistêmico estabelecido na análise das unidades geoambientais do município de Bertioga, as características apresentadas por cada unidade têm relação direta com a dinâmica geoecológica das unidades vizinhas. Dessa maneira, a manutenção do equilíbrio apresentado pelas unidades correspondente ao Sistema Serrano interfere, por exemplo, no funcionamento das unidades espacializadas nas áreas da Planície Costeira de Bertioga.

Em Bertioga, a Planície Costeira se estende por todo o município, no sentido W-E, ocupando a posição entre a linha de costa e os sopés das escarpas da Serra do Mar.

A Carta de Unidades Geoambientais (Apêndice B e Apêndice C) apresenta as oito unidades geoambientais que correspondem ao Sistema Planície Quaternária no município de Bertioga. Dentre estas, três possuem função transmissora e cinco possuem função coletora. As unidades espacializadas na Planície Costeira estão organizadas da seguinte maneira:

Unidades Transmissoras:

- Terraços Marinheiros Baixos
- Terraços Marinheiros Dissecados
- Terraços Marinheiros Urbanizados

Unidades Coletoras:

- Rampas Colúviais
- Rampas Colúviais Urbanizadas
- Planície Flúvio-Marinhas
- Planícies Marinhas Atuais
- Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas

O embasamento litológico da Planície Costeira de Bertioga, segundo Suguio e Martin (1978b), é composto por areias e argilas referentes aos sedimentos continentais, correspondentes às unidades geoambientais Rampas Colúviais e Rampas Colúviais Urbanizadas; pelos sedimentos de mangue e de pântano e pelos sedimentos flúvio-lagunares e de baías, correspondentes à unidade Planícies Flúvio-Marinhas. Estão presentes também as areias marinhas litorâneas e as areias marinhas litorâneas retrabalhadas pelo vento, correlacionadas às unidades geoambientais Terraços Marinheiros Baixos e Terraços Marinheiros Dissecados.

De acordo com Ross e Moroz (1997), no estado de São Paulo as Planícies Litorâneas “são formadas por sedimentos marinhos inconsolidados e sedimentos fluviais arenosos/argilosos também inconsolidados e cascalhos [...]” (ROSS; MOROZ, 1997, p. 55).

São três os principais rios que correm das escarpas da Serra do Mar em direção ao oceano, passando pela Planície Costeira de Bertioga: o rio Itapanhaú, o Rio Itaguapé e o Rio Guaratuba. Em suas áreas estuarinas encontram-se os sedimentos de mangue e de pântano, formados por areias e argilas, e também as areias e argilas correspondentes aos sedimentos flúvio-lagunares e de baías. Estas áreas correspondem à unidade geoambiental Planícies Flúvio-Marinhas.

Em algumas áreas da Planície Costeira de Bertioga é possível encontrar areias marinhas litorâneas retrabalhadas em superfície pelo vento, principalmente próximo à foz do rio Guaratuba, na praia de Boracéia, e também próximo à foz do rio

Itapanhaú, no Canal de Bertioga. Em relação a este depósito sedimentar próximo ao Canal de Bertioga, Suguio e Martin (1978a) afirmam se tratar de uma formação quaternária diferenciada dos demais depósitos da planície, pois se constitui em uma formação arenosa limonitizada, ligada à transgressão Cananéia, sendo que sua parte superior situa-se no mínimo 5,5 m acima do nível de maré alta atual.

Os dados de Suguio e Martin (1978b) mostram, em toda a Planície Costeira de Bertioga, a presença de antigos alinhamentos de cordões litorâneos. Estes cordões representam os antigos níveis marinhos locais, e estão localizados na unidade geoambiental Terraços Marinhos Baixos. A partir da observação de fotografias aéreas do município, datadas de 1962, é possível observar muitos destes cordões nas áreas de planície ainda não ocupadas pela urbanização. No entanto, a observação de fotografias aéreas e imagens de satélite mais recentes (cenários 2001 e 2009) possibilitam constatar a alteração de grande parte destes cordões, que se encontram urbanizados (Figura 13).



Figura 13: Cordões litorâneos ainda preservados (cenário 1962), e a ocupação da mesma área pela urbanização (cenários 2001 e 2009). Praia de São Lourenço, município de Bertiooga/SP. Fonte: elaboração do autor.

Sobre os materiais sedimentares que formam a Planície Costeira de Bertioga, encontram-se os seguintes tipos de solo, de acordo com Oliveira et al. (1999): Gleissolos Sálícos e Espodossolos Ferrocárbicos. Nas unidades geoambientais localizadas na área da planície há um predomínio dos Espodossolos Ferrocárbicos, com exceção da unidade Planícies Flúvio-Marinhas, composta basicamente pelos Gleissolos Sálícos.

Em função das características planas do relevo, a Planície Costeira em Bertioga é caracterizada por uma rede hidrográfica pouco densa, onde os rios perdem velocidade e intensificam o processo de deposição dos sedimentos. Segundo Afonso (2006), na Baixada Santista,

A intensa sedimentação fluvial resultante dos processos erosivos nas encostas serranas, a pequena declividade e a consequente diminuição da velocidade das águas são responsáveis pelo processo de deposição e pelas características dos rios na planície. (AFONSO, 2006, p. 127).

No entanto, as diferentes unidades geoambientais da Planície Costeira de Bertioga apresentam certa particularidade quanto à densidade da rede de drenagem, que pode ser observada através da Carta de Dissecação Horizontal da área de estudo (Apêndice H). As unidades Terraços Marinhas Baixos e Terraços Marinhas Dissecados apresentam valores intermediários de dissecação horizontal, indicando baixa densidade de drenagem. Por outro lado, as unidades localizadas mais próximas à linha de costa, como Terraços Marinhas Urbanizados, Planícies Marinhas Atuais Preservadas, Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas e Planícies Flúvio-Marinhas, apresentam valores de dissecação horizontal mais elevados, em função de uma maior densidade da rede de drenagem, principalmente devido ao grande número de canais de drenagem de pequeno porte que deságuam na linha de praia. Nas unidades Terraços Marinhas Urbanizados e Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas estes canais de drenagem localizam-se no interior de paisagens urbanas, apresentando características deste ambiente. Já nas unidades Planícies Marinhas Atuais Preservadas e Planícies Flúvio-Marinhas, a drenagem mantém sua estrutura natural.

A respeito da rede de drenagem nas Planícies Litorâneas, Ross e Moroz (1997) destacam que, nestas áreas, ela apresenta os padrões meandrante e anastomasado. De acordo com a Carta Geomorfológica do município de Bertioga

(Apêndice I), a rede de drenagem da Planície Quaternária é marcada pela presença de vales de fundo plano.

As características planas das formas de relevo presentes na Planície Costeira de Bertioga também são ilustradas a partir dos dados morfométricos observados nas cartas de declividade e dissecação vertical. (Apêndices F e G, respectivamente). A feição compreendida pela Planície Costeira apresenta, em quase toda a sua dimensão, uma declividade menor ou igual a 2%, resultado da pequena variação do relevo nestas áreas.

Em relação à dissecação vertical, as áreas compreendidas pela planície litorânea também apresentam um predomínio da classe de menor dissecação (< 20 m). Este fato ilustra a pequena variação de altitude entre os talwegues presentes na planície e os limites de suas bacias.

No entanto, apesar dos dados morfométricos apresentados indicarem baixa susceptibilidade aos processos morfodinâmicos na Planície Costeira, entende-se que suas características planas, com pequena variação das formas de relevo, constitui-se num dos principais fatores que contribuem para a intensa ocupação urbana nas áreas litorâneas, desencadeando uma série de processos de degradação do sistema natural.

Um ponto fundamental a ser destacado em relação à fragilidade das áreas da Planície Costeira diz respeito à dinâmica geral da rede de drenagem presente no município de Bertioga. Entende-se que há uma grande quantidade de energia potencial acumulada no setor jusante dos rios principais que correm em direção à planície marinha, acumulada durante o processo de escoamento dos seus canais de menor ordem, nos setores das escarpas serranas e nas áreas de planalto (reverso da Serra do Mar). Assim, mesmo não havendo uma declividade e uma dissecação vertical que acentuem a energia do sistema de drenagem nas áreas de planície, este grande acúmulo de energia nos canais principais de drenagem aponta para o contexto de fragilidade em que se dão os processos de ocupação e alteração dos ecossistemas das áreas que englobam a Planície Costeira de Bertioga.

Se comparado aos outros municípios da Baixada Santista, Bertioga apresenta uma ocupação urbana mais recente. No entanto, este processo vem se desenvolvendo de forma acelerada neste município, marcado principalmente pela ocupação da Planície Costeira por atividades com finalidades turísticas, contribuindo para a retirada da cobertura vegetal natural.

A evolução do processo de ocupação urbana de Bertioga pode ser observada nas Cartas de Uso da Terra do município (Apêndices J e L). Nota-se a presença das estruturas urbanas concentradas junto à linha de costa, expandindo-se para o interior da Planície Costeira e também a todas as planícies marinhas do município.

Há que se destacar que atividades desta natureza estão acontecendo em áreas de elevada fragilidade, visto que a Planície Costeira é formada por solos arenosos, pouco consolidados, e o lençol freático localiza-se bem próximo da superfície. Dessa forma, estas áreas ocupadas pela urbanização estão sujeitas aos alagamentos, principalmente nas margens dos canais de drenagem e nas áreas correspondentes aos manguezais; aos processos erosivos, devido à baixa consolidação dos terrenos e a movimentações como subsidências, devido à proximidade do lençol freático.

Afonso (2006) afirma que em toda a Baixada Santista o lençol freático é raso e encontra-se próximo à superfície ou aflorante. Assim, os terrenos da planície sedimentar, que podem ser enxutos ou encharcados, apresentam “total incapacidade para o suporte de cargas e, conseqüentemente, para a construção de estradas, ruas e edificações.” (AFONSO, 2006, p. 121). A autora ressalta que no processo de ocupação da planície tem-se buscado solucionar estes problemas através de aterros em áreas encharcadas, a fim de construir edifícios e arruamento sobre os sedimentos inconsolidados. No entanto, a autora afirma que “os recalques contínuos têm mostrado a total inadequação desse tipo de solução.” (AFONSO, 2006, p. 122).

Exemplos desta natureza foram observados por Pinton, Cunha e Travalini (2011) ao analisar as mudanças morfológicas na rede hidrográfica dos municípios de Cubatão e Bertioga, localizados na Baixada Santista. Foi constatada, nestes municípios, a presença marcante de alterações na morfologia dos canais fluviais, especialmente relacionadas à expansão de áreas urbanas e industriais. No caso de Bertioga, especificamente, foram constatadas alterações no padrão da drenagem em áreas de manguezal e também próximas à linha de costa, para estabelecimento de empreendimentos urbanísticos (Figura 14).

Ross e Moroz (1997) comentam a respeito da fragilidade existente nas áreas correspondentes à Planície Litorânea, frente à grande complexidade destes ambientes. Segundo os autores,

As Planícies Litorâneas são geneticamente de grande complexidade e de diferentes fisionomias. Tem-se planícies e terraços de gênese marinha gerados por variações nos níveis do mar, planícies fluviais constituídas pelos depósitos dos rios que chegam ao oceano e as planícies intertidais (mangues) relacionada com as oscilações dos níveis de maré.

Possuem potencial de fragilidade muito alto por serem áreas sujeitas às inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos às acomodações constantes. (ROSS; MOROZ, 1997, p. 55).

A Carta de Uso da Terra do município de Bertioga, correspondente ao ano de 2010 (Apêndice L), demonstra a presença de loteamentos urbanos em grande parte de sua orla marítima. No setor sudoeste do município, próximo ao Canal de Bertioga, está localizado o núcleo de ocupação mais antigo, onde é possível observar o avanço da mancha urbana em direção às formações pouco consolidadas que formam o sistema manguezal às margens do rio Itapanhaú. Na praia de São Lourenço, a interpretação das ortofotos digitais permitiu identificar o crescimento acelerado de loteamentos residenciais de alto padrão, assim como em setores das praias do Guaratuba e da Boracéia.

Grande parte das áreas urbanizadas da Planície Costeira de Bertioga corresponde à unidade geoambiental Terraços Marinhos Urbanizados. Esta unidade apresenta um predomínio de estruturas urbanas, inclusive em áreas consideradas como Área de Preservação Permanente (APP), de acordo com a Resolução CONAMA n. 303, de 20/03/2002. De acordo com esta Resolução, são consideradas APP as áreas situadas em faixa marginal dos cursos d'água, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, de acordo com a largura do curso.

Na unidade Terraços Marinhos Urbanizados têm-se também a presença de áreas com solo exposto e vegetação rasteira, que se constituem em lotes ainda não ocupados por construções, mas inseridos no contexto das estruturas urbanas do município. Cabe destacar a presença de alguns pequenos trechos que ainda preservam a vegetação de restinga, nestes lotes ainda não urbanizados.

Dessa maneira, a relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica da unidade Terraços Marinhos Urbanizados foi classificada como Incompatível e Inadequada nas áreas ocupadas pelas feições urbanas, vegetação rasteira e solo exposto e Compatível nas áreas que ainda preservam a cobertura de restinga.

A configuração urbana do uso da terra, que caracteriza a unidade geoambiental Terraços Marinhos Urbanizados, se dá em áreas de solo

impermeabilizado, indicando um cenário de fragilidade. Destaca-se a instabilidade do terreno para a construção civil e a grande presença de canalizações e retificações dos canais de drenagem, que alteram o funcionamento original da rede de drenagem (Figuras 14 e 15).

