UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Geociências

ANDRÉ DOS SANTOS RIBEIRO

ESTADO AMBIENTAL DA PAISAGEM DA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - SP

CAMPINAS
2021

ANDRÉ DOS SANTOS RIBEIRO

ESTADO AMBIENTAL DA PAISAGEM DA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - SP

TESE APRESENTADA AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO ANDRÉ DOS SANTOS RIBEIRO E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. REGINA CÉLIA DE OLIVEIRA.

ORIENTADORA: PROFA. DRA. REGINA CÉLIA DE OLIVEIRA

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

R354e

Ribeiro, André dos Santos, 1989-
Estado ambiental da paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP / André dos Santos Ribeiro. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Regina Celia de Oliveira.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Paisagens. 2. Geossistema. 3. Degradação ambiental. 4. Baixada Santista (SP) - Aspectos ambientais. I. Oliveira, Regina Celia de, 1971-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Environmental state of the landscape of the Metropolitan Region of Baixada Santista - SP
Palavras-chave em inglês:
Landscape
Geosystem
Environmental degradation
Baixada Santista (SP) - Environmental aspects
Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial
Titulação: Doutor em Geografia
Banca examinadora:
Regina Celia de Oliveira [Orientador]
Marcelo da Silva Gigliotti
Raul Reis Amorim
Sirius Oliveira Souza
Ronaldo Luiz Mincato
Data de defesa: 29-03-2021
Programa de Pós-Graduação: Geografia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0001-5793-5585
- Currículo Lattes do autor: http://lattes.cnpq.br/6791087006831224

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

AUTOR: **André dos Santos Ribeiro**

ESTADO AMBIENTAL DA PAISAGEM DA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - SP

ORIENTADORA: Profa. Dra. Regina Celia de Oliveira

Aprovada em: 29/03/2021

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Regina Celia de Oliveira - Presidente

Profa. Dr. Marcelo da Silva Gigliotti

Prof. Dr. Raul Reis Amorim

Prof. Dr. Sirius Oliveira Souza

Prof. Dr. Ronaldo Luiz Mincato

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 29 de março de 2021.

DEDICATÓRIA

Dedico aos que partilharam mais de perto as alegrias e frustrações desta jornada. Aos meus pais, Arnaldo e Gessi, à minha esposa, Ana Luiza, ao meu irmão, Douglas, e ao meu primo-irmão, Edvaldo. Dedico à memória dos que nos deixaram precocemente, meus amigos Peterson Augusto Silva Lopes e Leonardo Leão de Melo.

"Severino, retirante,
deixe agora que lhe diga:
eu não sei bem a resposta
da pergunta que fazia,
se não vale mais saltar
fora da ponte e da vida;
nem conheço essa resposta,
se quer mesmo que lhe diga
é difícil defender,
só com palavras, a vida,
ainda mais quando ela é
esta que vê, Severina
mas se responder não pude
à pergunta que fazia,
ela, a vida, a respondeu
com sua presença viva.
E não há melhor resposta
que o espetáculo da vida:
vê-la desfiar seu fio,
que também se chama vida,
ver a fábrica que ela mesma,
teimosamente, se fabrica,
vê-la brotar como há pouco
em nova vida explodida;
mesmo quando é assim pequena
a explosão, como a ocorrida;
como a de há pouco, franzina;
mesmo quando é a explosão
de uma vida Severina".

(João Cabral de Melo Neto - *Morte e Vida Severina*)

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, meus primeiros professores, que me abriram os caminhos trilhados, guiaram meus passos e me deram todas as condições necessárias.

Ao meu irmão pela semente da inquietação, ao meu primo-irmão pela da criatividade e a ambos pela amizade no sentido mais profundo.

À minha esposa pelo amor e força que me acompanharam de perto e formaram bases sólidas nas quais sempre pude me apoiar.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação. Agradeço em especial ao Prof. Ronaldo Luiz Mincato, amigo que abriu as portas de uma nova possibilidade de vida. Especialmente, também agradeço a Profa. Regina Célia de Oliveira pela mentoria de todo este processo, mas principalmente pela amizade e acolhimento, fundamentais ao longo dos muitos desafios enfrentados.

Aos meus familiares e amigos que me apoiaram neste árduo percurso. Rememoro meus avós paternos José Domingos Filho e Maria da Conceição Ribeiro e maternos Homerina Tereza da Costa e Felipe José da Costa e demais familiares e amigos que fizeram parte da minha história.

Aos meus amigos da Geo 2008 da Unifal, com quem partilho muitas histórias e muita amizade, principalmente os de casa, Leo e Dani. Agradeço também a todos os colegas e amigos "campineiros", sobretudo ao Joaquim, Danilo, Vinicius e Bino que estiveram ao meu lado desde o começo.

Aos que me acompanharam de perto neste período: os amigos Luiz Felipe e Rafa; à família por parte da minha esposa: Pinha, Arthur, Laís, Celso, Nina, Andressa, Guilherme, Filipe, Ian; e ao Rodrigo e Jully, que me confiaram o apadrinhamento da Clarinha.

À UNICAMP e a todos os funcionários e professores do Instituto de Geociências.

Ao NEAL e aos meus amigos e colegas por todo apoio e auxílio.

À CAPES: Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À FAI e aos amigos e colegas pela compreensão e apoio neste período.

Pelas concessões de materiais de apoio à pesquisa: à AGEM; e ao Instituto Florestal, nas pessoas de Marco Aurélio Nalon e Ciro Koiti Matsukumado;

Pelo apoio em campo: ao Saulo, Técia e Giovani, colegas de IG; à CDHU, na pessoa de Maria Dolores Santos; à Defesa Civil de São Vicente, na pessoa de Maria Rita Moraes; à Defesa Civil de Santos; à Defesa Civil de Praia Grande; à Secretaria de Habitação de São Vicente, nas pessoas de Raphael Araújo de Santana e João Carlos Ribeiro.

“Desse ponto distante de observação, a Terra talvez não apresentasse nenhum interesse especial. Para nós, no entanto, ela é diferente. Olhem de novo para o ponto. É ali. É a nossa casa. Somos nós. Nesse ponto, todos aqueles que amamos, que conhecemos, de quem já ouvimos falar, todos os seres humanos que já existiram, vivem ou viveram as suas vidas. Toda a nossa mistura de alegria e sofrimento, todas as inúmeras religiões, ideologias e doutrinas econômicas, todos os caçadores e saqueadores, heróis e covardes, criadores e destruidores de civilizações, reis e camponeses, jovens casais apaixonados, pais e mães, todas as crianças, todos os inventores e exploradores, professores de moral, políticos corruptos, "superastros", "líderes supremos", todos os santos e pecadores da história de nossa espécie, ali - num grão de poeira suspenso num raio de sol. A Terra é um palco muito pequeno em uma imensa arena cósmica. Pensem nos rios de sangue derramados por todos os generais e imperadores para que, na glória do triunfo, pudessem ser os senhores momentâneos de uma fração desse ponto. Pensem nas crueldades infinitas cometidas pelos habitantes de um canto desse pixel contra os habitantes mal distinguíveis de algum outro canto, em seus frequentes conflitos, em sua ânsia de recíproca destruição, em seus ódios ardentes. Nossas atitudes, nossa pretensa importância de que temos uma posição privilegiada no Universo, tudo isso é posto em dúvida por esse ponto de luz pálida. O nosso planeta é um pontinho solitário na grande escuridão cósmica circundante. Em nossa obscuridade, no meio de toda essa imensidão, não há nenhum indício de que, de algum outro mundo, virá socorro que nos salve de nós mesmos."

(Carl Sagan - *Cosmos*)

RESUMO

O processo civilizatório frente à capacidade de suporte da Terra têm evidenciado o limite inerente aos componentes naturais planetários. Os sistemas mundiais têm experimentado os efeitos da crise ambiental contemporânea, com praticamente todos os territórios submetidos a pressões desenfreadas guiadas pelas concepções de crescimento econômico. A própria busca por tal crescimento enfrenta o desafio de assimilar os recursos e serviços ambientais sem que os efeitos e consequências conduzam a perdas aceleradas e irreversíveis. Diante deste panorama, pesquisas sobre as características e diagnósticos sobre o estado da paisagem derivado da relação entre aspectos naturais e antrópicos são fundamentais para definição de estratégias de desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a Geoecologia da Paisagem, com suas peculiaridades histórico-conceituais e com seu conjunto teórico-metodológico, presta contribuições fundamentais para tais avaliações. Ao tratar a paisagem pela ótica sistêmica, a geoecologia desloca o enfoque dos objetos para as relações e das partes para a totalidade. Utilizando estas concepções, foram sistematizados procedimentos quali-quantitativos aplicados ao diagnóstico do estado ambiental da paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP em escala regional, pelo estudo e cartografia dos sistemas ambientais. Através deste trabalho buscou-se contribuir com a elaboração de representações cartográficas enfocadas nas relações e, numa perspectiva poliescalar, na totalidade. Ainda, intencionou-se construir parâmetros e procedimentos mais objetivos para estudos de mesma natureza que considerem a alteração dos mecanismos sistêmicos, o grau e amplitude da conservação ou degradação, além do aprofundamento do conhecimento sobre a área de estudo nos aspectos considerados. A metrópole santista contém os primeiros quadros urbanos brasileiros e forma parte de um dos principais complexos industriais-portuários latino americanos. Nas suas formas diversas apresenta as graves contradições ambientais das metrópoles de países subdesenvolvidos, distribuída entre a Serra do Mar e a planície costeira, num ambiente que comporta processos naturais vigorosos cada vez mais intrincados aos usos da terra. A paisagem regional é marcada por transições abruptas e comporta o que já foi chamado de Vale da Morte Brasileiro, em Cubatão, ao lado de alguns dos trechos mais preservadas de uma das florestas mais ameaçadas do mundo, na Mata Atlântica, num contexto de permanente conflito entre as vocações regionais: portuária e industrial, turística e conservacionista. Destas características resultou um estado ambiental bastante dissimétrico que permitiu apontar os lugares mais conservados e mais degradados, que demandam esforços diferenciados do ponto de vista do planejamento e gestão ambientais, e cujos efeitos e consequências positivos ou negativos transpassam as delimitações propostas. Quanto aos procedimentos propostos, a sistematização representou um refinamento quantitativo e considera-se que podem ser replicados em outros contextos.

Palavras-chave: Paisagens; Geossistema; Degradação Ambiental; Baixada Santista (SP) – Aspectos Ambientais.

ABSTRACT

The current civilization process has demonstrated the limit inherent in the planetary natural components. The world systems have experienced the effects of the contemporary environmental crisis, with practically all territories subjected to unbridled pressures guided by conceptions of economic growth. The demand for growth faces the challenge of assimilating resources and environmental services without the effects and consequences causing accelerated and irreversible losses. In this context, research on the characteristics and diagnoses on the state of the landscape in its natural and anthropic aspects are fundamental for defining sustainable development strategies. The Geoecology of Landscape makes fundamental contributions to such assessments, with its historical-conceptual peculiarities and its theoretical-methodological set. Geoecology shifts the focus from objects to relationships and from parts to the totality when treating the landscape from a systemic perspective. Using these concepts, the diagnosis of the environmental state of the landscape of the Metropolitan Region of Baixada Santista - SP, on a regional scale, systematized quali-quantitative procedures, through the study and cartography of environmental systems. This work sought to contribute to the elaboration of cartographic representations focused on relationships and, with the use of multiple scales, on the totality. We incorporate more objective parameters and procedures. These can guide similar studies on changes in systemic mechanisms, the degree and the extent of landscape conservation or degradation. This in addition to gathering and deepening the available knowledge about the study area. The Metropolitan Region of Baixada Santista contains the first Brazilian urban pictures and is part of one of the main Latin American industrial-port complexes. The regional landscape presents serious socio-environmental contradictions as is characteristic of underdeveloped countries metropolis. It is a region located between the mountains (Serra do Mar) and the coastal plain, in an environment that includes intense natural processes increasingly intricate to land uses. Abrupt transitions mark the regional landscape, with the Brazilian Death Valley, as the industrial hub of Cubatão was called, next to some of the most preserved areas of one of the most threatened forests in the world, the Atlantic Forest. This occurs in a context of permanent conflict between regional vocations: port and industrial, tourist and conservationist. Because of these characteristics, the environmental state was very dissimetric and made it possible to point out the most conserved and degraded places. In these areas, the effects and consequences related to the state (positive or negative) go beyond the mapped boundaries and demand differentiated efforts from the point of view of environmental planning and management. As for the proposed procedures, the systematization represented a quantitative refinement and we considered that they can be replicated in other contexts.

Keywords: Landscape; Geosystem; Environmental degradation; Baixada Santista (SP) – Environmental aspects.

RESUMEN

El actual proceso de civilización frente a la capacidad de soporte de la Tierra ha evidenciado el límite inherente a los componentes naturales planetarios. Los sistemas mundiales han experimentado los efectos de la crisis ambiental contemporánea, con prácticamente todos los territorios sometidos a presiones desenfrenadas guiadas por concepciones de crecimiento económico. La propia búsqueda de ese crecimiento se enfrenta al reto de asimilar los recursos y servicios ambientales sin que los efectos y consecuencias conduzcan a pérdidas aceleradas e irreversibles. Ante este panorama, la investigación de las características y los diagnósticos sobre el estado del paisaje derivados de la relación entre los aspectos naturales y los artificiales son fundamentales para definir estrategias de desarrollo sostenible. En este sentido, la Geoecología del Paisaje, con sus peculiaridades histórico-conceptuales y su conjunto teórico-metodológico, realiza aportaciones fundamentales a dichas valoraciones. Al tratar el paisaje desde una perspectiva sistémica, la geoecología cambia el enfoque de los objetos a las relaciones y de las partes al todo. A partir de estos conceptos, se sistematizaron procedimientos cuali-cuantitativos aplicados al diagnóstico del estado ambiental del paisaje de la Región Metropolitana de la Baixada Santista - SP en escala regional, mediante el estudio y mapeo de los sistemas ambientales. En este trabajo, buscamos desarrollar representaciones cartográficas centradas en las relaciones y, a través de múltiples escalas, en el conjunto. Asimismo, se pretendió construir parámetros y procedimientos más objetivos para estudios de la misma naturaleza, que consideren la alteración de los mecanismos sistémicos, el grado y la amplitud de conservación o degradación del paisaje, además de recoger y profundizar en el conocimiento disponible sobre el área de estudio. La metrópoli santista contiene los primeros cuadros urbanos brasileños y forma parte de uno de los principales complejos industriales-portuarios de América Latina. En sus diversas formas, presenta las graves contradicciones ambientales de las metrópolis de los países subdesarrollados, distribuidas entre la montaña (Serra do Mar) y la costa, en un entorno que incluye vigorosos procesos naturales cada vez más intrincados a los usos del suelo. El paisaje regional está marcado por transiciones abruptas e incluye lo que ya se ha llamado el Valle de la Muerte brasileño, en Cubatão, junto a algunas de las áreas más preservadas de uno de los bosques más amenazados del mundo, en la Mata Atlántica, en un contexto de permanente conflicto entre las vocaciones regionales: portuaria e industrial, turística y conservacionista. Estas características han dado lugar a un estado ambiental bastante disímil que ha permitido señalar los lugares más conservados y degradados, que requieren esfuerzos diferenciados desde el punto de vista de la planificación y la gestión ambiental, y cuyos efectos y consecuencias positivas o negativas van más allá de los límites cartográficos. En cuanto a los procedimientos propuestos, la sistematización representó un refinamiento cuantitativo y se considera que pueden ser replicados en otros contextos.

Palavras-chave: Paisajes; Geosistema; Degradación del ambiente; Baixada Santista (SP) - aspectos ambientales.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da Região Metropolitana da Baixada Santista. 19
Figura 2- Classificação da homogeneidade (geômeros) e diferenciação (geócoros) dos geossistemas conforme hierarquia. 35
Figura 3- Representação esquemática de um sistema com os elementos, suas relações e atributos, a entrada e saída. 37
Figura 4- Estrutura conceitual da organização espacial e envolvimento com disciplinas subsidiárias. estruturação do geossistema e do sistema socioeconômico. 38
Figura 5- Modelo sistêmico do funcionamento da paisagem, absorção, transformação e consumo de EMI. 49
Figura 6- Categorias para classificação do Estado Ambiental propostas por Glazovskiy et al. (1999) e Rodriguez, Silva E Cavalcanti (2004). 58
Figura 7- Fluxograma metodológico da pesquisa com as etapas, atividades e produtos. 67
Figura 8- Quadro esquemático de procedimentos gerais e de recursos, produtos e fontes por escala taxonômica para cartografia geomorfológica. 75
Figura 9- Carta imagem com as chaves de interpretação da geometria, parte qualitativa do critério extensão. 88
Figura 10- Organização do trabalho para avaliação e julgamentos sobre as ações de impacto ambiental. 88
Figura 11- Operações de geoprocessamento de junção ou união (union), agregação (dissolve), generalização (eliminate), interseção (tabulate intersection) e soma ponderada (weighted sum) adotadas no processamento dos dados espaciais. 92
Figura 12- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia dos Sistemas Naturais e das Funções Geoecológicas E Processos Dos Sistemas Naturais. 96
Figura 13- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia dos Sistemas Antrópicos. 98
Figura 14- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia dos Sistemas Ambientais. 99
Figura 15- Fluxograma do encaminhamento quali-quantitativo para o diagnóstico do Estado Ambiental da Paisagem. 100
Figura 16- Estrutura hierárquica da pesquisa para aplicação da AHP entre o objetivo (nível 1), critérios (nível 2) e subcritérios (nível 3). 101
Figura 17- Exemplificação dos cálculos de autovetores e autovalores da AHP. 102
Figura 18- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia do Estado Ambiental da Paisagem. 104
Figura 19- Fotografia a partir do Canal De Bertioga ilustrando a orografia nas escarpas da Serra Do Mar, a planície fluviomarinha e os morros residuais. 109
Figura 20- Mapa Pluviométrico da Baixada Santista – SP (1986-2015). 111
Figura 21- Mapa da Cobertura Vegetal da Baixada Santista - SP. 114
Figura 22- Mapa de Processos Pedogenéticos Predominantes e Classes de Solos da Baixada Santista - SP. 116
Figura 23- Mapa de Unidades Litoloestratigráficas da Baixada Santista - SP. 118
Figura 24- Esquema da origem e recuo da Serra do Mar, na região entre a Bacia do Paraná, no continente, e a Bacia de Santos, a Sudeste. 120
Figura 25- Vistas tridimensional (A) e em perfil (B) de uma costa de progradação, através de sucessivos alinhamentos de cordões litorâneos. 122
Figura 26- Mapa da altimetria (1) e declividade (2) da Baixada Santista - SP. 124
Figura 27- Desnível abrupto entre a Serra Do Mar e a Planície Costeira Da Baixada Santista em Cubatão. 125
Figura 28- Perfil esquemático da distribuição da água subsuperficial na Baixada Santista. 126
Figura 29- Mapa Geomorfológico da Baixada Santista - SP. 129
Figura 30- Mapa dos Sistemas Naturais da Baixada Santista - SP. 132
Figura 31- Fotografia da planície Itanhaém-Peruíbe. 137
Figura 32- Fotografia da escarpa com cristas alinhadas em Bertioga. 141
Figura 33- Fotografia da transição entre a planície e o terraço marinho na praia de Peruíbe. 143
Figura 34- Mosaico de fotografias da transição entre terraços holocênicos e pleistocênicos em São Vicente. 144
Figura 35- Fotografia panorâmica da planície costeira e serras em Peruíbe. 145

Figura 36- Mosaico de imagens da planície de Itanhaém. 147
Figura 37- Mosaico de imagens da planície fluviomarinha e manguezais entre Santos e Bertioga. 149
Figura 38- Mapa das Funções Geoecológicas e Processos dos Sistemas Naturais da Baixada Santista. 153
Figura 39- Sinopse dos desmembramentos municipais da Região Metropolitana Da Baixada Santista entre 1940 E 2000. 165
Figura 40- Mapa da Expansão Urbana da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP. 170
Figura 41- Percentual populacional por grupo etário nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista para o ano de 2019. 174
Figura 42- Mapa da Funcionalidade, Cobertura e Usos da Terra da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP. 180
Figura 43- Mapa dos Sistemas Antrópicos da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP. 182
Figura 44- Gráficos dos percentuais de área de usos e cobertura da terra por Município da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP. 186
Figura 45- Mapa de Unidades de Conservação da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP. 189
Figura 46- Mapa dos Territórios Culturais e Etnoculturais da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.190
Figura 47- Fotografia do Parque Ecológico Do Perequê situado entre o Parque Estadual da Serra do Mar e o polo industrial de Cubatão. 192
Figura 48- Mapa de Áreas Protegidas pelo Código Florestal na Região Metropolitana Da Baixada Santista – SP. 194
Figura 49- Gráfico da proporção (%) de extensão das Áreas de Preservação, da Cobertura Vegetal e das áreas antropizadas com funcionalidade rural e urbana Região Metropolitana da Baixada Santista - SP. 195
Figura 50- Folha 1 da Coleção de Mapas de Ações de Impacto Ambiental da Baixada Santista - SP. 199
Figura 51- Folha 2 da Coleção de Mapas de Ações de Impacto Ambiental da Baixada Santista - SP. 200
Figura 52- Folha 3 da Coleção de Mapas de Ações de Impacto Ambiental da Baixada Santista - SP. 201
Figura 53- Área de cultivo permanente de palmito alternado com pequenos fragmentos florestais em Peruíbe. 203
Figura 54- Planta dos Terrenos Devolutos Do Bairro De Peruhybe, atual município de Peruíbe. 204
Figura 55- Mapa de Densidade Demográfica e Densidade de Ocupação Urbana da Baixada Santista – SP. 208
Figura 56- Mapa do Padrão de Ocupação Urbana da Baixada Santista - SP. 210
Figura 57- Mosaico de fotografias com a fisionomia da urbanização de trechos da orla da Baixada Santista - SP. 211
Figura 58- Fotografia da urbanização precária nos morros residuais da Ilha de São Vicente. 212
Figura 59- Mosaico de fotografias de áreas de urbanização precária na Baixada Santista – SP. 213
Figura 60- Área de mineração de brita com supressão de APP na margem do rio Jurubatiba no Município de Santos. 218
Figura 61- Mapa dos Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP. 220
Figura 62- Mosaico de imagens ilustrando a retração da urbanização do bairro Cota 200 em Cubatão. 226
Figura 63- Fotografia das áreas industriais nos sopés das escarpas da Serra Do Mar em Cubatão. 227
Figura 64- Fotografia do Porto de Santos contíguo ao centro histórico e Expandido. 227
Figura 65- Fotografia da degradação dos manguezais em Santos. 229
Figura 66- Mosaico de Imagens da expansão urbana em São Vicente na “Fazendinha”. 231
Figura 67- Fotografia do adensamento pela verticalização na orla da Ilha de São Vicente. 232
Figura 68- Fotografia da urbanização motivada pelo paisagismo de exceção em Guarujá. 232
Figura 69- Fotografia da urbanização dos morros residuais da Ilha de São Vicente com diferentes padrões construtivos e condições de infraestrutura. 233
Figura 70- Mapa do Estado Ambiental da Paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista. 239
Figura 71- Fotografia de áreas estáveis com alto nível de conservação. 244
Figura 72- Fotografia ilustrando a relação da degradação da cobertura vegetal com a alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa. 247
Figura 73- Fotografia nas morranias da área rural de Peruíbe em área instável. 249
Figura 74- Fotografia em área crítica com alto nível de degradação e adensamento urbano alto em Santos. 252
Figura 75- Fotografia de um canal artificial poluído e eutrofizado em área crítica com alta degradação. 253
Figura 76- Fotografia de um alagamento no centro de São Vicente. 253
Figura 77- Imagem de satélite do bairro Saboó em Santos em área crítica com degradação muito alta. 254

Figura 78- Deslizamento em Santos e Inundação em Cubatão em áreas críticas com degradação muito alta. 255
Figura 79- Pontos muito críticos com níveis muito alto de degradação em lugares onde se fazia ou se faz acondicionamento e destinação de resíduos sólidos. 256
Figura 80- Fotografia aterro sanitário Sítio das Neves em Santos. 258
Figura 81- Degradação ambiental no entorno do aterro sanitário de Peruíbe com vestígios de Poluição nos canais de drenagem do entorno. 258

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Área e percentual das unidades de Sistemas Naturais da Região Metropolitana Da Baixada Santista. 131
Tabela 2- População residente e percentual de crescimento por década entre 1980 e 2000 por município, para Região Metropolitana da Baixada Santista e para o Estado de São Paulo. 172
Tabela 3- População residente e percentual de crescimento por década entre 2000 e 2019 por município, para Região Metropolitana da Baixada Santista e para o Estado de São Paulo. 173
Tabela 4- Síntese dos dados populacionais para o ano de 2019 nos aspetos população total, concentração populacional, população flutuante, densidade demográfica e grau de urbanização por município da Região Metropolitana da Baixada Santista. 176
Tabela 5- Produto Interno Bruto (PIB) em mil reais com o percentual de valor adicionado por setor da economia e participação percentual no total da Região Metropolitana da Baixada Santista por município no ano de 2017. 177
Tabela 6- Produção agrícola conforme a área colhida e pecuária conforme o número de cabeças por município da Região Metropolitana da Baixada Santista. 202
Tabela 7- Renda per capta mensal média, renda domiciliar e analfabetismo por município da Região Metropolitana da Baixada Santista. 212
Tabela 8- Nível Percentual de atendimento de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo em sistema público por município da Baixada Santista - SP. 215
Tabela 9- Área e percentual das unidades de Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 223
Tabela 10- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 234
Tabela 11- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 235
Tabela 12- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 235
Tabela 13- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 236
Tabela 14- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 237
Tabela 15- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 237
Tabela 16- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 238
Tabela 17- Comparação pareada parâmetros da AHP para os Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista. 238
Tabela 18- Área e percentual das classes de Estado Ambiental e respectivos níveis de conservação/degradação da paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista. 242

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Critérios e definições para avaliação dos impactos ambientais sobre a paisagem. 61
Quadro 2- Critérios de classificação e de ponderação da importância dos impactos ambientais sobre a paisagem. 62
Quadro 3- Conceitos e definições empregados para análise ambiental. 64
Quadro 4- Cartas topográficas utilizadas nos levantamentos básicos. 68
Quadro 5- Descrição dos materiais da base cartográfica conforme as escalas e resoluções, fontes, disponibilização e acesso. 70
Quadro 6- Níveis de análise e compartimentação dos temas relacionados aos sistemas naturais. 71
Quadro 7- Postos pluviométricos (prefixo) por município, localização (lat. e long.) e altitude. 72
Quadro 8- Classes de altimetria e declividade adotadas. 75
Quadro 9- Compartimentos e principais parâmetros para classificação. 76
Quadro 10- Descrição dos materiais obtidos nos levantamentos sobre solos e cobertura vegetal conforme as escalas, fontes, disponibilização e acesso. 78
Quadro 11- Classes de solos, processos pedogenéticos predominantes e descrição dos processos. 78
Quadro 12- Detalhamento da área de cobertura das imagens digitalglobe, data do imageamento, tipo de mosaico e resolução espacial. 79
Quadro 13- Níveis de compartimentação e classes de cobertura e usos da terra. 83
Quadro 14- Procedimentos, materiais e fontes para mapeamento de cada tipo de APP. 85
Quadro 15- Critérios, parâmetros, classes e definições para ponderação das ações de impacto ambiental. 87
Quadro 16- Temas indicadores de ações de impacto ambiental, geometria e classes de representação e fonte para espacialização. 90
Quadro 17- Funções Geoecológicas Dos Sistemas Naturais. 94
Quadro 18- Critérios para classificação da situação de cada unidade dos sistemas naturais em relação à suscetibilidade. 95
Quadro 19- Tipos de usos da terra agrupados conforme a funcionalidade em subsistemas e sistemas antrópicos. 97
Quadro 20- Escala de números absolutos para comparação paritária. 101
Quadro 21- Intervalos de classes e categorias de estado ambiental. 103
Quadro 22- Intervalos de classes e categorias dos níveis de conservação/degradação. 103
Quadro 23- Funções Geoecológicas dos Componentes Dos Sistemas Naturais. 150
Quadro 24- Classificação dos indicadores das ações de impactos ambientais entre positivos e negativos para a Região Metropolitana Da Baixada Santista. 179
Quadro 25- Área e percentual das unidades de sistemas e subsistemas antrópicos e dos usos da terra da Região Metropolitana Da Baixada Santista – SP. 183
Quadro 26- Ponderações da intensidade de ações de impactos ambientais nos componentes e subcomponentes dos Sistemas Naturais. 197
Quadro 27- Passivos ambientais da disposição final do lixo e ação de gerenciamento por município. 217
Quadro 28- Quadro Síntese dos Sistemas Ambientais da Baixada Santista - SP. 221
Quadro 29- Parâmetros da AHP para comparação pareada e siglas para as ações de impacto ambiental identificadas na Região Metropolitana da Baixada Santista. 234
Quadro 30- Quadro Síntese do Estado Ambiental da Paisagem da Baixada Santista detalhando as ações de impacto, valores resultantes e efeitos e consequências por Sistema Ambiental. 240

SUMÁRIO

CAPITULO 1 APRESENTAÇÃO **17**
1.1 Introdução **17**
1.2 Justificativa e Hipótese **22**
1.3 Objetivos **25**
CAPÍTULO 2 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS **26**
2.1 A Teoria Geral dos Sistemas **27**
2.2 A Teoria Geral dos Sistemas na Geografia **31**
2.3 A Paisagem e a Paisagem na Geoecologia **40**
2.4 Geoecologia da Paisagem: uma Visão Sistêmica da Paisagem para Análise Ambiental. **50**
CAPÍTULO 3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO **65**
3.1 Procedimentos Metodológicos **67**
3.1.1 ATIVIDADES DE GABINETE I 67
3.1.2 ATIVIDADES DE GABINETE II 91
3.1.3 ATIVIDADES DE GABINETE III 100
CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES **105**
4.1 Sistemas Naturais da Região Metropolitana da Baixada Santista **106**
4.1.1 ESTRUTURAÇÃO DOS SISTEMAS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA 106
4.1.2 SISTEMAS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA 130
4.1.3 FUNÇÕES GEOECOLÓGICAS E PROCESSOS NOS SISTEMAS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA 150
4.2 Sistemas Antrópicos da Região Metropolitana da Baixada Santista **160**
4.2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA OCUPAÇÃO, CONSTITUIÇÃO TERRITORIAL E CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DA BAIXADA SANTISTA 161
4.2.2 SISTEMAS ANTRÓPICOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA BAIXADA SANTISTA 178
4.3 Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista **219**
4.4 Estado Ambiental da Paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista **233**
CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **263**
REFERÊNCIAS **268**
APÊNDICE **285**

Capitulo 1 APRESENTAÇÃO

1.1 Introdução

A mais de um século cientistas e especialistas debatem sobre como dirigir de maneira sustentável o processo de ocupação e de assimilação dos recursos naturais. Os sistemas ambientais estão experimentando os efeitos da crise contemporânea, com praticamente todos os territórios submetidos a uma pressão desenfreada guiada pela concepção de crescimento econômico, que tem posto em tensão o processo civilizatório e a capacidade de suporte da Terra. A própria busca pelo desenvolvimento enfrenta como desafio a capacidade dos componentes planetários e suas restrições em assimilar os impactos sem que os efeitos e consequências conduzam a uma perda acelerada dos próprios recursos e serviços ambientais (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Diante deste panorama, informações sobre as características e o estado ambiental são essenciais para definição de estratégias de desenvolvimento sustentável, para o planejamento ou mesmo para implementação de processos de gestão ambiental, orientados para promoção de uma relação equilibrada entre a conservação dos sistemas naturais, o potencial para produção de recursos e o bem estar social (MANENT, SANTANA e LINARES, 2014).

De acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), o estado ambiental decorre da situação geoecológica da paisagem, determinada pelo tipo e grau de impacto e pela capacidade de reação e absorção dos geossistemas e, conforme Santos (2012), pelos efeitos e consequências ambientais.

Nesse sentido, o estado ambiental é composto por um conjunto de situações dos componentes ambientais inter-relacionados na paisagem e, conforme Manent, Santana e Linares (2014), tem uma manifestação espacial clara, que depende do tipo e grau da atividade humana, mas também das propriedades intrínsecas dos sistemas naturais nos quais tais atividades ocorrem. Trata-se de uma propriedade das entidades naturais modificadas pelas ações humanas ao longo do tempo e se expressa para determinado momento, conforme os autores.

Nestes moldes, o estado ambiental manifesta-se num espaço em certo tempo, sendo o recorte temporal igualmente importante, já que trata-se de algo mutável por conta das diferentes respostas que os sistemas ambientais têm a mudanças nos fluxos de matéria, energia

e informação. Tais mudanças podem acontecer nos sistemas antecessores, tanto nos sistemas naturais quanto nos sistemas antrópicos, que compõem a paisagem.

Enquanto sistema que contém e reproduz recursos, meio de vida e da atividade humana, laboratório natural e fonte de percepções, a paisagem foi incorporada pela atividade antrópica devido à organização social e à capacidade de trabalho e passou a configurar um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antrópicas. Neste sentido, os seres humanos além de parte natureza tornaram-se agentes transformadores e, apesar de não modificarem as leis naturais, têm mudado as condições de manifestação pela introdução de novos elementos na paisagem que se instalam no fundo natural (ISACHENKO, 1973; RODRIGUEZ e SILVA, 2013; RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

De forma geral, nas paisagens brasileiras as modificações decorrentes da atividade antrópica distribuíram-se de forma relativamente concentradas no espaço e no tempo. No espaço sobretudo na faixa litorânea como resultado de uma inserção nas relações econômicas, sociais e políticas mundiais por via marítima. No tempo principalmente no período pós-colonização, com maior intensidade nos dois últimos séculos pelo desenvolvimento urbano e industrial.

O mar foi a via de acesso dos portugueses ao que viria a ser o território brasileiro. Quer seja para agricultura, implantação de portos ou função de defesa frente às demais potências europeias, o litoral foi a primeira linha de ocupação colonial (IBGE, 2011). Neste processo, estuários e baías foram privilegiados pela menor exposição aos movimentos marítimos e aos ataques inimigos. Estes lugares abrigaram os portos e os primeiros núcleos urbanos (AFONSO, 2006).

No litoral sudeste ou das escarpas cristalinas, numa grande reentrância intensamente recortada do litoral brasileiro com desníveis abruptos e com diversas baías e estuários (SILVEIRA, 1964), o primeiro núcleo urbano do país, São Vicente, foi instalado nos arredores de um pequeno porto na ilha de mesmo nome (PETRONE, 1965). Portanto, o processo de ocupação colonial no que hoje é a Região Metropolitana da Baixada Santista no mesolitoral do atual Estado de São Paulo remonta ao século XVI.

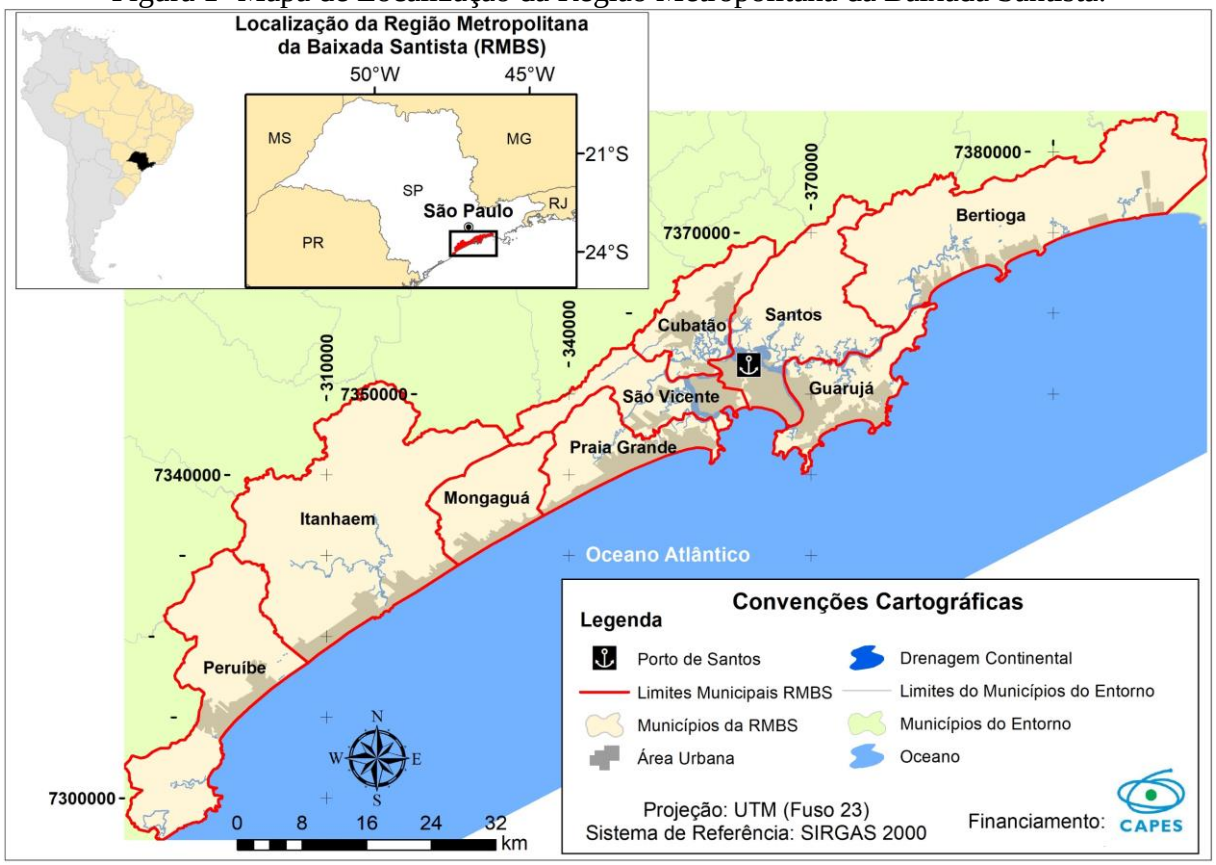
Após deslocado para o outro lado da ilha, em Santos, o porto conduziu parte importante da dinâmica de ocupação e da transformação da paisagem local e regional, principalmente após o século XIX, quando passou a exercer a função de “porto do café”. Santos

tornou-se o centro comercial deste que era o principal produto exportado no país e o centro demográfico e econômico do litoral paulista, processo intensificado pela inauguração da era ferroviária que estreitou as relações e o desenvolvimento urbano de São Paulo e Santos (ARAÚJO FILHO, 1969).

Entretanto, foi no século XX que as alterações da paisagem alcançam maiores magnitudes com incremento das mudanças nos sistemas naturais, em um cenário nacional de intensificação da urbanização e da industrialização e de aprofundamento do vínculo com a metrópole paulista pelo modal rodoviário (AFONSO, 2006).

A partir da expansão e da integração urbana, a Baixada Santista foi instituída região metropolitana (Figura 1) pela Lei Complementar nº. 815 em 30 de julho de 1996 (SÃO PAULO, 1996), abrangendo cerca de 2.430 km^2, conforme dados da malha digital de IBGE (2015), divididos em nove municípios: Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Santos, Cubatão, Guarujá e Bertioga. De acordo com os dados da Contagem Populacional de 2018 a região é habitada por aproximadamente 1,8 milhão de pessoas e faz parte do Estado mais populoso do Brasil, São Paulo, com cerca de 45,5 milhões de habitantes (IBGE, 2019b).

Figura 1- Mapa de Localização da Região Metropolitana da Baixada Santista.



Fonte: IBGE (2015).

Em termos de dinâmica natural a paisagem regional é complexa, como é característico das regiões litorâneas, situada no contato entre os fatores morfogenéticos relacionados ao continente e ao oceano, com erosão e sedimentação advindas do continente, resultantes da ação do clima, e com processos oceanográficos, como variação da maré, atuação das ondas e correntes marítimas. Isto sobre duas morfoestruturas diferentes, uma resistente com evolução conduzida principalmente por processos de caráter endogenético e outra formada pela sedimentação e relacionada principalmente a processos de caráter exogenético (GIGLIOTTI e OLIVEIRA, 2015).

Na porção mais continental da região se sobressai a grande muralha formada pela Serra do Mar, com cobertura vegetal densa, drenagem superficial abundante sobre um relevo esculturado pelos processos característicos de áreas de clima quente e úmido em rochas resistentes que exercem controle estrutural. Já na porção mais próxima do mar desenvolve-se a planície costeira em nível altimétrico ligeiramente elevado em relação ao mar, em material sedimentar originário de processos exógenos ao longo do Quaternário. A planície é interrompida em diversos pontos por morros destacados da Serra ao longo do processo de recuo erosivo. Grande quantidade de água precipita, escoa e acumula nesta planície em diversos rios e canais, com destaque para o estuário santista que individualiza as ilhas de São Vicente e Santo Amaro, circundados por extensos manguezais.

Neste cenário, a expansão urbana e industrial privilegiou ao longo da história as áreas de planície em oposição às encostas íngremes da Serra do Mar. Limitada de um lado pela linha de costa e de outro pela serra, a malha urbana integrou-se estendida linearmente fragmentada por morros residuais, rios, canais estuarinos e mangues e centralizou-se nos arredores do principal complexo portuário brasileiro, nos municípios de Santos, Guarujá, São Vicente, Praia Grande e Cubatão com maior concentração populacional e econômica, mas também de impactos ambientais.

Ainda que constituam trechos de elevada fragilidade natural e com elevada suscetibilidade ao desenvolvimento de processos de alta energia, áreas dos morros residuais e dos mangues, principalmente das ilhas de São Vicente e de Santo Amaro, além de partes da encosta serrana em Cubatão, foram incorporados e se consolidaram como parte da malha urbana (AFONSO, 2006).

Desta forma, embora os processos de movimentos gravitacionais de massa, enchentes e inundações sejam recorrentes e componham parte da dinâmica dos sistemas

naturais regionais, os usos antrópicos na paisagem passaram a maximizar as ocorrências, dinamizando o tempo de desenvolvimento e interferindo na distribuição ou concentração no espaço, condicionando situações de riscos aos assentamentos e às infraestruturas (OLIVEIRA, 2010).

De acordo com Cheliz e Oliveira (2020), ao longo da história recente novas formas de uso foram rapidamente implantadas e/ou ampliaram-se tendo como consequência a diversificação dos riscos e impactos ambientais nos quadros naturais incorporados. Morros residuais e patamares diversos das planícies costeiras e sopés das serranias foram tomados por novos processos de ocupação primeiramente populares, motivadas por estratégias básicas de sobrevivência e moradia, mas também houve incorporação de áreas com elevada suscetibilidade para valorização imobiliária por um urbanismo de exceção paisagística. Manguezais em interstícios das áreas urbanas já consolidadas foram tomados por bairros populares com grandes contingentes de migrantes do campo, enquanto segmentos adjacentes à linha de praia valorizaram rapidamente, face ao potencial turístico, passando por verticalização intensa.

Ainda conforme os autores, concretizaram-se também densos impactos ambientais advindos da industrialização regional. A crescente liberação de poluentes na atmosfera passou a deteriorar microclimas urbanos, combinados com a contaminação das águas e modificações nos padrões geoquímicos. A cobertura vegetal das encostas sofreu continua fragilização e a saúde foi impactada pela poluição. Setores da Baixada Santista no início dos anos 1990 foram chamados na imprensa internacional de Vale da Morte Brasileiro pelo volume e intensidade da degradação ambiental urbano-industrial (CHELIZ e OLIVEIRA, 2020).

No entanto, apesar do grande contingente populacional, da intensa urbanização e concentração industrial em determinados trechos, as características naturais e a regulação dos usos e ocupação pela legislação contribuíram para manutenção de extensa cobertura vegetal, em encostas florestadas e em mangues e restingas na planície. A área mais extensa conservada na Baixada Santista é a do Parque Estadual da Serra do Mar, que muito contribuiu para preservação da cobertura vegetal regional, parte da Mata Atlântica, de acordo com IBGE (2019a).

Em razão das características naturais, seja do relevo, hidrografia e solos, das dimensões urbanas e da presença de áreas de proteção extensas, os usos rurais representam pequena parte da utilização da terra, majoritariamente próximos ao sopé da Serra do Mar. Nas

áreas urbanas e entre elas e a serra também são comuns às áreas de mineração das quais eram e são extraídos recursos para construção civil, configurando áreas impactadas (GIGLIOTTI e OLIVEIRA, 2015).

Nestes moldes, trata-se de uma paisagem na qual trechos e fragmentos conservados contrastam com a diversidade e intensidade dos usos antrópicos, conotando um cenário de conflito proeminente, uma vez que o processo de urbanização e industrialização é baseado em padrões incompatíveis com a existência da vegetação nativa (AFONSO, 2006).

Para Gigliotti e Oliveira (2015), a intensidade dos processos de uso e ocupação da Baixada resulta em diversos níveis de desequilíbrio no sistema ambiental, com impactos alarmantes como consequência. Afonso (2006) aponta a poluição do ar, a contaminação das águas por lançamento de efluentes domésticos ou industriais e a disposição de resíduos sólidos como problemas frequentes nas aglomerações urbanas regionais. Esses distúrbios agravam-se com a barreira física constituída pela Serra do Mar à circulação atmosférica e com a urbanização de ilhas e margens de canais estuarinos.

Neste cenário, é possível vislumbrar a diversidade de situações geoecológicas ou de estados ambientais desta paisagem, muito variada e que possui dinâmica intensa do ponto de vista natural e antrópico, onde diferentes tipos de impactos se sobrepõe a um ambiente suscetível a processos naturais vigorosos, ora densamente utilizado, ora conservado.

1.2 Justificativa e Hipótese

Diante do exposto, na Baixada Santista a relação entre as características naturais e os usos antrópicos com seus respectivos impactos configuraram um estado de crise ambiental crônica, de acordo com Afonso (2006):

> Assim configura-se um estado de crise ambiental crônica na Baixada Santista: grande quantidade de áreas florestadas; pressão urbana sobre essas áreas, com implantação de um padrão de assentamento que exige transformação total das características locais; poluição do ar, dos rios e das águas estuarinas e costeiras por efluentes domésticos e industriais (p. 27).

As transformações antropogênicas promoveram ações ambientalmente impactantes combinadas de maneira diversificada em áreas que frequentemente possuem elevada suscetibilidade natural, reforçando o potencial dos processos naturais e convertendo-os em

problemas do ponto de vista ambiental, como discutido em Oliveira (2010), Ross e Fierz (2018), Cheliz e Oliveira (2020), dentre outros.

Pelo reforço dos processos naturais ou mesmo pela inserção de novos elementos decorrentes da atividade humana em um ambiente naturalmente complexo, emergiram relações heterogêneas com diferentes intensidades de degradação resultando em estados ambientais variados.

Considerada nestes aspectos a paisagem regional compõe um fenômeno complexo de muitas dimensões que demanda diferentes níveis de abordagem e que pode ser compreendido pela perspectiva sistêmica. De acordo com Rodriguez e Silva (2013), tal perspectiva é uma concepção metodológica e maneira para estudar objetos integrados e as dependências e interações integrais.

Neste contexto, o estado ambiental da paisagem da Baixada Santista torna-se objeto de interesse para investigação da manifestação das relações entre as dinâmicas naturais, os usos antrópicos e os impactos ambientais em escala regional, que por sua vez possibilita a análise, representação e comparação da problemática ambiental comum aos municípios integrantes.

O mapeamento do estado ambiental foi proposto por Glazoviskiy et al. (1999) como ferramenta para diagnose de diversos problemas ambientais globais decorrentes da assimilação antrópica em diferentes ambientes. Quando apropriado pela Geoecologia da Paisagem por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), passou a retratar os demais ciclos da hierarquia geossistêmica, local e regional.

Entretanto, o trabalho nestas ordens da hierarquia espacial têm exigido esforços para consolidação de conjuntos de procedimentos. Dentre outras propostas, trabalhos como de Gigliotti (2010), Santos (2012), Souza (2017) e Folharini, Furtado e Oliveira (2019) do Núcleo de Estudos Ambientais e Litorâneos (NEAL) têm avançado nestas questões a partir da identificação da problemática ambiental em conjuntos discretos da paisagem pela perspectiva sistêmica.

Além de constituir um estudo de caso, este trabalho intencionou também colaborar com as discussões nesta perspectiva com toda organização teórico-metodológica proposta, pelo emprego de procedimentos para identificação de unidades da paisagem a partir das relações espaciais e funcionais e pela incorporação de parâmetros quali-quantitativos para análise dos impactos ambientais e seus efeitos e consequências no ambiente.

A partir de então, pelo entendimento da diversidade de situações manifestadas na paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista, que alterna áreas extensas preservadas e usos intensos sob um modelo que impõe diversos níveis de desequilíbrio, as questões motivadoras foram: à luz da Geoecologia da Paisagem, tendo em vista mecanismos tão distintos de funcionamento e processos tão diversos, é possível definir pelos procedimentos metodológicos adotados o estudo e representação do estado ambiental da paisagem em escala regional? É possível enfocar e representar a dinâmica de funcionamento da paisagem a partir da análise geoecológica? Quais as contribuições da análise sistêmica neste sentido e como a representação cartográfica dos sistemas ambientais e de seus subsistemas antrópicos e naturais se comporta em uma escala regional nesta área? É possível organizar de maneira objetiva os procedimentos e técnicas numa pesquisa desta natureza?

Por conseguinte, foi admitido como hipótese que a perspectiva sistêmica e geoecológica possibilita compreender e representar a paisagem e o estado ambiental em escala regional considerando a relação entre a dinâmica natural, definidora de graus de suscetibilidade, e a dinâmica antrópica, definidora de ações de impactos ambientais, nos sistemas ambientais. Isto seria possível pelo levantamento, análise e representação espacial poliescalar[1] dos subsistemas naturais e antrópicos, que ao comporem os sistemas ambientais elucidariam o funcionamento da paisagem, entendida como um sistema complexo cujos elementos são distinguíveis em diferentes níveis analíticos e que, por outro lado, pode ser sintetizada em unidades espaciais que incluam as relações entre matéria, energia e informação de ordem natural e antrópica, definidoras do estado ambiental e de níveis diferenciados de conservação/degradação.

Neste sentido, embora a análise de áreas homogêneas permita discussões quanto a sua eficácia, ela ainda é meio importante de espacialização e análise conjunta da dinâmica processual no espaço geográfico, o que torna veemente a consideração de que não é possível permitir que a “setorização” na análise espacial leve à perda da noção de sistema (OLIVEIRA, 2012).

[1] Em meio ao emaranhado de intricadas interconexões e influências pelos diversos níveis de matéria, energia e informação, e, considerando o discernimento arbitrário, um sistema deixa de ter escala rígida de manifestação, como tradicionalmente definida. A perspectiva poliescalar emerge como possibilidade para evitar reducionismos e para valorizar a causalidade (GOMES e VITTE, 2017). Neste caso, a perspectiva poliescalar admite que as formas e processos manifestam-se em diferentes níveis que, pela inter-relação, promovem a manutenção da totalidade.

Tais pressupostos, assumidos a partir das concepções da geoecologia da paisagem, que de acordo com Cheliz e Oliveira (2020) foi aplicada em diversos outros países mostrando-se capaz de elencar impactos físico-ambientais predominantes, guiaram a elaboração dos objetivos que tiveram como objeto de estudo o estado ambiental da paisagem e como área de interesse a Região Metropolitana da Baixada Santista.

1.3 Objetivos

Sistematizar uma metodologia quali-quantitativa para o diagnóstico do estado ambiental pelo estudo e cartografia da paisagem em escala regional, compreendida como sistema ambiental, na Região Metropolitana da Baixada Santista (SP). Para tanto, mais especificamente, foram propostos os seguintes objetivos:

a. Produzir inventário, análises e sínteses cartográficas sobre os subsistemas naturais e antrópicos e sobre os sistemas ambientais da área de estudo;
b. Apresentar e discutir a dinâmica funcional da paisagem pelos subsistemas naturais e antrópicos e pelos sistemas ambientais, identificando suas implicações para o estado ambiental;
c. Propor conjuntos de procedimentos para o diagnóstico do estado ambiental, avaliando o grau das alterações e a amplitude dos processos degradantes quali-quantitativamente.

Considerando tais objetivos, o trabalho foi organizado incluindo os referenciais teóricos, em uma abordagem histórico-analítica, os procedimentos metodológicos e as atividades de pesquisa, além dos resultados e discussões e das considerações finais. Quanto aos resultados, foi feita a subdivisão entre os subsistemas naturais e antrópicos, com a discussão da evolução, das características, da espacialidade, das funcionalidades e dinâmicas particulares de cada, básicas para síntese da paisagem numa perspectiva relacional pelos sistemas ambientais. Por sua vez, os sistemas ambientais constituíram a base para o diagnóstico do estado ambiental.

Capítulo 2 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Os fundamentos teórico-metodológicos desta pesquisa foram baseados na Geoecologia das Paisagens de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), erigida sob os pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas e da teoria geossistêmica aplicadas ao estudo das paisagens voltada à análise ambiental.

Assim, o primeiro alicerce é a Teoria Geral dos Sistemas[2], proposta por Ludwig von Bertalanffy no início do século XX e difundida em meados do mesmo século. Mais especificamente, o interesse foi direcionado para a apropriação e significação da teoria de Bertalanffy principalmente pela geografia Russo-Soviética com a proposição do Geossistema e pela aplicação dos princípios sistêmicos à cartografia das paisagens.

Sob influência destas, as concepções desenvolvidas pela Geografia brasileira também orientaram os caminhos teórico-metodológicos, pelo reconhecimento de dois subsistemas gerais que configuram as paisagens, os naturais e antrópicos, partes dos sistemas ambientais, como pressupõe Christofoletti (1999), Perez Filho (2007; 2008), Amorim (2012) e Dias e Perez Filho (2017) e outros. Os sistemas ambientais contribuíram com a articulação dos Sistemas Naturais e Sistemas Antrópicos e subsidiaram uma perspectiva relacional e funcional quanto aos elementos naturais e antrópicos da paisagem.

O segundo alicerce foi a análise ambiental proposta a partir do ponto de vista sistêmico e geoecológico, envolvendo os sistemas antrópicos e os impactos ambientais, e seus efeitos e consequências nos sistemas ambientais, para o diagnóstico do estado ambiental pelo enfoque funcional[3] e pelo histórico-antropogênico[4] da Geoecologia das Paisagens de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

---

[2] A Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1975) concebeu que: "É necessário estudar não somente as partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo" (p. 53). "Seu objeto é a formulação de princípios válidos para os "sistemas" em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que compõem e as relações ou forças existentes entre eles. (...) A teoria geral dos sistemas é portanto uma ciência geral da "totalidade" (p. 61).

[3] O enfoque funcional se refere a investigação dos motivos e finalidades da interação funcional entre os elementos da paisagem fundamentado na concepção de que na paisagem todos os elementos cumprem determinadas funções (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

[4] O enfoque histórico-antropogênico dedica-se a interferência da sociedade na geosfera, considerando os problemas da modificação e transformação, a classificação e as características, os impactos e a dinâmica antrópica das paisagens (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

A partir de então, adiante é feita a apreciação do referencial teórico metodológico a partir de uma visão histórico-analítica com as devidas vinculações teóricas dispostas em ordem temática.

2.1 A Teoria Geral dos Sistemas

O entendimento da complexidade do todo, desafio posto a ciência moderna na superação dos mosaicos mecânicos da ciência clássica como cerne de uma nova demanda sociocultural, foi ensejado pela abordagem sistêmica, fruto direto da Teoria Geral dos Sistemas (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

A própria evolução tecnológica levou a necessidade de pensar não em termos de máquinas isoladas mas em sistemas. No entanto, não se tratou apenas de uma exigência da de tal evolução e sim de uma transformação nas categorias básicas do pensamento pela necessidade de tratar com complexos, com totalidades ou sistemas em todos os campos do conhecimento (BERTALANFFY, 1975).

Para Bertalanffy (1975) as realizações da tecnologia moderna acabaram por reforçar a necessidade de reorientação da ciência como um todo, da física subatômica à história. A teoria dos sistemas passou a contrapor a visão mecanicista nos diversos campos do conhecimento, como no caso da visão sobre estímulo-resposta na psicologia, na compreensão das complexidades e propriedades do sistema sociocultural nas ciências sociais ou mesmo na elaboração do pensamento histórico. Porém foi à biologia que Bertalanffy dedicou maior esforço na construção de uma concepção organísmica[5], que acentuasse a consideração do organismo como totalidade ou sistema e que tivesse como objetivo a descoberta de princípios de organização dos vários níveis, isto como resposta a evidentes lacunas na pesquisa e na teoria desta disciplina:

> É necessário estudar não somente as partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1975, p. 53).

[5] Termo utilizado em Bertalanffy (1975, p. 29): “O autor advogava uma concepção organísmica na biologia, que acentuasse a consideração do organismo como totalidade ou sistema e via na descoberta dos princípios de organização dos vários níveis o principal objetivo das ciências biológicas”.

Bertalanffy (1975) justificou os postulados da teoria diante de uma ciência até então predominantemente monotética e reducionista, que desprezava a questão da interação ou totalidade, caras aos campos científicos biológico, sociológico e do comportamento, com a introdução de novas categorias no pensamento e na pesquisa científica, como a interação entre muitas variáveis, a organização, a autoconservação, a direção etc.

A ideia de uma Teoria Geral dos Sistemas proposta por Ludwig von Bertalanffy foi introduzida no início e se consolidou em meados do século XX, mas o conceito de sistema tem longa história. Para Rodrigues (2001) a teoria foi proposta visando a investigação científica, sua aplicação tecnológica e a elaboração de uma filosofia dos sistemas.

De acordo com Vasconcellos (2002), paralelo ao desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas, no decorrer do século XX, ocorreu o da Cibernética, sendo a Teoria Geral dos Sistemas uma perspectiva organicista por sua associação com os organismos ou sistemas naturais – biológicos e sociais e a Cibernética mecanicista por sua associação com as máquinas, ou sistemas artificiais.

Porém, vale ressaltar que embora a Teoria Geral dos Sistemas e a Cibernética tenham se constituído como os primeiros arcabouços teóricos sobre sistemas isto não significa que não tenha havido propostas e discussões anteriores. Já, em 1912, Bogdanov, um pesquisador, médico, filósofo e economista russo, publicou Tectologia, na qual propunha generalizar os princípios de organização de todas as estruturas vivas e não-vivas, antecipando várias ideias posteriormente desenvolvidas por Bertalanffy, Wiener, Ashby, Prigogione, René, Thom (VASCONCELLOS, 2002).

Neste sentido, Berralanffy (1975) também aponta que sob a designação de “filosofia natural” a perspectiva sistêmica pode remontar a Nicolau de Cusa, Leibniz, a medicina de Paracelso, a visão histórica de Vico e ibn-Kaldum ou mesmo à dialética de Marx e Hegel. Mais especificamente, houveram obras preliminares no campo da Teoria Geral dos Sistemas, como as “*Gestalten* físicas” de Kohler em 1924 sobre sistemas orgânicos e inorgânicos e a obra de Lotka em 1925 que mais se aproximou do objetivo da visão sistêmica pela acentuação da visão do ser como um todo. Entretanto, o aparecimento simultâneo de ideias semelhantes independentemente, como os textos de Whithead em 1925 sobre a filosofia do mecanismo orgânico, de Cannon em 1929 e 1932 sobre a homeostase e a concepção organísmica de Claude Bertrand em 1957, apontavam para uma nova tendência emergente.

Formulada neste contexto, a Teoria Geral dos Sistemas objetivava estabelecer princípios válidos para os sistemas em geral, independentemente da natureza dos elementos que compõem as relações ou forças existentes entre eles. A teoria propunha uma ciência geral da totalidade pela definição de sistema como "conjunto de elementos em interação" (BERTALANFFY, 1975, p. 62).

Para Bertalanffy (1975) à primeira vista a definição dos sistemas é vaga, porém foi a partir dela que puderam ser desenvolvidos inclusive matematicamente os conceitos de totalidade (o todo é mais que a soma das partes), de auto regulação (relacionada às interações internas do sistema), de hierarquia (que pressupõe que os membros individuais são na verdade sistemas do nível inferior seguinte), e de finalidade.

Concordando com Vale (2012), a teoria tornou-se instrumento útil capaz de fornecer modelos para diferentes campos, escapando de analogias superficiais. Assim, tornou possível aplicar abstrações correspondentes e modelos conceituais a fenômenos de diferentes natureza, sendo este o principal valor desta proposta (VALE, 2012).

Bertalanffy apresentou a noção de sistema como um complexo de elementos em interação ou um conjunto de componentes em estado de interação, por vezes utilizando os termos sistema, totalidade e organização como sinônimos (VASCONCELLOS, 2002). Esta constatação vai ao encontro da crítica feita por Edgar Morin em 1977 em "*La méthode 1: La nature de la nature*", traduzido em Morin (2016), para o qual apesar de conter aspectos inovadores, a Teoria Geral dos Sistemas omitiu o aprofundamento de seu próprio fundamento e não refletiu sobre o conceito de sistema. Para o autor, o trabalho preliminar ainda estava por ser feito: examinar a ideia de sistema.

Assim como Bertalanffy, Morin (2016) contrapõe a perspectiva sistêmica à ciência clássica para justificar a perspectiva sistêmica como inovadora. Nesta relação aponta que a ciência clássica estava dedicada a compreender a ordem, na busca por leis gerais para o funcionamento da natureza, que constituem apenas uma face de um fenômeno multifacetado que comporta também uma face de desordem e uma face de organização. A partir de então defende uma perspectiva dialógica entre desordem, ordem, interação e organização para o sistema. Para ele o universo constitui sua ordem e sua organização na turbulência, na instabilidade, no desvio, na improbabilidade, na dispersão de energia. Portanto, é desintegrando-se que o cosmo se organiza por meio da interação necessariamente.

Uma vez constituídas, a organização e a sua ordem própria são capazes de resistir a um grande número de desordens. Há um grande jogo cosmogenésico da desordem, da ordem e da organização. Neste sentido existem as peças do jogo, os elementos materiais; as regras do jogo, que seriam constrições iniciais e princípios de interação; e o acaso das distribuições e dos encontros. A desordem produz ordem e organização e tudo que produz ordem e organização produz irreversivelmente desordem (MORIN, 2016).

Morin (2016) propôs a associação entre organização e sistema ligados pelo conceito de inter-relação: qualquer interação dotada de alguma estabilidade ou regularidade adquire caráter organizacional e produz sistema. Apesar de inseparáveis, o autor defende que inter-relação, sistema e organização são conceitos relativamente distinguíveis:

> A ideia de inter-relação remete aos tipos e formas de ligação entre os elementos ou indivíduos, entre esses elementos/indivíduos e o Todo. A ideia de sistema remete a unidade complexa do todo inter-relacionado, às suas características e propriedades fenomenais. A ideia de organização remete à combinação das partes em um todo que, por sua vez, intermedeia essa mesma combinação (MORIN, 2016, p. 133).

De acordo com o autor, é partir deste conceito trinitário organização/sistema/inter-relação que podemos compreender o que é a Natureza. A partir de então tudo que era objeto tornou-se sistema. Desta forma, todos os objetos-chave da Física, da Biologia, da Sociologia, da Astronomia, átomos, moléculas, células, organismos, sociedades, astros, galáxias, constituem sistemas. A Natureza é constituída de sistemas entrelaçados que se constroem uns sobre os outros, uns por meio dos outros, com os outros, contra os outros. “A Natureza são os sistemas de sistemas em série, em ramificações, em pólipos, em cascata, em arquipélagos” (MORIN, 2016, p. 128). Estas noções apresentadas por Morin apontam para outra questão fundamental no estudo de sistema, a noção de universo (PEREZ FILHO, 2008).

Para Rodriguez e Silva (2013) o sistema é o conjunto de elementos encontrados nas conexões e com ligações entre si que formam uma determinada unidade e integridade. É um conjunto energético-substancial de componentes inter-relacionados agrupados de acordo com as relações diretas e inversas em uma determinada unidade. É um todo complexo, único, organizado, formado pelo conjunto ou combinação de objetos ou partes.