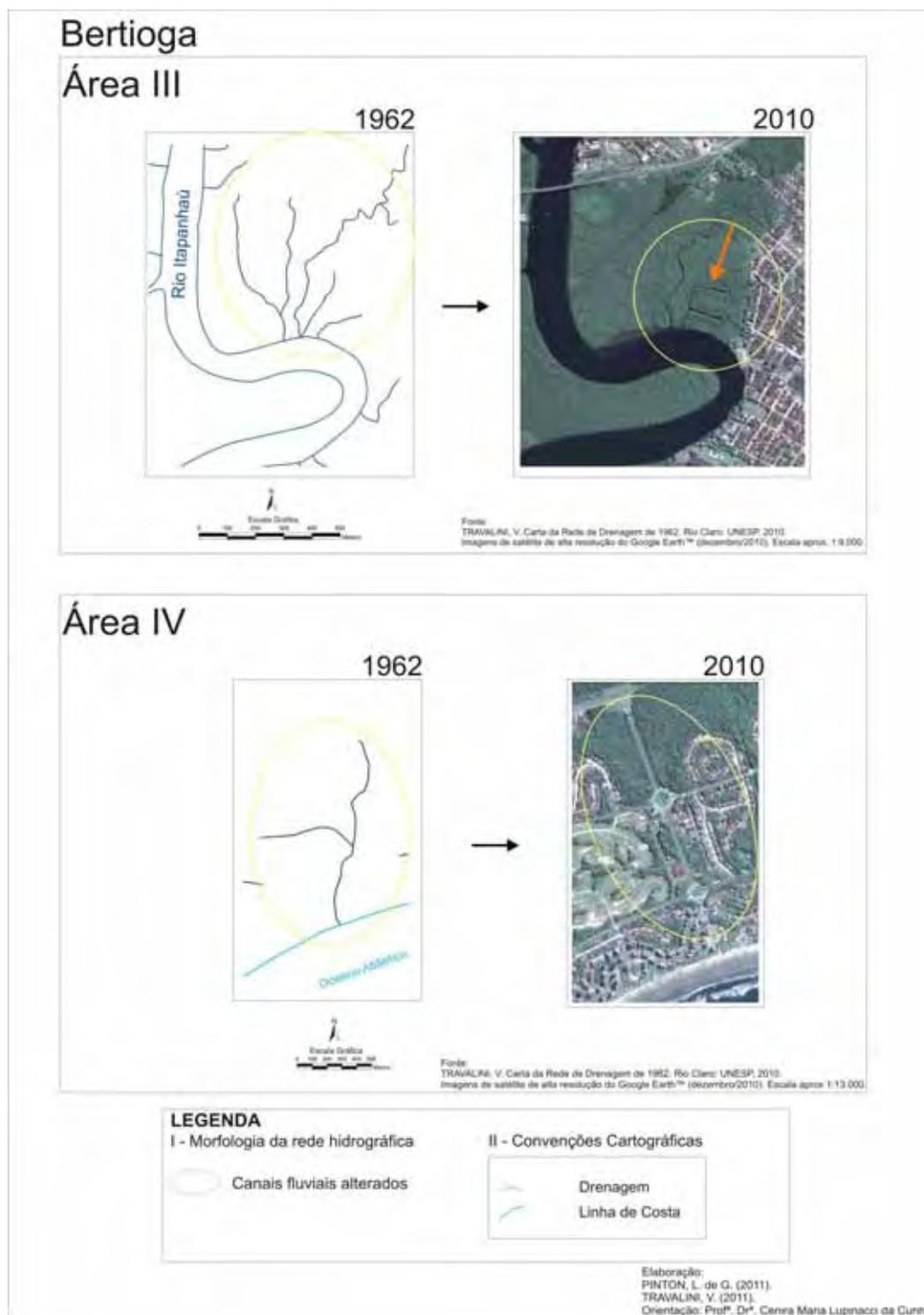


Figura 14: Mudanças morfológicas de canais fluviais da área urbana do município de Bertioga. Fonte: Pinton, Cunha e Travalini (2011).



Figura 15: Unidade Terraços Marinhos Urbanizados, com a presença de estruturas urbanas e canais de drenagem retinizados.

Nesse contexto, os riscos potenciais advindos da pressão causada pela presença das estruturas urbanas são o agravamento dos processos morfogenéticos, o comprometimento das construções e o aparecimento de fenômenos de inundação. Frente a esse cenário, o Estado Geoecológico da unidade Terraços Marinhos Urbanizados foi classificado como Esgotado nas áreas ocupadas pelas feições urbanas, vegetação rasteira e solo exposto, e como Otimizado nas áreas que ainda preservam a cobertura de restinga.

De acordo com a Carta de Estado Geoambiental (Apêndice M), as áreas classificadas como Esgotado possuem um estado geoambiental no nível Crítico, ao passo que as áreas com cobertura compatível apresentam um Estado Geoambiental Estável.

No entanto, em direção aos sopés da Serra do Mar, a Planície Costeira de Bertioga apresenta grandes áreas preservadas, onde há o predomínio da vegetação de restinga. Estas áreas englobam as unidades geoambientais Terraços Marinhos Baixos, Terraços Marinhos Dissecados, Terraços Fluviais, Rampas Coluviais e Planícies Flúvio-Marinhas.

Este panorama se dá principalmente em função da existência de um importante número de unidades de conservação na Planície Quaternária do município de Bertioga. Dentre elas, destaca-se a criação, no ano de 2010, a partir do Decreto nº 56.500, de 9 de dezembro de 2010, do Parque Estadual Restinga de Bertioga. Esta unidade de conservação busca proteger a diversidade ambiental das áreas correspondentes à Planície Costeira de Bertioga, considerando a complexidade existente no ambiente costeiro (Figuras 16 e 17).

Os estudos para a criação desta unidade de conservação foram realizados em parceria entre a Fundação Florestal, a Organização Não Governamental WWF-Brasil e o Instituto Florestal, onde também foram considerados os resultados obtidos em consultas públicas, a fim de obter maiores detalhes e envolver a sociedade no processo de criação da área ambientalmente protegida. (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2011).

Esta unidade é caracterizada como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, a ser administrada pela Fundação Florestal, e abrange 9.312,32 hectares. Em Bertioga, essa inclui as sub-bacias do rio Itaguapé e Guaratuba, e parte da sub-bacia do Rio Itapanhaú, buscando proteger integralmente a rica biodiversidade da região, incluindo aspectos do meio físico, como a geomorfologia, os recursos hídricos, a cobertura vegetal e a fauna, assim como o patrimônio cultural da região.

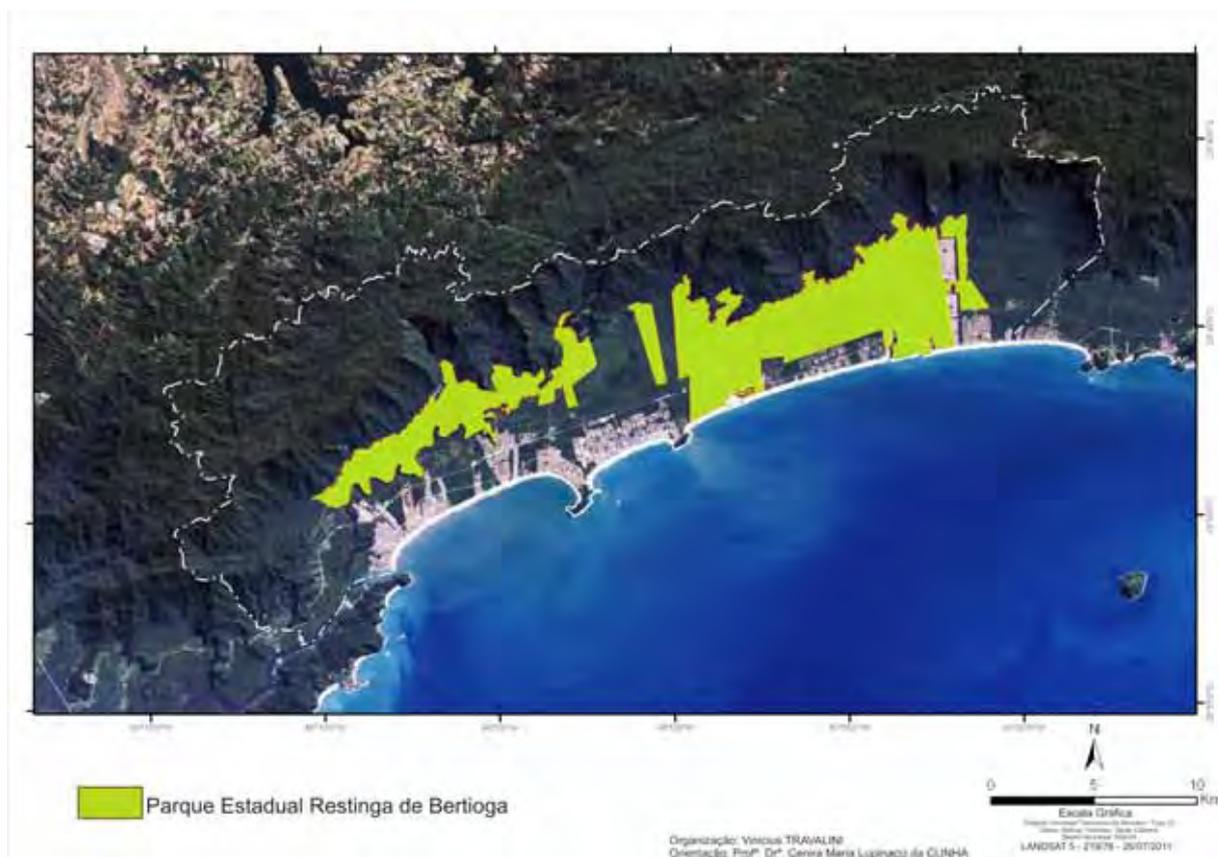


Figura 16: Limites do Parque Estadual Restinga de Bertioga.



Figura 17: Informação dos limites do Parque Estadual Restinga de Bertioga, através de placa indicativa localizada na praia do Itaguapé.

Outras unidades de conservação presentes na Planície Costeira de Bertioga, que merecem destaque, são: Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Hércules Florence, RPPN Costa Blanca, Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Itaguapé, Reserva Indígena Rio Silveiras (na divisa com o município de São Sebastião) e o Parque Municipal Ilha Rio da Praia.

A presença das Unidades de Conservação na região da Planície Quaternária de Bertioga ressalta o fator de importância da cobertura vegetal de restinga nas porções interiores da Planície Costeira. A esse respeito, Afonso (2006) a enfatiza como um fator importantíssimo na manutenção do equilíbrio natural regional. A autora afirma que, nestes setores,

[...] as baixas declividades fazem com que o terreno plano seja carregado dos efeitos dos processos verificados nas encostas serranas, recebendo tanto a água das chuvas como os sedimentos carreados nas encostas abaixo. A vegetação associa-se a esses fatores retendo e fixando sedimentos, atuando na contenção do processo de assoreamento dos rios e canais estuarinos e processando a matéria orgânica recebida. (AFONSO, 2006, p. 113).

As porções interiores da Planície Costeira de Bertioga são marcadas pela transição entre este compartimento e o Sistema Serrano. Este cenário caracteriza-se pela presença de materiais coluvionares, formados principalmente por sedimentos provenientes da área serrana. Este fato foi observado a partir da consulta aos dados geológicos da área de estudo (Apêndice D) e também através da fotointerpretação de pares de fotografias aéreas. Segundo Suguio e Martin (1978b), os materiais coluvionares desta região são compostos por areias e argilas resultantes dos processos sedimentares continentais.

Estas áreas formadas por material coluvionar correspondem às unidades geoambientais Rampas Coluviais e Rampas Coluviais Urbanizadas. A morfometria destas unidades é marcada por baixos valores de declividade e de dissecação vertical. Por outro lado, os valores de dissecação horizontal são elevados, devido à alta densidade de drenagem nestas áreas. Cabe acrescentar que toda essa rede de drenagem é proveniente das escarpas da Serra do Mar, indicando elevados valores de energia potencial acumulada. Dessa maneira, estas unidades geoambientais apresentam elevada fragilidade e susceptibilidade à erosão.

Ressalta-se que a maior parte das áreas coluvionares do município de Bertioga encontram-se preservadas, estando recobertas pela vegetação de restinga. A unidade Rampas Coluviais não apresenta problemas ambientais, em função do predomínio da vegetação de restinga em toda a sua área. Dessa forma, a capacidade de uso da terra não foi alterada, sendo classificada como Compatível e Adequada. Assim, esta unidade teve seu Estado Geoecológico classificado como Otimizado e, conseqüentemente, seu Estado Geoambiental classificado como Estável. Destaca-se também que a maior parte das Rampas Coluviais de Bertioga encontram-se atualmente protegidas pela Unidade de Conservação Parque Estadual Restinga de Bertioga.

Por outro lado, a unidade Rampas Coluviais Urbanizadas apresenta uma função socioeconômica marcada pela presença de estruturas urbanas. Nesse caso, a relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica desta unidade foi classificada como Incompatível, pois indica a presença de um solo impermeabilizado em um compartimento de frágil sustentação, comprometendo o equilíbrio da unidade e das unidades vizinhas. A retirada da vegetação e a presença de construções podem desencadear nas áreas coluvionares movimentos de massa e alteração nos processos de escoamento superficial. Assim, o Estado Geoecológico desta unidade foi classificado como Alterado e, conseqüentemente, o Estado Geoambiental foi qualificado como Instável.

Apesar de estruturas urbanas terem ocupado algumas porções interiores da Planície Costeira de Bertioga, como no caso da unidade Rampas Coluviais Urbanizadas, algumas áreas da Planície próximas à linha de costa ainda apresentam sua cobertura vegetal preservada. É o caso dos manguezais, correspondentes à unidade geoambiental Planícies Flúvio-Marinhas (Figuras 18 e 19). Em Bertioga, os grandes rios que correm das escarpas serranas em direção à linha de costa apresentam, em suas áreas estuarinas, grandes depósitos flúvio-marinhos, recobertos por vegetação característica e diretamente atrelados ao regime das marés.

Estas áreas de manguezal, correspondentes à unidade geoambiental Planícies Flúvio-Marinhas, apresentam valores de declividade e de dissecação vertical em consonância com as características planas do relevo da Planície Costeira. A declividade não ultrapassa a classe de < 2%, ao passo que a dissecação vertical não ultrapassa a classe de < 20 m. No entanto, a dissecação horizontal

apresenta valores elevados, em função da grande quantidade de canais de drenagem existentes nas regiões de mangue. Assim, apesar dos valores de declividade e de dissecação vertical não indicarem um panorama de fragilidade do relevo, os valores de dissecação horizontal indicam o oposto, ou seja, a existência de uma elevada energia da ação fluvial na dinâmica da paisagem.

Além disso, as formações litológica e pedológica também sugerem a fragilidade da superfície que sustenta a unidade Planícies Flúvio-Marinhas. Formada por sedimentos de mangue e de pântano (areias e argilas), segundo Suguio e Martin (1978b), e recoberto por Gleissolos Sálícos (OLIVEIRA et. al., 1999), as áreas dos manguezais apresentam uma superfície sedimentar instável e inconsolidada, e ao mesmo tempo, dependente da inundação periódica pela água do mar, em função do regime de marés. A retirada da vegetação original, a construção de aterros e a impermeabilização do solo podem trazer problemas graves ao equilíbrio do sistema manguezal, acarretando em inundações e desequilíbrios morfodinâmicos.



Figura 18: Unidade Geoambiental Planícies Flúvio-Marinhas, às margens do Rio Guaratuba.



Figura 19: Unidade Geoambiental Planícies Flúvio-Marinhas, às margens do Rio Itapanhaú.

Em função destes fatores, nota-se a importância da vegetação dos manguezais para a manutenção do equilíbrio deste ecossistema. Este cenário é observado em Bertioga, onde a unidade geoambiental correspondente aos manguezais apresenta-se recoberta pela vegetação nativa, apresentando uma relação Capacidade de Uso/Função Socioeconômica Compatível e Adequada.

A legislação incidente sobre a unidade Planície Flúvio-Marinhas a considera como Área de Preservação Permanente, na categoria Manguezal, de acordo com a Resolução CONAMA nº303, de 20/03/2002. Os manguezais dos rios Itararé e Guaratuba e parte do manguezal do rio Itapanhaú estão protegidos pelo Parque Estadual Restinga de Bertioga. Esta unidade também é considerada Área de Preservação Permanente na Legislação Municipal - Lei nº 315/98 (BERTIOGA, 1998).

Dessa maneira, a unidade Planícies Flúvio-Marinhas teve seu Estado Geocológico avaliado como Otimizado, e seu Estado Geoambiental foi classificado como Estável.