De maneira semelhante, referindo-se a um sistema como um todo integrado cujas propriedades não podem ser reduzidas às propriedades das partes, Vasconcellos (2002)

apresentou a tipologia dos sistemas como isolados, fechados e abertos, conforme a relação entre a entrada e saída de matéria e energia: os sistemas isolados são fechados a entrada de matéria energia, como supõe-se para o universo como um todo; já os fechados comportam a entrada de energia, mas não de matéria; por sua vez, os sistemas abertos são os que apresentam contínua troca de matéria e energia.

A autora chama atenção para o fato de que o próprio Bertalanffy afirma repetidamente que sua teoria é uma teoria para os sistemas abertos, que fazem sua auto-manutenção a partir da contínua troca de matéria com o ambiente. Neste caso, como esses sistemas importam matéria que contém energia livre, compensam, com excesso, a entropia ou perda de capacidade de realizar trabalho, podendo então não só se manter, mas inclusive evoluir para um grau de complexidade superior.

Assim posicionados em termos mais abrangentes relacionados à perspectiva de natureza, cabe discutir no subtítulo subsequente como a teoria sistêmica foi apropriada e utilizada na abordagem ambiental na Geografia, que Vicente e Perez Filho (2003) elencaram como o mais complexo dos sistemas.

2.2 A Teoria Geral dos Sistemas na Geografia

Na Geografia o paradigma sistêmico insere-se na necessidade de reflexão sobre a apreensão analítica do complexo ambiental, através da evolução e interação de seus componentes socioeconômicos e naturais no conjunto de sua organização espaço-temporal, com abordagem do objeto de estudo e do entendimento do todo (sistema) na sua inerente complexidade (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

De acordo com Dias e Perez Filho (2017), a Teoria Geral dos Sistemas foi introduzida a partir da Geomorfologia por Strahler em 1950, quando assinalou que um rio ajustado fosse descrito como um sistema aberto em estado constante. A ideia de sistemas abertos também foi usada por Hack ao expor as bases da teoria do equilíbrio dinâmico, embora seja Chorley, também na década de 1960, que sistematizou e mostrou a necessidade da abordagem sistêmica na Geomorfologia.

Para Gregory (1992) a publicação de Chorley e Kennedy "*Physical Geography: a systems approach*" de 1971 representou um marco da incorporação do pensamento sistêmico

na Geografia Física e, conforme Rodrigues (2001), a própria noção de paisagem em Geografia encontrou suporte lógico na Teoria Geral dos Sistemas.

Entretanto, tal como proposta por Bertalanffy, a Teoria Geral dos Sistemas representou uma contribuição mais imediata para a teoria e os conceitos de ecossistema e geossistema, a primeira proposta por Tansley e a segunda com destaque para as conceituações e os esquemas de classificação de Sochava e Bertrand (RODRIGUES, 2001).

O conceito de ecossistema foi desenvolvido na década de 1930 por Arthur Tansley, considerando a relação entre meio biótico e abiótico com determinada organização e relação funcional (RODRIGUEZ e SILVA, 2013). Neves et al. (2014) apontam que o conceito de ecossistema foi o responsável pelo encaixe entre a Ecologia e a Teoria Geral dos Sistemas, permitindo a integração conceitual com a instrumentação aplicada.

O ecólogo botânico A. G. Tansley propôs ecossistema como termo geral tanto para o bioma, que era o todo complexo de organismos naturalmente vivendo juntos como unidade sociológica, quanto para seu habitat (GREGORY, 1992).

O conceito de ecossistema representou avanço ao propor uma unidade de estudo com elementos em interação e transformação, num todo complexo e hierarquizado, e, apesar da prevalência do fato biológico sobre o geográfico, foi e é bastante utilizado na Geografia, inclusive sendo considerado vital para compreensão sistêmica na disciplina (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

Entretanto, em substituição aos aspectos da dinâmica biológica focalizados nos estudos sobre ecossistemas, Sochava[6] introduziu o termo geossistema na literatura soviética enfocando a integração dos elementos naturais numa entidade espacial (CHRISTOFOLETTI, 1999). A fixação da abordagem geossistêmica na Geografia teve como finalidade estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos que substituísse o termo ecossistema, adotado pelos biólogos (PEREZ FILHO, 2008). Conforme Sotchava (1977):

> O conceito de ecossistema é biológico. Geossistemas abrangem complexos biológicos, possuem uma organização de sistemas mais complicada e, em comparação com os ecossistemas, têm capacidade vertical consideravelmente mais ampla. Geossistemas são policentricos, sendo-lhes peculiares alguns componentes críticos, um dos quais é, geralmente, representado pela biota. De

[6] As primeiras publicações no Brasil incluíram equivocadamente a letra “t” no nome do autor, de acordo com prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti (comunicação pessoal, 2018). Isto fica evidente nas traduções para o inglês dos textos da revista Soviet Geography disponibilizadas online pelo grupo Taylor & Francis. Entretanto, ao referir-me a estes textos o nome foi utilizado na forma como foi publicado.

> qualquer modo, mesmo nos casos em que este ou aquele ecossistema coincide, espacialmente, com o seu geossistema adequado, as abordagens de um geógrafo e de um ecologista são diferentes: para o geógrafo, é universal; para o ecologista, especializado (p. 17).

De acordo com Sochava, Krauklis e Snytko (1975), os geossistemas representam a esfera de interação entre todos os corpos minerais, matéria biogênica e organismos vivos. A biota constitui um bloco complexo ou vários blocos do geossistema, e muitas vezes representa seu componente crítico. Ao mesmo tempo, a biota dentro de um geossistema também designa um conjunto distinto de ligações que são biologicamente as mais significativas e envolvem os principais fatores que afetam a estrutura do geossistema. Ainda conforme os autores, este conjunto biocêntrico de ligações dentro do geossistema é o que entendemos por ecossistema, que é o objeto central de estudo da ecologia, uma disciplina biológica.

De maneira geral, como qualquer sistema aberto o geossistema funciona sob as condições de ingressos constantes de substância e energia, principalmente energia solar e umidade, consideradas condições necessárias para conservar a ordem do geossistema na absorção da neguentropia, cuja acumulação é uma condição principal do desenvolvimento do processo fisicogeográfico (RODRIGUEZ e SILVA, 2019).

Enquanto princípios axiomáticos, para Sotchava (1978) o meio natural organiza-se em termos de hierarquias funcionais: os geossistemas. Para o autor, estes são identificáveis por meio da convergência da homogeneidade (geômeros) e diferenciação (geócoros) em três ordens ou ciclos tempo-espaciais gerais: planetária, regional e topológica, que possuem dinâmica particular em permanente interação.

O conceito dimensão ou escalas está diretamente relacionado ao problema de circulação de substâncias com uma hierarquia de subordinação sistematizada nos três ciclos. A peculiaridade da circulação das substâncias é o que determina a escala dimensional do geossistema sendo empiricamente reconhecíveis as diferenças no metabolismo da circulação de matéria do nível topológico em relação a energia regional e, ainda mais, da circulação em escala planetária (RODRIGUEZ e SILVA, 2019).

Sobre a dimensionalidade dos geossistemas, Sochava, Krauklis e Snytko (1975) apontam que a tópica (do nível topológico) inclui uma fina camada superficial da ordem de dezenas e centenas de metros considerada o núcleo funcional da geosfera, onde as estruturas geográficas são mais dinâmicas e os processos mais intensivos na troca de massa e energia entre

os componentes. Os efeitos regionais, por sua vez, envolvem regiões de tempos mais longo, estáveis e relativamente distintas, que abrangem uma camada da geosfera com uma espessura de vários quilômetros. Enquanto os geossistemas de dimensão global são duas a três vezes mais espessos que os geossistemas regionais e englobam toda a geosfera.

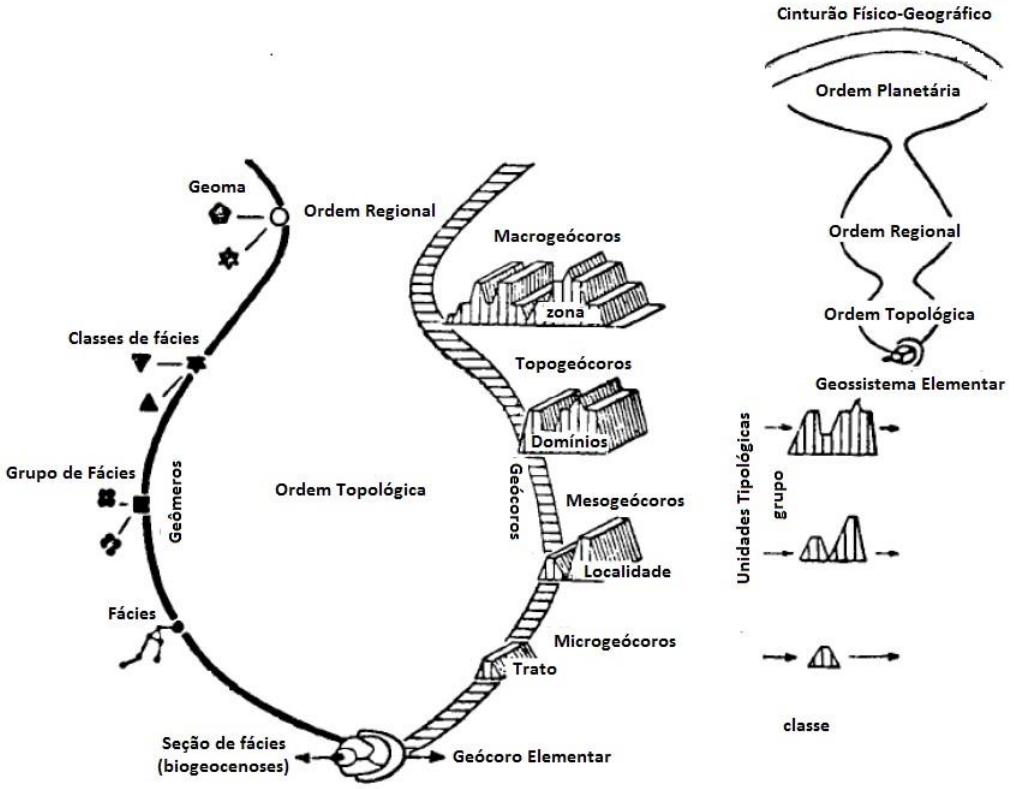
Para Sotchava (1977) os geossistemas são formações naturais, uma classe peculiar de sistemas abertos hierarquicamente organizados, que se desenvolvem de acordo com os níveis os quais atuam na esfera geográfica. A hierarquia de construção é a mais importante feição dos geossistemas. Um geossistema não se subdivide ilimitadamente, já que as unidades espaciais encontram-se na dependência da organização geográfica, assegurando sua integridade funcional (SOTCHAVA, 1977).

Outra característica essencial é a convergência da homogeneidade e diferenciação, que se justapõe na paisagem em decorrência do desenvolvimento da geosfera. Geossistemas de todos os níveis hierárquicos com estrutura homogênea são chamados de geômeros e com estrutura heterogênea são chamados de geócoros (SOCHAVA, KRAUKLIS e SNYTKO, 1975).

Para os autores os geômeros são porções homogêneas de geossistemas cujas áreas elementares são as biogeocenoses que com a generalização crescente conforme a hierarquia tendem a se tornar menos homogêneos, preservando, ao mesmo tempo, suas características básicas distintivas.

Já os geócoros são porções heterogêneas de geossistemas. Uma biogeocenose, sendo uma unidade homogênea elementar, cobre uma pequena área. No sistema de troca de massa e energia, pode funcionar apenas em conjunto com biogeocenoses adjacentes. A menor combinação de biogeocenoses que pode funcionar como uma entidade integral constitui um geócoro elementar. Os geócoros elementares combinam-se para formar um microgeócoros e estes, em ordem crescente da hierarquia, formam um mesogeócoros, topogeócoros, macrogeócoros, e assim por diante (SOCHAVA, KRAUKLIS e SNYTKO, 1975). A Figura 2 ilustra a classificação hierárquica dos geômeros e geócoros.

Figura 2- Classificação da homogeneidade (geômeros) e diferenciação (geócoros) dos geossistemas conforme hierarquia.



Fonte: Sochava (1971); tradução livre de Amorim (2016).

De acordo com Oliveira (2012), Sochava admite que a questão da homogeneidade é importante e assume coerência a partir do reconhecimento de áreas homogêneas elementares, reconhecidas em vasta literatura como biogeocenoses, identificadas numa análise generalizada pela relação ecológica potencial ou pelo ritmo natural. Ainda, a avaliação da homogeneização em diferentes graus de precisão pode-se basear em estudos experimentais e observações visuais, constituindo-se um ponto de partida para a classificação do geossistema que, entretanto, não se apresenta de forma absoluta, mas passível de necessárias adaptações e aperfeiçoamentos.

Nestes termos, o geossistema foi postulado como um fenômeno natural com formações naturais desenvolvidas de acordo com os níveis segundo os quais atuam. Entretanto, os fatores econômicos e sociais devem ser tomados no estudo dos geossistemas, já que compõe estados variados de estruturas primitivas da paisagem (SOTCHAVA, 1977), mas isto não torna as intervenções antropogênicas parte do geossistema.

Por sua vez, Bertrand (1972) ao discutir o conceito de paisagem propôs uma taxonomia de classificação em função da escala com seis níveis têmporo-espaciais, composta

pelas unidades superiores: zona, domínio e região, e pelas unidades inferiores: geossistema, geofáceis e geótopo.

Cavalcanti e Correa (2016) apontam que, embora Bertrand e Sochava utilizem a mesma epígrafe, apresentam ideias distintas existem diferenças fundamentais na concepção de geossistemas entre. Os autores relatam que em um trabalho publicado em parceria com Nikolai L. Beruchashvili em 1978, Bertrand admite que o conceito de geossistema como ordem de grandeza é menos coerente que o proposto por Sochava, destacando que a definição do autor soviético é mais lógica e que torna o geossistema, como o ecossistema, uma abstração e um conceito.

No Brasil, entretanto, Monteiro (2001) relata que a proposta do francês Bertrand foi a que representou o marco inicial da interpretação da paisagem pela ótica geossistêmica frente a uma Geografia Física que não priorizava concepções integradoras. Para o autor, o desenvolvimento da teoria geossistêmica demonstra nítida convergência de interesses entre Bertrand e Sochava, que desenvolveu sua teoria no Instituto de Geografia da Sibéria e Extremo Oriente, e que inclusive foi reconhecido pelo autor francês como o pioneiro no uso do termo geossistema.

Os periódicos do extinto Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (USP) foram os que inicialmente difundiram a proposta geossistêmica na Geografia brasileira, primeiro com o número 13 dos Cadernos de Ciências da Terra, com o Texto de Bertrand (1972) e, posteriormente, com a tradução dos artigos de Sotchava (1977; 1978) nos números 14 e 16 dos cadernos Biogeografia e Métodos em Questão (RODRIGUES, 2001).

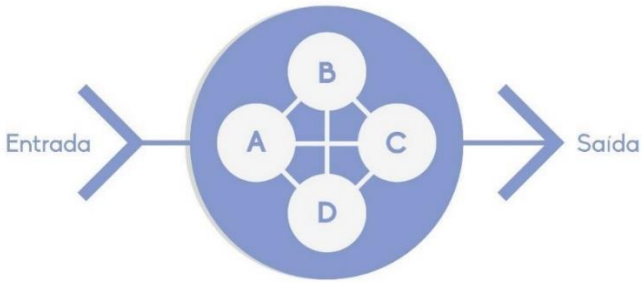
Num primeiro momento, confrontada com a de Bertrand, a classificação em duas fileiras (geômeros e geócoros) proposta por Sochava foi considerada confusa pela maioria dos docentes da USP. Diferentemente da proposta francesa, desenvolvida principalmente nos Pirineus, que buscava amarrar sua tipologia à taxonomia do relevo, a de Sochava ligava-se às formações biogeográficas, algo possivelmente associado aos meios nos quais as pesquisas se desenvolveram (MONTEIRO, 2001).

Entre os geógrafos brasileiros, o termo geossistema passou a figurar constantemente como aplicação da Teoria dos Sistemas ao estudo de áreas naturais. Pesquisadores renomados da Geografia do país propuseram suas considerações sobre os geossistemas, tanto em termos teóricos e sobre sua aplicabilidade, quanto para compartimentação e estudo da dinâmica e

evolução das paisagens do Brasil, destacando-se os nomes de Antônio Christofoletti, Aziz Nacib Ab'Sáber, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e Helmut Troppmair (CAVALCANTI e CORRÊA, 2016).

Christofoletti (1979) prestou suas contribuições pelas conceituações e tipologia dos sistemas ambientais. Para o autor os sistemas ambientais são compostos genericamente pelos: elementos ou unidades, que são as suas partes componentes; relações, que se dão entre os elementos integrantes do sistema e denunciam seus fluxos; e atributos, que são as qualidades que se atribui aos elementos ou ao sistema para caracterizá-lo e as entradas (*input*) e saídas (*output*) (Figura 3).

Figura 3- Representação esquemática de um sistema com os elementos, suas relações e atributos, a entrada e saída.



Fonte: Christofoletti (1979), adaptado por Souza (2017).

Para Christofoletti (1979) os sistemas que interessam o Geógrafo não atuam isoladamente, mas dentro de um ambiente, parte de um conjunto maior. O conjunto maior, no qual se encontra inserido o sistema particular, pode ser denominado universo, que compreende o conjunto de todos os fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam repercussões no sistema focalizado, e também de todos os fenômenos e eventos que sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento do referido sistema particular.

Ao focalizar a questão da definição e objeto de estudo da Geografia, Christofoletti (1999) defendeu o papel do conceito de organização espacial, como sistema funcional e estruturado espacialmente. Sobre a organização espacial, ilustrada na Figura 3, o autor define:

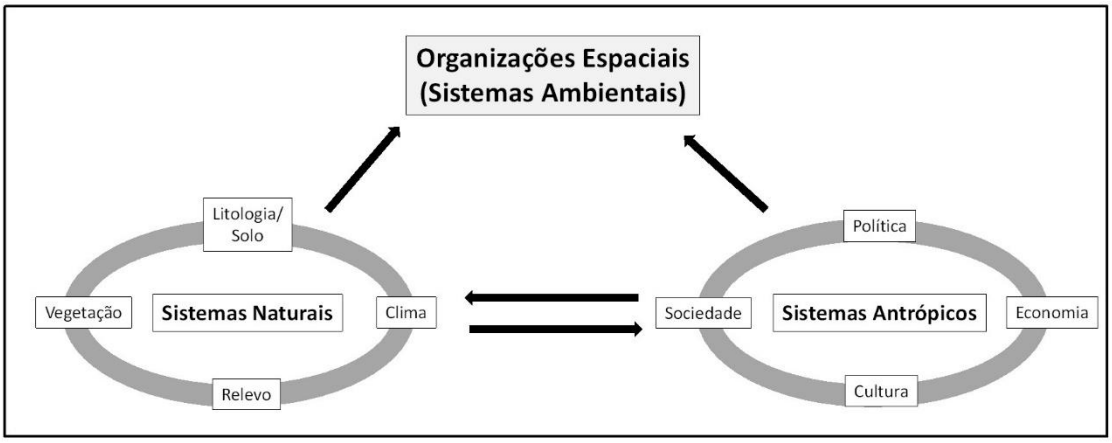
> (...) organização expressa a existência de ordem e entrosamento entre as partes ou elementos componentes de um conjunto. O funcionamento e a interação entre tais elementos são resultantes da ação dos processos, que mantém a dinâmica e as relações entre eles. Essa integração resulta num sistema organizado, cujo arranjo e forma são expressos pela estrutura. Se há possibilidade para se distinguir diversos tipos de organização, as de interesse geográfico são as possuidoras da característica espacial. (...) A Geografia não é o estudo do espaço nem simplesmente dos lugares, mas sim da organização

> espacial. (...) Sob a perspectiva sistêmica, dois componentes básicos entram em sua estruturação e funcionamento, representados pelas características do sistema ambiental físico e pelas do sistema socioeconômico (p. 41).

Sob a perspectiva sistêmica a priorização analítica sobre o complexo ambiental volta-se para as relações expressas na dinâmica temporal e na organização espacial, mais que para as particularidades (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003). Perez Filho (2008) aponta o sistema ambiental como sinônimo da organização espacial: "sistema ambiental é a organização espacial" (p. 364).

Nestes moldes, de acordo com Dias e Perez Filho (2017), o sistema ambiental pode ser compreendido como a entidade organizada da superfície terrestre formada pelos subsistemas ambiental físico e socioeconômico (Figura 4). Amorim (2012) também defende este ponto de vista e delimita os sistemas ambientais como produto da interação entre os sistemas naturais (geossistemas ou sistemas físico-territoriais) com os sistemas antrópicos (sistemas socioeconômicos). Desta forma, os geossistemas, ou sistema físico-natural, e os sistemas antrópicos ocorrem em um mesmo nível hierárquico, com os sistemas ambientais ou organizações espaciais num nível imediatamente superior (DIAS e PEREZ FILHO, 2017).

Figura 4- Estrutura conceitual da organização espacial e envolvimento com disciplinas subsidiárias. Estruturação do geossistema e do sistema socioeconômico.



Fonte: Modificado de Dias e Perez Filho (2017).

O subsistema físico-natural (geossistema) é composto por elementos e processos relacionados ao clima, solo, relevo, águas e seres vivos, enquanto os componentes e processos do subsistema antrópico são aqueles ligados a população, urbanização, industrialização, agricultura e mineração, entre outras atividades e manifestações humanas (AMORIM, 2012).

De forma semelhante, Rodriguez e Silva (2013) consideram os sistemas ambientais como as diferentes categorias do ecossistema humano, com diferentes tipos de organização, com diversos graus de complexidade. Tais sistemas respondem a organização variada da matéria e mesmo à organização do espaço. De forma geral, citando Perez Filho (2006), os autores identificaram seis categorias operacionais deste sistema, sendo duas relativas aos ambientes naturais, os geossistemas e os ecossistemas, e quatro aos sistemas ambientais humanos, o sistema socioambiental, o econômico-ambiental, o cultural ambiental e o antropoecológico.

Entretanto, apesar de estarem associadas por constituírem subsistemas quando tratadas como sistemas ambientais, Rodriguez (1997) e Perez Filho (2007) destacam que a escala de tempo dos processos naturais e antrópicos são distintas. Estas escalas não devem ser concebidas de maneira linear, com uma terminando quando a outra começa, mas como coexistentes a partir do momento em que a escala de tempo do homem surge (PEREZ FILHO e QUARESMA, 2011).

Por conta da complexidade que atravessa as hierarquias espaço-temporais, Gomes e Vitte (2017) apontam que as escalas deixam de ter limites rígidos e passam a ser vistas como condicionamentos das partes na manutenção de uma totalidade relacional. Nesta perspectiva, poliescar, as interações entre as diversas escalas ficam mais fluidas e podem influenciar umas às outras. Isto decorre do emaranhado de intrincadas interconexões e influências pelos diversos níveis de matéria, energia e informação.

Encarados como subsistema dos sistemas ambientais, os sistemas antrópicos por meio do uso e ocupação das terras usufruem dos potenciais dos geossistemas e modificam os fluxos de matéria e energia existentes, rompendo o equilíbrio e alterando sua expressão espacial, tendo como consequência a criação de novas organizações espaciais (PEREZ FILHO, 2008). Porém, isto só pode ocorrer enquanto a “lógica” dos sistemas naturais não é ultrapassada de acordo com determinados limites ou limiares (ISACHENKO, 1973; TROPPMAIR e GALINA, 2006; RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Para Dias e Perez Filho (2017) a partir das discussões iniciadas na década de 1960 o próprio conceito de ambiente passou a ser discutido de forma global, tendo uma visão mais dinâmica das interações entre os elementos que fazem parte deste sistema, já que este não poderia mais ser interpretado apenas como um objeto natural frente às necessidades da sociedade. O ambiente passou a ser analisado como sistema natural, conectado e em processo

de interação com os sistemas antrópicos (socioeconômicos), permitindo, desta forma, a compreensão sistêmica das organizações espaciais, algo extremamente importante para as diversas disciplinas e especialmente para Geografia.

Vista por esta ótica a abordagem sistêmica possibilitou à Geografia uma nova maneira de entender formas (elementos) e processos (relações), permitindo maior integração entre natureza e sociedade, subsistemas que a compõem (DIAS e PEREZ FILHO, 2017). A lógica e os conceitos produzidos pela teoria sistêmica se desenvolveram paralelamente e atuaram de forma definitiva na formação histórica e significação de conceitos-chave da ciência geográfica, como no caso da paisagem e, mais especificamente da Geoecologia das Paisagens, apresentados a seguir.

2.3 A Paisagem e a Paisagem na Geoecologia

A origem da palavra paisagem nas línguas românicas deriva do latim *pagus*, que significa país, com o sentido de lugar, setor territorial. Dela derivam as diferentes formas: como a *paisaje* da língua hispânica, a *paysage* francesa e a *paesaggio* italiana, dentre outras. As línguas germânicas apresentam paralelismo pela palavra originária *land*, com um sentido praticamente igual e da qual derivam *landschaft* (alemão), *landscape* (inglês), *landschap* (holandês) (PASSOS, 2006).

Enquanto conceito, a paisagem foi introduzida na Geografia por A. Hommeyerem mediante a forma alemã *Landschaft*, entendendo exatamente por esse termo o conjunto de elementos observáveis desde um ponto alto (PASSOS, 2006).

Tratar da discussão sobre o conceito de paisagem na Geografia é tratar de parte importante da constituição da Geografia acadêmica. Neste sentido, duas grandes vertentes sinalizaram o surgimento desta disciplina, a naturalista e a antropogeografia. Alexandre Von Humbolt em meados do século XIX, que tinha como antecessor o filósofo e professor de geografia física Immanuel Kant, é a figura que implementa os preceitos da corrente naturalista na interpretação das paisagens (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Humbolt utilizou como postulado a concepção de unidade e conectividade das forças naturais, a partir das reflexões baseadas na metafísica de Friedrich von Schelling e na análise morfológica de Johnann Wolfgan von Goethe, unindo a ideia de paisagem a

Naturphilosophie (VITTE, 2006). A partir das proposições de Humbolt, o conceito de paisagem evoluiu linguísticamente passando a incorporar valor científico específico sobre a gênese e evolução da superfície (TROLL, 1997; PASSOS, 2006).

Aliás a escola alemã tem como particular o conceito de paisagem, que no início do século XX unia os sub-ramos da Geografia integrando os fenômenos naturais e sociais, um aproximado de Ratzel e da ideia de *Länderkunde* (geografia regional), outro voltado às discussões de Humboldt e Ritter sobre uma geografia global, ou ciência da paisagem – *Landschaftskunde* (SILVA, 2007).

Paralelo a estes dois ramos aparece, ainda na primeira metade do século XX, nova discussão e proposta metodológica sobre a paisagem, proposta pelo biogeógrafo Carl Troll, em uma aproximação com a ecologia de Ernst Haeckel e com o conceito de ecossistemas de Arthur G. Tansley (TROLL, 1997; BARREIROS, 2017).

Do ecótopo, menor unidade ecológica, à zona paisagística, em 1939 Troll propôs uma abordagem multiescalar dos fenômenos para desvendar a diferenciação da superfície, a interação espacial dos elementos e a inter-relação funcional do sistema ecológico, em estudos sobre a *Landschaftökologie* (Ecologia da Paisagem) (TROLL, 2010).

No mesmo período, a escola russo-soviética estava mais vinculada às ideias de Humboldt e Ritter, com desenvolvimento teórico voltado ao entendimento da estrutura e funcionamento das paisagens em diferentes escalas espaciais e a produção de conhecimento aplicado, com o objetivo de estabelecer diretrizes de uso dos recursos e ocupação da terra no vasto território oriental da Rússia (ISACHENKO, 1968). Na ex-União Soviética, a ciência da paisagem inicia-se com o nome de Geografia Física Complexa e suas origens estão conectadas a escola germânica e as contribuições da Edafologia científica de Vasily V. Dokuchaev e seu desenvolvimento, particularmente, a A. A. Grigorjev e N. A. Solntsev (PASSOS, 2006; TROLL, 1971).

Barreiros (2017), numa caracterização das principais escolas dedicadas ao estudo das paisagens, propôs sintetizar na primeira metade do século XX a escola alemã como marcadamente holística e a escola russo-soviética como marcadamente gradativa e contínua na sua evolução no campo teórico e aplicado sob a influência da filosofia marxista, com ampla aproximação com as discussões sobre a *Landschaft* alemã em seu início. Por sua vez, neste

período, a escola francesa, pelo uso indiscriminado da palavra paisagem (derivada de *pays*), foi considerada conceitualmente pouco criteriosa.

De acordo com Barreiros (2017) em meados do século XX (pós-guerra) houveram mudanças significativas para os geógrafos do ocidente a partir da crítica aos métodos naturalistas e positivistas. Com isto houve um descarte do conjunto teórico anterior, da paisagem e dos estudos sobre a natureza, e um alinhamento à investigação sociedade-sociedade, fenômeno que ampliou a cisão artificial entre geografia física e humana. Outro grupo de pesquisadores questionou a clássica posição sujeito-objeto, e voltou a atenção para a percepção. Um terceiro grupo, agora no oriente e ocidente, criticou a abordagem descritiva clássica e o método idiográfico e buscou apoio no paradigma sistêmico, aproximando geografia e ciências exatas pelos estudos quantitativos e pela proposição de leis gerais sobre a organização e funcionamento da superfície (BARREIROS, 2017).

Quanto à geografia alemã do pós-guerra houve divergência entre o que era produzido no oeste e no leste, aparentemente, pela posição que a sociedade assumiu na paisagem: os capitalistas adotam o ecossistema e retomam a paisagem cultural e os comunistas seguem a linha russo-soviética com a atividade humana como um fator de impacto (KAZAKOVA, 1966; POTSCHIN e BASTIAN, 2004 citados em BARREIROS, 2017).

Do lado oeste Troll continuou suas discussões sobre a (Geo)Ecologia da Paisagem sem incluir a sociedade, investindo em estudos sobre a estrutura e funcionamento da paisagem, voltados ao uso racional e ocupação ordenada do território, centrado no estudo dos fluxos biogeoquímicos e na organização hierárquica do ambiente. No leste Ernest Neef revisou e alterou as sugestões de Troll para o estudo da (Geo)Ecologia da Paisagem (*Geoökologie*) advogando uma finalidade prática para ciência, com pesquisas voltadas para o ordenamento e proteção ambiental (KAZAKOVA, 1966; NEEF, 1984, citados em BARREIROS, 2017).

De maneira geral, o oeste manteve a tradição alemã, de perspectiva corológica, tipológica e ecológica e o oeste enfocou na taxonomia hierárquica dos fenômenos naturais. Mas a partir das décadas de 1970 e 1980, com a institucionalização de um projeto político nacional, estas linhas voltam a se relacionar em estudos de caráter transdisciplinar voltados ao desenvolvimento sustentável (ROUGERIE e BEROUTCHACHVILI, 1991; POTSCHIN e BASTIAN, 2004 citados em BARREIROS, 2017).

De acordo com Barreiros (2017) na França, neste período, geógrafos preocupados com as questões sociais acenaram para a fenomenologia e aprofundaram-se na percepção individual e construção cultural da paisagem. Para o autor, de outro lado se posicionam pesquisadores de linhagem naturalista com trabalhos apoiados na Teoria Geral dos Sistemas, principalmente os envolvidos com a geomorfologia e biogeografia, como Jean Tricart, com a Ecodinâmica enfocada nas relações mútuas entre os componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria na busca da estabilidade entre morfogênese e pedogênese (TRICART, 1971), e Georges Bertrand, com os geossistemas e posteriormente com o GTP – geossistema-território-paisagem.

Compartilhando o mesmo espírito de renovação, as escolas francesa e alemã buscaram novas teorias e métodos para alavancar os estudos sobre a paisagem sistêmica e cultural algo que não ocorreu na escola russo-soviética que manteve uma evolução constante e o reforço da estrutura teórica e aplicada desde o início do século XX talvez pelo forte controle ideológico e social promovido pela URSS (BARREIROS, 2017).