Em direção à linha de costa, são encontrados os depósitos marinhos atuais, correspondentes às unidades Planícies Marinhas Atuais (Figura 20) e Planícies

Marinhas Atuais Urbanizadas (Figura 21). Estas unidades geoambientais são marcadas pelas classes de baixa declividade (< 2%) e dissecação vertical (< 20m). No entanto, apresentam elevados valores de dissecação horizontal, em função da grande quantidade de canais de drenagem que deságuam nas praias. Esse fato indica uma elevada fragilidade destas áreas, devido à significativa ação fluvial, além do fato da maioria destes canais terem sofrido processos de retinização e canalização, em função do crescimento urbano na orla marítima do município.



Figura 20: Planície Marinha Atual em Bertioga, na praia do Itaguapé. Observa-se a transição para a unidade Terraços Marinhos Baixos.



Figura 21: Planície Marinha Atual Urbanizada, em Bertioga. Praia São Lourenço.

Os vales dos canais de drenagem desta unidade apresentam fundo plano, segundo a Carta Geomorfológica de Bertioga (Apêndice I). O substrato desta unidade é formado por areias marinhas litorâneas, segundo Suguio e Martin (1978b), e o material pedológico é constituído pelos Espodossolos Ferrocárbicos (OLIVEIRA et. al., 1999), o que caracteriza um material sedimentar pouco consolidado e sujeito à remobilização constante. Além disso, são áreas diretamente influenciadas pelas alterações do regime de marés, indicando significativa instabilidade do terreno. Nesse contexto, são caracterizadas como Área de Preservação Permanente, de acordo com a Legislação Municipal - Lei nº 315/98 (BERTIOGA, 1998).

Dessa forma, a unidade Planícies Marinhas Atuais foi avaliada como Compatível e Adequada, pois apresenta áreas preservadas, com a vegetação de restinga se estendendo até a linha de praia. Por outro lado, a unidade Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas foi classificada como Incompatível e Inadequada, pois é formada por praias com a presença de estruturas de uso urbano, com ruas e estradas margeando a linha de costa, além da presença de habitações, da retirada da vegetação natural e canalização de grande parte da rede de drenagem que deságua no mar.

A presença de estruturas urbanas nas praias sugere um cenário de problemáticas ambientais, pois o solo impermeabilizado dinamiza o escoamento de água, o qual, em conjunto com a retificação da rede de drenagem, acentua os processos erosivos nos estirâncios, além de comprometer a balneabilidade quando há o despejo de esgoto e lixo. Assim, a pressão causada pela presença das estruturas urbanas pode causar a destruição das praias, em função da aceleração dos processos erosivos.

De acordo com Lamparelli et al. (1998), as praias se constituem em ambientes de significativa importância ecológica e socioeconômica. No primeiro caso, essa importância se dá em razão da riqueza biológica existente nessas áreas, assim como o importante papel desempenhado pelas praias em relação aos outros ecossistemas litorâneos, através do acúmulo e redistribuição dos sedimentos costeiros. No caso da importância socioeconômica, as praias estão diretamente relacionadas às atividades turísticas, que são os principais vetores de movimentação da economia das cidades da Baixada Santista. Assim, considera-se de extrema importância o manejo sustentável das áreas correspondentes às planícies de acumulação marinha atual, devido à sua importância para a região assim como em função da fragilidade do ambiente em que estão inseridas.

Dessa maneira, a unidade geoambiental Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas possui um Estado Geoecológico Esgotado, acarretando em um Estado Geoambiental Crítico. Por outro lado, a unidade Planícies Marinhas Atuais foi enquadrada como Otimizada e, conseqüentemente, possui um Estado Geoambiental Estável.

Frente a esse cenário, destaca-se a existência de uma grande diversidade e, ao mesmo tempo, uma relação sistêmica entre os processos que ocorrem na Planície Costeira, na Serra do Mar e no Planalto Atlântico. Os resultados acima apresentados apontaram esta diferenciação em função dos aspectos geoecológicos e socioeconômicos, existentes em cada um dos compartimentos, assim como a interdependência entre as unidades geoambientais especializadas nestes compartimentos, através do fluxo de matéria e energia existente entre elas.

O compartimento Planalto Atlântico está localizado nos níveis mais elevados do terreno do município de Bertioga, e é formado por duas unidades geoambientais que possuem função emissora, garantindo o fluxo de matéria e energia para os outros compartimentos da paisagem. As características geológicas do Planalto

Atlântico indicam a presença de rochas cristalinas Pré-Cambrianas, de formação antiga e de características resistentes. O relevo movimentado é recoberto pelos Cambissolos Háplicos, dando sustentação à vegetação da Mata Atlântica. A morfometria do relevo ilustra as características heterogêneas da morfologia deste compartimento, que no município de Bertioga não apresenta ocupação antrópica significativa.

Em relação a Serra do Mar, é um compartimento formado por unidade geoambientais emissoras e transmissoras, contribuindo tanto para a emissão quanto para a transmissão dos fluxos de matéria e energia entre os setores da paisagem do município de Bertioga. O material litológico deste compartimento também é composto por rochas resistentes do período Pré-Cambriano, que nesse caso dá sustentação às escarpas serranas. Os solos que recobrem este setor também se constituem nos Cambissolos Háplicos, dando suporte à vegetação da Mata Atlântica, importante fator na manutenção do equilíbrio das escarpas. O predomínio dos elevados valores de declividade, dissecação vertical e dissecação horizontal na maior parte das unidades, apontam para a alta fragilidade deste compartimento. No município de Bertioga, as escarpas serranas não apresentam intervenções antrópicas significativas em suas áreas, respeitando a legislação ambiental que envolve este compartimento.

Por fim, verifica-se que a Planície Costeira é formada por unidades geoambientais transmissoras e coletoras dos fluxos de matéria e energia. Este compartimento é constituído por materiais sedimentares mais recentes, do período Quaternário. Apesar dos dados morfométricos indicarem baixos valores de declividade e de dissecação vertical, a Planície Costeira apresenta um cenário de baixa capacidade de absorção dos impactos ambientais presentes na região, pois os solos destas áreas apresentam-se pouco consolidados, ao mesmo tempo em que o lençol freático está localizado bem próximo à superfície, indicando elevada fragilidade frente aos processos de ocupação antrópica. Os valores de dissecação horizontal também apontam para um cenário de fragilidade, em função da grande quantidade de canais de drenagem na maior parte da Planície Costeira. Destaca-se que este cenário de fragilidade ambiental que envolve as unidades geoambientais da Planície Quaternária de Bertioga está diretamente relacionado ao processo de ocupação urbana do município, tendo em vista que é neste compartimento que a expansão imobiliária se concentra. Dessa forma, ressalta-se a importância de ser

proporcionada uma atenção especial ao planejamento e gestão ambiental da Planície Costeira de Bertioga, considerando as relações sistêmicas entre as características geoambientais e socioeconômicas das unidades de paisagem que compõe a região.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pautando-se na proposta metodológica de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), o presente trabalho buscou desenvolver uma proposta de Zoneamento Geoambiental para o município de Bertioga/SP, tendo como resultado dois documentos cartográficos de síntese: Carta de Unidades Geoambientais e Carta de Estado Geoambiental. Para tanto, foram realizados levantamentos dos componentes antrópicos (caracterização socioeconômica) e dos componentes naturais (caracterização geocológica), através da pesquisa bibliográfica e da elaboração de materiais cartográficos referentes à área de estudo.

Um ponto a ser destacado em relação à metodologia utilizada diz respeito ao conjunto de documentos cartográficos referentes à caracterização geocológica e socioeconômica da área de estudo. A metodologia proposta por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) demanda um esforço significativo na etapa de elaboração e organização dos produtos cartográficos. No entanto, para não haver comprometimento de nenhuma etapa da pesquisa, este esforço pode ser revisto e adequado ao tempo total proposto, ao passo que esta metodologia permite a seleção de determinados documentos cartográficos, de acordo com as características do universo a ser analisado e os objetivos da pesquisa.

Na presente pesquisa, a análise integrada dos elementos naturais e socioeconômicos da área de estudo permitiu constatar que o município de Bertioga é marcado pela presença de três grandes compartimentos de relevo: Planalto Atlântico, Sistema Serrano e Planície Costeira. Estes compartimentos apresentam uma dinâmica ambiental diferenciada entre si e, ao mesmo tempo, mantêm relações sistêmicas de interdependência, a partir das trocas de matéria e energia existentes no interior dos sistemas ambiental e socioeconômico do município de Bertioga.

As relações sistêmicas da paisagem puderam ser entendidas a partir da identificação e análise das diferentes unidades geoambientais classificadas no município de Bertioga. As unidades foram especializadas e representadas na Carta de Unidades Geoambientais, sendo classificadas de acordo com a sua função geoambiental: emissoras, transmissoras e coletoras.

A partir da integração das características das unidades geoambientais com os dados da dinâmica do uso da terra, foi possível elaborar a Carta de Estado

Geoambiental, auxiliando na visualização da susceptibilidade e capacidade de suporte das diferentes unidades frente aos processos naturais e antrópicos atuantes.

No Sistema Planalto Atlântico, foram identificadas duas unidades geoambientais, classificadas como emissoras de matéria e energia: Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itatinga e Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba. Este compartimento é sustentado pelo embasamento cristalino e marcado pela heterogeneidade das formas de relevo, implicando na necessidade do manejo de forma diferenciada entre as áreas de alta declividade e as áreas de relevo mais suavizado. Dessa forma, o Planalto Atlântico configura-se como um ambiente de elevada complexidade em relação ao planejamento e à manutenção do equilíbrio dos processos atuantes.

No entanto, as unidades geoambientais correspondentes ao Sistema Planalto Atlântico não apresentam problemáticas ambientais significativas em relação ao uso da terra atual, principalmente em função de estarem protegidas por legislação ambiental: Parque Estadual da Serra do Mar e RPPN Parque das Neblinas.

Assim, destaca-se a importância da existência destas unidades de proteção nas regiões do Planalto Atlântico, tendo em vista a necessidade de se buscar a manutenção do equilíbrio entre os processos morfodinâmicos, relacionados às características heterogêneas do relevo, e à manutenção da vegetação nativa, demonstrando, assim, a complexidade do planejamento e uso destas áreas.

Uma atenção especial deve ser dada à unidade Planalto da Alta Bacia do Rio Itatinga, pois esta apresenta extensas áreas de reflorestamento, em conjunto com espécies nativas da Mata Atlântica. Destaca-se a importância da manutenção deste cenário, permitindo a regeneração da vegetação nativa e a sustentação do equilíbrio geoecológico da paisagem.

Recomenda-se, dessa forma, que a legislação esteja integrada aos projetos governamentais, considerando as características físicas da paisagem do Planalto Atlântico, para que o uso da terra não venha a comprometer sua capacidade de suporte. Acredita-se também ser necessária a intensificação da fiscalização e a promoção de projetos de educação ambiental, permitindo a participação da população no processo de conservação e manejo deste ambiente.

O setor correspondente à Serra do Mar também é formado por materiais litológicos cristalinos, mas é marcado por formas de relevo escarpadas, com declives bastante acentuados. Estas características, atreladas à dinâmica climática da região,

configuram um ambiente de elevada fragilidade natural, principalmente em função da instabilidade das vertentes frente aos processos de movimentos de massa. Dessa maneira, destaca-se que as unidades geoambientais deste setor apresentam restrições em relação à presença de atividades antrópicas.

Nesse contexto, foram identificadas cinco unidades geoambientais correspondentes ao Sistema Serrano, incluindo as escarpas da Serra do Mar e os Morros Isolados, sendo que duas possuem funções emissoras e três possuem funções transmissoras de matéria e energia. Assim, a preservação das características originais da paisagem serrana e dos morros isolados, principalmente através da manutenção da vegetação nativa, está diretamente ligada ao funcionamento geoecológico equilibrado em suas unidades, assim como ao equilíbrio das unidades geoambientais dos sistemas vizinhos, que irão receber a carga de matéria e energia emitida e transmitida pelas escarpas da Serra do Mar e vertentes dos morros isolados.

A análise da dinâmica do uso da terra do Sistema Serrano do município de Bertioga indicou a ausência de atividades antrópicas na maioria das unidades geoambientais inseridas neste compartimento, caracterizando um cenário com estado geoambiental estável. A legislação vigente nestas áreas, em específico o Parque Estadual da Serra do Mar, busca proteger os remanescentes florestais da região, contribuindo para a sustentação das características geoecológicas originais.

Uma exceção aplica-se à unidade Vertentes dos Morros Isolados. Esta unidade apresenta estado geoambiental crítico, em função da presença de atividades urbanas e vestígios de mineração. Dessa maneira, uma atenção especial deve ser dedicada a estas áreas, pois a elevada declividade do terreno indica uma instabilidade, principalmente quando a vegetação original é removida. O clima quente e úmido, em conjunto com as características apresentadas, fortalece ainda mais a possibilidade de desencadeamento de movimentos de massa. Assim, recomenda-se a remoção da população destas áreas e de seu entorno, assim como a tomada de medidas compensatórias, a fim de amenizar os problemas ambientais identificados.

Por outro lado, para as unidades geoambientais inseridas no Sistema Serrano classificadas com estado geoambiental estável, recomenda-se a consolidação de sistemas de monitoramento que contribuam para a manutenção da cobertura florestal da Mata Atlântica, assim como para a contenção da expansão urbana.

Sabe-se que a área compreendida pelo Parque Estadual da Serra do Mar, principal unidade de conservação deste compartimento, é bastante extensa, dificultando a fiscalização e controle de invasões e atividades ilegais. Acredita-se que o desenvolvimento de projetos interdisciplinares que busquem enriquecer o sistema de gestão e monitoramento da Serra do Mar seja importante para o controle e manutenção da qualidade ambiental deste compartimento. O investimento em ferramentas de análise ambiental, que permitam uma visão integrada do meio, pode contribuir nesta tarefa.

Destaca-se também a importância de projetos que envolvam a educação ambiental dos cidadãos, governantes e turistas do município, incentivando mudanças nos valores e ações e contribuindo para o reconhecimento da importância natural e socioeconômica da conservação da paisagem serrana.

A Planície Costeira no município de Bertioga é formada por material sedimentar mais recente e por solos arenosos pouco consolidados. Esta formação dá sustentação à vegetação de restinga, apresentando também setores de manguezais. Estes fatores apontam a Planície Costeira como um ambiente pouco recomendável à presença de atividades de urbanização e exploração do solo.

Nesse âmbito, foram identificadas oito unidades geoambientais correspondentes ao Sistema Planície Quaternária em Bertioga, sendo que três apresentam funções transmissoras e cinco apresentam funções coletoras de matéria e energia. Dessa forma, a fragilidade litológica e das formações superficiais da Planície Costeira, em conjunto com toda a carga de matéria e energia transmitida, coletada e retransmitida pelas diferentes unidades, configura um ambiente delicado frente aos processos de alteração da paisagem, sendo muito importante o manejo para a manutenção do equilíbrio entre as atividades antrópicas e naturais atuantes.