De maneira geral essa foi característica da evolução do estudo da paisagem, enquanto no Ocidente as diferentes correntes geográficas que se interessam atualmente pela paisagem situam seus propósitos atuais após uma verdadeira ruptura epistemológica, na URSS sua valorização inscreve-se em uma evolução lógica e progressiva (PASSOS, 2006).

Passos (2006) define a evolução da ciência da paisagem no pós-guerra soviético em dois períodos, o primeiro, dos anos cinquenta e sessenta, como de afirmação doutrinal da *Landschaftovedenie* e o final dos anos sessenta como da transição da consideração dos complexos territoriais naturais às concepções sistêmicas das ciências contemporâneas, principalmente pelo geossistema e pela geoquímica da paisagem.

A contribuição da Geografia soviética à ciência da paisagem tornou-se das mais importantes amparada pelas estruturas institucionais de dimensões consideráveis, com suas numerosas especializações, e pela contribuição de ordem epistemológica. Pela primeira vez conceituação e metodologia foram elaboradas dentro de uma “lógica paisagística” (PASSOS, 2006).

Cabe ressaltar que a interpretação sistêmica do conceito de paisagem representou um salto cognitivo que respondeu a uma demanda social, em uma situação na qual era

importante avaliar o potencial dos recursos e a capacidade de resistência aos impactos humanos, principalmente em megaprojetos (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

A este respeito Vinogradov et al. (1962) apontam que em 1960 a Sociedade Geográfica da URSS criou uma Comissão Permanente de Mapas Paisagísticos voltados para representação dos geossistemas uma vez que estes constituíam-se como fator-chave para o desenvolvimento da geografia física soviética, com importância cada vez maior em termos científicos e práticos.

Nos países influenciados pela Geografia da antiga URSS, é consenso que a proposta de Sochava fez avançar a compreensão integrativa dos fenômenos espaciais e temporais que formam as paisagens, auxiliando no esclarecimento das dimensões epistemológicas da própria geografia física em sua versão integrada (CAVALCANTI e CORRÊA, 2016).

De acordo com Sochava, Krauklis e Snytko (1975), os geossistemas se enquadram na esfera de interesse do geógrafo da paisagem. Para os autores a paisagem sempre recebeu uma ampla gama de significados, algo indesejável. Portanto, foi proposto que o termo seja limitado a um macrogeócoro e, neste sentido a paisagem seria a maior unidade taxonômica da ordem tópica e a menor subdivisão da dimensionalidade regional. Assim pode servir para atar categorias regionais àquelas de investigações a nível de biogeocenoses, permitindo utilizar o termo "ciência da paisagem" (em seu significado sistêmico moderno), além da Teoria dos Geossistemas (SOCHAVA, KRAUKLIS e SNYTKO, 1975).

A adoção dos preceitos sistêmicos aplicados às paisagens resolveu entraves da geografia física soviética. Havia diferenciação disciplinar entre a ciência da paisagem e a regionalização físico geográfica, que após Sochava passaram a fazer parte do Estudo de Geossistemas, compondo apenas escalas diferentes (CAVALCANTI, 2013).

Neste sentido a paisagem é um sistema regularmente estruturado de complexos de terrenos simples e naturais, estruturada "de baixo", mas simultaneamente é composta por unidades territoriais mais complexas. Por este motivo, devemos abordar a definição de uma paisagem não apenas "de baixo", mas também "de cima" (ISACHENKO, 1973).

Uma paisagem geralmente reflete um mesoclima atuando sobre uma determinada morfoestrutura, ou seja, consiste numa associação entre processos geológico-geomorfológicos e bioclimáticos mesorregionais (CAVALCANTI e CORRÊA, 2016). Internamente, apresenta

um mesmo conjunto funcional designado em Isachenko (1973) de tratos e fácies. Este conjunto é denominado de estrutura morfológica da paisagem (CAVALCANTI e CORRÊA, 2016).

Em última análise a paisagem é um componente da superfície terrestre, que por sua vez constitui um sistema integrado com unidades internas conferidas pela contínua troca de energia e matéria que no decorrer do próprio desenvolvimento forma entidades regulares e territorialmente limitadas (ISACHENKO, 1973).

As entidades regulares são examinadas tanto como entidades individuais quanto como membros de um esquema tipológico (de tipos). Isto significa que do ponto de vista da teoria e da prática, o interesse é focado na individualidade, mas também nas características comuns, características gerais (tipológicas) buscando reduzir a diversidade individual (ISACHENKO, 1973).

Simplificadamente, Cavalcanti (2013) exemplifica a individualização e o agrupamento com exemplo aplicado às paisagens brasileiras. Neste caso, a Depressão Sertaneja representaria uma entidade individualizada (geócoro) mas também pode ser agrupada e compor determinado tipo de unidade natural como Depressões em Rochas Cristalinas sob Climas Secos (geômero) (CAVALCANTI, 2013).

A paisagem é considerada como uma estrutura resultante da diferenciação da superfície terrestre, relacionada à diferença no desenvolvimento da relação entre os dois principais fatores que determinam as fontes de energia para o processo geográfico: a energia solar e a energia interna da terra. Estes dois fatores energéticos variam no tempo e no espaço, e o caráter de suas variações difere consideravelmente. As manifestações específicas de cada um desses fatores são responsáveis pelos princípios da zonalidade e da azonalidade, os dois princípios mais gerais de diferenciação, que embora expliquem a diferenciação regional, não explicam as morfológicas (ISACHENKO, 1973).

Os mecanismos zonais e azonais, isto é, a distribuição zonal do calor solar e a diferenciação azonal da crosta terrestre, se manifestam em toda a superfície da Terra, em todos os componentes geográficos e em cada paisagem. Não há componentes ou paisagens na terra que sejam exclusivamente zonais ou exclusivamente azonais, já que estes fatores compreendem espécie de união de opostos com seus conteúdos variando no tempo e no espaço. A zonalidade representa a variação latitudinal regular em todos os componentes geográficos e paisagens desde o equador até os pólos, contraposta por diferentes formas e processos que não apresentam

o mesmo tipo de uniformidade ou padrão sequencial, a azonalidade. Ambas manifestam-se em diferentes processos e fenômenos naturais, mas dentro de uma única paisagem as condições zonais e azonais permanecem uniformes (ISACHENKO, 1973).

Numa perspectiva espaço-temporal abrangente quanto aos papéis exercidos e interações entre os componentes naturais, Isachenko (1973) assinala:

- O clima e o complexo geomorfológico são os primeiros componentes sujeitos à ação de fatores zonais e azonais, afetando os outros componentes e desempenhando papel importante na diferenciação espacial e na formação dos limites da paisagem;

- A litosfera forma a base e o componente mais estável e conservador de uma paisagem. O material da litosfera entra nos organismos, nos solos, na água e na atmosfera. A grande diversidade de conteúdos materiais e de formas de superfície externa da litosfera é a principal causa da variedade de distribuição da paisagem e o fator mais importante na diferenciação morfológica, intra-paisagística. O papel específico da atmosfera, ao contrário do da litosfera, decorre da excepcional mobilidade do ambiente atmosférico. O movimento das massas de ar é em si um poderoso fator mecânico e geoquímico que afeta a superfície da Terra transportando calor e umidade dentro das massas de ar;

- Os componentes inorgânicos constituem uma categoria importante no que diz respeito aos componentes orgânicos, uma vez que o organismo constrói seus corpos a partir de elementos atmosféricos, hidrosféricos e dos envelopes geológicos. Assim, a vegetação e a vida animal, assim como o solo, são muitas vezes tratados como componentes menores ou subordinados. Devemos ter em mente, no entanto, que o conteúdo e a estrutura atual de todas as três geosferas inorgânicas resultam de um período prolongado de interação entre a natureza viva e a não viva, no qual os componentes orgânicos desempenham um papel ativo. O surgimento de novos tipos organismos implicou no aparecimento de novos tipos de solos e rochas sedimentares, na progressiva intensificação da diferenciação zonal e, consequentemente, no aumento da complexidade da estrutura zonal.

Enquanto parte do mundo orgânico, os seres humanos ocupam uma situação dúbia e contraditória, como parte da natureza, por ser uma espécie biológica, ao mesmo tempo em que podem modificá-la e transformá-la, devido à organização social e à capacidade de trabalho (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Entretanto, o homem não modifica as leis da natureza, mas muda de forma significativa as condições de sua manifestação mediante atividade produtiva por intermédio da tecnologia, modificando a direção e a velocidade da evolução paisagística, de forma espontânea ou consciente. A natureza, portanto, não constitui a causa definitiva do desenvolvimento social, mas é o meio de partida para a vida social e influi de maneira ativa nos processos produtivos (ISACHENKO, 1973; MILKOV, 1976; TROPPMAIR e GALINA, 2006; RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Para Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) a modificação e transformação das paisagens naturais no transcurso da interação entre natureza e sociedade é definida como antropogenenização da paisagem, e suas consequências são a modificação da estrutura, funcionamento, dinâmica e inclusive das tendências evolutivas da paisagem original. Baseados nas considerações sobre paisagens antropogênicas de Milkov (1976) no âmago da chamada ciência da paisagem antropogênica, os autores apontam que o homem não cria nova paisagem, ele introduz novos elementos que se instalam no fundo natural, tendo como resultado a paisagem antroponatural.

Milkov (1976) salientou a importância da consideração da paisagem antrópica como um grupo genético distinto formado pela interferência humana cujo importante identificador seria o uso da terra. Neste sentido, o autor defendia que as paisagens antropogênicas estão permanentemente submetidas às leis naturais de desenvolvimento e seriam tanto aquelas recém criadas pelo homem quanto aqueles complexos naturais em que um dos componentes foi submetido a modificações radicais pelo homem.

Nem todos os componentes da paisagem estão sujeitos à transformação igualmente intensiva pelo homem. A base geológica, o tipo de relevo e as características mais importantes do clima são mais inertes. O homem ainda não está em condições de alterar as condições fundamentais zonais e azonais para o desenvolvimento da paisagem, mas interfere de maneira decisiva e irreversível principalmente quando auxilia os processos naturais, acelerando ou liberando o potencial oculto de uma paisagem. O potencial para os processos existe na estrutura de uma dada paisagem, mas o seu desenvolvimento em condições naturais seria retardado (ISACHENKO, 1973).

Diante de tais pressupostos emergiu um conjunto de axiomas no estudo da paisagem, denominados por Preobrazhenskii e Aleksandrova (1988) citados em Rodriguez,

Silva e Cavalcanti (2017), como sistêmico, hierárquico, temporal, planetário, terrestre e paisagístico.

Disto decorre assumir que o mundo é sistêmico formado por um todo único e integral, com uma estrutura hierárquica, em um fragmento que é apenas um momento no transcurso entre o passado e o futuro. Também, que todos os fenômenos geográficos pertencem ao planeta Terra e a esfera exterior do planeta possui uma estruturação contínua com diferenciação espacial, na qual a substância viva e a atividade humana desempenham papel que condiciona parte da evolução do planeta. Nesta, a estruturação contínua manifesta-se em partes sistêmicas, qualitativamente diferenciadas e hierarquicamente subordinadas.

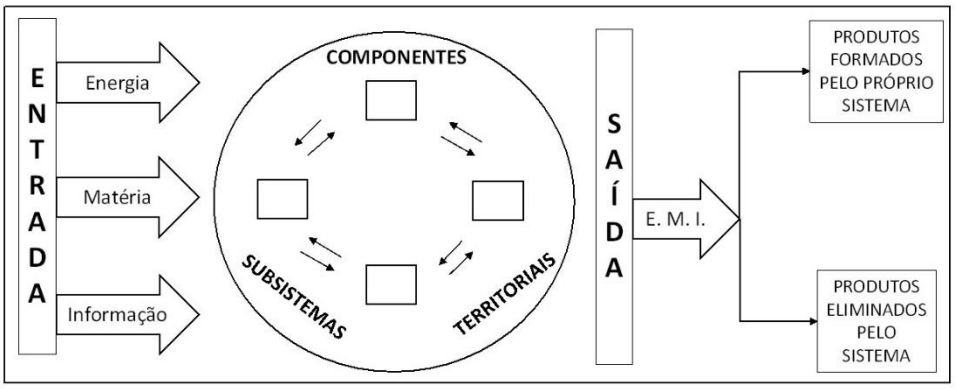
Muito embora a paisagem pode ser concebida em outras perspectivas, considerada como aspecto externo de uma área ou território quando associada à percepção, como formação natural ou antroponatural quando os elementos antropogênicos modificam-na, como sistema econômico-social pelas relações produtivas ou como cultural pela ação da cultura ao longo do tempo (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Para os autores a paisagem natural é o conceito básico da geoecologia e remete a uma concepção de realidade cujos elementos estão dispostos de tal maneira que subsistem desde o todo, e o todo subsiste desde os elementos, em conexões harmônicas de estrutura e funcionamento. A paisagem é tida como um espaço físico e um sistema de recursos naturais aos quais integram-se as sociedades.

A partir destas considerações, compreendida pela ótica sistêmica e como objeto de estudo geoecológico, a paisagem foi definida como um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, em um sistema que contém e reproduz recursos, meio de vida e da atividade humana, laboratório natural e fonte de percepções. Isto condiciona compreender as paisagens como formações complexas caracterizadas pela estrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que a integram, com múltiplas relações, tanto internas quanto externas, com variados estados e diversidade tipológica e individual e com funcionamento dado pela absorção, transformação e consumo de Energia, Matéria e Informação (EMI[7]).(RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017). Os mesmos autores propuseram ilustrar o funcionamento da paisagem conforme reproduzido na Figura 5.

[7] Energia, matéria e informação podem ser interpretadas a partir da Lei da integridade geográfica e das leis de funcionamento (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017, p. 32): o constante intercâmbio entre matéria e energia condicionam a unidade do sistema como um todo, pela interação entre as esferas planetárias individuais;

Figura 5- Modelo sistêmico do funcionamento da paisagem, absorção, transformação e consumo de EMI.



Fonte: Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

Desta forma, é atribuída importância significativa à paisagem na análise da interação entre os geocomponentes e seus complexos elementos, sendo fundamental a determinação e estudo dos modelos mono e polissitêmicos (OLIVEIRA, 2012).

No Brasil, a paisagem foi trabalhada historicamente como um conceito importante, mas não com o mesmo aprofundamento. Foi abordada nas primeiras décadas da Geografia com fortes vínculos com as propostas conceituais francesas, com pioneirismos de Pierre Deffontaines e Pierre Monbeig, além de serem também franceses os pioneiros na interpretação das paisagens brasileiras a partir do ponto de vista da Geografia moderna (CONTI, 2014).

As investigações da paisagem pela linhagem sistêmica no Brasil foram introduzidas formalmente na década de 1970 (RODRIGUES, 2001). Tratando a paisagem como objeto integrador da Geografia Física são destacadas as contribuições de Ab'Saber, Christofoletti, Troppmair e Monteiro, na sistematização do estudo físico-geográfico complexo utilizando e ampliando pressupostos de autores como Bertrand, Troll, Tricart e Sochava (NEVES e SALINAS, 2017).

Após a primeira metade da década de 1990, produziu-se no Brasil uma série de trabalhos, junto à chegada de geógrafos europeus e latino-americanos, que impulsionaram os estudos e temáticas relacionadas à paisagem pela ótica sistêmica, como nomes importantes como os de Ross, Nucci, Monteiro, Cavalheiro e Passos (NEVES e SALINAS, 2017).

---

por sua vez, a informação refere-se aos regulamentos de circulação e intercâmbio de energia e matéria e é constituída de processos elementares de transporte, intercâmbio e conversão de matéria e energia entre as esferas e geocomplexos contíguos, determinando o funcionamento da superfície geográfica e sua integridade como geossistema. Portanto, energia é a força impulsionadora dos processos que envolvem a matéria, que é a substância, com a dinâmica de funcionamento definida pela informação, conforme uma sequência de conjuntos de relações.

Em período recente, um polo sobre a paisagem sistêmica vem se consolidando na região nordeste do Brasil, como observado nas publicações das universidades federais do Ceará (UFC) e de Pernambuco (UFPE). Na UFC alguns pesquisadores buscaram divulgar os conceitos, teorias e aplicações da Geoecologia das Paisagens. Já, na UFPE, Cavalcanti e colaboradores vem atuando ativamente na difusão da teoria geossistêmica e de procedimentos para a cartografia de paisagens em amplas revisões teóricas e sugestões metodológicas (BARREIROS, 2017; NEVES e SALINAS, 2017).

Tomando por base este resgate sobre a formação do conceito de paisagem, a relação com as concepções sistêmicas e a posição atual diante destas concepções, faz-se necessário ampliar a discussão sobre o caminho singular tomado pela Geoecologia da Paisagem, originada em estudos de cunho ecológico, compreendendo a paisagem pela ótica sistêmica e, atualmente, voltada à análise ambiental.

2.4 Geoecologia da Paisagem: uma visão sistêmica da paisagem para análise ambiental

Advinda de uma visão de paisagem elaborada na Geografia Ambiental, assim denominada por Rodriguez e Silva (2007), que considera a Geografia como o estudo dos sistemas ambientais com a natureza no centro das inter-relações, a Geoecologia da Paisagem foi desenvolvida desde o início do século XX sob influência fundamental da Geografia alemã e russa.

A Geoecologia emergiu como uma redesignação da Ecologia da Paisagem, nova disciplina proposta pelo geógrafo alemão Carl Troll na década de 1930 com o intuito de dar uma direção ecológica à ciência da paisagem, unificando conceitos e campos de trabalho da geografia em relação à paisagem e da ecologia em relação ao ambiente natural (SIQUEIRA, CASTRO e FARIA, 2013).

Troll era crítico ao crescimento da especialização acadêmica da Geografia nos seus tempos. Treinado nas tradições geográficas definidas por Alexander von Humboldt e Carl Ritter, os dois grandes iniciadores do campo como uma ciência moderna em meados do século XIX, ele adquiriu certa amplitude e interesse na natureza interconectada dos fenômenos geográficos, que ele enfatizou em seus escritos (CHRISTENSEN, BRANDT e SVENNINGSEN, 2017).

Foi estudando questões relacionadas ao uso da terra com fotografias aéreas, interpretando as paisagens, que Troll propôs a Ecologia da Paisagem em 1939. Foi diante desta nova técnica, revolucionária para os estudos geográficos, que Troll propôs que a Ecologia da Paisagem deveria se dedicar ao estudo da diferenciação regional dos fenômenos naturais em uma abordagem relativamente horizontal, como pressupunha a *landschaft* da ciência geográfica, e identificação das inter-relações funcionais do sistema ecológico em uma abordagem vertical, com conteúdo biológico-ecológico específico (TROLL, 1971).

Em 1968 a Ecologia da Paisagem foi definida por Troll como o estudo das principais relações causais numa dada seção da paisagem entre as comunidades vivas com seu ambiente. Tais relações são expressadas de acordo com determinado padrão de distribuição num regionalismo de várias ordens de magnitude. Foi Troll, também na década de 1960 que cunhou o termo Geoecologia, sinônimo da Ecologia da Paisagem (TROLL, 1971).

Como inicialmente proposta, a (Geo)Ecologia da Paisagem era uma junção da pesquisa do ramo ecológico, da ciência da paisagem e do ecossistema (TROLL, 1971), mas a partir da evolução das discussões sobre o entrelaçamento do ecológico ao social no estudo da realidade ambiental teve seu conteúdo ampliado (LAVROV, 1989).

Paralelamente ao surgimento da Ecologia da Paisagem, Sochava (1971) aponta que outro ramo dos estudos ecológicos pretendia formular o cerne do conteúdo da Geografia: a Ecologia Humana proposta por Harlan Barrows em 1923.

Barrows (1923) considerava a Geografia “mãe” das ciências pelos diversos ramos especializados surgidos a partir dela e seria a Ecologia Humana o objeto de estudo da Geografia, com o objetivo de esclarecer as relações entre o ambiente natural e as atividades humanas pelo ajuste do homem ao ambiente, numa postura integradora escapando do determinismo.

A Ecologia Humana foi incluída no debate sobre a Geografia e a Ecologia na literatura russa por Sochava como um dos conceitos-chave para um dos fios teóricos condutores da Geografia, particularmente no estudo da regulação e da interligação homem-natureza (TROFIMOV, 2009).

Em um contexto de intenso debate sobre as unidades elementares da natureza e da paisagem, Sotchava (1971) via os aspectos ecológicos se movendo para primeiro plano na resolução de problemas geográficos interdisciplinares, e definiu a aproximação entre Geografia e Ecologia pelos elos conceituais Geossistema, Ecologia da Paisagem e Ecologia Humana.

É neste contato, centrado na resolução de problemas ambientais e na previsão de gerenciamento de recursos, entre a Geografia e Ecologia, fomentado pela abordagem sistêmica, que a Geoecologia se desenvolveu (SOTCHAVA, 1971; RODRIGUEZ e SILVA, 2013). Seu conteúdo expandiu-se ao lado da transformação da Ecologia Humana na Ecologia Social (LAVROV, 1989).

De acordo com Lavrov (1989), por meio da Geoecologia, a Geografia passou a integrar as chamadas disciplinas socioecológicas, emergentes de uma gama de problemas ecológicos latentes nas décadas de 1960 e 1970 que extravasaram os limites da bioecologia tradicional. Para o autor, neste momento, o social e o ecológico passaram a ser tratados não apenas como inter-relacionados, mas como inseparavelmente entrelaçados.

Para Golubev (2006), citado em Rodriguez e Silva (2013), a partir dos anos 1960 a Geoecologia começou a ser difundida como uma ciência que estuda a qualidade de meio de vida dos organismos, os seres humanos e os meios de atividade socioeconômica dos complexos territoriais naturais antropogênicos da Terra em escala global, regional e local.

Lavrov (1989) aponta que embora autores como Ernst Neef tenham direcionado seus estudos sobre Ecologia da Paisagem e Geoecologia centrados nas questões naturais, a Geoecologia se posicionou de forma distinta de uma ecologia puramente biológica, preocupando-se com o sistema ecológico, que liga o homem com o ambiente, e com o sistema espacial, que liga uma região a outra em um complexo intercâmbio de fluxo.

Então os objetivos geoecológicos se tornaram mais amplos em termos estratégicos em relação aos da própria Ecologia da Paisagem, tratando do desenvolvimento de uma organização espacial do ambiente pela racionalização da organização territorial da sociedade. Esta tarefa passou a englobar, por exemplo, racionalizar a localização de empresas, estudar quaisquer projetos transformadores do ambiente e descobrir instâncias de incompatibilidade espacial (LAVROV, 1989).

De acordo com Martínez, Rodriguez e Hernandez (2014) é comum a confusão entre a Ecologia da Paisagem e a Geoecologia, mas é importante notar que os relatórios de pesquisa sobre a primeira que estão na maioria das publicações científicas de primeiro nível têm corte fundamentalmente biológico e não têm abordagem geossistêmica. Diferentemente da Ecologia, os princípios metodológicos da pesquisa geoecológica são determinados pela inter-relação entre

as condições naturais e a produção social e todos os componentes naturais são considerados em uma dimensão espacial.

Cabe mencionar que o conteúdo geoecológico se tornou amplo com entendimento em pelo menos três sentidos principais de acordo com Trofimov (2009), com significados geográficos, geológicos e biológicos.

No sentido geográfico, a Geoecologia se consolidou como uma disciplina antropológica e ambientalmente focada. A Geoecologia se dedica ao estudo das paisagens naturais e antroponaturais, a fim de criar um meio de habitat e um local de trabalho adequado para os seres humanos. A Geoecologia é particularmente sociocentrada, incluindo o homem em posição privilegiada no elo biótico nos geossistemas (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

A Geoecologia das Paisagens baseia-se na consideração da natureza como uma organização sistêmica, autônoma e com lógicas próprias de estruturação e funcionamento. Aceita que os sistemas humanos têm a capacidade de transformar até certo limite os sistemas naturais, impondo uma estrutura e funcionamento. Também assume que a superfície do globo terrestre é moldada por uma gama diversificada de unidades espaciais, formadas de acordo com a lógica prevalecente de certas formas de organização (natural, econômica, social e cultural), que interagem de maneira complexa e podem ser estudadas e analisadas a partir de um conjunto de categorias analíticas, entendidas como ferramentas cognitivas (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Como até aqui apresentado, a Geoecologia das Paisagens proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) teve seus princípios e métodos desenvolvidos na Europa com forte contribuição também do pensamento soviético sobretudo na representação cartográfica da paisagem. Cabe reforçar que estes princípios e métodos foram aprimorados para além do continente europeu e foram intencionalmente adaptados às condições da América Latina por geógrafos cubanos e brasileiros (RODRIGUEZ e SILVA, 2007).

No Brasil, a Geoecologia das Paisagens tem-se desenvolvido e vem sendo empregada em pesquisas e publicações de diferentes naturezas especialmente em trabalhos de pesquisadores da UNESP (Rio Claro e Presidente Prudente) e da UFC (Fortaleza), sob influência destacada do geógrafo cubano Mateo Rodriguez (NEVES e SALINAS, 2017).

A este cenário convém acrescentar na década de 1990 as contribuições de pesquisadores cariocas da UFRJ (Rio de Janeiro), principalmente sob orientações de Ana Luiza

Coelho Netto, que na última década também passaram a contar com trabalhos desenvolvidos na UERJ (Rio de Janeiro) e UFF (Niterói) com destaque para as orientações do cubano Raul Sanches Vicens. Entretanto, nesta década, mais recente, a UFC, com os trabalhos orientados por Antônio Jeovah de Andrade Meireles, Adryane Gorayeb Nogueira Caetano, mas principalmente por Edson Vicente da Silva, destacou-se como a principal instituição na produção e divulgação sobre Geoecologia das Paisagens[8].

Outro grupo de professores das universidades do interior do Estado de São Paulo têm dedicado esforços semelhantes. Na UNESP (Presidente Prudente) sobressai Antônio Cezar Leal, na UNESP (Rio Claro) Cenira Maria Lupinacci Cunha e na UNICAMP (Campinas) Regina Célia de Oliveira. A "interiorização" da perspectiva geoecológica tem sido conduzida também por uma dezena de outras instituições em todas as cinco grandes regiões do país.

Fundamentada no estudo da interação natureza-sociedade em seu aspecto estrutural-funcional e das relações objeto-sujeito, a proposta de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) procura não somente descrever a partir da observação, mas, necessariamente, explicar os processos naturais e humanos que se interligam e se influenciam uns aos outros, de maneira a conceber uma considerável malha de características particulares de uma determinada área (AMORIM, 2012).

De acordo com Oliveira (2012), esta proposta da Geoecologia das Paisagens fornece subsídios para elaboração de uma documentação temática e para formulação de textos científicos e de caráter técnico operacional com vistas ao planejamento.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) propuseram ideias, conceitos, métodos e procedimentos para estudar as paisagens abrangendo os enfoques estrutural, funcional, evolutivo-dinâmico, antropogênico e integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem. Os enfoques não são estanques e por vezes se sobrepõem, mas intencionam tomar separadamente determinada propriedade da paisagem e conduzem a uma visão complexa, integrativa.

---

[8] Conforme consulta ao termo "geoecologia" no Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES (https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/) e ao inventário da "Base de Dados – Geoecologia das Paisagens no Brasil" do LABOGEF, Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física da Universidade Federal de Goiás (UFG). Pelo levantamento dos orientadores foi possível identificar os principais polos de produção sobre Geoecologia das Paisagens.

Direcionado por tais enfoques, os autores forneceram aparato teórico-metodológico para conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar suas propriedades, índices e parâmetros sobre a dinâmica, história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação, além da pesquisa das paisagens naturais.

Entretanto, alinhado com os propósitos deste trabalho, convém apresentar dois dos enfoques citados: o funcional e o histórico-antropogênico. O primeiro se refere à investigação dos motivos e finalidades da interação funcional entre os elementos da paisagem. Fundamenta-se na concepção de que na paisagem todos os elementos cumprem determinadas funções.

Embasando-se nos conceitos teórico-metodológicos desenvolvidos pela geografia físico-complexa russa, que enfoca a regionalização, tipologia e limite espacial das unidades paisagísticas em função da hierarquia, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) estabeleceram as funções geoecológicas dos geossistemas: em escala maior compõem funções geoecológicas das células elementares do geossistema; e em escala menor compõe função geoecológica do geossistema de nível superior. Sendo esta última a de interesse deste trabalho, cabe apontar que neste caso distinguem-se a função de força, a de ingestão e os geossistemas produtores-emissores, produtores-transmissores e acumuladores.

A função de força é determinada pela entrada e saída e dos fluxos de EMI (Energia, Matéria e Informação), que garantem o movimento do sistema, constituído pelos aportes externos ao sistema proveniente da atmosfera e da litosfera fundamentalmente. A função de ingestão (entrada) se dá através das vias de ingresso dos fluxos de EMI.

Já os geossistemas podem ser considerados produtores-emissores quando recebem, absorvem, conservam e emitem os fluxos de EMI ou produtores-transmissores quando produzem e transportam EMI, controlando assim o sistema. Há, ainda, aqueles acumuladores, que armazenam, absorvem, filtram e amortizam os fluxos de EMI.

Por sua vez, o enfoque histórico-antropogênico baseia-se na interferência da sociedade na geosfera. Considera os problemas da modificação e transformação, a classificação e as características, os impactos e a dinâmica antrópica das paisagens (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Enquanto procedimento técnico científico, a aplicação da Geoecologia das Paisagens nos estudos ambientais é dividida em cinco etapas: (1) Fase de Organização e Inventário, com as tarefas preparatórias gerais, e os inventários das condições naturais,

socioeconômicas e gerais; (2) Fase de Análise das propriedades do espaço natural, das unidades espaciais e das paisagens culturais; (3) Fase de Diagnóstico em que é feito o diagnóstico integrado e é caracterizada a situação ambiental a partir do mapa de estado ambiental; (4) Fase de Proposição em que é feita a síntese das fases anteriores num único documento, com o desenho de um modelo geral de ordenamento e, por fim, (5) Fase de Execução que corresponde implementação do planejamento (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Estas etapas compõem uma metodologia sistêmica que analisa a relação da sociedade com a natureza, a partir da investigação e interpretação das inter-relações e interações entre os elementos antroponaturais e propicia bases teóricas e metodológicas para a análise ambiental, servindo como aporte conceitual e procedimental ao planejamento e gestão ambiental (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Neste sentido, a análise ambiental é voltada à caracterização dos serviços ambientais oferecidos, das atividades que constituem pressão ou ameaça, do estado geoecológico da paisagem, da resposta de ordenação e /ou gestão, o elo entre as potencialidades e a atual ordenação e o estado ambiental (MARTÍNEZ, RODRIGUEZ e HERNANDEZ, 2014).

Enquanto proposta que põe em contato os enfoques funcional e histórico-antropogênico no caso das paisagens antroponaturais, o estado ambiental é o instrumento voltado ao estudo da situação geoecológica, em dependência da alteração dos mecanismos de formação e regulação sistêmica da paisagem.

Inicialmente, o mapeamento do estado ambiental foi proposto por Glazovskiy et al. (1999) em um projeto patrocinado pela *International Geographical Union* voltado a conduzir um mapeamento global do estado dos ambientes em uma abordagem com diretrizes e parâmetros padronizados formulados por especialistas de vários países.

A avaliação do estado ambiental feita pelos autores baseou-se numa abordagem antropocêntrica, com a qualidade do ambiente avaliada do ponto de vista do funcionamento estável e da reação à mudança ambiental dos sistemas e instituições sociais. Nesta proposta, cada zona de paisagem foi caracterizada por uma estrutura específica de uso da terra, como resultado de um conjunto específico de ações ambientais e suas consequências, distinguidas conforme graus dos problemas ambientais em diferentes paisagens.

Glazovskiy et al. (1999) propuseram uma cartografia que distinguia os ambientes conforme as condições de preservação ou de uso, os impactos ambientais, a necessidade de

medidas de mitigação e de melhorias e a sustentabilidade das relações atuais com o ambiente. Também foram incluídas pelos autores na cartografia situações significativas como as reservas naturais, trechos muito poluídos de rios, impacto ambiental associado aos conflitos militares, grandes áreas urbanizadas e áreas de elevada susceptibilidade a riscos ambientais.