A maior parte das atividades antrópicas do município de Bertioga estão localizadas na Planície Costeira, principalmente junto à linha de costa, nas unidades Terraços Marinhos Urbanizados e Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas (praias). Estas unidades foram classificadas como apresentando um estado geoambiental crítico. Atreladas à expansão do turismo na região, estas atividades estão modificando a dinâmica geoecológica deste município, influenciando na permeabilidade do solo, no padrão de drenagem e na cobertura vegetal.

Neste caso, o planejamento das áreas urbanas deve ser realizado visando o equilíbrio das atividades socioeconômicas em relação às características

geoecológicas da paisagem onde estão inseridas, assim como as inter-relações existentes.

Por exemplo, a carência de serviços de saneamento é um fator que pode intensificar a degradação ambiental, prejudicando a qualidade de vida da população. O despejo de efluentes sem tratamento nos cursos d'água compromete a qualidade do abastecimento de água para os habitantes, aumenta os custos do tratamento de água e também piora os índices de balneabilidade das praias. Além disso, os manguezais próximos a esses setores correm sérios riscos de serem contaminados, podendo comprometer todo o ecossistema flúvio-marinho da região. Assim, recomenda-se, ao poder público, a tomada de iniciativas que possam trazer melhorias e expandir o oferecimento dos serviços de saneamento no município.

As unidades geoambientais referentes aos manguezais (Planícies Flúvio-Marinhas) e ao interior da Planície Costeira (Terraços Marinhas Dissecados e Rampas Colúviais) não apresentaram alterações antrópicas significativas em sua paisagem, sendo capazes de manter um funcionamento equilibrado das trocas de matéria e energia. A manutenção da vegetação de mangue e de restinga é o principal fator de equilíbrio nestas unidades, que se encontram atualmente protegidas pela legislação ambiental. Estas áreas são protegidas pelo Parque Estadual Restinga de Bertioga, diversas RPPNs e também pela legislação municipal, e foram unidades classificadas com um estado geoecológico estável.

O manejo destas áreas deve contemplar a integração com as estruturas urbanizadas localizadas no entorno, incluindo também a participação da população neste processo. Sabe-se que as áreas preservadas na planície costeira são muito propensas a sofrerem ocupação e urbanização ilegal.

Um fator importante é a existência de serviços básicos em todos os bairros do município. A partir do momento que a população pode se locomover com segurança e qualidade, e ao mesmo tempo encontra o oferecimento de serviços em seu próprio bairro, acredita-se que há uma prevenção ao processo de ocupação ilegal de áreas preservadas.

Além disso, estas unidades estão inseridas em ambientes de elevada fragilidade ambiental. São áreas propensas ao processo de expansão da mancha urbana do município, em função da baixa declividade do terreno e do crescimento turístico da região. Sendo assim, recomenda-se também o fortalecimento do

monitoramento destas áreas, para fiscalizar a expansão urbana irregular nas áreas da Planície Costeira, nos mangues e nas praias de Bertioga.

Em vista do que foi exposto, torna-se imprescindível a elaboração de projetos interdisciplinares de planejamento urbano e ambiental, no âmbito do poder público, para que o processo de crescimento do município esteja pautado em critérios e pressupostos condizentes com a manutenção do equilíbrio da paisagem e a consequente qualidade de vida da população.

Entende-se que as colocações apresentadas podem subsidiar a criação de propostas e diretrizes que resultem em ações e tragam a melhoria da qualidade de vida da população. Para tanto, aconselha-se a não reprodução de modelos consolidados, que não considerem as características geológicas e socioeconômicas locais, assim como as relações de troca de matéria e energia existentes no funcionamento da paisagem.

Diante deste contexto, acredita-se que esta pesquisa poderá contribuir para a análise da qualidade ambiental do município de Bertioga, através do entendimento integrado dos sistemas ambientais e socioeconômicos.

Destaca-se que o objetivo geral da pesquisa foi alcançado, ao ser proposto o Zoneamento Geoambiental do município de Bertioga, na escala de 1:50.000. Nesse âmbito, a aplicação da metodologia de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) se mostrou favorável à análise pretendida, permitindo um entendimento sistêmico da paisagem em que está inserido o município de Bertioga.

Em relação à escala de trabalho adotada, 1:50.000, cabe ressaltar que esta é considerada uma escala de nível intermediário de detalhe, não permitindo que alguns elementos sejam inseridos na análise. Este fato pode contribuir para o incentivo à realização de novas pesquisas em escalas de maior detalhamento, a fim de compreender o funcionamento da paisagem de Bertioga a partir da análise de outros elementos.

A dinâmica atual da Baixada Santista, em especial do município de Bertioga, está relacionada ao crescimento das áreas urbanas e das atividades econômicas, principalmente no âmbito turístico. Mas, ao mesmo tempo, verifica-se o crescimento da identificação e delimitação das áreas prioritárias a serem protegidas por unidades de conservação, com o objetivo de minimizar os desequilíbrios causados pela alteração dos ecossistemas costeiros.

Dessa forma, espera-se que esta pesquisa possa contribuir para o auxílio à tomada de decisões no âmbito do planejamento integrado dos municípios litorâneos, através de uma abordagem sistêmica em relação aos componentes naturais e socioeconômicos da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v.1, n.1, p.27-43, Nov.2000.

AFONSO, C. M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do Estado de São Paulo: uma análise ambiental**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1999.

AFONSO, C. M. **A paisagem da Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2006.

AGEM (AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA). **Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado – PMDI**. 2002. Disponível em: <<http://www.agem.sp.gov.br/pdf/PMDI.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2011.

AGEM (AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA). **Indicadores metropolitanos da Baixada Santista**. Versão On-line. 2004. Disponível em: <<http://www.agem.sp.gov.br/indicadores/default.htm>>. Acesso em: 18 mai. 2011

ALMEIDA, F. F. M. de. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra de Cubatão. **Boletim Paulista de Geografia**. pp. 3-17. São Paulo, n. 15, out. 1953.

ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**. São Paulo, n. 41, p. 169-274, 1964.

ALMEIDA, F.F.M.; 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.

ALVES, E. M. **O crescimento urbano do município de Bertioga inserido no debate sobre sustentabilidade ambiental**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

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.

ANDRADE, M. A. B. de.; LAMBERTI, A. A vegetação. In: Azevedo, A. (org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. Volume I: as bases físicas. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1965. Cap.5, p.150-178.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. E. **Detalhamento da metodologia para a execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: LAGET/UFRJ; SAE; MMA, 1996. 40 p.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 2ª ed. Petrópolis: Vozes; Brasília, INL, 1975.

BERTIOGA. Prefeitura Municipal. **Lei nº 315/98**. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentado de Bertiooga - PDDS/BERTIOGA, fixando seus conceitos, objetivos e diretrizes gerais. Promulgada em 29/09/1998. 1998.

BERTIOGA. Prefeitura Municipal. **História**. 2011. Disponível em: <<http://www.bertiooga.sp.gov.br/>>. Acesso em: 18 mai. 2011.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. Brasília: Conama, 2008.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 05 mai. 2010.

CAVALCANTI, A. P. B. Desenvolvimento sustentável em áreas costeiras: ações básicas. In: CAVALCANTI, A. P. B. (org.) **Desenvolvimento sustentável e planejamento**: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997. (pp. 63-97).

CERON, A.; DINIZ, J.A. O uso de fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 28, n.02, p.161-172, Jun.1966.

CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Relatório de qualidade das águas litorâneas no estado de São Paulo 2008**. [recurso eletrônico]. São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/publicacoes.asp>>. Acesso em: 08 jul. 2010.

CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2011**. [recurso eletrônico]. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-/relatorios>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

CHORLEY, R. J. A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 20, p. 3-22, jun., 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. A teoria dos sistemas. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 2, p. 43-60, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec: Ed. da Universidade de São Paulo, 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**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. Cap. 11, p. 415-440.

CRUZ, O. **A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba – SP**. Contribuição à Geomorfologia Litorânea Tropical. 1974. 181 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 111-120, jan-jun - 2005. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acesso em: 12 abr. 2011.

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**. Rio de Janeiro, ano 4, n. 1, p. 01-09, 2003a.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Técnicas de elaboração, possibilidades e restrições de cartas morfométricas na gestão ambiental. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 415- 429, set/dez. 2003b.

DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). **Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo**. 2012. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

DE BIASI, M. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. **Geomorfologia**. São Paulo, n.21, p. 8-13, 1970.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v.6, p. 45-53, 1992.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FF (FUNDAÇÃO FLORESTAL), Secretaria do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. **Parque Estadual Restinga de Bertiooga**. 2011. Disponível em: <<http://www.fflorestal.sp.gov.br/bertioogaApresentacao.php>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

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

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Carta Topográfica: Mogi das Cruzes**. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa. Escala 1:50.000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Carta Topográfica**: Salesópolis. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa. Escala 1:50.000.

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

IF (INSTITUTO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar**. São Paulo: Instituto Florestal/SMA, 2006. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/Plano_de_manejo/PE_SERRA_MAR/index.asp>. Acesso em: 17 jun. 2011.

IGG-SP (INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Carta Topográfica**: Bertioga. São Paulo, 1971. 1 mapa. Escala 1:50.000.

INSTITUTO ECOFUTURO. **Parque das Neblinas**. Disponível em: <<http://www.ecofuturo.org.br/parque-neblinas>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. Volume I.

LAMPARELLI, C.C. et al. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, CETESB, 1998.

MACHADO, L. M. C. P. **A estruturação hortoniana de bacias hidrográficas do Planalto Paulistano e das escarpas da Serra do Mar, SP**. 1979. 215 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

MATEO RODRIGUEZ, J.M. Planejamento ambiental como campo de ação da Geografia. In: 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos. **Anais**. Curitiba/PR, 1994. p.582-594.

MATEO RODRIGUEZ, J.M. **Curso de Planificación Ambiental y Regional**. Campinas, set. 1996. Apostila.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. La cuestión ambiental desde una visión sistêmica. **Revista Ideas Ambientales**, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, n.2, 2005, 35p. Disponível em: <http://www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev_ideasAmb/documentos/IAedicion2Art01.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2011.

MATEO RODRIGUEZ, J.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.

MATEO RODRIGUEZ, J.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.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

MATEO RODRIGUEZ, J.M.; SILVA, E.V.; RUA DE CABO, A. O planejamento ambiental como instrumento na incorporação da sustentabilidade no processo de desenvolvimento: o caso do Ceará, Brasil. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, n.05, p.67-72, 2004.

MATOS-FIERZ, M. de S. **A influência humana na paisagem, nos processos erosivos e deposicionais da área costeira**: uma contribuição à dinâmica ambiental em Bertioga-SP. 2001. 191 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geológica). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MATOS-FIERZ, M. de S. **As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo**: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. 2008. 394 f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MATOS-FIERZ, M. de S.; ROSA, F. S. A Paisagem X Evolução do Uso e Ocupação do Solo em Bertioga, litoral paulista. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 13, pp. 259-287, 1999.

OLIVIERA, D. de. **A captura do Alto Rio Guaratuba**: uma proposta metodológica para o estudo da evolução do relevo na Serra do Mar, Boracéia-SP. 2003. 130 f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 4 mapas. Escala 1:500.000. Acompanha legenda expandida.

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 e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

OLIVEIRA, R. C. **Análise das transformações territoriais e as implicações ambientais nas áreas de povoamento pioneiro do litoral brasileiro**: o estudo das regiões Costa do Cacau e Costa do Descobrimento no Estado da Bahia e da região Baixada Santista no Estado de São Paulo. Edital MCT/CNPq 03/2008 - Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas, Processo: 400485/2008-7, 2008.

PINTON, L. de G. **A cartografia do relevo como subsídio à avaliação de impactos na dinâmica pluvioerosiva da bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP**. Rio Claro: Instituto de Geociência e Ciências Exatas – UNESP, 2007. Relatório Final de Pesquisa apresentado para a FAPESP, processo n. 06/60616-1.

PINTON, L. de G. **Zoneamento geoambiental da área urbana do município de Cubatão-SP**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

PINTON, L. de G.; CUNHA, C. M. L. da.; TRAVALINI, V. O uso do *Google Earth* na análise de mudanças na morfologia da rede hidrográfica: casos de municípios litorâneos brasileiros. **Ar@cne – Revista Eletrônica de Recursos em Internet Sobre Geografia y Ciências Sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, Espanha, n° 149, julho de 2011. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-149.htm>>. Acesso em 10 fev. 2012.

RODRIGUES, J.C. As Bases Geológicas. In: Azevedo, A. (org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. Volume I: as bases físicas. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1965. Cap.1, p.23-48.

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

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAS-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 372 p. Cap. 06, p. 291-336.

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

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH-USP/IPT/FAPESP, 1997.

ROSSI, M. **Fatores formadores da paisagem litorânea: a Bacia do Rio Guaratuba, São Paulo – Brasil**. 1999. 168 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SANT'ANNA NETO, J.L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. 1990. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.

SANTOS, E. de O. Características climáticas. In: Azevedo, A. (org.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. Volume I: as bases físicas. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1965. Cap.4, p.95-150.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Instituto Florestal. **Mosaico semi-ajustado**. 2001. 9 ortofotos digitais.

SÃO PAULO (ESTADO). Instituto Florestal/Fundação Florestal do Estado de São Paulo. **Diagnóstico socioambiental para criação de unidades de conservação: Polígono Bertiooga**. Relatório Final. Módulo Meio Físico. São Paulo, 2008.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Painel da Qualidade Ambiental 2011**. Organização: Fabiano Eduardo Lagazzi Figueiredo. São Paulo: SMA/CPLA, 2011.

SATO, S. E. **Zoneamento geoambiental do município de Mongaguá – Baixada Santista (SP)**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

SATO, S. E.; CUNHA, C. M. L. da.; PEREIRA, A. C. **A carta de declividade como instrumento para o gerenciamento costeira paulista**. VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM. São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-105.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2009.

SEADE (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS). **Índice Paulista de Responsabilidade Social: o estado dos municípios 2006 - 2008**. Versão 2010. Metodologia. 2010. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/projetos/iprs/>>. Acesso em: 17 mai. 2011.

SEADE (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS). **Índice Paulista de Responsabilidade Social**. 2011. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/projetos/iprs/>>. Acesso em: 17 mai. 2011.

SEADE (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS). **Informações dos municípios paulistas. IMP**. 2012a. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/imp/index.php?page=tabela>>. Acesso em: 30 jun. 2012.

SEADE (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS). **Produto Interno Bruto - PIB Municipal**. 2012b. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/pibmun/>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

SIMON, A.L.H.; CUNHA, C.M.L. 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: UFV, p.01-10, 2009.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em questão**, IG-USP, São Paulo, n. 16, 1977.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, IG-USP, São Paulo, n. 14, 1978.

SOUZA, T. de A. **Zoneamento geoambiental do município de Praia Grande (SP): uma contribuição aos estudos sobre a Baixada Santista**. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

SPIRIDONOV, A. I. **Princípios de la metodología e las invetigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. Tradução: Isabel Alvarez e C. D. Roberto del Busto. 3v. La Habana: Universidade de la Habana, Facultad de Geografia, 1981.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Formações Quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. **International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia-SBG, 1978a.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Cartas Geológicas do litoral paulista**: Santos e Bertioga. São Paulo: DAEE/USP/FAPESP, 1978b. 2 mapas. Escala: 1:100.000.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

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

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAM, R.A. van. **ITC System of geomorphological survey**: manual ITC textbook. Enschede, Netherlands: [s.n.], 1975. v. 1, cap. 8.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323-344, set./dez. 2003.