Enquanto procedimento metodológico parte da análise ambiental voltada ao planejamento da paisagem, a determinação do estado ambiental e da problemática ambiental foi brevemente adaptada ao contexto da Geoecologia das Paisagens por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) nos enfoques funcional e histórico-antropogênico. A principal mudança certamente se deu na escala de abordagem, mundial para Glazovskiy et al. (1999) e regional e local para Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004). As categorias para classificação estabelecidas por estes autores estão detalhadas na Figura 6.

Figura 6- Categorias para classificação do estado ambiental propostas por Glazovskiy et al. (1999) e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

Glazovskiy et al. (1999)	Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004)
Condição Natural Ambientes que formam núcleos de estabilidade ecológica. Predominantemente ecossistemas naturais primários com impacto humano limitado. Mesmo pequenas intervenções humanas podem resultar no desenvolvimento de processos negativos. A preservação desses ambientes deve ser realizada como centros da estrutura de estabilidade ambiental	**Estável (não alterado)** Conserva-se a estrutura original. Não existem problemas ambientais significativos que deteriorem a paisagem. O nível dos processos geoecológicos tem caráter natural. A influência antropogênica é muito pequena. São os núcleos de estabilidade ecológica, principalmente paisagens primárias ou paisagens naturais.
Condição Estável Áreas que foram desenvolvidas e utilizadas por seres humanos de tal forma que o sistema existente de uso da terra garante condições de vida estáveis para as gerações presentes e futuras. Apenas gastos relativamente modestos são necessários para manter a estabilidade ambiental	**Medianamente Estável (sustentável)** Poucas mudanças na estrutura. Incidem alguns problemas de intensidade leve a moderada, que não alteram o potencial natural e a integridade do geossistema. Áreas utilizadas pelo homem com o uso da terra balanceado com o potencial, que pode ser sustentado por várias gerações. Estas áreas necessitam de manutenção de baixo custo e um cuidado para assegurar a sustentabilidade
Condição Instável Áreas usadas intensivamente em que os sistemas de uso da terra ainda mantêm um nível de produtividade suficiente. No entanto, como resultado de problemas ambientais e depleção de recursos naturais, está ocorrendo uma diminuição da produtividade, o que poderia levar a perda de potencial natural ao longo de uma única geração. São necessárias medidas de médio e longo prazo para estabilização e reabilitação, que acarretam altos custos materiais e financeiros	**Instável (insustentável)** Fortes mudanças da estrutura espacial e funcional de tal maneira que não consegue cumprir as funções ecológicas, mas parte do geossistema, mesmo assim conserva a integridade. A incidência de alguns problemas ambientais resultantes da sobre-exploração dos recursos dão lugar a um declínio na produtividade que provavelmente se perderá no curso de uma geração
Condição Crítica Áreas onde os impactos e atividades humanas excedem o potencial natural da terra para a regeneração da restauração. São necessárias medidas de melhoria urgentes e dispendiosas para restaurar o potencial natural do meio ambiente, o que levará pelo menos uma geração para ser realizado	**Crítico** Perda parcial da estrutura espacial e funcional. Ocorre número significativo de problemas ambientais de forte intensidade. O uso da terra e o impacto humano excederam à capacidade de suporte dos geossistemas. As paisagens necessitam de medidas de mitigação imediatas para recuperar o potencial natural, que levará pelo menos uma geração e será muito caro
Condição Desastrosa Áreas em que o potencial natural dos sistemas de suporte à vida humana é exaurido ou destruído. Os ecossistemas são praticamente inadequados para maior utilização econômica. As pessoas devem ser reassentadas, e a reabilitação do meio ambiente envolverá custos materiais e financeiros altíssimos para ser realizado	**Muito Crítico** Perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional. O geossistema não cumpri as funções geoecológicas. Experimentam 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, com enormes custos

De acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) o estado ambiental é a situação geoecológica de dada paisagem, determinada pelo tipo e grau de impacto e pela capacidade de reação e absorção dos geossistemas. Isto ocorre em dependência da alteração dos mecanismos de formação e regulação sistêmica da paisagem e do grau e amplitude dos processos degradantes e do nível de degradação.

Para os autores a degradação geoecológica se refere a perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções geoecológicas e a atividade dos mecanismos de autorregulação, conduzindo à alteração da circulação de fluxos de energia, matéria e informação, e a perda de potenciais naturais e capacidade produtora.

Por sua vez, os processos geoecológicos degradantes são problemas ambientais que desarticulam a estrutura e o funcionamento dos geossistemas. Ocorrem como consequência do reforço dos processos naturais, como pela erosão, deflação, perda de biodiversidade, degradação das pastagens e do solo, etc., ou como produtos diretos da ação antrópica, com atuação decisiva do homem, exemplificada pela contaminação do solo, da água ou da atmosfera (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Ao considerar as intervenções antrópicas, o estado ambiental está intimamente relacionado não apenas às características das paisagens, mas também à evolução dos contextos históricos, socioeconômicos e políticos (MARTÍNEZ, RODRIGUEZ e HERNANDEZ, 2014).

O estudo da formação antropogênica das paisagens atuais é importante pois os resultados da utilização econômica superpõem-se e inscrevem-se na memória dos geossistemas, determinando em grande parte propriedades relevantes para o homem, como o caráter estável dos processos antroponaturais, os problemas ecológicos que surgem na assimilação, ocupação e apropriação dos geossistemas e as vias de sua solução (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Para os autores a sociedade introduz elementos novos que experimentam e subordinam-se à ação dos processos naturais (intemperismo, erosão, etc.) e que não são por completo estáveis e capazes de existir independentemente sem um apoio e sustentação constante por parte do homem. A paisagem modificada ou transformada pela sociedade, como regra, é menos estável que a paisagem original, pois o mecanismo natural de autorregulação é alterado. A sociedade contribui para desenvolver tendências “ocultas”, a ser um mecanismo desencadeante de processos latentes, pondo em ação relações negativas inversas.

No entanto, apesar do protagonismo da atuação antrópica dos dois últimos séculos, por um conjunto de mudanças nos processos e funções da Terra (CHIN et al., 2018), o homem é um dos agentes capazes de modificar os mecanismos de autorregulação das paisagens, no que pese também o papel transformador pelas próprias forças naturais frequentemente liberadas em eventos de curta duração e de alta intensidade, dentre outros, como os resultantes do tectonismo

em terremotos, vulcanismo e tsunamis (PRESS et al., 2006), como no exemplo do terremoto e tsunami de dezembro de 2004 na Indonésia cujos efeitos na paisagem foram apresentados por Borrero (2005).

No processo de assimilação das paisagens, para Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), o grau e o caráter da atividade humana depende não só das propriedades naturais intrínsecas, mas também das condições sociohistóricas, do nível de desenvolvimento e dos sistemas tecnológicos adaptados que, de acordo com Santos e Silveira (2006), ao longo do tempo modificaram a intensidade, abrangência e velocidade das transformações antropogênicas.

Deste processo de assimilação resultam os impactos, que são os meios como a atividade humana altera os sistemas paisagísticos, e as mudanças na natureza, modificações nas propriedades estruturais, funcionais e dinâmicas dos componentes e complexos, que se manifestam como casuais e colaterais, se imprevistos ou como resultado direto, respectivamente (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Os efeitos dos impactos podem ser positivos ou negativos nas funções da natureza, econômicas ou sociais. Os impactos positivos ações preservacionistas ou de recuperação ambiental e como negativos nas funções da natureza a degradação qualitativa ou quantitativa dos recursos naturais, a contaminação ou degradação do ambiente humano, o crescimento de paisagens alteradas, o decréscimo na diversidade de paisagens e na geo e biodiversidade. Em termos econômicos são exemplificados os efeitos gerais na produção e em termos sociais na qualidade de vida e nas características demográficas (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

No Brasil, em termos legais a definição de impacto ambiental é especificada no artigo 1 da Resolução nº 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 23/01/86 como:

> Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente (...) resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afete: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições sanitárias e estéticas do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais. (...) Nesse aspecto, estes impactos podem ser reversíveis ou irreversíveis e apresentar efeitos positivos ou negativos (BRASIL, 1986, p. 1).

Reconhecidamente, de acordo com Sánchez (2013), impacto ambiental têm sido tratado na literatura internacional como um conjunto de alterações no ambiente dadas por intervenções antrópicas. Para o autor, impacto ambiental remete a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocado por ação humana.

Conesa (1993) definiu impacto ambiental como ação ou atividade antrópica que incide nos fatores ambientais, flora, fauna, homem, solo, água, ar, clima, paisagem e nos bens materiais e patrimônio cultural, produzindo alteração favorável ou desfavorável no ambiente ou em qualquer um de seus componentes. Além de intervenções diretas, a ação pode ser um projeto de engenharia, um programa, um plano, uma lei ou uma disposição administrativa com implicações ambientais.

Com o propósito de esclarecer o caráter das ações de impacto sobre a paisagem, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), sugeriram a utilização dos critérios de sinal, intensidade, extensão, momento, persistência do efeito, reversibilidade e medidas corretivas, adotados de Conesa (1993) (Quadro 1).

Quadro 1- Critérios e definições para avaliação dos impactos ambientais sobre a paisagem.

Critério	**Definição**
Sinal	O sinal varia conforme a natureza benéfica (+) ou prejudicial (-) das diversas ações que atuarão sobre os diferentes fatores considerados
Intensidade	Condizente com o grau ou magnitude da ação impactante sobre os fatores
Extensão	Se refere a área de influência do impacto
Momento	Relacionado ao prazo de manifestação do impacto entre a ação e o início do efeito sobre o fator considerado
Persistência	Trata do tempo que supostamente permanecerá o efeito a partir da manifestação
Reversibilidade	Possibilidade de reconstrução do fator afetado como resultado da ação empreendida, ou seja, a possibilidade de retornar às condições iniciais
Medidas corretivas	Possibilidade e o momento de introdução de ações corretivas ou medidas para aliviar ou remediar os impactos

Fonte: Conesa (1993).

De acordo com a intensidade da modificação ambiente, dos recursos naturais ou de seus processos operacionais fundamentais, o impacto pode ser considerado muito alto, quando apresenta repercussões consideráveis com destruição do fator considerado nestes aspectos. Por outro lado, quando há uma modificação de intensidade mínima o impacto é considerado baixo. Aqueles cujos efeitos são considerados intermediários entre essas classes são considerados médios e altos (CONESA, 1993).

Por sua vez, conforme o autor, a extensão trata da área de influência, se pontual, quando a ação produz efeitos localizados, extenso, quando se distribui em grande extensão no ambiente considerado, parcial, quando há incidência apreciável cuja distribuição não pode ser

considerada nas duas classes anteriores, total, se manifesta de maneira generalizada em todo entorno considerado, ou crítico, quando ocorre em um ponto sensível e pode produzir efeitos graves.

Quanto ao aspecto temporal sobressaem o momento e a permanência. O momento se refere ao tempo de manifestação do impacto entre a ação e o início do efeito sobre, que pode ser imediato, dentro de um ano (curto prazo), antes de cinco anos (médio prazo), ou em um período superior (longo prazo). Por sua vez, a persistência se refere à permanência do efeito, cuja duração pode ser passageira ou fugaz, com duração inferior a um ano, temporário se durar entre 1 e 3 anos, pertinente entre 4 e 10 anos, ou mesmo permanente.

Ainda conforme o autor é possível considerar a reversibilidade, que se baseia no período necessário para reconstrução ou recuperação, cuja possibilidade pode guiar a elaboração de medidas corretivas, ou mesmo a irreversibilidade ou a condição irrecuperável. Os critérios de avaliação descritos e o método de somatório para classificação da importância dos impactos ambientais sobre a paisagem estão listados no Quadro 2.

Quadro 2- Critérios de classificação e de ponderação da importância dos impactos ambientais sobre a paisagem.

SINAL (S)		INTENSIDADE (I)	
Impacto benéfico	+1	Baixa	1
Impacto prejudicial	-1	Média	2
		Alta	4
		Muito Alta	8
		Total	16
EXTENSÃO (E) - área de influência		MOMENTO (M)	
Pontual	1	Longo prazo	1
Parcial	2	Médio prazo	2
Extenso	4	Imediato	4
Total	8	Crítico	(+1, +4)
Crítico	≥ 8		
PERSISTÊNCIA (P) Permanência do efeito		REVERSIBILIDADE (R) - Reconstrução	
Fugaz	1	Curto prazo	1
Temporal	2	Médio prazo	2
Pertinente	4	Longo prazo	4
Permanente	8	Irreversível	8
		Irrecuperável	20
MEDIDAS CORRETIVAS		IMPORTÂNCIA	
Em projeto		±1 x (3I + ZE + M + P +R)	
Em obra		Valorização ponderada do impacto	
Em funcionamento			
Sem possibilidade			

Fonte: Conesa (1993), adaptado por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

A partir da determinação do tipo e importância (grau) do impacto é imprescindível analisar as inter-relações com o geossistema como um todo, e as respostas do geossistema aos impactos conforme suas propriedades (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Neste sentido, sob orientação teórico metodológica da geoecologia têm sido propostos pelo Núcleo de Estudos Ambientais e Litorâneos (NEAL) trabalhos sobre ações de impactos e seus efeitos e consequências nas unidades paisagísticas valendo-se de ponderações em matrizes relacionais para análise espacial. Dentre outros, são exemplos desta perspectiva os trabalhos de Santos (2012), Souza (2017) e Folharini, Furtado e Oliveira (2019).

Em estudos desta natureza múltiplos critérios perpassam o processo decisório da ponderação no momento da análise espacial. Para contextos com tal ordem de complexidade ainda na década de 1970 Thomas Saaty desenvolveu um modelo matemático como alternativa para ponderar quantitativamente variáveis a partir de análises qualitativas intitulado *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou Processo Analítico Hierárquico, que enfocando na mensuração, consistência das avaliações e na dependência entre grupos de elementos, passou a ser amplamente aplicado em análises multicriteriais (SAATY, 1987) e adquiriu importância prática para o melhoramento da análise espacial (RAFFO, 2012).

O Processo Analítico Hierárquico é uma técnica de análise de decisão multicritério (*Multi-Criteria Decision Analysis* - MCDA) que pode fornecer suporte às análises ambientais, como demonstrado em Ribeiro et al. (2016), Martellozzo et al. (2018) e Ajibade et al. (2019), dentre outros trabalhos.

Diante da diversidade conceitual que perpassa estudos e avaliações ambientais, fez-se necessário definir alguns conceito empregados de forma mais ou menos recorrente neste caso (Quadro 3).

Quadro 3- Conceitos e definições empregados para análise ambiental.

Conceito	Definição
Ação de impacto ambiental	Ação humana objetivada que causa impactos ambientais como consequência, entendidos como a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais (Adaptado de SÁNCHEZ, 2013).
Degradação	Alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais ou alteração da qualidade ambiental (SÁNCHEZ, 2013).
Poluição	Introdução no ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos (SÁNCHEZ, 2013).
Conservação	Permite ou reconhece algum nível de alteração ou manejo. Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (ver "IUCN"), "conservação é o manejo dos recursos do ambiente, com o propósito de obter-se a mais alta qualidade sustentável de vida humana". Como a conservação é uma interação homem-natureza, ela implica em atitudes inteligentes na utilização dos ecossistemas terrestres e aquáticos (GRISI, 2007).
Preservação	Preservação remete à natureza intocável. Ação de proteção e/ou isolamento de um ecossistema com a finalidade de que ele mantenha suas características naturais (GRISI, 2007).
Recursos ambientais	Capacidade da natureza de fornecer recursos físicos e também de prover serviços e desempenhar funções de suporte à vida (SÁNCHEZ, 2013).
Áreas Protegidas	Áreas públicas ou privadas estabelecidas em regulamentações como o Código Florestal, Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e outros mecanismos, que visem: a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos; a proteção das espécies ameaçadas de extinção; a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais e degradados; a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; a valorização econômica e social da diversidade biológica; a proteção de paisagens naturais pouco alteradas e de notável beleza cênica; a proteção e recuperação dos recursos hídricos; a promoção da educação ambiental e do ecoturismo; o incentivo à pesquisa científica; e a proteção dos recursos naturais necessários à sobrevivência das populações tradicionais (CAMPANILI e SCHAFFER, 2010).
Suscetibilidade	Propensão natural ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo em dada área (BITAR, 2014).
Risco	Uma medida das consequências negativas, perdas e danos que a dinâmica de um fenômeno ou processo pode causar aos elementos expostos (BITAR, 2014).
Vulnerabilidade	Grau de perdas e danos associados aos elementos expostos, quanto maior o grau, maior a vulnerabilidade (BITAR, 2014).

Como exposto, o estado ambiental integra a avaliação de impactos ambientais frente às condições naturais, compondo a análise geoecológica numa perspectiva de contato entre o homem e a natureza na paisagem. Desta forma fornece parte de um diagnóstico ambiental que pode auxiliar na elaboração de diretrizes para o planejamento e gestão territorial, prementes num momento em que diversas vozes no mundo manifestam preocupação com o futuro ambiental e da espécie humana, concordando com Rodriguez e Silva (2013).

Capítulo 3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

A partir das características do objeto e da área de estudo foi traçado o caminho teórico-metodológico baseado na Geoecologia das Paisagens proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), voltado ao estudo e cartografia do estado ambiental Região Metropolitana da Baixada Santista, orientado pelos enfoques funcional e histórico-antropogênico.

As análises, as avaliações e a cartografia dos sistemas naturais, feitas a partir dos componentes e da dinâmica natural das paisagens, e dos sistemas antrópicos, com o perfil socioeconômico e com a espacialização dos usos da terra e suas funcionalidades e dos impactos ambientais, configuraram produtos-chave cuja síntese comporá os sistemas ambientais. Os indicadores relacionados a atividade antrópica, como o uso da terra e os impactos foram considerados num recorte temporal entre 2010 e 2019.

O trabalho foi feito utilizando quatro das seis etapas da metodologia de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), com a organização do projeto, inventário, análise e avaliação dos componentes naturais e antrópicos e diagnóstico integrado, com apoio do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10.6® (ESRI, 2018). Mais detalhadamente, a estruturação em etapas ocorreu da seguinte forma:

- Organização: delimitou-se o objeto, a área e a escala de trabalho, as justificativas e o planejamento com um cronograma de ações;

- Inventário: foram feitos levantamentos sistemáticos de literaturas relacionadas à pesquisa e de dados de campo, bibliográficos, cartográficos (em diferentes níveis de detalhe) e estatísticos, dentre outros registros técnicos, de diversas fontes sobre os temas considerados. Esta etapa se subdividiu em inventários dos sistemas naturais e dos sistemas antrópicos. O primeiro envolveu compilações, atualizações, caracterizações, análises e produções relacionadas aos temas clima, geologia, hidrografia, geomorfologia, solos e vegetação e aos processos da dinâmica natural (movimentos de massa, erosão e inundações). O segundo envolveu os mesmos procedimentos aplicados aos usos da terra, funcionalidade, características socioeconômicas e aos impactos ambientais;

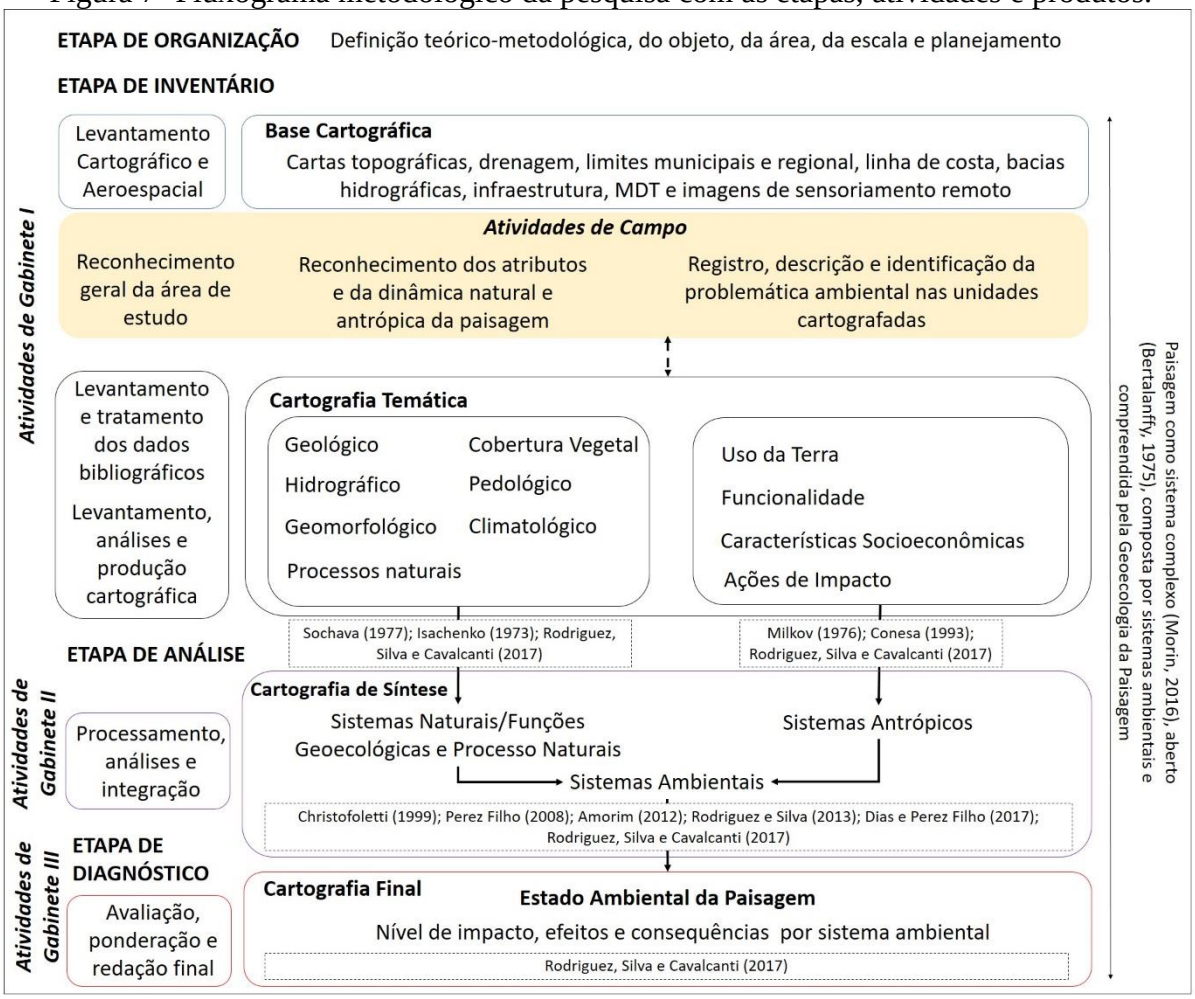
- Análise: a partir do inventário foi feito o tratamento, o processamento, a integração dos dados e informações e foram propostas as análises e os mapas de síntese pela perspectiva sistêmica e geoecológica considerando a inter-relação dos elementos da paisagem, cuja

complexidade foi apreendida em diferentes níveis analíticos ou de olhar para paisagem. Os sistemas naturais foram avaliados e cartografados sob orientação geossistêmica, das ciências da paisagem e da geoecologia, sobretudo de Isachenko (1973), Sochava (1977) e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), considerando a interação entre os componentes, a síntese em unidades e a dinâmica funcional. Considerados nos mesmos aspectos, sob orientações da ciência da paisagem antropogênica de Milkov (1976), do enfoque histórico-antropogênico de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) e da análise de impactos ambientais de Conesa (1993), os sistemas antrópicos foram avaliados e cartografados. Da avaliação e da relação dos sistemas naturais e antrópicos foi proposto Mapa dos Sistemas Ambientais, base para identificação do funcionamento integrado da paisagem, como reconhecido em Christofoletti (1999), Perez Filho (2008), Amorim (2012), Rodriguez e Silva (2013), Dias e Perez Filho (2017), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), dentre outros;

- Diagnóstico: por sua vez, na quarta etapa foi proposto o diagnóstico do estado ambiental da paisagem numa perspectiva sistêmica e geoecológica, representado no Mapa de Estado Ambiental como propõe Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), considerando a alteração dos mecanismos sistêmicos pelos usos da terra, os graus e amplitude das alterações, respectivamente, pelo julgamento da importância dos impactos ambientais e pela espacialidade avaliada com auxílio da AHP. Também foi possível distinguir níveis de conservação/degradação e os efeitos e consequências ambientais nos sistemas ambientais.

Para cumprir tais etapas foram necessários procedimentos com materiais e técnicas diversas, divididos em atividades de gabinete, dedicadas às leituras, levantamentos, organizações, compilações, produções, processamentos, análises, integrações e à escrita, alternada, com os trabalhos de campo. O fluxograma com a distribuição das etapas, atividades e produtos está sintetizado na Figura 7.

Figura 7- Fluxograma metodológico da pesquisa com as etapas, atividades e produtos.



Sigla: MDT - Modelo Digital do Terreno.

3.1 Procedimentos Metodológicos

3.1.1 ATIVIDADES DE GABINETE I

As atividades de gabinete foram iniciadas pela etapa de organização, com a definição do objeto de estudo, a escala de trabalho, a justificativa e o planejamento de ações. Neste caso, foi diagnosticado o estado ambiental da paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista em escala 1:100.000, considerando as relações entre os sistemas naturais e antrópicos que condicionam uma paisagem diversa e intensamente dinâmica, cuja totalidade emerge das relações de fatores de diferentes escalas.

A partir de então foram iniciados os trabalhos de inventário com levantamentos em fontes diversas visando embasar uma representação mais fidedigna possível do cenário regional pela cartografia básica e temática. Esta fase de atividades de gabinete foi alternada com

trabalhos de campo, nos quais foram feitos reconhecimento da área de estudo, de atributos da dinâmica natural e antrópica da paisagem, descrições pontuais para checagens, levantamentos e registros (conforme Apêndice A), além da identificação da problemática ambiental.

A cartografia básica foi construída a partir de fontes diversas aliadas ao reconhecimento geral da área de estudo e abrangeu a compilação de dados de cartas topográficas 1:50.000, das quais foram obtidas a drenagem (incluindo os trechos fora da área de estudo) e cartas topográficas 1:10.000 (IGC-SP e AGEM, 2002; 2003), com os dados altimétricos utilizados para elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT) (Quadro 4). Além destes, foram obtidos os limites municipais e o regional, a infraestrutura e imagens de sensoriamento remoto, de satélites e de aerofotolevantamento. Estes materiais foram importantes documentos de apoio e serviram para a compreensão da topografia, da localização de diversos elementos, como cursos fluviais, áreas urbanas, vias de circulação, toponímias, etc.

Quadro 4- Cartas topográficas utilizadas nos levantamentos básicos.

Materiais (escala)	**Folhas**	**Ano**	**Fonte**
Cartas topográficas (1:50.000)	Salesópolis SF-23-Y-D-V-1 Salesópolis SF-23-Y-D-V-3 Mogi das Cruzes SF-23-Y-D-IV-2 Santos SF-23-Y-D-IV-3 Santos SG-23-V-B-I-1 Riacho Grande SF-23-Y-C-VI-4 Embu-Guaçu SF-23-Y-C-VI-3	1984	IBGE
	Pedro de Toledo SG-23-V-A-II-4 Rio São Lourencinho SG-23-V-A-II-2	1973	
	Bertioga SF-23-Y-D-IV-4 Mongaguá SG-23-V-A-III-2	1971	IGC/SP
	Itanhaém SG-23-V-A-III-1 Itanhaém SG-23-V-A-III-3	1972	
Cartas topográficas (1:10.000)	Todas 128 do SCM-BS (entre as folhas 1022 e 6346, detalhado em http://www.agem.sp.gov.br/midia/SCM-Mapa-indice.pdf)	2002; 2003	IGC-SP e AGEM

Obs.: As cartas topográficas 1:50.000 digitalizadas foram adquiridas do acervo digital do Núcleo de Estudos Ambientais e Litorâneos da UNICAMP (NEAL, <http://www.ige.unicamp.br/neal/>). Siglas: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; IGC/SP - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo; SCM-BS - Sistema Cartográfico Metropolitano da Baixada Santista; AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista.

As 128 cartas topográficas 1:10.000 foram convertidas do formato *.dwg* para *shapefile* e separadas em 128 arquivos vetorizados de linhas (com as curvas de nível com equidistância de 10 m) e 128 de pontos (com os pontos cotados) cujos valores foram revisados

e, após, foram reunidas conforme a geometria pela ferramenta *merge* do ArcGIS 10.6® em um arquivo com atributos lineares e outro com os pontuais. Utilizando estes dois arquivos e o mesmo Sistema de Informação Geográfica (SIG), pelo algoritmo *spot* da ferramenta *Topo to Raster* foi feita a interpolação em um Modelo Digital do Terreno (MDT) com resolução espacial de 10 metros.

Um MDT foi considerado como uma representação matemática baseada na interpolação de dados exclusivamente altimétricos que inclui a altitude do terreno e exclui a cobertura (LIPORACI et al., 2003). Como apresentado em Ribeiro e Oliveira (2021) este procedimento foi mais adequado para representação do relevo regional sobretudo da planície costeira.

Outro material incorporado à base cartográfica foi um mosaico com três imagens multiespectrais (ESA e USGS, 2018) feitas no dia 22/05/2018 com resolução espacial de 10 metros nos canais do visível, azul, verde, vermelho, e no infravermelho próximo (NIR), pelo sensor MSI a bordo do satélite Copernicus Sentinel-2B na órbita número 138, quadrículas T22KHU, T23KMP e T23KLP, com nível de processamento 1C. Para representação de toda área foi feito o empilhamento de bandas nestes canais, o mosaico e os recortes pela extração da máscara no mesmo SIG.

Além do recorte para área de estudo, também foi feito outro pelo mesmo procedimento numa área mais ampla, voltado à adaptação da cartografia de delimitação das sub-bacias hidrográficas, obtida de CPLA e SIMA (2013). Neste momento foi feita revisão e correção de alguns limites e o agrupamento dos polígonos conforme a macrodrenagem regional.

Os demais materiais utilizados na elaboração da base cartográfica não demandaram manipulação e, junto aos detalhes dos arquivos das imagens multiespectrais e das sub-bacias, foram organizados no Quadro 5, de acordo com a fonte, a disponibilização e o acesso. Todos os arquivos recobrem sistematicamente toda a área de estudo.

Quadro 5- Descrição dos materiais da base cartográfica conforme as escalas e resoluções, fontes, disponibilização e acesso.

Material (escala/resolução espacial)	**Fonte**	**Disponibilização**	**Acesso**
128 Ortofotocartas Região Metropolitana da Baixada Santista (1:10.000)	IGC-SP e AGEM (2001; 2002)	Tiff, em disco	Sede da AGEM
Mosaico de ortofotos da Região Metropolitana da Baixada Santista (1:5.000)	CDHU (2007)	WMS no *plug in* CSW, IDEA DataGEO, interface com ArcGIS 10.6®	<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>
Mosaicos Vivid e Metro (0,32 a 0,5 metros)	DigitalGlobe (ESRI, 2018)	ArcGIS 10.6® online	*Basemap imagery* ArcGIS 10.6®
Drenagem (1:50.000)	IGC-SP (1971; 1972) e IBGE (1973; 1984)	*Shapefile*, em disco	NEAL, Unicamp
Sub-bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo (1:50.000)	CPLA e SIMA (2013)	*Shapefile*, online	<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/cessao-de-dados/>
Limites municipais e regional	IBGE (2015)	*Shapefile*, online	<mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>
Infraestrutura de Transportes (1:250.000)	IBGE (2017)	*Shapefile*, online	<geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250>
Imagens Sentinel-2B (10 metros)	ESA e USGS (2018)	Geotiff, com correções geométricas e radiométricas, online	<https://earthexplorer.usgs.gov/>

Siglas: IGC/SP - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo; SCM-BS - Sistema Cartográfico Metropolitano da Baixada Santista; AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista; CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo; IDEA DataGEO - Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo; CSW - Serviço de Acesso aos Metadados; CPLA/SIMA - Coordenadoria de Planejamento do Estado de São Paulo da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; ESA – *European Space Agency*; USGS - *United States Geological Survey*; NEAL – Núcleo de Estudos Ambientais e Litorâneos.

Na sequência, foram iniciados os trabalhos de elaboração da cartografia temática dedicada aos atributos do clima, da litologia, da hidrografia, da geomorfologia, da pedologia, da cobertura vegetal e das funções geoecológicas e processos naturais. Tal elaboração se deu a partir de tratamentos e compilações de dados e mapas de fontes bibliográficas, além de interpretações e representações próprias. Neste momento, tanto para tomada de decisão sobre a escolha do melhor material disponível na bibliográfica quanto para propor materiais, foram essenciais os reconhecimentos, as checagens e verificações, as descrições e os registros em campo.

Estes levantamentos temáticos foram feitos incorporando diferentes esquemas taxonômicos, especializados para cada tema numa perspectiva poliescalar. O nível de detalhamento destes mapas pode ser lido como níveis de análise da paisagem ou simplificadamente níveis de olhar para a paisagem (Quadro 6), conforme as próprias escalas de representação indicam. Todos, em alguma medida, apresentam-se como resultado da interação da energia interna e externa terrestre e evoluíram a partir de influências recíprocas. Entretanto, o clima e a geologia sobressaem pela resposta mais direta quanto a estas questões e impõe as características gerais da paisagem, além de alguns aspectos da diferenciação interna. Porém, foi o relevo que possibilitou a diferenciação interna em unidades de paisagem e foi considerada a delimitadora dos sistemas naturais na escala abordada.

Quadro 6- Níveis de análise e compartimentação dos temas relacionados aos sistemas naturais.

Níveis de Análise e Compartimentação da Paisagem Natural		
Nível I (Escalas)	**Nível II (Escalas)**	**Nível III (Escalas)**
Classificação Climática (1:5.000.000)	Sistemas atmosféricos*	Pluviosidade; temperatura* (1:100.000)
Ciclos geotectônicos*	Terrenos*; Estruturas (1:250.000)	Unidades litoestratigráficas (1:250.000 e 1:100.000)
Região Hidrográfica (1:250.000)	Drenagem; Sub-bacias hidrográficas (1:50.000)	Hierarquia; Padrão de drenagem* (1:50.000)
Morfoestruturas (1:100.000)	Regiões e Modelados Geomorfológicos (1:100.000)	Unidades Geomorfológicas e Formas Predominantes dos Modelados (1:100.000)
Domínio Pedobioclimático*	Processos Pedogenéticos Predominantes (1:100.000)	Classes de Solo (ordem) (1:100.000)
Domínio Vegetacional (1:250.000)	Tipos de vegetação (1:250.000)	Fitofisionomias (1:25.000)

Obs.: * Não representado cartograficamente.

Quanto ao clima, foi utilizada a classificação do IBGE (2002), incluindo as temperaturas médias e o regime pluviométrico que consideram o volume e a sazonalidade. Foi necessário apenas o recorte da área de estudo pela extração da máscara (*extract by mask* do ArcGIS 10.6®). Complementarmente, a análise dos sistemas atmosféricos auxiliou na compreensão dos elementos da dinâmica climática e foi essencial no esclarecimento dos

padrões de mobilidade atmosférica, que para Isachenko (1973) representam o papel deste componente na configuração das paisagens.

De acordo com Sant'anna Neto (2000), em áreas tropicais as chuvas podem ser consideradas como o principal elemento de análise na organização e no planejamento territorial e ambiental pelo papel de destaque na compreensão do clima. Concordando com o autor, ainda que considerando discursivamente as variação térmicas decorrentes da altitude, a pluviometria em seus acumulados anuais constituiu o instrumento elementar da representação intrarregional das características climáticas, sobretudo da alta intensidade de entrada (*inputs*) de matéria e energia. Neste sentido, os dados pluviométricos adquiriram importância pelo papel que exercem na composição da vegetação e dos processos pedogenéticos, mas também pela intensa dinâmica que impõe aos processos.

Os dados dos acumulados pluviométricos anuais foram obtidos dos postos de pluviométricos da DAEE (2017)[9] para as estações distribuídas nos municípios da Baixada, conforme detalhado no Quadro 7, com os dados considerados conforme o Apêndice B.

Quadro 7- Postos pluviométricos (prefixo) por município, localização (lat. e long.) e altitude.

Prefixo (posto pluviométrico)	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
E2-046	Caraguatatuba	23° 38' 00"	45° 26' 00"	20
E2-112	Salesópolis	23° 34' 00"	45° 58' 00"	800
E2-136	Natividade da Serra	23° 34' 14"	45° 27' 28"	760
E3-040	Bertioga	23° 46' 00"	46° 07' 00"	10
E3-041	Santos	23° 53' 00"	46° 13' 00"	200
E3-042	Bertioga	23° 45' 00"	46° 08' 00"	720
E3-043	Guarujá	23° 57' 00"	46° 11' 00"	3
E3-056	São Vicente	23° 58' 00"	46° 22' 00"	10
E3-070	Guarujá	24° 00' 00"	46° 17' 00"	3
E3-228	São Vicente	23° 57' 16"	46° 27' 00"	10
E3-243	São Paulo	23° 50' 00"	46° 44' 00"	780
E3-254	São Paulo	23° 53' 00"	46° 45' 00"	780
F3-005	Mongaguá	24° 05' 00"	46° 37' 00"	20
F3-005	Itanhaém	24° 10' 58"	46° 47' 43"	3
F3-010	Praia Grande	24° 02' 00"	46° 33' 00"	10
F4-006	Itariri	24° 16' 00"	47° 10' 00"	50
F4-011	Itariri	24° 20' 00"	47° 12' 00"	100
F4-027	Peruíbe	24° 19' 00"	47° 00' 00"	3
F4-028	Iguape	24° 42' 00"	47° 34' 00"	3

Satisfeita a hipótese da aleatoriedade da distribuição dos pontos de coleta (Apêndice C) e os pressupostos de que há variabilidade espacial, mas que esta ocorre em padrões

[9] Banco de dados da DAEE: http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/.

agrupáveis (Apêndice D) foi feita a interpolação dos dados. Para tanto a técnica adotada foi a Krigagem Ordinária no ArcGIS 10.6®, que demandou um ajuste na distribuição das frequências (transformação “box-cox” com 0,1 em 8 classes) para aproximação da normalidade (Apêndice E).

Para satisfação da hipótese da estacionaridade (média móvel constante), foi empregado um efeito de primeira ordem (Apêndice E), ajustado à concentração espacial dos valores (Densidade de Kernel) conforme consta no relatório final da Krigagem (Apêndice F). Além da observação dos dados estas decisões justificam-se pela observação dos padrões pluviométricos na área de estudo que diminuem quando se avança da costa em direção ao planalto, como é comum em áreas costeiras, mas concentram altos valores nas vertentes escarpadas, principalmente nos postos de coleta situados a barlavento da Serra do Mar.

Em relação à geologia, básica para cartografia e compreensão dos processos formadores do relevo sobretudo no que tange à estrutura e formações superficiais, foram compiladas cartografias produzidas sistematicamente que englobam toda a área de estudo na produção do Mapa de Unidades Litoestratigráficas[10].

Devido ao detalhe das representações foi necessário adaptar o referido mapa, considerando: para as litologias cristalinas, os trabalhos de Morais (1999) e de Theodorovicz et al. (1984) em escala 1:250.000, além de algumas intrusões identificadas em CPRM (2006); para os depósitos sedimentares, o Mapa de Unidades Litológicas e Estratigrafia do Quaternário do Litoral Paulista e Sul-Fluminense de Suguio e Martin (1978) em escala 1:100.000, nas folhas Iguape, Itanhaém, Santos e Bertioga (disponibilizado pelo NEAL digitalizados). As uniões foram feitas usando o comando *merge* do ArcGIS 10.6®.

Adiante foi produzido o Mapa de Sub-bacias e Hierarquia de Drenagem (Apêndice G) representando a hidrografia regional, que num primeiro momento foi necessário para cartografia do relevo auxiliando a identificação dos modelados de dissecação e acumulação, e após, forneceu indicadores importantes da dinâmica dos sistemas naturais e das funções geoecológicas. Esta cartografia foi feita a partir dos arquivos vetorizados de drenagem e sub-

[10] As unidades litoestratigráficas formais levantadas para área de estudo foram: formação, complexo e corpo. Simplificadamente, de acordo com IBGE (1998), a formação é a unidade fundamental da litoestratigrafia, com relativa homogeneidade e continuidade lateral; o complexo é formado pela associação de duas ou mais classes (sedimentares, ígneas ou metamórficas); corpo é a unidade de rochas intrusivas ou metamórficas de alto grau com um único tipo litológico.

bacias hidrográficas (obtidas a partir das bacias de contribuição), com a hierarquia da drenagem classificada conforme o método de Strahler (1952)[11] *apud* Christofoletti (1980).

Para hierarquização da drenagem foram utilizados os programas ArcGIS 10.6® e QGIS 2.18 (QGIS, 2016). O primeiro serviu para correções e padronização dos dados e para elaboração do *layout* de representação e o segundo para a classificação automática da hierarquia. As correções foram dos problemas na topologia, com a ferramenta *topology* e a padronização com as ferramentas *merge* e *explode* da barra de edição, uma para junção dos segmentos de linha e a outra para separar os segmentos conforme as confluências. Este processo adequou o arquivo da drenagem ao *plug in* "Strahler" (disponível em <http://plugins.qgis.org/plugins/QGISStrahler-master/>) do QGIS 2.18, que a partir da identificação do exutório criou novo campo na tabela de atributos do arquivo com classificação automática da hierarquia de cada segmento.

Por sua vez, o Mapa Geomorfológico, que de fato compôs os limites gerais dos sistemas naturais, embasou a discussão das formas e processos unidades, buscando reduzir a complexidade das interações entre os componentes naturais.

O relevo foi classificado conforme o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), utilizando como recursos dados de levantamentos bibliográficos trabalhos acadêmicos, relatórios e cartografias prévias, aliados aos estudos bibliográficos e às observações e interpretações de modelos, de imagens de sensoriamento remoto e em campo.

Foi necessária uma adaptação às classes deste manual para a planície costeira, com a inclusão da designação "mistos", baseado na terminologia empregada por Ross (2012, p. 62) num estudo de caso sobre o Guarujá. As formas nas quais tal adaptação foi necessária, por conta da escala de representação, incluem múltiplos processos deposicionais na gênese da unidade.

Compondo elementos básicos da morfometria, a altimetria (17 classes pela ferramenta *slice*) e declividade (9 classes pela ferramenta *slope*) (Quadro 8), obtidas no ArcGIS 10.6®, ainda foram importantes na análise dos sistemas e dos processos naturais. Nestes temas

[11] De acordo com Christofoletti (1980) este método decompõe a rede hidrográfica em segmentos discretos num sistema de ordenação no qual os menores canais de drenagem, sem tributários, são considerados como de primeira ordem desde a nascente até a confluência. Os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem. Os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem e podem receber afluentes de segunda ou primeira ordem. Da confluência de dois canais de terceira ordem surgem os canais de quarta ordem que podem receber tributários das ordens inferiores. O mesmo raciocínio é empregado sucessivamente.

a distribuição em intervalos de classes irregulares foi necessária devido às particularidades da área de estudo.

Quadro 8- Classes de altimetria e declividade adotadas.

Tema	Classes
Altimetria (em metros)	0 ┤ 4; 4 ┤ 10; 10 ┤ 20; 20 ┤ 50; 50 ┤ 100; 100 ┤ 200; 200 ┤ 300; 300 ┤ 400; 400 ┤ 500; 500 ┤ 600; 600 ┤ 700; 700 ┤ 800; 800 900; 900 ┤ 1000; 1000 ┤ 1100; 1100 ┤ 1200; 1100 - 1249
Declividade (em graus)	0 ┤ 2; 2 ┤ 5; 5 ┤ 10; 10 ┤ 17; 17 ┤ 20; 20 ┤ 25; 25 ┤ 30; 30 ┤ 45; ≥ 45

Nos moldes do referido manual, o mapeamento geomorfológico foi proposto, como constará em Ribeiro e Oliveira (2021). O mapeamento foi feito a partir da identidade das formas, numa taxonomia entre os domínios morfoestruturais, regiões geomorfológicas, unidades geomorfológicas, modelados e formas predominantes, considerando a gênese, evolução e dinâmica das formas. As unidades geomorfológicas e os modelados e as formas predominantes configuraram a base para delimitação dos sistemas naturais na escala proposta.

Os domínios morfoestruturais correspondem a grandes áreas com certa homogeneidade dada pelos fatores endógenos, pelos litotipos e pelas características estruturais, que interagem com fatores exógenos que destacam regiões geomorfológicas nas estruturas. Estas contém conjuntos com arranjos altimétricos e fisionômicos semelhantes, as unidades geomorfológicas. A morfogênese nestas unidades é atribuída pelos tipos de modelados dados por processos de dissecação, acumulação, aplainamento e dissolução que elaboram as formas predominantes do relevo (IBGE, 2009). Nestes termos, para delimitação e classificação do relevo diferentes recursos e produtos foram adotados associados a taxonomia (Figura 8).

Figura 8- Quadro esquemático de procedimentos gerais e de recursos, produtos e fontes por escala taxonômica para cartografia geomorfológica.

Delimitação e classificação ↓

Taxonomia	Recursos	Produtos	Fontes
Morfoestrutura	1- Cartografias prévias	1.1- Morfoestruturas; 1.2- Unidades litoestratigráficas e estruturas	1.1- IBGE (2018); 1.2- CPRM (2006) e Suguio e Martins (1978)
Regiões geomorfológicas	1- Cartografia prévia	1- Regiões Geomorfológicas	1- IBGE (2018)
Unidades Geomorfológicas	1- Cartografias prévias; 2- MDT; 3- Imagens multiespectrais; 4- Drenagem	1.1- Unidades geomorfológicas; 1.2- Compartimentação do relevo; 2.1- Altimetria; 2.2- Declividade; 2.3- Relevo sombreado; 3- Mosaico com composição colorida; 2 e 3 Modelo 3D; 4- Padrões de drenagem	1.1- IBGE (2018); 1.2- Gigliotti (2010); 2- a partir de AGEM (2002; 2003); 3- a partir de ESA/USGS (2018); 4- a partir de IBGE (1973; 1984) e ICGC/SP (1971; 1972)
Modelados	1- MDT; 2- Drenagem	1- Relevo sombreado; 2- Hierarquia de drenagem	1- idem (2); 2- idem (4)
Formas predominantes	1- Cartografias prévias; 2- MDT; 3- Imagens multiespectrais; 4- ortofocartas	1- Unidades quaternárias; 2.1- Altimetria; 2.2- Declividade; 2.3- relevo sombreado; 3- mosaico com composição colorida; 2 e 3- Modelo 3D; 4.1- mosaico; 4.2- anaglifo	1- Suguio e Martins (1978), Gianini (1987), Ribeiro (2003) e Souza (2015); 2- idem (2); 3- idem (3); 4- AGEM (2001; 2002)

↑ Refinamento de classes e limites

Inicialmente, a classificação do IBGE (2018), que dividiu a paisagem em Cinturões Móveis Neoproterozóicos ou Depósitos Sedimentares Quaternários, forneceu as bases para identificação morfoestruturas, corroborada pela geologia e refinada em seus limites ao longo do mapeamento. Subdividindo os Cinturões Móveis Neoproterozóicos e os Depósitos Sedimentares Quaternários, o IBGE (2018) reconheceu quatro regiões geomorfológicas na Baixada Santista adotadas neste caso: Escarpas e Reversos da Serra do Mar do Paulista e Planalto de Paranapiacaba, sustentados pelas estruturas cristalinas e com morfogênese pela disseção; e as Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas e as Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praiais, formadas pela acumulação de sedimentos de origem continental e/ou marinha.

Nos dois grandes conjuntos nos quais se configuram as regiões, um de caráter endogenético esculturado pela dissecação e outro de caráter exogenético formado pela acumulação, de um lado formaram-se compartimentos de planaltos, serras, escarpas, morros, morranias e de outro depósitos e a planície litorânea (Quadro 9).

Quadro 9- Compartimentos e principais parâmetros para classificação.

Compartimento	**Principais parâmetros**
Planalto	Conjuntos de relevos dissecados de altitudes elevadas com distribuição regular majoritariamente acima dos 700 metros com declividades moderadas predominantes entre 10 a 25º
Serras	Relevos acidentados em formas com cristas e cumeadas estendidas com valores elevados de altimetria (chega a ultrapassar os 1000 metros) e de declividade (predominantemente 20 a 30º)
Escarpas	Borda de áreas planálticas em ambiente transicional com distribuição regular de declividades elevadas (acima de 30º) num gradiente altimétrico expressivo, majoritariamente acima de 400 metros
Morros Residuais	"Insulamentos" de afloramentos do embasamento cristalino pronunciados em relação à planície costeira, com predomínio de declividades moderadas a altas (frequentemente acima de 30º) e altitudes variadas
Morranias	Patamares em processo de separação ("insulamento") das serras e escarpas com parâmetros morfométricos semelhantes aos morros, com valores maiores conforme a proximidade do conjunto
Depósitos	Depósitos de material continental aluvial e coluvionar nos sopés das encostas ou adjacências variados quanto a altimetria em transições que marcam a atenuação dos valores de declividade
Planície Litorânea	Conjuntos de formas de relevo agradacionais planas ou suavemente onduladas sobre sedimentos marinhos ou marinhos e continentais em baixa altitude, predominantemente abaixo dos 20 metros, com baixas declividades

Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

A compartimentação compôs a caracterização e a designação das unidades geomorfológicas, associada aos termos que dão identidade evolutiva, como formas residuais, festonamentos, alinhamentos, origem dos sedimentos, além da toponímia. Na classificação das formas predominantes dos modelados de dissecação e acumulação foram adotadas as nomenclaturas previstas no manual, as quais foram acrescentados os depósitos

fluviomarinholagunares, classe mais genérica decorrida da inseparabilidade condicionada pela escala.

O IBGE (2018) classificou as unidades geomorfológicas na Baixada Santista como Serra do Mar Paulista, Planalto Paulistano, Serrania do Ribeira, Planalto de Salesópolis, com morfogênese pela dissecação, e Planícies alúvio-coluvionares e Planícies Litorâneas, pela acumulação, em escala 1:250.000.

No entanto, foram necessárias adaptações para atender a escala adotada (1:100.000). Em relação às morfoestruturas e regiões geomorfológicas, embora tenham sido mantidas as classificações do IBGE (2018), houve o refinamento dos limites quando se passou a taxonomia de maior detalhe.

No que tange às unidades geomorfológicas formadas pela dissecação restaram mantidos os planaltos Paulistano e de Salesópolis, unidades que mantém seus atributos mesmo com maior detalhamento. Já a Serrania do Ribeira foi recompartimentada entre escarpas festonadas, serras alongadas, morranias e morros residuais, considerando as diferenças evolutivas e fisiográficas. O mesmo procedimento foi proposto para a Serra do Mar Paulista, na qual foram distinguidas escarpas com cristas alinhadas, festonadas e morros residuais. Por outro lado, as unidades geomorfológicas formadas pela acumulação restaram mantidas, com detalhamento feito quando se passou a caracterização das formas predominantes. Ao longo deste processo a compartimentação de Gigliotti (2010) também foi considerada.

Por sua vez, fundamentais na diferenciação das unidades de paisagem sobretudo pela influência vertical, a cartografia temática dos solos e da cobertura vegetal foram obtidas do Mapeamento Pedológico do Estado de São Paulo (ROSSI, 2017) e do Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo de 2010 (SÃO PAULO, 2010), conforme detalhado no Quadro 10. Estes dois temas apontaram subdivisões às unidades naturais quando cabível.

Quadro 10- Descrição dos materiais obtidos nos levantamentos sobre solos e cobertura vegetal conforme as escalas, fontes, disponibilização e acesso.

Material (escala/resolução espacial)	**Fonte**	**Disponibilização**	**Acesso**
Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (1:100.000)	Rossi (2017)	*Shapefile*, online	https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/
Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (1:25.000)	São Paulo (2010)	*Shapefile*, online	Correio eletrônico do Instituto Florestal do Estado de São Paulo

A partir do mapeamento pedológico, conforme os horizontes diagnóstico expressos nas classes de solos em nível de ordem e subordem, como tratado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), evitando subdivisões excessivas foram interpretados os processos pedogenéticos predominantes (Quadro 11) cuja associação aos horizontes diagnósticos foi organizada por Resende et al. (2002).

Quadro 11- Classes de solos, processos pedogenéticos predominantes e descrição dos processos.

Classes de solos	**Processos Pedogenéticos Predominantes**	**Descrição**
Neossolos Litólicos	Ausência de horizontes subsuperficiais	Constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, sem horizonte B diagnóstico*
Cambissolos Háplicos	Desenvolvimento incipiente	Ainda não houve atuação marcante de nenhum processo, mas houve liberação de Fe e de Al dos cristais dos minerais com alteração da rocha e formação da estrutura
Gleissolos Sálicos e Háplicos; Neossolos Flúvicos e Quartzarênicos; Espodossolos Humilúvicos; Organossolos Háplicos e Tiomórficos	Hidromorfismo**	Referente ao ambiente sob influência do excesso de água que condiciona a configuração dos horizontes superficiais e subsuperficias ou controla a altura de atuação de processos pedogenéticos específicos
Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos	Translocação	Originados pela translocação de argila silicatada do horizonte A para o B
Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos	Latolização	Originado pela remoção de sílica e de bases e retenção de óxidos pelo intemperismo intenso

Obs.: *EMBRAPA, 2018; **O hidromorfismo em suas diferentes manifestações foi considerado o principal processo regulador da formação e evolução dos solos na planície costeira, como discutido em Queiroz Neto e Kupper (1965), onde os solos se diferenciam em classes devido: à atuação da translocação (podzolização) de matéria orgânica e óxidos do horizonte A para o B num material pobre em argila no caso dos Espodossolos; à deposição fluvial, nos Neossolos Flúvicos, ou ao acúmulo de minerais arenoquartzosos, nos Neossolos Quartzarênicos, ambos sem estruturação em horizontes; ao

acúmulo e concentração de sais (halomorfismo) nos Gleissolos Sálicos; e, ainda, à elevada concentração de matéria orgânica nos Organossolos.

Quanto a cartografia da cobertura vegetal, a classificação foi feita de acordo com o domínio[12] e os tipos de vegetação baseado em IBGE (2012) e as fitofisionomias foram classificadas conforme o Inventário Florestal do Estado de São Paulo de 2005, mais adequado neste caso por reconhecer os limites da fitofisionomia da restinga. Após, os limites da cobertura vegetal foram atualizados para as condições de 2018 a partir da interpretação visual das imagens multiespectrais Sentinel 2-B e do mosaico de imagens DigitalGlobe (Quadro 12), no programa ArcGIS 10.6® de acordo com a classificação adotada.

Quadro 12- Detalhamento da área de cobertura das imagens DigitalGlobe, data do imageamento, tipo de mosaico e resolução espacial.

Área	**Imagem e data**	**Resolução e mosaico**
Peruíbe e extremidade sudoeste de Itanhaém	DigitalGlobe 24/07/2017	0,5 m Vivid
Itanhaém	DigitalGlobe 18/06/2017	0,32 m Vivid
Mongaguá	DigitalGlobe 29/11/2017	0,5 m Vivid
Solemar e Praia Grande	DigitalGlobe 06/11/2017	0,32 m Metro
Praia Grande (centro), São Vicente e Cubatão	DigitalGlobe 30/07/2017	0,46 m Metro
Área continental de Santos e adjacências em Cubatão	DigitalGlobe 30/07/2017	0,46 m Metro
Santos, Vicente de Carvalho e área central da ilha de Santo Amaro	DigitalGlobe 08/07/2017	0,46 m Metro
Guarujá (praias centrais a Itamambuca)	DigitalGlobe 27/07/2017	0,46 m Metro
Guarujá ponta nordeste e centro de Bertioga	DigitalGlobe 14/09/2017	0,5 m Vivid
Planalto e área continental de Santos e Bertioga	DigitalGlobe 26/07/2016	0,5 m Vivid
Bertioga (Riviera)	DigitalGlobe 17/04/2016	0,5 m Vivid
Bertioga (extremidade e divisa com São Sebastião)	DigitalGlobe 25/04/2016	0,5 m Vivid

Fonte: ESRI, 2018.

No que se refere aos usos do terra, importante identificador de paisagens antrópicas (MILKOV, 1976) e incorporador das funcionalidades decorrentes das atividades humanas

[12] Neste caso a Mata Atlântica foi considerada um domínio, como esclarecido em Coutinho (2016), uma vez que bioma significa uma massa de seres vivos em um espaço geográfico natural de grandes proporções (macroambiente natural) com uniformidade de condições climáticas, edáficas e de fitofisionomia, enquanto o domínio trata de um espaço onde predomina um determinado bioma, o que significa que nesse mesmo espaço outros biomas podem estar presentes. Conforme as condições zonais a Mata Atlântica é parte das Florestas Pluviais (zonobioma), que na Baixada Santista varia de acordo com o controle exercido pelo clima (eubioma), pelo relevo (orobioma), pelo encharcamento do substrato (helobioma), pelo encharcamento e salinidade (halo-helobioma) e pelo encharcamento e arenosidade do substrato (psamo-helobioma) em florestas densas sempre-verdes.

(RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017), foi feita num primeiro momento uma caracterização da evolução ao longo do tempo histórico. Isto foi proposto analisando a ocupação e constituição territorial pós colonização com enfoque no desenvolvimento mais recente, dos séculos XX e XXI, contado a partir de levantamentos bibliográficos, de dados populacionais e econômicos bem como pelo mapeamento dos usos urbanos nos anos de 1962, 1975, 1985, 1995, 2005 e 2017. Para os mapeamentos dos anos de 1962 e 1975 foi feita interpretação visual e para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2017 foram utilizados dados do Projeto MapBiomas (2018).

Neste mapeamento os núcleos urbanos iniciais foram identificados conforme consta em Afonso (2006) para as sedes dos atuais municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga, enquanto em Mongaguá, a referência foi Instituto Pólis (2013b), e em Itanhaém e Peruíbe o mapa do Serviço de Discriminação de Terras (1915). Tais levantamentos foram confrontados com os acervos cartográficos de Araújo Filho (1950) e Azevedo (1965) e mostram-se adequados.

Os acervos supracitados também auxiliaram a interpretação visual feita das fotografias do aerolevantamento de 1962 (disponível na interface do ArcGIS 10.6® pelo *plug in* CSW, IDEA DataGEO) e das imagens feitas nos canais verde (banda 4), vermelho (banda 5) e infravermelho (banda 6) pelo sensor MSS do satélite Landsat 1 no dia 29/09/1975, órbita 76, ponto 235, com 79 metros de resolução espacial, reunidas em uma composição colorida falsa-cor (R4G5B6) e reamostradas no mesmo SIG pelo algoritmo na ferramenta *resampling* pelo algoritmo *cubic convolution*.

Ambas interpretações foram feitas numa escala de até 1:80.000 e posteriormente foram generalizadas para escala 1:100.000, escala recomendada para os mapeamentos dos demais anos, adquiridos do Projeto MapBiomas (2018) e recortados para área de interesse. A adoção destes procedimentos possibilitou a visualização das proporções e direções da expansão urbana, mas impossibilitou a comparação pelos dados de áreas devido às diferenças na resolução espacial dos produtos utilizados.

A partir de então, coube a caracterização dos aspectos socioeconômicos e populacionais, indicadores do funcionamento da paisagem antrópica. Estes dados foram obtidos principalmente pelo IBGE e disponibilizados pelas Informações dos Municípios Paulistas (IMP) da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), acessados no ano de 2019 (<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>).

Já, o Mapa de Cobertura e Usos da Terra foi proposto tendo como referência o ano de 2018. Este mapa foi elaborado de acordo com dados obtidos majoritariamente de fontes institucionais, que demandaram atualização. Por um lado, o Inventário Florestal (SÃO PAULO, 2010) auxiliou no reconhecimento e na representação dos espaços com cobertura vegetal, mas precisou de atualização nos limites da área vegetada e foi complementado pelo mapeamento da EMPLASA (1997), com a classe mangues degradados[13]. Por outro lado, as Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo Urbano (UHCT) de São Paulo (2014) auxiliaram no reconhecimento e na representação das áreas urbanas com as respectivas funcionalidades, bem como daquelas áreas complementares ou auxiliares à dinâmica urbana (industriais, portuárias dentre outras).

A tipologia das UHCT é composta por um sistema hierarquizado de classificação do uso e padrão físico de ocupação que busca identificar as menores unidades de análise da paisagem que definem arranjos espaciais específicos que guardam semelhanças nos aspectos físicos, na forma e textura. Neste sentido, propõe 8 categorias analíticas, dentre as quais 5 foram mapeadas na Baixada: áreas residenciais/comerciais/serviços, área comercial/serviços praia, grandes equipamentos, espaço verde urbano e loteamentos.

As áreas residenciais/comerciais/serviços incluem trechos com esta função subdivididos conforme padrões de ocupação (densidade e estágio de ocupação e ordenamento urbano); as áreas comercial/serviços Praia incluem áreas de comércio e de serviços localizadas na orla; os espaços verdes urbanos representam parques, praças e demais áreas verdes; e os loteamentos são ocupações em estágio de implantação. Os grandes equipamentos correspondem às ocupações com edificações de grande porte como indústrias, galpões e equipamentos urbanos (termo adotado) em geral.

Para representação mais aproximada do cenário regional, além da atualização foram conduzidas adaptações nas UHCT. As áreas comercial/serviços Praia foram incorporadas às residenciais, comerciais e de serviços. Por sua vez, o estágio de ocupação e o ordenamento urbano foram desconsiderados pela excessiva fragmentação nas áreas residenciais, comerciais e de serviços. Assim a subdivisão destas áreas se deu somente de acordo com a densidade de ocupação entre muita alta (ocupações em lotes de até 150 m²), alta (lotes de até 250 m²) média

[13] Os mangues degradados representam áreas em que a vegetação foi intensamente impactada por atividades diversas e encontra-se em estágio inicial ou médio de regeneração, conforme mapeamento da EMPLASA (1997), discutido em Souza (2018).

(lotes de 250 a 450 m²), baixa (lotes maiores que 450 m²) e muita baixa (ocupação com chácaras e sítios).

Ainda, foram incorporados dois padrões singulares dentro das áreas residenciais, comerciais e de serviços: verticalização e ocupação precária. Ambas foram interpretadas e mapeadas a partir dos mosaicos DigitalGlobe de alta resolução, porém no segundo caso, em realidade foi feita a atualização da geometria obtida do Instituto Pólis (2014), conforme observado nos mosaicos e em campo. As ocupações precárias correspondem aos trechos ocupados espontaneamente, desprovidos de infraestrutura ou planejamento, aos loteamentos irregulares com populações de baixa renda e aos loteamentos clandestinos. Em todos estes casos, há latente falta de infraestrutura e de acesso à serviços públicos e equipamentos urbanos.

Na adoção dos dados do Inventário Florestal e das UCHT procedeu-se a atualização dos mapeamentos pela interpretação visual, com base no mosaico de imagens Sentinel 2-B e nos mosaicos DigitalGlobe, de alta resolução. Por sinal, estas mesmas imagens foram utilizadas para interpretação visual nos poucos espaços não cartografados pelos referidos materiais, as áreas rurais, de mineração, os corpos hídricos e praias.

Portanto, o Mapa de Cobertura e Uso da Terra foi proposto considerando os tipos de vegetação do Inventário Florestal, a tipologia urbana das UHCT e a interpretação visual das demais áreas. Num primeiro momento foi feita a união dos dois primeiros materiais pela ferramenta *merge* do SIG ArcGIS 10.6® e após a interpretação e preenchimento das demais áreas. Embora permita representação em maior detalhe, o resultado foi generalizado para escala 1:100.000, condizente com os objetivos.

Cabe esclarecer que os grandes equipamentos foram renomeados como equipamentos urbanos e deles foram desmembrados as áreas industriais e as estruturas portuárias, trechos singulares da paisagem regional. Ao lado das demais tipologias o Quadro 13 apresenta os níveis de compartimentação e as classes de usos da terra consideradas.