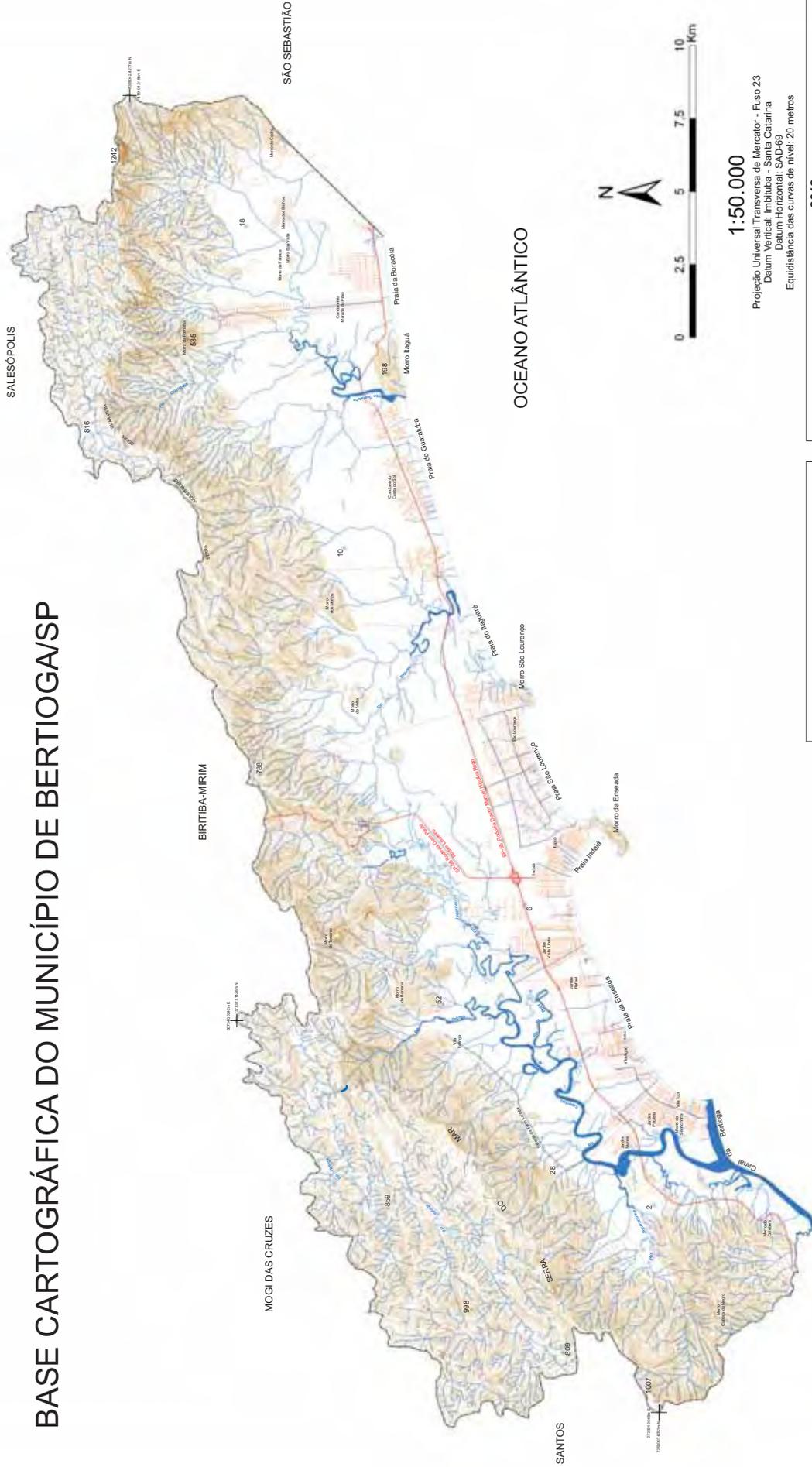
ZACHARIAS, A. A. **Metodologias convencionais e digitais para a elaboração de cartas morfométricas do relevo**. 2001. 166 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**: um estudo de caso no Município de Ourinhos-SP. 2006. 209 f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Base Cartográfica do Município de Bertioga/SP

BASE CARTOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP



OCEANO ATLÂNTICO



1:50.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
 Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina
 Datum Horizontal: SAD-69
 Equidistância das curvas de nível: 20 metros

LEGENDA
Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Curvas de Nível
- Limite da área de estudo
- Linha de Costa
- Pontos Cotados
- Rodovias
- Ferrovias
- Arruamentos

2012
MESTRADO

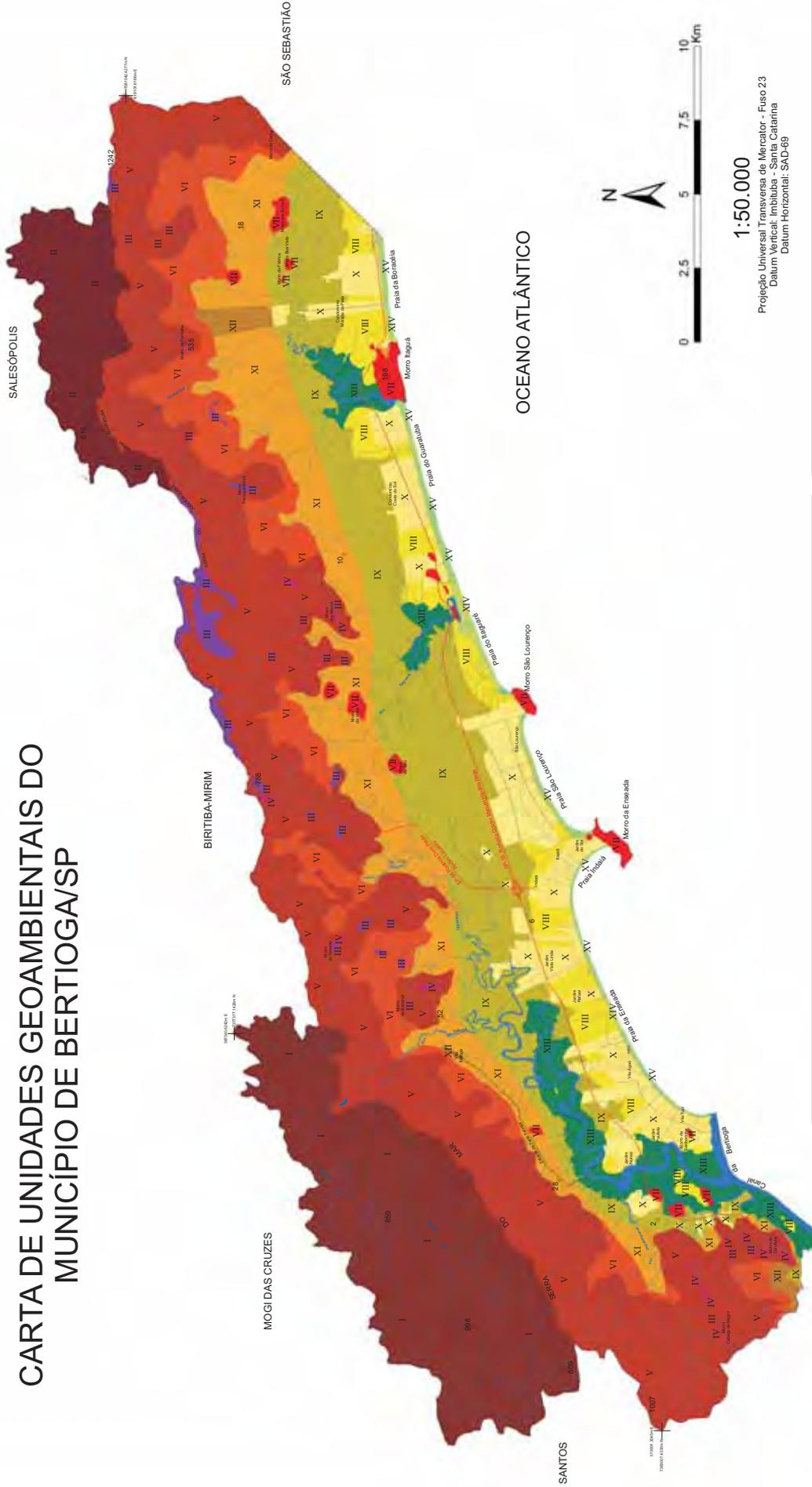
ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

Organização: Vinícius TRAVALINI
 Orientação: Prof.ª Dr.ª Ceníra Maria Lupinacci da CUNHA

FONTE: AEROFOTO NATIVIDADE Ltda. Escala aproximada 1:25.000, 1982.
 31 fotogramas: 4415, 4417, 4419, 4451, 4453, 4455, 4457, 4459, 4461, 4463, 4465, 4467, 4469, 4471, 4473, 4475, 4477, 4479, 4481, 4483, 4485, 4487, 4489, 4491, 4493, 4495, 4497, 4499, 4501, 4503, 4505, 4507, 4509, 4511, 4513, 4515, 4517, 4519, 4521, 4523, 4525, 4527, 4529, 4531, 4533, 4535, 4537, 4539, 4541, 4543, 4545, 4547, 4549, 4551, 4553, 4555, 4557, 4559, 4561, 4563, 4565, 4567, 4569, 4571, 4573, 4575, 4577, 4579, 4581, 4583, 4585, 4587, 4589, 4591, 4593, 4595, 4597, 4599, 4601, 4603, 4605, 4607, 4609, 4611, 4613, 4615, 4617, 4619, 4621, 4623, 4625, 4627, 4629, 4631, 4633, 4635, 4637, 4639, 4641, 4643, 4645, 4647, 4649, 4651, 4653, 4655, 4657, 4659, 4661, 4663, 4665, 4667, 4669, 4671, 4673, 4675, 4677, 4679, 4681, 4683, 4685, 4687, 4689, 4691, 4693, 4695, 4697, 4699, 4701, 4703, 4705, 4707, 4709, 4711, 4713, 4715, 4717, 4719, 4721, 4723, 4725, 4727, 4729, 4731, 4733, 4735, 4737, 4739, 4741, 4743, 4745, 4747, 4749, 4751, 4753, 4755, 4757, 4759, 4761, 4763, 4765, 4767, 4769, 4771, 4773, 4775, 4777, 4779, 4781, 4783, 4785, 4787, 4789, 4791, 4793, 4795, 4797, 4799, 4801, 4803, 4805, 4807, 4809, 4811, 4813, 4815, 4817, 4819, 4821, 4823, 4825, 4827, 4829, 4831, 4833, 4835, 4837, 4839, 4841, 4843, 4845, 4847, 4849, 4851, 4853, 4855, 4857, 4859, 4861, 4863, 4865, 4867, 4869, 4871, 4873, 4875, 4877, 4879, 4881, 4883, 4885, 4887, 4889, 4891, 4893, 4895, 4897, 4899, 4901, 4903, 4905, 4907, 4909, 4911, 4913, 4915, 4917, 4919, 4921, 4923, 4925, 4927, 4929, 4931, 4933, 4935, 4937, 4939, 4941, 4943, 4945, 4947, 4949, 4951, 4953, 4955, 4957, 4959, 4961, 4963, 4965, 4967, 4969, 4971, 4973, 4975, 4977, 4979, 4981, 4983, 4985, 4987, 4989, 4991, 4993, 4995, 4997, 4999, 5001, 5003, 5005, 5007, 5009, 5011, 5013, 5015, 5017, 5019, 5021, 5023, 5025, 5027, 5029, 5031, 5033, 5035, 5037, 5039, 5041, 5043, 5045, 5047, 5049, 5051, 5053, 5055, 5057, 5059, 5061, 5063, 5065, 5067, 5069, 5071, 5073, 5075, 5077, 5079, 5081, 5083, 5085, 5087, 5089, 5091, 5093, 5095, 5097, 5099, 5101, 5103, 5105, 5107, 5109, 5111, 5113, 5115, 5117, 5119, 5121, 5123, 5125, 5127, 5129, 5131, 5133, 5135, 5137, 5139, 5141, 5143, 5145, 5147, 5149, 5151, 5153, 5155, 5157, 5159, 5161, 5163, 5165, 5167, 5169, 5171, 5173, 5175, 5177, 5179, 5181, 5183, 5185, 5187, 5189, 5191, 5193, 5195, 5197, 5199, 5201, 5203, 5205, 5207, 5209, 5211, 5213, 5215, 5217, 5219, 5221, 5223, 5225, 5227, 5229, 5231, 5233, 5235, 5237, 5239, 5241, 5243, 5245, 5247, 5249, 5251, 5253, 5255, 5257, 5259, 5261, 5263, 5265, 5267, 5269, 5271, 5273, 5275, 5277, 5279, 5281, 5283, 5285, 5287, 5289, 5291, 5293, 5295, 5297, 5299, 5301, 5303, 5305, 5307, 5309, 5311, 5313, 5315, 5317, 5319, 5321, 5323, 5325, 5327, 5329, 5331, 5333, 5335, 5337, 5339, 5341, 5343, 5345, 5347, 5349, 5351, 5353, 5355, 5357, 5359, 5361, 5363, 5365, 5367, 5369, 5371, 5373, 5375, 5377, 5379, 5381, 5383, 5385, 5387, 5389, 5391, 5393, 5395, 5397, 5399, 5401, 5403, 5405, 5407, 5409, 5411, 5413, 5415, 5417, 5419, 5421, 5423, 5425, 5427, 5429, 5431, 5433, 5435, 5437, 5439, 5441, 5443, 5445, 5447, 5449, 5451, 5453, 5455, 5457, 5459, 5461, 5463, 5465, 5467, 5469, 5471, 5473, 5475, 5477, 5479, 5481, 5483, 5485, 5487, 5489, 5491, 5493, 5495, 5497, 5499, 5501, 5503, 5505, 5507, 5509, 5511, 5513, 5515, 5517, 5519, 5521, 5523, 5525, 5527, 5529, 5531, 5533, 5535, 5537, 5539, 5541, 5543, 5545, 5547, 5549, 5551, 5553, 5555, 5557, 5559, 5561, 5563, 5565, 5567, 5569, 5571, 5573, 5575, 5577, 5579, 5581, 5583, 5585, 5587, 5589, 5591, 5593, 5595, 5597, 5599, 5601, 5603, 5605, 5607, 5609, 5611, 5613, 5615, 5617, 5619, 5621, 5623, 5625, 5627, 5629, 5631, 5633, 5635, 5637, 5639, 5641, 5643, 5645, 5647, 5649, 5651, 5653, 5655, 5657, 5659, 5661, 5663, 5665, 5667, 5669, 5671, 5673, 5675, 5677, 5679, 5681, 5683, 5685, 5687, 5689, 5691, 5693, 5695, 5697, 5699, 5701, 5703, 5705, 5707, 5709, 5711, 5713, 5715, 5717, 5719, 5721, 5723, 5725, 5727, 5729, 5731, 5733, 5735, 5737, 5739, 5741, 5743, 5745, 5747, 5749, 5751, 5753, 5755, 5757, 5759, 5761, 5763, 5765, 5767, 5769, 5771, 5773, 5775, 5777, 5779, 5781, 5783, 5785, 5787, 5789, 5791, 5793, 5795, 5797, 5799, 5801, 5803, 5805, 5807, 5809, 5811, 5813, 5815, 5817, 5819, 5821, 5823, 5825, 5827, 5829, 5831, 5833, 5835, 5837, 5839, 5841, 5843, 5845, 5847, 5849, 5851, 5853, 5855, 5857, 5859, 5861, 5863, 5865, 5867, 5869, 5871, 5873, 5875, 5877, 5879, 5881, 5883, 5885, 5887, 5889, 5891, 5893, 5895, 5897, 5899, 5901, 5903, 5905, 5907, 5909, 5911, 5913, 5915, 5917, 5919, 5921, 5923, 5925, 5927, 5929, 5931, 5933, 5935, 5937, 5939, 5941, 5943, 5945, 5947, 5949, 5951, 5953, 5955, 5957, 5959, 5961, 5963, 5965, 5967, 5969, 5971, 5973, 5975, 5977, 5979, 5981, 5983, 5985, 5987, 5989, 5991, 5993, 5995, 5997, 5999, 6001, 6003, 6005, 6007, 6009, 6011, 6013, 6015, 6017, 6019, 6021, 6023, 6025, 6027, 6029, 6031, 6033, 6035, 6037, 6039, 6041, 6043, 6045, 6047, 6049, 6051, 6053, 6055, 6057, 6059, 6061, 6063, 6065, 6067, 6069, 6071, 6073, 6075, 6077, 6079, 6081, 6083, 6085, 6087, 6089, 6091, 6093, 6095, 6097, 6099, 6101, 6103, 6105, 6107, 6109, 6111, 6113, 6115, 6117, 6119, 6121, 6123, 6125, 6127, 6129, 6131, 6133, 6135, 6137, 6139, 6141, 6143, 6145, 6147, 6149, 6151, 6153, 6155, 6157, 6159, 6161, 6163, 6165, 6167, 6169, 6171, 6173, 6175, 6177, 6179, 6181, 6183, 6185, 6187, 6189, 6191, 6193, 6195, 6197, 6199, 6201, 6203, 6205, 6207, 6209, 6211, 6213, 6215, 6217, 6219, 6221, 6223, 6225, 6227, 6229, 6231, 6233, 6235, 6237, 6239, 6241, 6243, 6245, 6247, 6249, 6251, 6253, 6255, 6257, 6259, 6261, 6263, 6265, 6267, 6269, 6271, 6273, 6275, 6277, 6279, 6281, 6283, 6285, 6287, 6289, 6291, 6293, 6295, 6297, 6299, 6301, 6303, 6305, 6307, 6309, 6311, 6313, 6315, 6317, 6319, 6321, 6323, 6325, 6327, 6329, 6331, 6333, 6335, 6337, 6339, 6341, 6343, 6345, 6347, 6349, 6351, 6353, 6355, 6357, 6359, 6361, 6363, 6365, 6367, 6369, 6371, 6373, 6375, 6377, 6379, 6381, 6383, 6385, 6387, 6389, 6391, 6393, 6395, 6397, 6399, 6401, 6403, 6405, 6407, 6409, 6411, 6413, 6415, 6417, 6419, 6421, 6423, 6425, 6427, 6429, 6431, 6433, 6435, 6437, 6439, 6441, 6443, 6445, 6447, 6449, 6451, 6453, 6455, 6457, 6459, 6461, 6463, 6465, 6467, 6469, 6471, 6473, 6475, 6477, 6479, 6481, 6483, 6485, 6487, 6489, 6491, 6493, 6495, 6497, 6499, 6501, 6503, 6505, 6507, 6509, 6511, 6513, 6515, 6517, 6519, 6521, 6523, 6525, 6527, 6529, 6531, 6533, 6535, 6537, 6539, 6541, 6543, 6545, 6547, 6549, 6551, 6553, 6555, 6557, 6559, 6561, 6563, 6565, 6567, 6569, 6571, 6573, 6575, 6577, 6579, 6581, 6583, 6585, 6587, 6589, 6591, 6593, 6595, 6597, 6599, 6601, 6603, 6605, 6607, 6609, 6611, 6613, 6615, 6617, 6619, 6621, 6623, 6625, 6627, 6629, 6631, 6633, 6635, 6637, 6639, 6641, 6643, 6645, 6647, 6649, 6651, 6653, 6655, 6657, 6659, 6661, 6663, 6665, 6667, 6669, 6671, 6673, 6675, 6677, 6679, 6681, 6683, 6685, 6687, 6689, 6691, 6693, 6695, 6697, 6699, 6701, 6703, 6705, 6707, 6709, 6711, 6713, 6715, 6717, 6719, 6721, 6723, 6725, 6727, 6729, 6731, 6733, 6735, 6737, 6739, 6741, 6743, 6745, 6747, 6749, 6751, 6753, 6755, 6757, 6759, 6761, 6763, 6765, 6767, 6769, 6771, 6773, 6775, 6777, 6779, 6781, 6783, 6785, 6787, 6789, 6791, 6793, 6795, 6797, 6799, 6801, 6803, 6805, 6807, 6809, 6811, 6813, 6815, 6817, 6819, 6821, 6823, 6825, 6827, 6829, 6831, 6833, 6835, 6837, 6839, 6841, 6843, 6845, 6847, 6849, 6851, 6853, 6855, 6857, 6859, 6861, 6863, 6865, 6867, 6869, 6871, 6873, 6875, 6877, 6879, 6881, 6883, 6885, 6887, 6889, 6891, 6893, 6895, 6897, 6899, 6901, 6903, 6905, 6907, 6909, 6911, 6913, 6915, 6917, 6919, 6921, 6923, 6925, 6927, 6929, 6931, 6933, 6935, 6937, 6939, 6941, 6943, 6945, 6947, 6949, 6951, 6953, 6955, 6957, 6959, 6961, 6963, 6965, 6967, 6969, 6971, 6973, 6975, 6977, 6979, 6981, 6983, 6985, 6987, 6989, 6991, 6993, 6995, 6997, 6999, 7001, 7003, 7005, 7007, 7009, 7011, 7013, 7015, 7017, 7019, 7021, 7023, 7025, 7027, 7029, 7031, 7033, 7035, 7037, 7039, 7041, 7043, 7045, 7047, 7049, 7051, 7053, 7055, 7057, 7059, 7061, 7063, 7065, 7067, 7069, 7071, 7073, 7075, 7077, 7079, 7081, 7083, 7085, 7087, 7089, 7091, 7093, 7095, 7097, 7099, 7101, 7103, 7105, 7107, 7109, 7111, 7113, 7115, 7117, 7119, 7121, 7123, 7125, 7127, 7129, 7131, 7133, 7135, 7137, 7139, 7141, 7143, 7145, 7147, 7149, 7151, 7153, 7155, 7157, 7159, 7161, 7163, 7165, 7167, 7169, 7171, 7173, 7175, 7177, 7179, 7181, 7183, 7185, 7187, 7189, 7191, 7193, 7195, 7197, 7199, 7201, 7203, 7205, 7207, 7209, 7211, 7213, 7215, 7217, 7219, 7221, 7223, 7225, 7227, 7229, 7231, 7233, 7235, 7237, 7239, 7241, 7243, 7245, 7247, 7249, 7251, 7253, 7255, 7257, 7259, 7261, 7263, 7265, 7267, 7269, 7271, 7273, 7275, 7277, 7279, 7281, 7283, 7285, 7287, 7289, 7291, 7293, 7295, 7297, 7299, 7301, 7303, 7305, 7307, 7309, 7311, 7313, 7315, 7317, 7319, 7321, 7323, 7325, 7327, 7329, 7331, 7333, 7335, 7337, 7339, 7341, 7343, 7345, 7347, 7349, 7351, 7353, 7355, 7357, 7359, 7361, 7363, 7365, 7367, 7369, 7371, 7373, 7375, 7377, 7379, 7381, 7383, 7385, 7387, 7389, 7391, 7393, 7395, 7397, 7399, 7401, 7403, 7405, 7407, 7409, 7411, 7413, 7415, 7417, 7419, 7421, 7423, 7425, 7427, 7429, 7431, 7433, 7435, 7437, 7439, 7441, 7443, 7445, 7447, 7449, 7451, 7453, 7455, 7457, 7459, 7461, 7463, 7465, 7467, 7469, 7471, 7473, 7475, 7477, 7479, 7481, 7483, 7485, 7487, 7489, 7491, 7493, 7495, 7497, 7499, 7501, 7503, 7505, 7507, 7509, 7511, 7513, 7515, 7517, 7519, 7521, 7523, 7525, 7527, 7529, 7531, 7533, 7535, 7537, 7539, 7541, 7543, 7545, 7547, 7549, 7551, 7553, 7555, 7557, 7559, 7561, 7563, 7565, 7567, 7569, 7571, 7573, 7575, 7577, 7579, 7581, 7583, 7585, 7587, 7589, 7591, 7593, 7595, 7597, 7599, 7601, 7603, 7605, 7607, 7609, 7611, 7613, 7615, 7617, 7619, 7621, 7623, 7625, 7627, 7629, 7631, 7633, 7635, 7637, 7639, 7641, 7643, 7645, 7647, 7649, 7651, 7653, 7655, 7657, 7659, 7661, 7663, 7665, 7667, 7669, 7671, 7673, 7675, 7677, 7679, 7681, 7683, 7685, 7687, 7689, 7691, 7693, 7695, 7697, 7699, 7701, 7703, 7705, 7707, 7709, 7711, 7713, 7715, 7717, 7719, 7721, 7723, 7725, 7727, 7729, 7731, 7733, 7735, 7737, 7739, 7741, 7743, 7745, 7747, 7749, 7751, 7753, 7755, 7757, 7759, 7761, 7763, 7765, 7767, 7769, 7771, 7773, 7775, 7777, 7779, 7781, 7783, 7785, 7787, 7789, 7791, 7793, 7795, 7797, 7799, 7801, 7803, 7805, 7807, 7809, 7811, 7813, 7815, 7817, 7819, 7821, 7823, 7825, 7827, 7829, 7831, 7833, 7835, 7837, 7839, 7841, 7843, 7845, 7847, 7849, 7851, 7853, 7855, 7857, 7859, 7861, 7863, 7865, 7867, 7869, 7871, 7873, 7875, 7877, 7879, 7881, 7883, 7885, 7887, 7889, 7891, 7893, 7895, 7897, 7899, 7901, 7903, 7905, 7907, 7909, 7911, 7913, 7915, 7917, 7919, 7921, 7923, 7925, 7927, 7929, 7931, 7933, 7935, 7937, 7939, 7941, 7943, 7945, 7947, 7949, 7951, 7953, 7955, 7957, 7959, 7961, 7963, 7965, 7967, 7969, 7971, 7973, 7975, 7977, 7979, 7981, 7983, 7985, 7987, 7989, 7991, 7993, 7995, 7997, 7999, 8001, 8003, 8005, 8007, 8009, 8011, 8013, 8015, 8017, 8019, 8021, 8023, 8025, 8027, 8029, 8031, 8033, 8035, 8037, 8039, 8041, 8043, 8045, 8047, 8049, 8051, 8053, 8055, 8057, 8059, 8061, 8063, 8065, 8067, 8069, 8071, 8073, 8075, 8077, 8079, 8081, 8083, 8085, 8087, 8089, 8091, 8093, 8095, 8097, 8099, 8101, 8103, 8105, 8107, 8109, 8111, 8113, 8115, 8117, 8119, 8121, 8123, 8125, 8127, 8129, 8131, 8133, 8135, 8137, 8139, 8141, 8143, 8145, 8147, 8149, 8151, 8153, 8155, 8157, 8159, 8161, 8163, 8165, 8167, 8169, 8171, 8173, 8175, 8177, 8179, 8181, 8183, 8185, 8187, 8189, 8191, 8193, 8195, 8197, 8199, 8201, 8203, 8205, 8207, 8209, 8211, 8213, 8215, 8217, 8219, 8221, 8223, 8225, 8227, 8229, 8231, 8233, 8235, 8237, 8239, 8241, 8243, 8245, 8247, 8249, 8251, 8253, 8255, 8257, 8259, 8261, 8263, 8265, 8267, 8269, 8271, 8273, 8275, 8277, 8279, 8281, 8283, 8285, 8287, 8289, 8291, 8293, 8295, 8297, 8299,

APÊNDICE B - Carta de Unidades Geoambientais do município de Bertioga/SP

CARTA DE UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE BERTIÓGA/SP



I. UNIDADES GEOAMBIENTAIS

SISTEMA PLANALTO ATLÂNTICO

Unidades Emissoras

- I** Planalto Dissecado da Alta Bacia do Rio Itaipua
- II** Planalto da Alta Bacia do Rio Guaratuba

SISTEMA SERRANO

Unidades Emissoras

- III** Topo do Sistema Serrano
- IV** Cristas do Sistema Serrano

Unidades Transmissoras

- V** Vertentes Inferiores do Sistema Serrano
- VI** Médias e Baixas Vertentes do Sistema Serrano
- VII** Vertentes dos Morros Isolados

II. CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Drenagem
- Limite da área de estudo
- Linha de Costa
- Pontos Colados
- Roteiros
- Ferrovias
- Ananiamentos

SISTEMA PLANÍCIE QUATERNÁRIA

Unidades Emissoras

- VIII** Terrapós Marinhas Baixos (Am I)
- IX** Terrapós Marinhas Dissecados (Am II)
- X** Terrapós Marinhas Urbanizados

Unidades Coletoras

- XI** Rampas Coluviais
- XII** Rampas Coluviais Urbanizadas
- XIII** Planícies Flúvio-Marinhas
- XIV** Planícies Marinhas Atuais
- XV** Planícies Marinhas Atuais Urbanizadas

2012
MESTRADO

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIÓGA/SP

Organização: Vinícius TRAVALINI
Orientação: Prof. Dr.ª. Centira Maria Lupinacci da CUNHA

FONTE: AEROFOTO NATIVIDADE Ltda. Fotografias Aéreas escala aproximada 1:25.000, 1962.
31 fotografias: 4445, 4447, 4449, 4451, 4465, 4469, 4470, 4472, 4474, 4476, 4478, 4480, 4482, 4484, 4486, 4491, 4493, 4495, 4497, 4499, 4501, 4503, 4505, 4507, 4509, 4511, 4545, 4547, 9433, 9435, 9437, 9423, 9425, 9427, 9429, 9368, 9366, 9364.

ALOS/AVNIR-2. Imagem de satélite. 13/04/2010.

GOOGLE EARTH. Imagens cenário 2009/2011. Acesso em jul. 2012.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Instituto Florestal.
Mosaico semi-ajustado. 2001. 9 cartofotos digitais: 2794-23, 2794-24, 2794-41, 2794-42, 2794-43, 2795-13, 2795-14, 2795-31, 2795-32.