Quadro 13- Níveis de compartimentação e classes de cobertura e usos da terra.

Níveis de Análise e Compartimentação dos Usos da Terra			
Nível I (1:100.000)	**Nível II (1:25.000)**	**Nível III (1:10.000)**	
Cobertura e Uso da Terra	**Tipologia**	**Padrão**	
		Densidade de Ocupação	**Padrão de Ocupação**
Usos urbanos e estruturas auxiliares	Área residencial, comercial e de serviços	Muito alta; Alta; Média; Baixa; Muito Baixa;	Área urbana verticalizada; assentamentos precários.
	Equipamentos Urbanos		
	Áreas industriais		
	Estruturas portuárias		
	Áreas de expansão - loteamento		
	Espaço verde urbano		
Cobertura Vegetal	Restinga		
	Mangue		
	Mangue Degradado		
	Vegetação de Várzea		
	Floresta		
	Floresta secundária		
Usos Rurais	Cultivos Permanentes		
	Usos rurais diversificados		
Mineração			
Corpos Hídricos Continentais			
Áreas descobertas (Praia)			

Enquanto importantes fatores reguladores dos usos, foram levantadas as Áreas Protegidas disponibilizadas em formato digital (.shp) pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018)[14] e as Unidades de Conservação e Parques Municipais levantadas e disponibilizadas no mesmo formato pelo Instituto Pólis (2014). Estes produtos compuseram o Mapa de Unidades de Conservação da Baixada Santista.

Outro fator importante neste aspecto, os territórios protegidos pelo elevado valor cultural e étnico-cultural, foram obtidos a partir da digitalização das cartas da área de Tombamento da Serra do Mar e de Paranapiacaba (SÃO PAULO, 1985) e das Terras Indígenas

[14] Repositório de dados i3geo: http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm.

disponibilizadas pela Fundação Nacional do Índio[15] (FUNAI, 2020). Estes materiais compuseram o Mapa de Territórios Culturais e Étnico-culturais da Baixada Santista.

Além destas áreas protegidas também foram espacializadas as Áreas de Preservação Permanente (APP) previstas na Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, denominada Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), com os procedimentos ajustados a cada tipo de APP.

Para tanto foi necessário adotar uma base para os canais de drenagem com maior detalhe, neste caso a cartografia preliminar do IGC-SP (2010) (1:25.000), revisada e geometricamente ajustada conforme as ortofotocartas IGC-SP e AGEM (2001; 2002) em um arquivo vetorial de linhas. Também foi necessário representar os canais com largura superior a 10 metros em arquivo vetorial poligonal, com a metragem conferida pela ferramenta *Measure* e editada (*Editor Toolbar*) conforme a geometria observada nas imagens DigitalGlobe do *basemap* (ArcGIS 10.6®). Os procedimentos e materiais para cada tipo de APP estão especificados no Quadro 14 e possibilitaram elaborar o Mapa de Áreas Protegidas pelo Código Florestal na Baixada Santista, conforme estabelecido em Brasil (2012).

[15] Repositório FUNAI: http://www.funai.gov.br/index.php/shape.

Quadro 14- Procedimentos, materiais e fontes para mapeamento de cada tipo de APP.

APP	Materiais/Fonte	Procedimento
Cursos d'água	Vetores de drenagem linear e poligonal (1:25.000); adaptado de IGC-SP (2010)	Avaliação da largura dos cursos d'água com a ferramenta *Measure*. *Buffer* aplicado a rede de drenagem: comando *full* para o arquivo de linhas (drenagens com até 10 m de largura) e *buffer* de 30m; comando *outside* para drenagens no arquivo poligonal, com *buffer* de 50 m, 100 m, 200 m e 500 m conforme a largura do canal
Nascentes	Vetores pontuais; adaptado de IGC-SP (2010)	Nascentes extraídas a partir da identificação dos pontos extremos da rede de drenagem (*Feature Vertices to Points* comando *Dangle*); exclusão dos pontos de foz (*Editor toolbar*); *Buffer* de 50 m
Declive superior a 45º	MDT pelas cartas IGC-SP e AGEM (2002; 2003)	Ferramenta *Slope* com o comando *Degree*. Posteriormente pela reclassificação (ferramenta *reclassify*) foram obtidas somente as áreas acima de 45º, convertidas em arquivo vetorial pela ferramenta *Raster to Polygon*
Áreas de topo	MDT pelas cartas IGC-SP e AGEM (2002; 2003)	Identificação automatizada conforme os procedimento de Santos (2013)
Manguezais	Vetores poligonais; São Paulo (2010)	Seleção dos atributos "mangue" na base utilizada e exportação dos dados num arquivo separado
Dunas (paleodunas)	Vetores poligonais; Suguio e Martin (1978)	Seleção dos atributos "Areias marinhas litorâneas retrabalhadas em superfície pelo vento" e exportação dos dados num arquivo separado
Reserva Legal	Vetores poligonais; SICAR (2020)	Download no SICAR (2020) do arquivo poligonal das áreas de reserva aprovadas ou aprovadas e averbadas

Os resultados de diferentes tipos de APP e de áreas de Reserva Legal (nas situações "aprovadas" e "aprovadas e averbadas") foram reunidos em arquivo vetorial único pelo comando *merge*. As áreas consolidadas foram descontadas usando as ferramentas de edição a partir da interpretação visual das ortofotocartas CDHU (2007) e dos dados do SICAR (2020) sobre essas áreas. Somadas às demais áreas, este material também compôs uma das coleções cartográficas utilizadas para ponderação das ações de impacto ambiental.

Tendo como referencial a proposta de Conesa (1993) adaptada em Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) para o trabalho com paisagens, os critérios para ponderação das ações de impacto foram selecionados ajustados à escala de trabalho. Neste sentido, restaram mantidos da proposta inicial o sinal, a intensidade, a extensão e a persistência, uma vez que momento, reversibilidade e medidas corretivas são mais adequadas em trabalhos de maior detalhe.

Nestes moldes a importância das ações de impactos ambientais foi ponderada a partir do Sinal (impacto positivo + ou negativo -), Intensidade (*I*) (entre baixa = 1 e muito alta = 8), Extensão (*E*) (entre pontual = 1 e extenso = 4) e Persistência (*P*) (entre fugaz = 1 e permanente = 8), portanto considerando a expressão (Equação 1):

Equação 1– Fórmula para o cálculo da importância das ações de impacto ambiental

$$\pm 1S * (3I + E + P)$$

Onde: *S* = Sinal; *I* = Intensidade; *E* = Extensão; *P* = Persistência.

Embora as definições destes critérios estejam esclarecidas nos trabalhos referenciados, houve a necessidade de estabelecer parâmetros qualitativos e quantitativos para apoiar as decisões ao longo dos julgamentos. O Quadro 15 apresenta os parâmetros e as classes e suas respectivas definições para cada critério de avaliação.

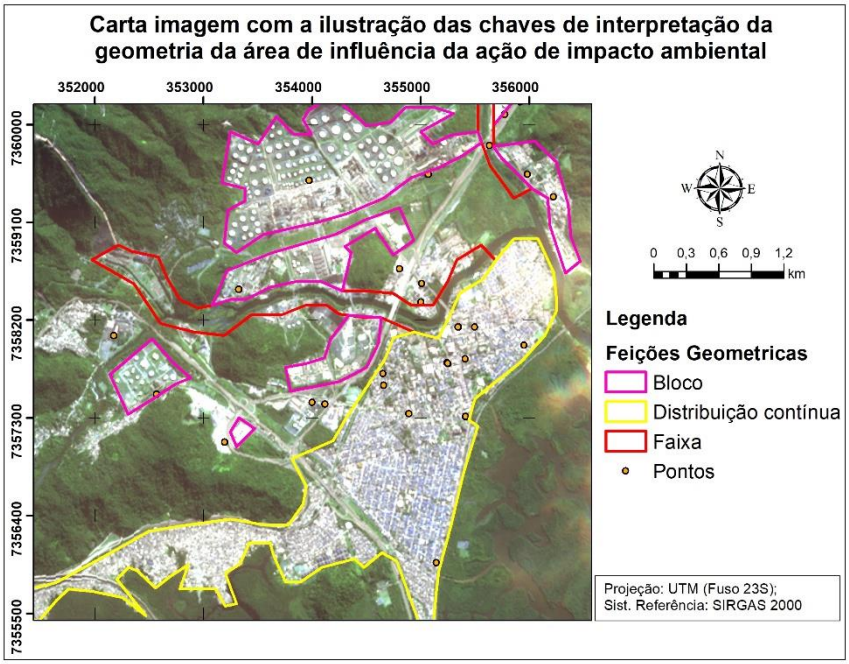
Quadro 15- Critérios, parâmetros, classes e definições para ponderação das ações de impacto ambiental.

Critério	**Parâmetros Qualitativos**	**Parâmetros Quantitativos**	**Classes e Definições**
Sinal	Natureza benéfica ou prejudicial aos fatores considerados	-	Natureza benéfica (+); natureza prejudicial (-).
Intensidade	Aproximação ou afastamento das condições naturais	Nível de incidência da modificação ou manutenção dos fatores	Muito alta: afastamento considerável com repercussões graves; incidência média de 2,51 a 3.
			Alta: afastamento intermediário entre as classes extremas; incidência média entre 2,01 e 2,50.
			Média: afastamento intermediário entre as classes extremas; incidência média entre 1,51 e 2,00.
			Baixa: afastamento mínimo; incidência média de 1,00 a 1,50.
Extensão	Geometria (em pontos, blocos, faixas ou em polígono) e distribuição das áreas mapeadas (em pontos ou em área próxima ao total do polígono mapeado)	Percentual total	Pontual: quando a ação é localizada e distribui-se em pontos discretos ou pontualmente dentro de determinada área.
			Parcial: quando há ocorrência apreciável não considerada nas duas classes extremas; a geometria ocorre em blocos ou em blocos e faixas dentro de determinado polígono.
			Extenso: quando se distribui regularmente em mais de 1%* da área de estudo
Persistência	Relação com os usos da terra	Tempo estimado dos efeitos	Fugaz: efeitos com duração inferior a um ano.
			Temporário: efeitos com duração entre 1 e 3 anos.
			Pertinente: efeitos com duração entre 4 e 10 anos.
			Permanente: efeitos com duração superior a 10 anos e/ou decorrentes do uso da terra.

Obs.: *O percentual de 1% (24,3 km^2) foi arbitrado por representar uma transição entre usos menos e mais expressivos na paisagem regional. Abaixo e próximo dele estão os usos agrícolas permanentes (0,95% com 23,08 km^2) e as áreas de expansão urbana (0,84% com 20,40 km^2) com alta concentração espacial, enquanto o valor próximo e acima dele coube aos equipamentos urbanos (1,28% com 31,14 km^2) que são significativos em toda região.

Assim estabelecido, convém ilustrar as chaves de interpretação na análise espacial da geometria da área de influência (fundamental para o critério de extensão) das ações de impacto ambiental. A Figura 9 ilustra as geometrias de pontos, blocos, faixas e distribuição contínua e regular. Ressaltou-se a extensão regular e contínua das áreas com cobertura vegetal e da área urbana, além de amostras de pontos, faixas e blocos.

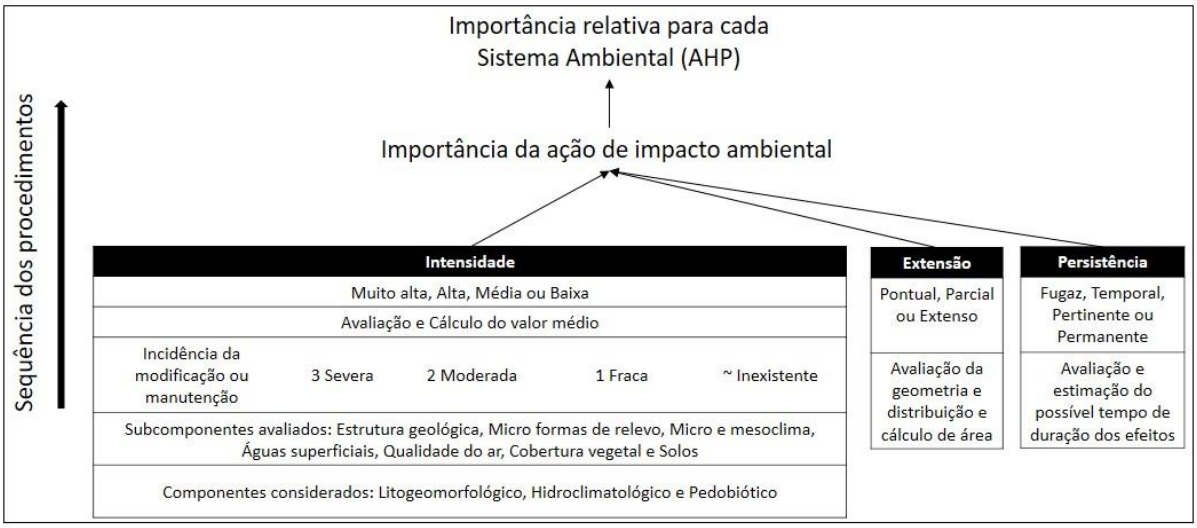
Figura 9- Carta imagem com as chaves de interpretação da geometria, parte qualitativa do critério extensão.



Fonte: adaptado de ESA e USGS (2018).

Para avaliação da intensidade, foi preciso propor uma avaliação amparada na incidência da ação de impacto sobre os componentes e subcomponentes dos sistemas naturais, entre incidência severa (alto nível) e fraca (baixo nível). Isto não remete a um novo conceito, mas a um parâmetro que facilitou o contato com a bibliografia especializada para cada tema avaliado. Nestes moldes, a organização do trabalho de avaliação e julgamentos para quantificação das ações de impacto ambiental está ilustrada na Figura 10.

Figura 10- Organização do trabalho para avaliação e julgamentos sobre as ações de impacto ambiental.



Os temas indicadores das ações de impacto ambiental utilizados para ponderação foram selecionados a partir da problemática identificada em campo, em relatórios técnicos e em bibliografias como Gutberlet (1996), Afonso (2006), Tessler et al. (2006), Zündt (2006), Gigliotti (2010), Cunha e Oliveira (2015), Morell et al. (2015), Souza (2018), Cheliz e Oliveira (2020), dentre outros trabalhos que apontam questões ambientais relevantes para a Baixada Santista.

Desta forma foram selecionados e ponderados 17 temas (Quadro 16), trabalhados inicialmente como vetores, posteriormente convertidos como arquivos matriciais (ferramenta *Polygon to raster*, ArcGIS®10.6) e reclassificados (ferramenta *Reclassify*, ArcGIS®10.6). Na representação alguns destes foram agrupados num mesmo mapa, na coleção proposta.

Quadro 16- Temas indicadores de ações de impacto ambiental, geometria e classes de representação e fonte para espacialização.

Tema	Tipo de vetor/Classes	Fontes para espacialização
Áreas Protegidas	Poligonal; classe única	Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018); Fundação Nacional do Índio (FUNAI, 2020); São Paulo (2020); Instituto Pólis (2014); Brasil (2012); São Paulo (1985); SICAR (2020); Suguio e Martin (1978)
Cobertura Vegetal	Poligonal; Vegetação Primária e Vegetação Secundária e Degradada	Mapa de uso da terra
Desmatamento	Poligonal; classe única	Mapa de uso da terra
Fragmentos Florestais	Poligonal; classe única	Mapa de uso da terra
Impermeabilização	Poligonal; classe única	Mapa de uso da terra
Alterações na Drenagem	Poligonal; alteração na drenagem rural e alteração na drenagem urbana	Mapa de uso da terra; Tessler et al. (2006) e Mapa de Sub-bacias
Lançamento de Efluentes Indústrias	Poligonal; classe única	Mapa de uso da terra
Lançamento de Efluentes Portuários	Poligonal; classe única	Mapa de uso da terra
Lançamento de Efluentes Domésticos	Poligonal; área urbana com rede coletora, área urbana sem rede coletora e área rural sem rede coletor	Mapa de uso da terra e SABESP (2013) citado e disponibilizado pela AGEM (2014)
Densidade de Ocupação Urbana	Poligonal; muito alta, alta e média, baixa e muito baixa e rarefeito	Modificado de São Paulo (2014)
Padrão de Ocupação Urbana	Poligonal; assentamentos precários, área urbana verticalizada, áreas residenciais, comerciais e de serviços, área de expansão, grandes equipamentos e espaços verdes urbanos	Modificado de São Paulo (2014); Instituto Pólis (2014)
Padrão de Ocupação Urbana	Poligonal; pastagem/capoeira, culturas permanentes e diversificados	Mapa de uso da terra
Áreas Contaminadas* em área comercial e de serviços	Poligonal; classe única	Modificado de São Paulo (2014); São Paulo (2019)
Áreas Contaminadas* em Grandes Equipamentos	Poligonal; classe única	Modificado de São Paulo (2014); São Paulo (2019)
Áreas Contaminadas* em Portos e Industrias	Poligonal e Pontual; classe única	Mapa de uso da terra; São Paulo (2019)
Áreas de Mineração	Poligonal; classe única	Mapa de uso da terra
Lixo Acumulado nos Logradouros	Poligonal; classe única	Censo do IBGE (2010)
Áreas de Aterros Controlados e Sanitários	Pontual; classe única	AGEM (2014; 2018) e trabalho de campo

Obs.:*Áreas contaminadas: de acordo com o Decreto Nº 59.263, de 5 de junho de 2013 (SÃO PAULO, 2013), tratam-se de área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha

quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

Os dados produzidos e inventariados contaram com as contribuições das infraestruturas de dados espaciais disponibilizadas na internet de diversas maneiras, como foi destacado acima para cada caso. Outro aspecto fundamental foram as checagens em campo, que num primeiro momento serviram ao reconhecimento geral área de estudo e, após, a observação e registro sistemático em fichas e em fotografias, que permitiram fazer levantamentos, averiguação e esclarecimento de dúvidas, além da própria identificação da problemática ambiental. Os campos foram feitos nos anos de 2017, 2018 e 2019 e contaram com diversos colaboradores ao serem percorridos todos os municípios da Baixada Santista.

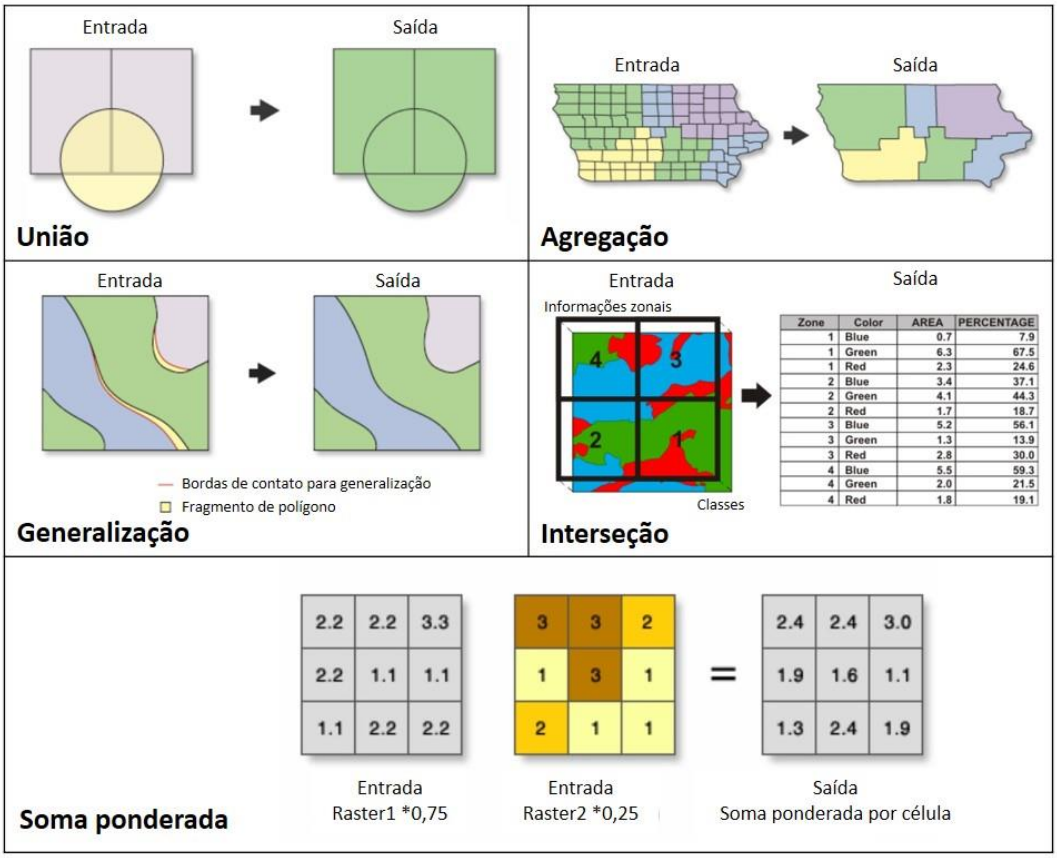
Desta forma os trabalhos de campo contribuíram com a elaboração cognitiva inicial do cenário da pesquisa e com as checagem, validações e tomadas de decisão referentes a cartografia temática. Ao longo deles foi possível apreender as características e as dinâmicas dos sistemas naturais e antrópicos na paisagem e a problemática ambiental.

3.1.2 ATIVIDADES DE GABINETE II

As atividades de gabinete II foram dedicadas à integração e análise conjunta dos materiais inventariados. Neste momento da pesquisa foram produzidas as cartografias de síntese dos sistemas naturais e antrópicos que compuseram os sistemas ambientais. Tais produtos expressam em suas unidades áreas de superposição de diferentes temas, delimitando agrupamentos de atributos de diferentes unidades espaciais, como pressupõe Martinelli (2011) para um mapa de síntese.

Quanto aos procedimentos, os dados das cartas temáticas foram organizados em diferentes planos de informação no ArcGIS 10.6® e foram adotadas diferentes ferramentas de geoprocessamento. Para confecção das sínteses basicamente foram operacionalizadas uniões, agregações, generalizações, interseções e, para o diagnóstico, somas ponderadas, empregando respectivamente as ferramentas *Union* e *Merge*, *Dissolve*, *Eliminate*, *Tabulate Intersection* e *Weighted Sum* (Figura 11).

Figura 11- Operações de geoprocessamento de junção ou união (union), agregação (dissolve), generalização (eliminate), interseção (tabulate intersection) e soma ponderada (Weighted Sum) adotadas no processamento dos dados espaciais.



Fonte: ArcGIS Desktop 10.6 Web Help, tradução livre.

Na análise e representação dos sistemas naturais foram consideradas as forças motrizes da diferenciação paisagística zonais e azonais conforme interpretado nos mapas temáticos (geologia, hidrografia, geomorfologia, clima, solos e vegetação) e nas imagens de sensores remotos, balizadas pelas observações de campo.

Conforme pressupõe Isachenko (1973), pelo papel importante na diferenciação espacial e na formação dos limites da paisagem, o clima e o complexo geomorfológico foram os primeiros e mais importantes componentes. Mas para compreensão da geomorfologia foi necessário analisar inicialmente a geologia, componente mais estável da paisagem, e a hidrografia. Adiante, dados os limites da paisagem seguiu-se quando cabível a subdivisão de acordo com as características dos solos e da vegetação, fundamentais para compreensão de relações verticais na paisagem.

Buscou-se cartografar desta forma as *Espécies de Paisagem*, sobre as quais Isachenko (1973) em seu sistema de unidades físico-geográficas assinala:

> O nível mais baixo na classificação da paisagem é a espécie. Estas agrupam paisagens com uma gênese, estrutura e morfologia semelhantes. Características importantes das paisagens pertencem a uma única espécie são: a topografia uniforme e os substratos (p. 209, tradução livre).

Assim foi feita uma primeira aproximação na elaboração do Mapa de Paisagem (ISACHENKO, 1973) para as unidades físico-naturais da Baixada Santista. As unidades cartografadas foram consideradas os Sistemas Naturais da Baixada Santista mapeadas em média escala, conforme Vinogradov et al. (1962), que correspondem aos Macrogeócoros ou, para Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), aos Distritos. Cada unidade natural mapeada responde a um esquema tipológico e regional e pode ser distinguida pela leitura em um quadro de dupla entrada composto por classes que de um lado apresentam o clima, cobertura vegetal, processo pedogenético predominante, e de outro a geomorfologia, em suas morfoestruturas, regiões, mas principalmente, unidades, modelados e formas predominantes.

Cabe reconhecer a limitação quanto a explicação das diferenciações morfológicas da paisagem e, portanto, a designação como uma aproximação, uma vez que a metodologia de Isachenko (1973) pressupõe que as paisagens devem ser classificadas conforme divisão lógica, mas também pelo agrupamento de paisagens compreendidas em unidades inferiores, algo feito para a geomorfologia e vegetação, mas não para o clima, geologia e solos.

Adiante, conforme o objetivo cumprido pelos sistemas naturais na garantia da estrutura e funcionamento do sistema superior ao qual pertence, por meio dos fluxos de energia, matéria e informação (EMI), foi classificada a função geoecológica dos tipos de sistemas naturais de acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

Neste sentido, foram identificadas a função de força, exercida pelo clima que em alguns ambientes é somada aos fatores oceanográficos, as funções dos componentes da paisagem e os tipos de sistemas entre produtores-emissores, produtores-transmissores, acumuladores e acumuladores dissipadores, como proposto por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) e sob orientações de Gigliotti e Oliveira (2015) (Quadro 17).

Quadro 17- Funções geoecológicas dos sistemas naturais.

Função	Descrição
De força	A função de força garante o movimento do sistema pela entrada e saída e dos fluxos de EMI. É constituída pelos aportes externos ao sistema.
Dos componentes	Responsáveis pela modificação, transformação e decodificação da EMI que ingressa no sistema.
Dos sistemas naturais	Produtores-emissores, aqueles que recebem, absorvem, conservam e emitem os fluxos de EMI.
	Produtores-transmissores, aqueles que produzem e transportam EMI.
	Acumuladores, aqueles que armazenam, absorvem, filtram e amortizam os fluxos de EMI.
	Acumuladores-dissipadores, onde a função de força do clima soma-se a dos fatores oceanográficos e além da função de acumulação há a de dissipação de energia, neste caso oriunda das correntes litorâneas, ondas e marés.

Fonte: Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) e Gigliotti e Oliveira (2015).

Após, complementando os tipos de sistemas naturais com suas funções geoecológicas foram identificados e cartografados os processos da dinâmica natural que se manifestam em boa parte da região e que frequentemente se convertem em processos degradantes e problemas ambientais.

A terminologia utilizada foi a de Bitar (2014) e os dados[16] das cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e processos hidrológicos foram obtidos de IPT (2015a; 2015b; 2015c; 2015d; 2015e; 2015f), IPT (2017a; IPT, 2017b) e IPT e CPRM (2017). Os processos erosivos lineares e laminares foram associados às classes de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, como sugerido pelo Comitê de Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (CBH-BS, 1999).

Nestes moldes, considerando as funções geoecológicas e os processos naturais de deslizamentos, rastejos, queda de rocha, erosão e inundação numa caracterização para cada tipo de sistema natural foi possível propor o “Mapa das Funções Geoecológicas e Processos dos Sistemas Naturais da Baixada Santista”. A classificação dos processos naturais foi adaptada para a escala de trabalho sendo associada às unidades do sistema natural. Nestas foram identificadas situação de predomínio, intermediária ou de equivalente das classes de suscetibilidade conforme o Quadro 18.

[16] Dados disponibilizados por município e obtidos em formato shapefile no repositório de Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações do Estado de São Paulo da CPRM: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Sao-Paulo-5088.html.

Quadro 18- Critérios para classificação da situação de cada unidade dos sistemas naturais em relação à suscetibilidade.

Situação	Critério	Exemplo
Predomínio	Quando somente uma classe ocupa mais de 50% da área de determinada unidade.	Uma unidade com 55% da área classificada como de alta suscetibilidade a determinado processo, 29% média e 16% baixa foi classificada como predominantemente alta.
Intermediária	Quando duas classes ocupam de maneira mais ou menos equivalente pelo menos 75% da área de determinada unidade. Àquela predominante é designada primeiro (ex.: média a alta).	Uma unidade com 41% da área classificada como de média suscetibilidade a determinado processo, 37% alta e 22% baixa foi classificada como de média à alta.
Equivalente	Quando há distribuição relativamente equivalente em todas as classes sem que nenhuma exceda 40% da área de determinada unidade.	Uma unidade com 30% da área classificada como de alta suscetibilidade a determinado processo, 34% média e 36% baixa foi classificada como equivalente.

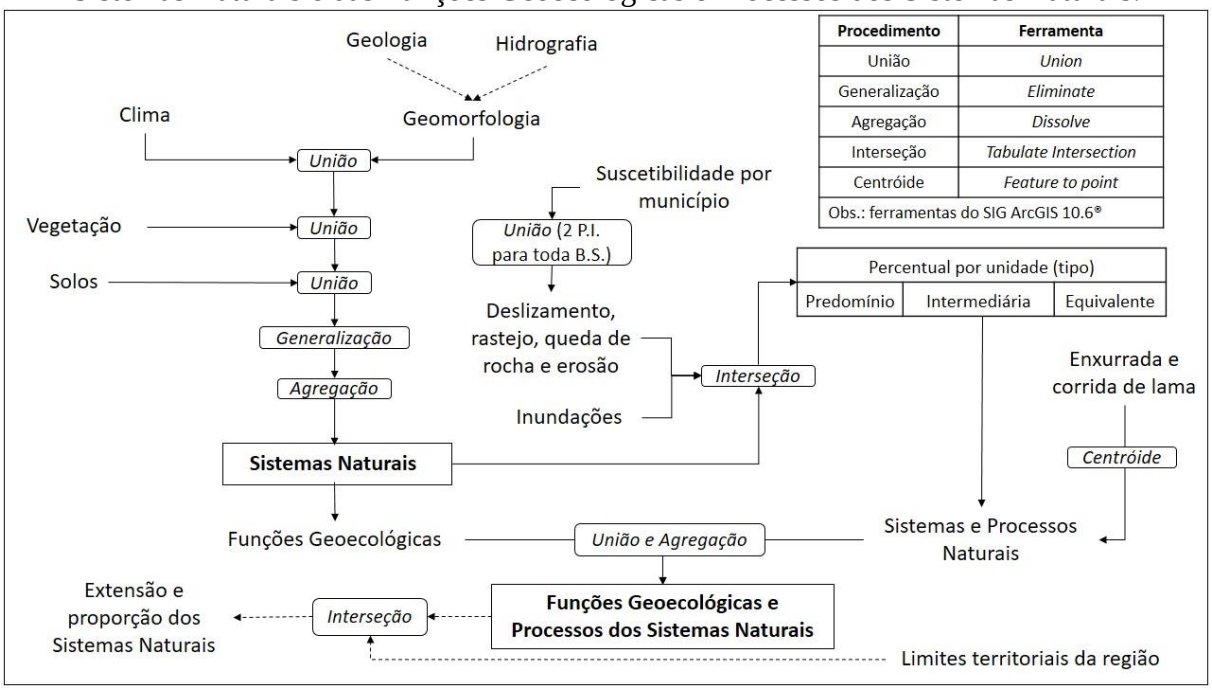
Para obtenção dos dados utilizados para a cartografia no SIG ArcGIS 10.6 ® os mapas de clima, geomorfologia, vegetação e solos foram reunidos e justapostos pela ferramenta *Union* em um único plano de informação com uma coluna para cada atributo considerado. Após, a ferramenta *Eliminate* auxiliou a generalização de polígonos muito pequenos (menores que 15.000 m^2), juntado aos polígonos com os quais possuíam maior borda compartilhada. Para realização deste procedimento foi necessário calcular a área de cada polígono, utilizando uma nova coluna na tabela de atributos do tipo *double* que possibilitou o uso do comando *Calculate Geometry*, e, ainda, selecionar polígonos muito pequenos para serem generalizados. Adiante foi feita a agregação de todas as combinações entre os atributos pela ferramenta *Dissolve*, da qual resultaram as unidades.