Apelo:

1:50.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
Datum Vertical: Imbulhas Santa Catarina
Datum Horizontal: SAD-69



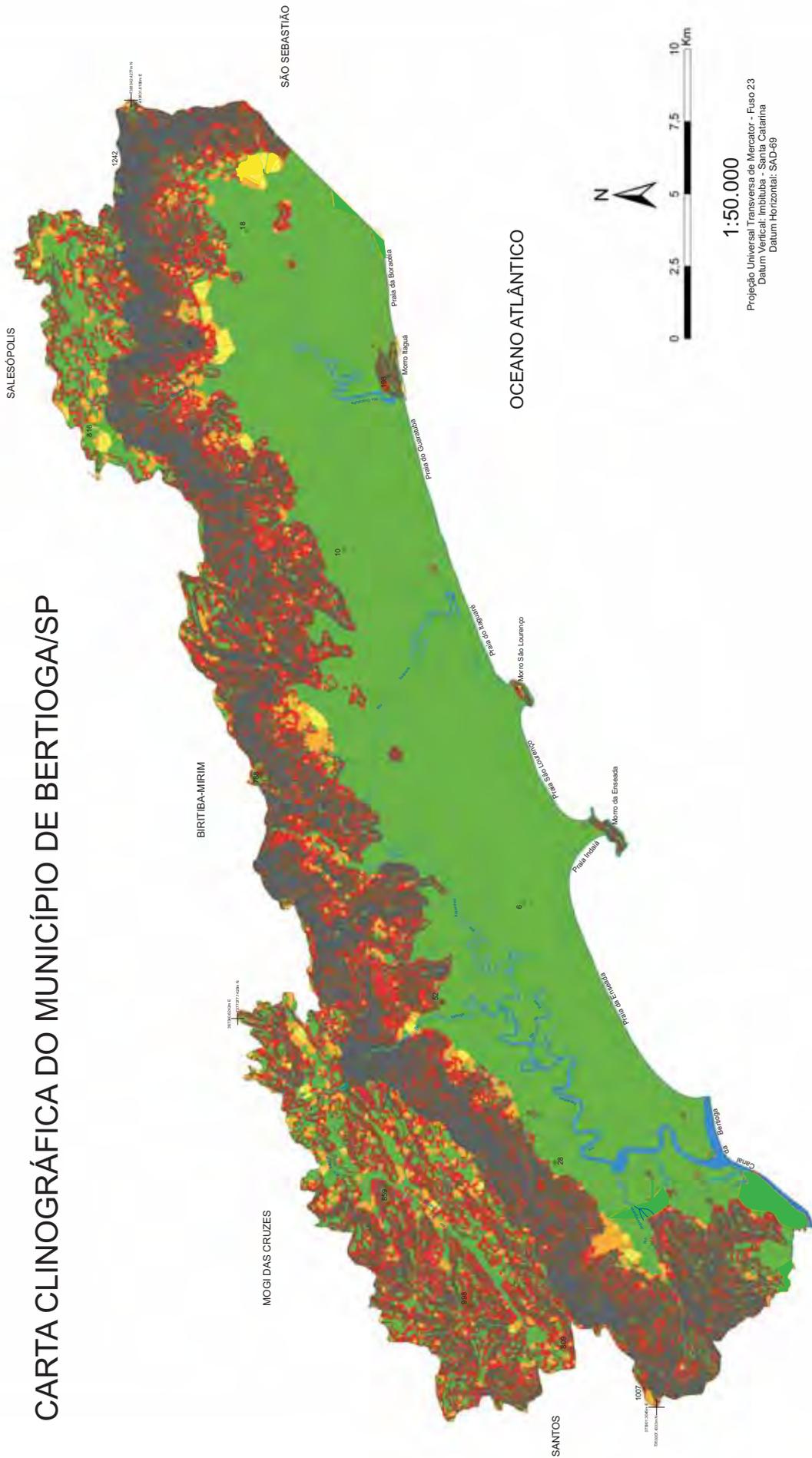
**APÊNDICE C - Legenda explicativa das unidades geoambientais definidas na
Carta de Unidades Geoambientais do município de Bertioga/SP**

APÊNDICE D - Carta Geológica do município de Bertioga/SP

APÊNDICE E - Carta Pedológica do município de Bertioga/SP

APÊNDICE F - Carta Clinográfica do município de Bertiooga/SP

CARTA CLINOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP



1:50.000

Projeção: Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
 Datum Vertical: Imbuiza São Paulo, Catarina
 Datum Horizontal: SAD-69

LEGENDA

I. Classes de Declividade

- < 2%
- 2|-5%
- 5|-12%
- 12|-20%
- 20|-30%
- ≥ 30%

II. Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Limite da área de estudo
- Linha de costa

2012
 MESTRADO

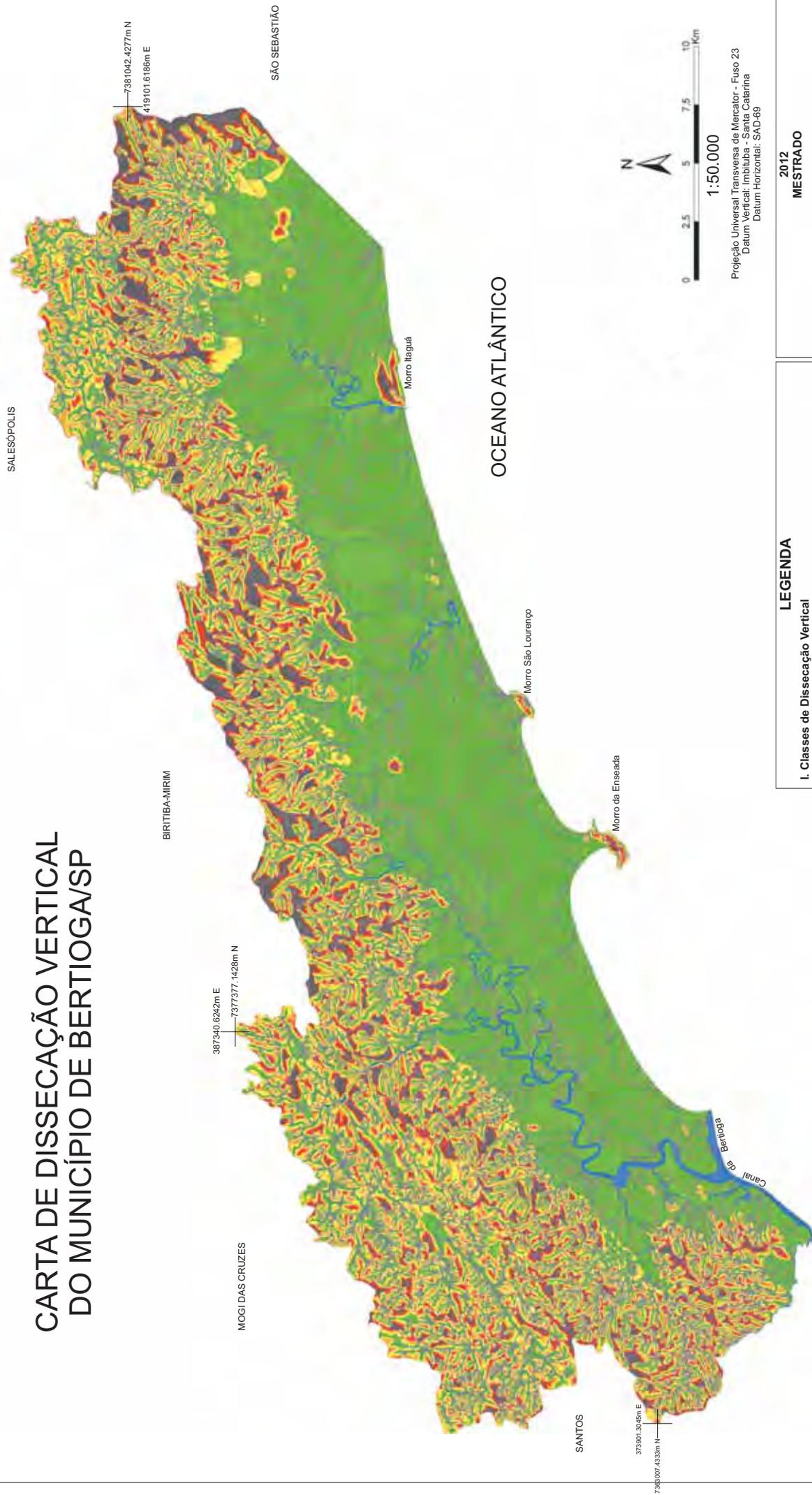
ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

Organização: Vinícius TRAVALINI
 Orientação: Prof. Dr.ª. Cenira Maria Lupinacci da CUNHA
 FONTE: IBGE. Carta Topográfica: Mogi das Cruzes. Rio de Janeiro, 1984.
 1 mapa. Escala 1:50.000.
 IBGE. Carta Topográfica: Salesópolis. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa.
 Escala 1:50.000.
 IGG-SP. Carta Topográfica: BertioGA. São Paulo, 1971. 1 mapa.
 Escala 1:50.000.



APÊNDICE G: Carta de Dissecação Vertical do município de Bertioga/SP

CARTA DE DISSECAÇÃO VERTICAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP



1:50.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina
Datum Horizontal: SAD-69

LEGENDA

I. Classes de Dissecação Vertical

- < 20 m
- 20 | 40 m
- 40 | 60 m
- 60 | 80 m
- 80 | 100 m
- ≥ 100 m

II. Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Limite da área de estudo
- Linha de Costa
- Limite de Bacia

2012
MESTRADO

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

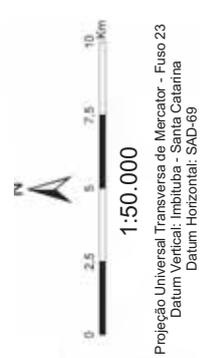
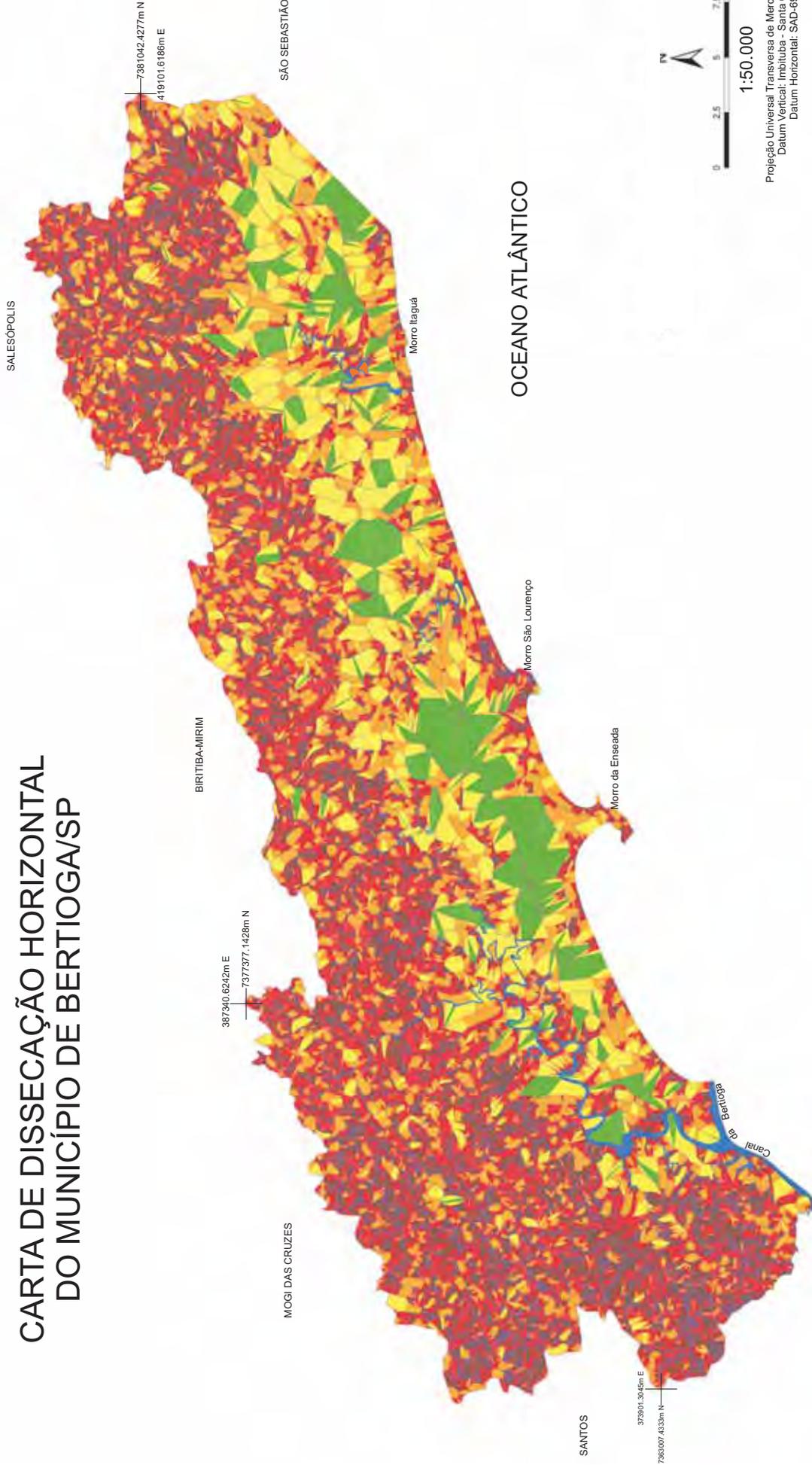
Organização: Vinícius TRAVALINI
Orientação: Prof.ª Dr.ª. Ceníra Maria Lupinacci da CUNHA

FONTE: IBGE. **Carta Topográfica: Mogi das Cruzes**, Rio de Janeiro, 1984, 1 mapa. Escala 1:50.000.
IBGE. **Carta Topográfica: Salesópolis**, Rio de Janeiro, 1984, 1 mapa. Escala 1:50.000.
IGG-SP. **Carta Topográfica: BertioGA**, São Paulo, 1971, 1 mapa. Escala 1:50.000.

Apoio:

APÊNDICE H: Carta de Dissecação Horizontal do município de Bertioga/SP

CARTA DE DISSECAÇÃO HORIZONTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP



Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
Datum Vertical: Imbulda - Santa Catarina
Datum Horizontal: SAD-89

LEGENDA

I. Classes de Dissecação Horizontal

	< 50 m
	50 100 m
	100 200 m
	200 400 m
	400 800 m
	≥ 800 m

II. Convenções Cartográficas

	Drenagem
	Limite da área de estudo
	Linha de Costa
	Limite de Bacia

2012
MESTRADO

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

Organização: Vinícius TRAVALINI
Orientação: Prof. Dr. Cenira Maria Lupinacci da CUNHA

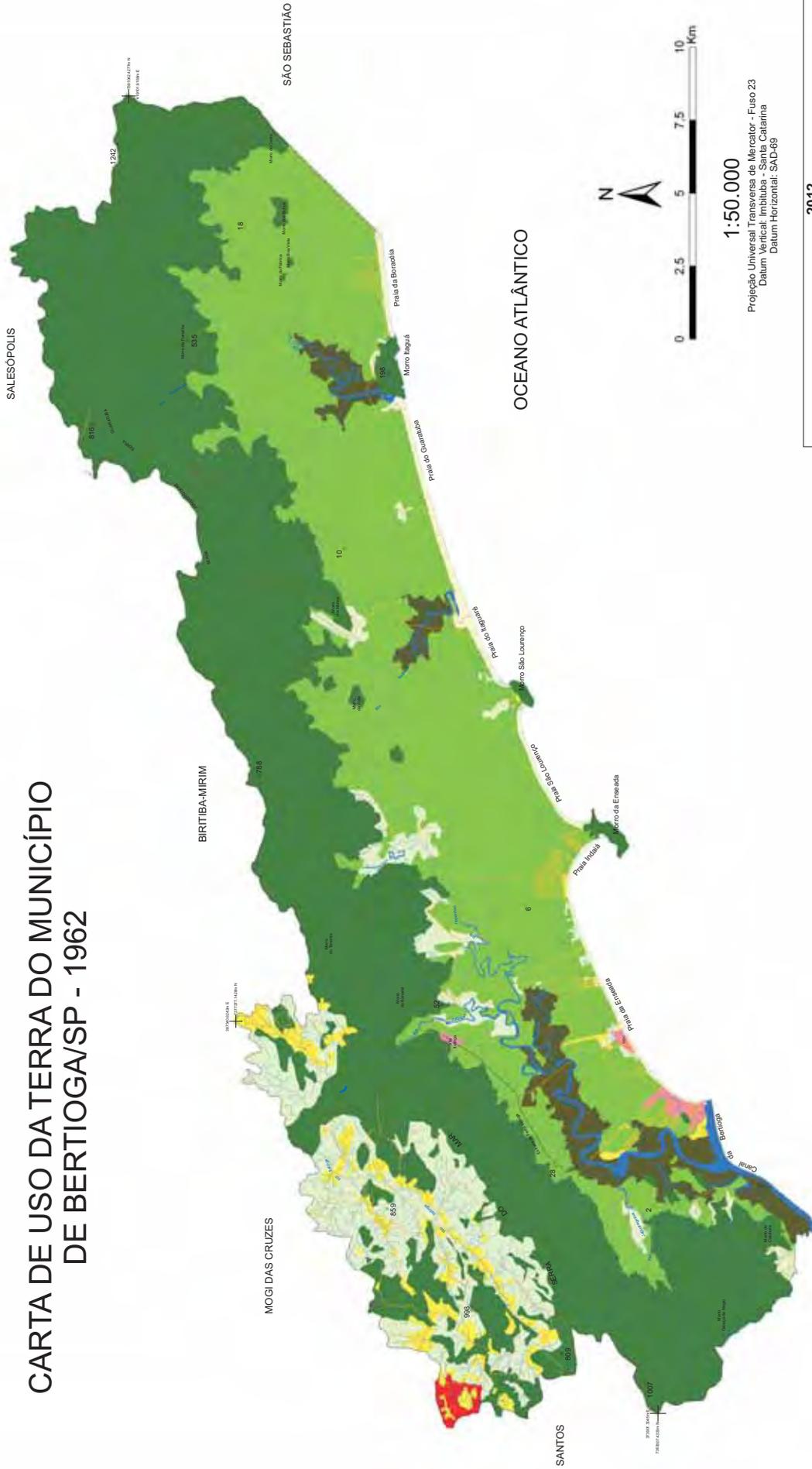
FORTE: IBGE. **Carta Topográfica: Mogi das Cruzes**. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa. Escala 1:50.000.
IBGE. **Carta Topográfica: Salesópolis**. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa. Escala 1:50.000.
IGG-SP. **Carta Topográfica: BertioGA**. São Paulo, 1971. 1 mapa. Escala 1:50.000.

Apoió:

APÊNDICE I: Carta Geomorfológica do município de Bertioga/SP

APÊNDICE J: Carta de Uso da Terra do município de Bertioga/SP (1962)

CARTA DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE BERTIÓGA/SP - 1962



LEGENDA

I. Classes de Uso da Terra

- Cobertura florestal
- Vegetação de Restinga
- Vegetação Rasteira
- Manguezal
- Praias Arenosas
- Áreas urbanizadas
- Solo exposto
- Afloramento rochoso
- Eucalipto

II. Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Limite da área de estudo
- Linha de Costa
- Ferrovias
- Pontos Cotados
- Arruamentos

2012
MESTRADO

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIÓGA/SP

Organização: Viniúcius TRAVALINI
Orientação: Prof.ª Dr.ª Genira Maria Lupinacci da CUNHA

FORTE: AEROFOTO NATIVIDADE Ltda. Fotografias Aéreas, escala aproximada 1:25.000, 1962.
31 fotografias: 4445, 4447, 4449, 4451, 4456, 4458, 4460, 4462, 4464, 4466, 4491, 4493, 4495, 4497, 4499, 4501, 4507, 4509, 4511, 4545, 4547, 9433, 9435, 9437, 9423, 9425, 9427, 9429, 9368, 9366, 9364.

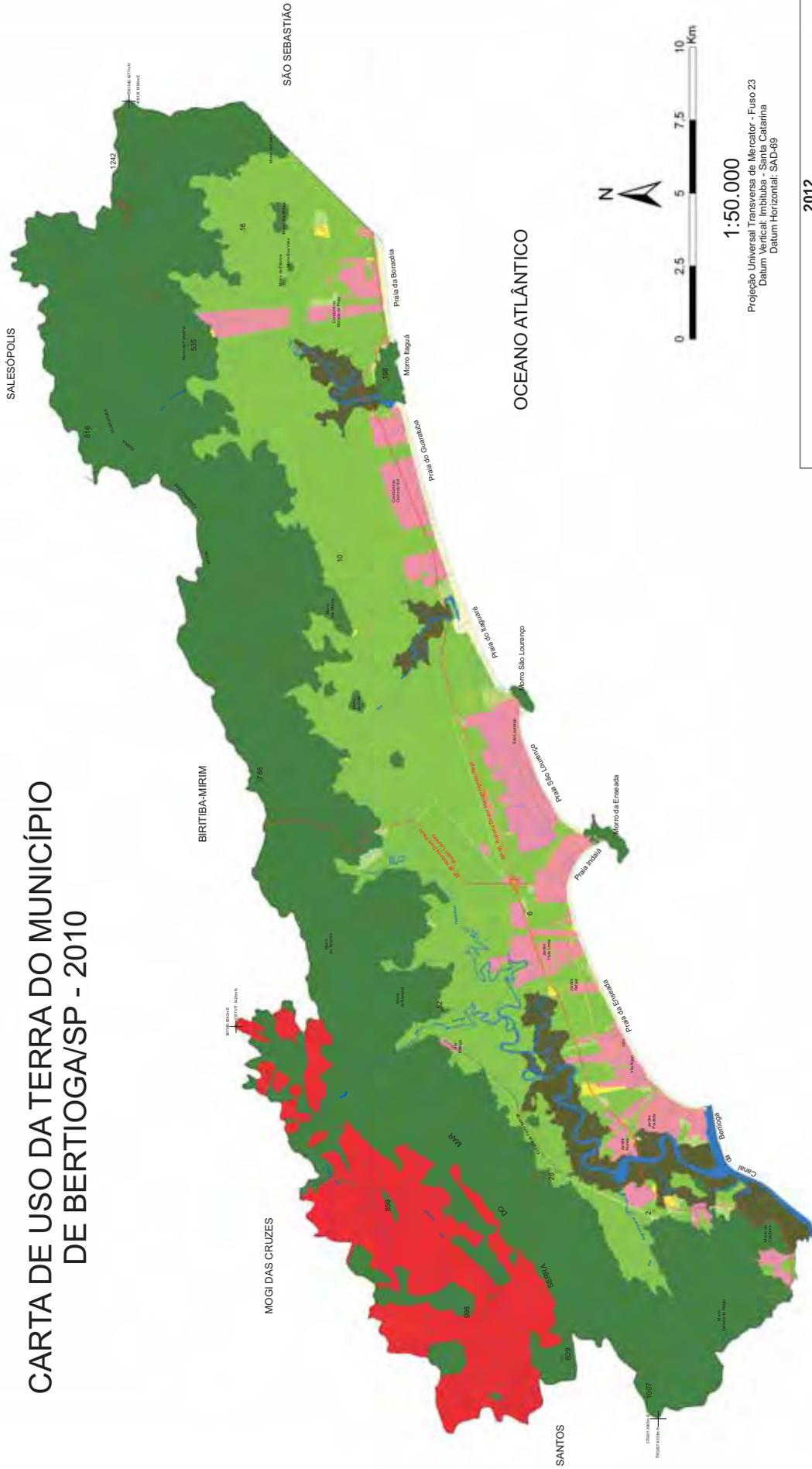
Apoio:

1:50.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina
Datum Horizontal: SAD-69

APÊNDICE L: Carta de Uso da Terra do município de Bertioga/SP (2010)

CARTA DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP - 2010



LEGENDA

I. Classes de Uso da Terra	
	Cobertura florestal
	Áreas urbanizadas
	Vegetação de Restinga
	Reflorestamento
	Vegetação Rasteira
	Solo exposto
	Manguezal
	Afloramento rochoso
	Pratas Arenosas

II. Convenções Cartográficas	
	Drenagem
	Limite da área de estudo
	Linha de Costa
	Rodovias
	Ferrovias
	Postos Costeiros
	Arruamentos

2012
MESTRADO

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP
 Organização: Viniçius TRAVALINI
 Orientação: Prof. Dr. Centira Maria Lupinacci da CUNHA

GOOGLE EARTH. Imagens cenário 2009/2011. Acesso em jul. 2012.
 INVENTÁRIO FLORESTAL da vegetação natural do Estado de São Paulo.
 São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, Imprensa Oficial, 2005.
 SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto Florestal.
Mosaico semi-ajustado. 2001. 9 orínticos digitais, 2794-23, 2794-24, 2794-41, 2794-42, 2794-43, 2795-13, 2795-14, 2795-31, 2795-32.

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fusco 23
 Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina
 Datum Horizontal: SAD-69

1:50.000

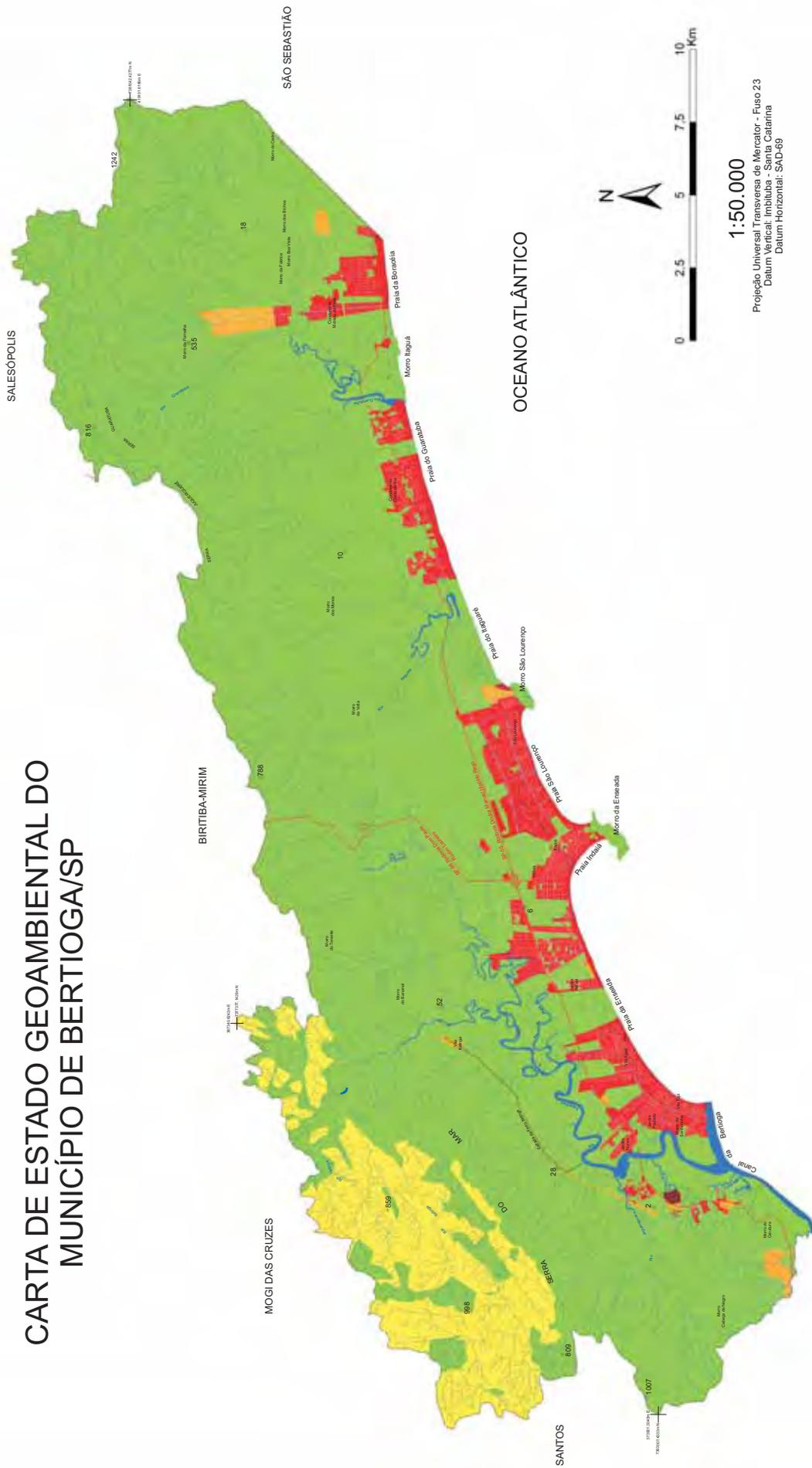
0 2,5 5 7,5 10 Km

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fusco 23
 Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina
 Datum Horizontal: SAD-69

Apoiar:

APÊNDICE M: Carta de Estado Geoambiental do município de Bertioga/SP

CARTA DE ESTADO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP



1:50.000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23
 Datum Vertical: Imbuês, Santa Catarina
 Datum Horizontal: SAD-69

LEGENDA

- ### I. ESTADO GEOAMBIENTAL
- Estável
 - Mediamente Estável
 - Instável
 - Crítico
 - Muito Crítico

- ### II. CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
- Drenagem
 - Cursos de Nível
 - Limite da área de estudo
 - Linha de Costa
 - Pontos Costados
 - Rodovias
 - Ferrovias
 - Arruamentos

2012
 MESTRADO

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA/SP

Organização: Viniúcius TRAVALINI
 Orientação: Prof.ª Dr.ª. Centira Maria Lupinacci da CUNHA
 FONTE: ALOS/AVNIR-2. Imagem de satélite. 13/04/2010.
 GOOGLE EARTH. Imagens cenário 2009/2011. Acesso em jul. 2012.
 SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Instituto Florestal. **Mosaico semi-ajustado**. 2001. 9 ortofotos digitais: 2794-23, 2794-24, 2794-41, 2794-42, 2794-43, 2795-13, 2795-14, 2795-31, 2795-32.

Apoio:

APÊNDICE N: CD contendo o material cartográfico elaborado (escala 1:50.000)