Nas unidades interpretadas quanto aos tipos de sistemas naturais foram classificadas as funções geoecológicas em uma nova coluna na tabela de atributos. Prosseguindo, da interseção de cada tipo de sistema com os dados de suscetibilidade, reunidos em dois planos de informação incluindo os dados de todos os municípios (um sobre movimentos gravitacionais de massa e erosão e outro sobre inundações), pela ferramenta *Tabulate Intersection* foram obtidas automaticamente as situações em relação aos processos naturais. Esta mesma ferramenta foi empregada para obtenção dos dados de área dos sistemas naturais.

Pela pequena dimensão e grande quantidade das áreas mapeadas como suscetíveis a enxurradas e corridas de lama houve necessidade de representá-las diferenciadamente como pontos no centroide de cada polígono, calculados pela ferramenta *Feature to Point*. Em seguida,

os tipos de sistemas naturais, as funções geoecológicas e os processos naturais puderam ser reunidos. De maneira simplificada, a organização e estes procedimentos foram propostos como ilustra a Figura 12.

Figura 12- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia dos Sistemas Naturais e das Funções Geoecológicas e Processos dos Sistemas Naturais.



Siglas: P.I. – Planos de Informação; B.S. Baixada Santista.

Por sua vez, a cartografia dos sistemas antrópicos, reconhecidos por Christofoletti (1999), Perez Filho (2008), Amorim (2012), Rodriguez e Silva (2013), Dias e Perez Filho (2017), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) dentre outros, foi dedicada ao agrupamento dos tipos usos da Terra de acordo com a funcionalidade, como pressupõe os procedimentos da perspectiva geoecológica adotada (Quadro 19). Neste sentido a contextualização histórica e a caracterização socioeconômica e territorial foram propostas para o delineamento da dinâmica destes sistemas.

Quadro 19- Tipos de Usos da Terra agrupados conforme a funcionalidade em subsistemas e sistemas antrópicos.

Cobertura e Uso da Terra	**Funcionalidade**	**Sistemas Antrópicos**	**Subsistemas**
Floresta; Floresta Secundária; Vegetação de Várzea; Restinga; Mangue; Mangue degradado	Preservação ou conservação	Protegidos e/ou conservados	Protegidos e/ou conservados
Cultivos Permanentes	Rural	Rurais	Agrícolas permanentes
Rurais diversificados			Agrícolas diversificados
Área residencial, comercial e de serviços; área de expansão urbana; equipamentos urbanos; espaço verde urbano	Urbana e auxiliar	Urbanos e auxiliares	Urbanos
Áreas industriais			Industriais
Estruturas portuárias			Portuários
Mineração	Exploração mineral	Extrativista	Exploração mineral
Corpos hídricos continentais; Áreas descobertas (praias)	-	-	-

Os dados sobre as ações de impacto ambiental também foram analisados no contexto da dinâmica dos sistemas antrópicos e, de acordo com a distribuição dentro de cada unidade cartografada, compuseram também parte da cartografia de síntese.

De forma geral os procedimentos para a cartografia dos sistemas antrópicos partiram do mapa de Usos e Cobertura da Terra, com análises complementadas pelas áreas territoriais dos municípios da região da Baixada e pelas ações de impacto ambiental, para as quais, além dos usos e cobertura, foram imprescindíveis dados de outras fontes com diferentes manifestações espaciais (*vide* Quadro 16).

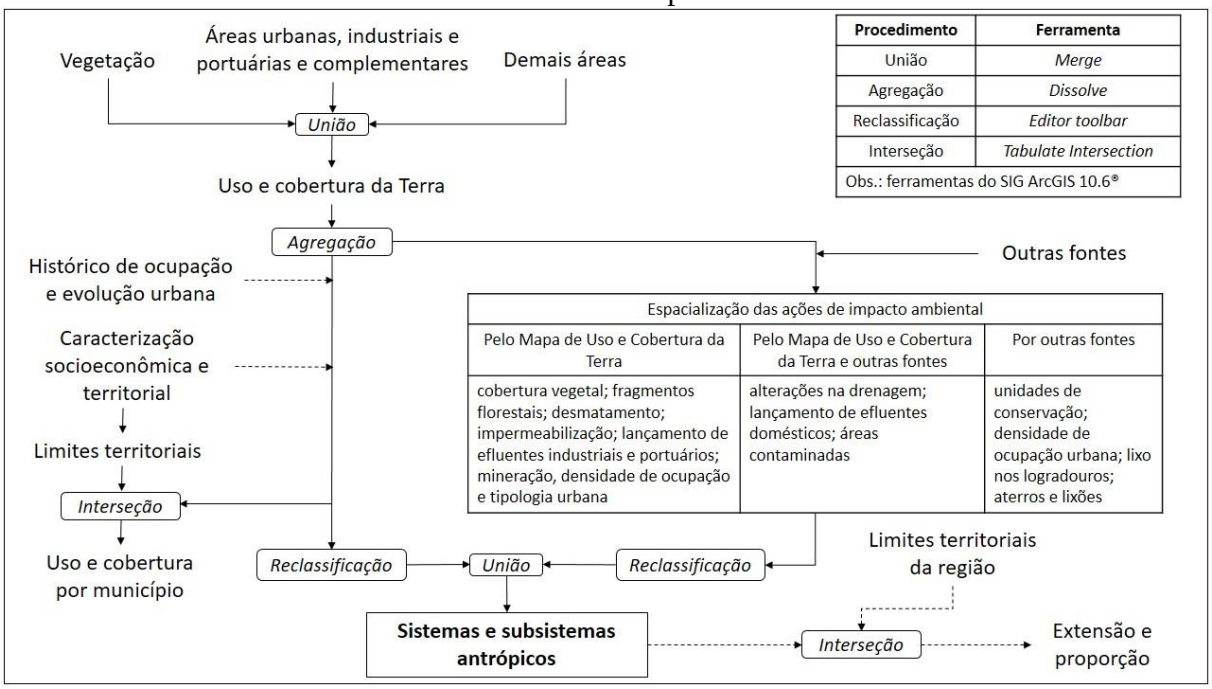
Ainda durante as Atividades de Gabinete I, no SIG ArcGIS 10.6 ® foi feita a junção dos dados sobre vegetação, áreas urbanas, industriais, portuárias e complementares e demais áreas pela ferramenta *merge*, adotada porque reúne os arquivos e agrupa os dados de colunas da tabela de atributos. Assim, ao reunir os arquivos cria um arquivo novo com uma única coluna da tabela de atributos que agrupa os campos que possuíam o mesmo nome nos arquivos iniciais.

Adiante foi feita a agregação pela ferramenta *Dissolve* para reduzir a quantidade de linhas da tabela de atributos. Isto facilitou a reclassificação, feita manualmente a partir da criação de dois novos campos na tabela de atributos, editados com auxílio da *Editor Toolbar*, nos quais foram digitados os sistemas e subsistemas previamente identificados. Além de

facilitar a reclassificação, da interseção dos dados agregados de usos e cobertura da terra com os dados dos limites municipais foram extraídas as áreas e percentuais de uso e cobertura por município pela ferramenta *Tabulate Intersection*.

O procedimento manual de reclassificação também foi utilizado para incorporar a uma cópia dos usos e cobertura da Terra às ações de impacto, cuja incidência por unidade foi aferida visualmente. Pela união deste arquivo reclassificado com o anterior, feita por meio da ferramenta *merge*, foi obtido o produto síntese de Sistemas e Subsistemas Antrópicos incluindo as ações de impacto generalizadas em suas dimensões espaciais. Simplificadamente, a organização e estes procedimentos foram propostos como ilustra a Figura 13.

Figura 13- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia dos Sistemas Antrópicos.



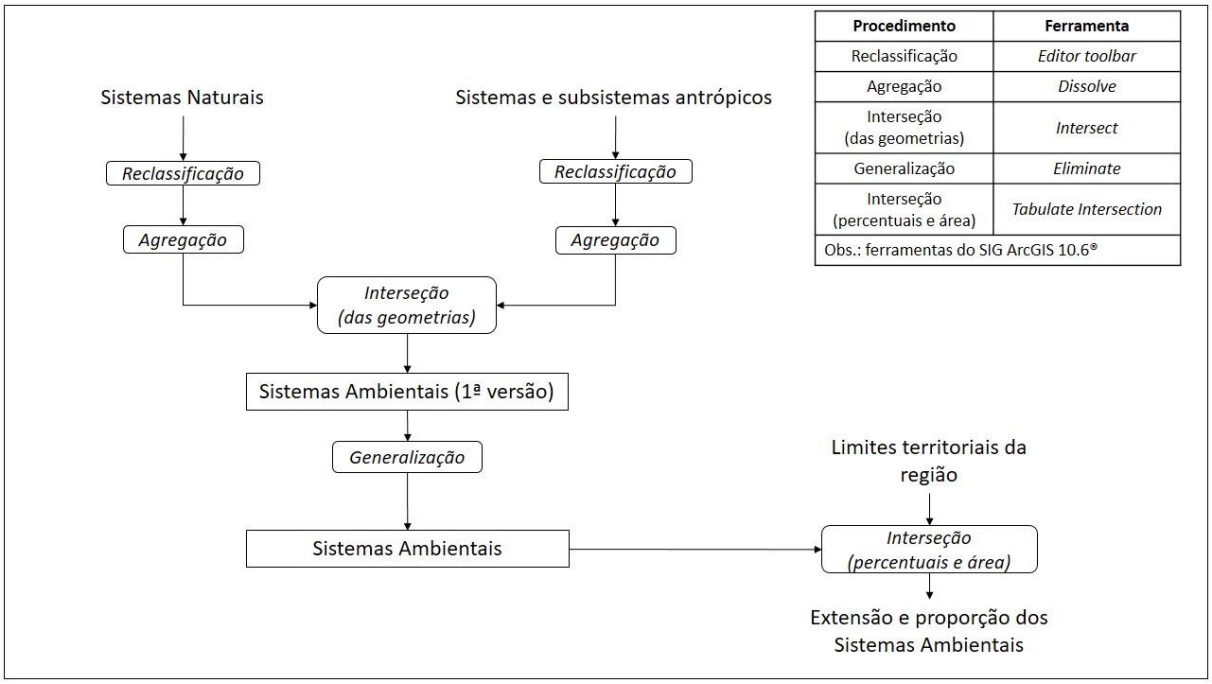
Compondo o último procedimento da etapa de análise, as sínteses propostas para os sistemas naturais e sistemas antrópicos foram reunidas nos sistemas ambientais (em escala 1:100.000), como pressupõe Christofoletti (1999), Perez Filho (2007; 2008), Amorim (2012), Rodriguez e Silva (2013), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) e Dias e Perez Filho (2017).

Neste momento as nomenclaturas dos sistemas ambientais foram propostas pela junção e simplificação daquelas dos sistemas precursores, associando as principais características tipológicas naturais e antrópicas.

A junção e simplificação foi necessária para evitar excessivas subdivisões. Nos sistemas naturais foi feita a junção associando a cobertura vegetal e os processos pedogenéticos predominantes principalmente aos compartimentos de relevo em planaltos, escarpas e serras, morros residuais, morranias, rampas coluvionares, terraços, com destaque para os Depósitos Alúvio-coluvionares (Aii) com restinga em ambiente hidromórfico, para a Planície Litorânea (Aptmis e Atmis) com restinga em ambiente hidromórfico, reunidos nos depósitos, planícies e terraços mistos com restinga e solos hidromórficos. Nos sistemas antrópicos, por sua vez, foram considerados os subsistemas, com o necessário reagrupamento dos tipos associados aos usos rurais na classe mais genérica "rurais".

Em termos de procedimentos técnicos (Figura 14), foi feita a agregação pela ferramenta *Dissolve* nos dados dos sistemas naturais e dos sistemas antrópicos já considerados nas classes mencionadas, atribuídas com a reclassificação pela *Editor toolbar*. Adiante, a interseção destes dois arquivos foi realizada pela ferramenta *Intersect*, seguida de nova agregação. Isto permitiu a verificação de classes residuais muito decorridas da sobreposição, corrigidas e generalizadas conforme os polígonos com as quais possuíam maior borda adjacente por intermédio da ferramenta *Eliminate*. Por fim, os dados percentuais e de área dos sistemas ambientais foram obtidos a partir da ferramenta *Tabulate Intersection* e foram representados utilizando uma legenda ordenada entre os dois subsistemas, complementada por um quadro síntese.

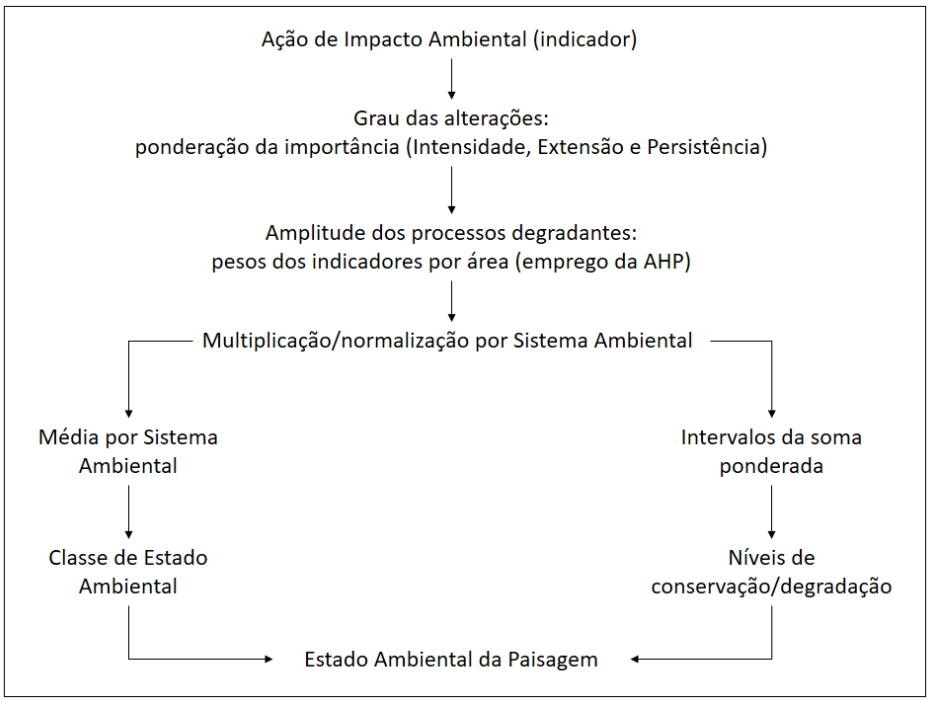
Figura 14- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia dos Sistemas Ambientais.



3.1.3 ATIVIDADES DE GABINETE III

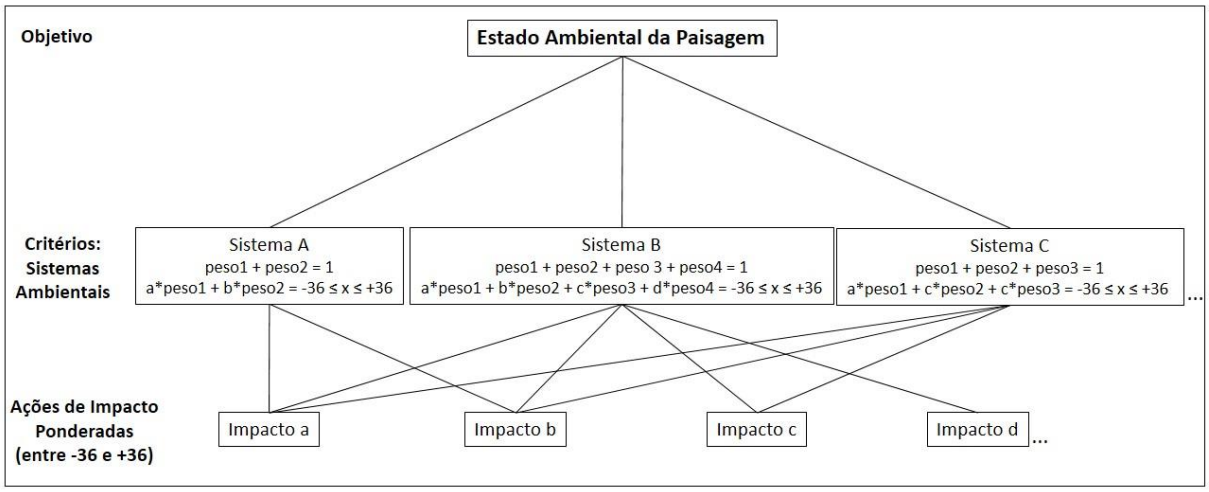
Por fim, quanto ao estado ambiental (Figura 15), considerado nos termos de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), foi feita a avaliação: da alteração dos mecanismos sistêmicos, conforme as ações de impacto ambiental indicaram; do grau de alteração, pela ponderação da importância das ações de impacto ambiental (detalhado nas Atividades de Gabinete I); e da amplitude dos processos degradantes, pela espacialidade nos sistemas ambientais, com pesos atribuídos com auxílio da AHP aos indicadores selecionados e ponderados.

Figura 15- Fluxograma do encaminhamento quali-quantitativo para o diagnóstico do estado ambiental da paisagem.



Os procedimentos para aplicação da AHP foram implementados em planilhas no Excel 2013® e seguiram quatro passos básicos propostos por Saaty (1987): decomposição do problema em critérios e subcritérios até o menor nível da hierarquia (Figura 16); análise comparativa paritária entre os critérios por meio de uma escala numérica (Quadro 20) numa matriz espelhada; síntese das prioridades pelo cálculo de autovetores; cálculo dos autovalores máximos (λmax) e dos valores de consistência.

Figura 16- Estrutura hierárquica da pesquisa para aplicação da AHP entre o objetivo (nível 1), critérios (nível 2) e subcritérios (nível 3).



Quadro 20- Escala de números absolutos para comparação paritária.

Importância	Definição	Explicações
1	Mesma importância	Ambas contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma em relação a outra
5	Importância grande	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma em relação a outra
7	Importância muito grande	Uma atividade é muito fortememente favorecida em relação a outra
9	Importância absoluta	Uma atividade é favorecida em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6 ou 8	Valores intermediários	Condição intermediária entre duas classes

Para o cálculo dos autovetores (pesos) é necessário fazer a normalização das coluna (soma dos valores de cada coluna) e a normalização das células (valor de cada célula dividido pelo valor do somatório das colunas), que possibilitam o cálculo do peso (média dos valores normalizados das linhas). Já para o cálculo do autovetor (λmax) fez-se a multiplicação de matrizes (colunas x linhas) entre os valores julgados e os pesos atribuídos seguida do somatório dos valores das linhas resultantes. Após, o valor deste somatório é dividido pelos pesos e tem a soma dos resultados divididos pela ordem da matriz (n). Estes cálculos estão ilustrados e exemplificados na Figura 17.

Figura 17- Exemplificação dos cálculos de autovetores e autovalores da AHP.

Cálculo dos autovetores

Somatório dos valores julgados		
Fatores	Cobertura Vegetal	Áreas de Proteção
Cobertura Vegetal	1	3
Áreas de proteção	1/3 ou 0,33	1
Σ	1,33	4

Normalização		
Fatores	Cobertura Vegetal	Áreas de Proteção
Cobertura Vegetal	1/1,33 = 0,75	4/3 = 0,75
Áreas de proteção	0,33/1,33 = 0,25	4/1 = 0,25

Média das linhas normalizadas			
Fatores	Cobertura Vegetal	Áreas de Proteção	**Média (peso)**
Cobertura Vegetal	0,75	0,75	0,75
Áreas de proteção	0,25	0,25	0,25

Cálculo dos autovalores máximos (λmax)

Matriz de valores julgados		
Fatores	Cobertura Vegetal	Áreas de Proteção
Cobertura Vegetal	1	3
Áreas de proteção	1/3 ou 0,33	1

X

Matriz de pesos	
Cobertura Vegetal	0,75
Áreas de proteção	0,25

=

Julgamento x pesos	
1*0,75 + 3*0,25 =	1,5
0,33*0,75 + 1*0,25	0,5

λmax	
1,5/0,75	2
0,5/0,25	2
Σ	4
λmax = Σ/n	2

Adiante, verifica-se o Índice de Consistência (CI - *Consistency Index*) (Equação 2), que mede a consistência das comparações, e a Razão de Consistência (RC - *Consistency Ratio*), que considera o erro aleatório da ordem da matriz, dado pelo Índice de Consistência Aleatória (*RI – Random Consistency Index*) em Saaty e Vargas (2012), calculada dividindo-se o CI pelo RI (RC = CI/RI). Conforme o autor, estes índices devem ficar abaixo de 0,10.

Equação 2 – Fórmula para o cálculo do Índice de Consistência

$$\mathrm{CI} = (\lambda\,\mathrm{max} - n)/(\mathrm{n} - 1)$$

Onde: *CI* = Índice de Consistência; *λmax* = Autovalores máximos; *n* = Ordem da matriz

A partir dos pesos atribuídos pela técnica da AHP para cada relação entre os sistemas ambientais e as ações de impactos ambiental (ponderadas), atravessadas pelo questionamento “Qual a importância relativa das ações de impactos na definição do quadro ambiental da unidade?”, foram calculados os níveis de degradação (em valores absolutos) e o estado ambiental (em valores médios).

Portanto, o estado ambiental foi considerado uma situação média dos sistemas ambientais, que comportam ainda níveis variados de conservação/degradação diretamente relacionados à espacialidade dos indicadores de ação de impacto ambiental. As classes e

categorias correspondentes do estado ambiental e dos níveis de conservação/degradação estão detalhadas, respectivamente, no Quadro 21 e Quadro 22.

Quadro 21- Intervalos de classes e categorias de estado ambiental.

Estado Ambiental	
Classes (Intervalo de valores médios)	**Categorias**
30 – 36	Estável
0 ┤ 30	Medianamente Estável
0 ┤ -20	Instável
-20 ┤ -30	Crítico
-30 - -36	Muito crítico

Quadro 22- Intervalos de classes e categorias dos níveis de conservação/degradação.

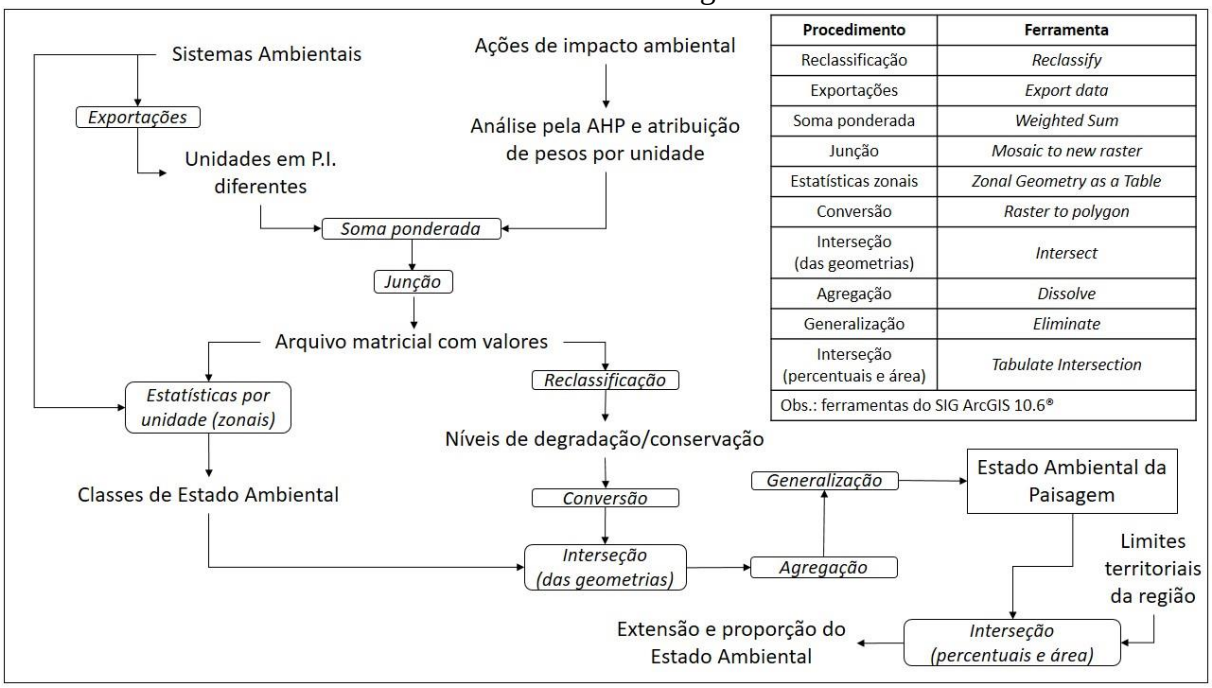
Níveis de Conservação/Degradação	
Classes (Intervalo de valores absolutos)	**Níveis de Conservação**
30 – 36	Muito Alta
20 ┤ 30	Alta
0 ┤ 20	Média
Classes (Intervalo de valores absolutos)	**Níveis de Degradação**
0 ┤ -10	Baixa
-10 ┤ -20	Média a Baixa
-20 ┤ -25	Média a Alta
-25 ┤ -30	Alta
-30 - -36	Muito Alta

Em termos de procedimentos, inicialmente cada sistema ambiental foi exportado como um arquivo à parte (*Export data*). Estes arquivos foram importantes para servirem como a área de processamento ou "máscara" (selecionados em *Environment Settings – Raster Analysis – Mask*) quando foi feita a soma ponderada. Tal procedimento de soma, pela *Weighted Sum*, considerou os pesos atribuídos pela AHP, multiplicadores de cada valor de ação de impacto ambiental. Os diversos arquivos gerados foram novamente reunidos em um arquivo matricial (*raster*) utilizando a ferramenta *Mosaic to new raster*.

Este arquivo forneceu os dados para classificação do estado ambiental e, paralelamente, dos níveis de degradação/conservação. Para o estado foram extraídos os valores estatísticos (sobretudo de média) para cada sistema ambiental (neste caso todos os tipos num único arquivo vetorial) pela ferramenta *Zonal Geometry as a Table*, posteriormente incluídos como nova coluna no arquivo vetorial. Já para os níveis de degradação foi feita a reclassificação

(*Reclassify*) nas classes pré-determinadas e a conversão para arquivo vetorial. Isto permitiu proceder a interseção (*Intersect*) dos dois arquivos, com as classes de estado ambiental e níveis de degradação/conservação posteriormente agregadas (*Dissolve*) e corrigidas geometricamente (*Eliminate*), do qual foram extraídos a extensão e proporção (*Tabulate Intersection*). Ordenadamente os procedimentos estão ilustrados na Figura 18.

Figura 18- Fluxograma simplificado de materiais e procedimentos para cartografia do Estado Ambiental da Paisagem.



Procedimento	Ferramenta
Reclassificação	*Reclassify*
Exportações	*Export data*
Soma ponderada	*Weighted Sum*
Junção	*Mosaic to new raster*
Estatísticas zonais	*Zonal Geometry as a Table*
Conversão	*Raster to polygon*
Interseção (das geometrias)	*Intersect*
Agregação	*Dissolve*
Generalização	*Eliminate*
Interseção (percentuais e área)	*Tabulate Intersection*
Obs.: ferramentas do SIG ArcGIS 10.6®	

Sigla: P.I. – Planos de Informação.

Todos os procedimentos listados possibilitaram a representação cartográfica feita a partir de uma legenda ordenada, que considerou as classes de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) e acrescentou uma subdivisão conforme os níveis de conservação/degradação. A representação foi complementada por uma tabela síntese detalhando as ações de impacto ambiental com os respectivos pesos atribuídos por sistema ambiental, além dos resultados quantitativos e da aferição qualitativa dos efeitos e consequências para as unidades sistêmicas.

Capítulo 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerada como sistema aberto, com automanutenção a partir da contínua troca de matéria e energia com o ambiente como proposto em Bertalanffy (1975), organizada e condicionada pela inter-relação entre os elementos para manutenção da estabilidade e regularidades, conforme Morin (2016), a paisagem com suas unidades, relações, entradas (*input*) e saídas (*output*) (CHRISTOFOLETTI, 1979), foi abordada pela ótica dos sistemas ambientais, numa perspectiva poliescalar.

Admite-se a paisagem como um sistema complexo, simplificadamente um sistema de sistemas hierarquicamente dispostos (MORIN, 2016), cuja totalidade emerge da integração, considerando seus membros ou indivíduos como membros de sistemas de nível inferior (BERTALANFFY, 1975), cujas relações e causalidades que respondem a diferentes escalas (GOMES e VITTE, 2017). Neste sentido têm sido reconhecidos dois importantes subsistemas nas paisagens antroponaturais com características e funcionalidades diferentes em permanente interação, os sistemas naturais e antrópicos, sob a ótica dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999; PEREZ FILHO, 2008; AMORIM, 2012; RODRIGUEZ e SILVA, 2013; DIAS e PEREZ FILHO, 2017; RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

A perspectiva geoecológica de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), que contou com importantes fundamentos teórico-metodológicos para o estudo sistêmico da paisagem em diferentes enfoques advindos em grande parte da ciência da paisagem Russo-Soviética, dá corpo a análise no ponto de vista adotado.

Concordando com Troppmair e Galina (2006, p. 81) o homem não é capaz promover modificações radicais no geossistema. De fato o homem não muda as leis da natureza e se submete em maior ou menor medida às suas regularidades. No entanto, o homem muda as condições de manifestação mediante atividade produtiva por intermédio da tecnologia, modificando a direção e a velocidade da evolução paisagística, de forma espontânea ou consciente com consequências na estrutura, funcionamento e dinâmica (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017), inserindo novos elementos e/ou alterando os elementos e os fluxos de matéria e energia rearranjando os sistemas naturais nestes aspectos (AMORIM, 2012).

O homem não cria nova paisagem, ele introduz novos elementos que se instalam no fundo natural, tendo como resultado a paisagem antroponatural. Neste sentido a natureza não

constitui a causa definitiva do desenvolvimento social, mas é o meio de partida para a vida social e influi de maneira ativa nos processos produtivos (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Por ser portador de padrões e lógicas próprias, o sistema antrópico foi analisado separadamente e após os sistemas naturais uma vez que com maior ou menor intensidade estes são submetidos às regularidades dos processos naturais. A inter-relação destes subsistemas deu-se quando se analisou o sistema ambiental, em que foram representadas as unidades desta paisagem antroponatural numa perspectiva sistêmica. É neste encontro e em suas relações que se manifestam os problemas ambientais, os quais intencionou-se representar por meio do estado ambiental da paisagem.

4.1 Sistemas Naturais da Região Metropolitana da Baixada Santista

Considerando os pressupostos da Geografia Russo-Soviética para a ciência da paisagem, principalmente pelas contribuições da teoria geossistêmica de Sochava e das unidades físico-geográficas de Isachenko (1973), os sistemas naturais foram analisados e representados enfocando a inter-relação entre os elementos definidores da paisagem, pressuposto central da teoria sistêmica de Bertalanffy (1975) e Morin (2016).

4.1.1 ESTRUTURAÇÃO DOS SISTEMAS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA

Condição necessária para o funcionamento dos sistemas abertos, como pressupõe Bertalanffy (1975), Christofoletti (1979), Rodriguez Silva e Cavalcanti (2017), entre outros, alguns aspectos são responsáveis pelos fluxos de matéria e energia, destacando-se em primeiro lugar a inserção tropical numa faixa zonal de baixa latitude, aproximadamente 20 km ao sul do Trópico de Capricórnio. Outro aspecto importante é a maritimidade que, ao lado da latitude, assegura as características fundamentais do clima regional. O relevo, também é um fator que influencia o clima, principalmente na distribuição da pluviosidade, na permanência e dinâmica das massas de ar e dos sistemas frontais, e, por outro lado, absorve e/ou redistribui os fluxos de matéria e energia.

De maneira geral as condições climáticas estabelecem a entrada (*input*) de energia (radiação solar) e matéria (precipitação) que através da interação com outros componentes,

estabelecem a dinâmica de estruturação da paisagem (GIGLIOTTI, 2018), algo fundamental na absorção de neguentropia, condição para manutenção de um sistema aberto (BERTALANFFY, 1975), caso da paisagem (RODRIGUEZ e SILVA, 2019). Por este motivo o clima foi o primeiro fator analisado e representado, que complementado pela geomorfologia, possibilitou estabelecer os limites gerais das unidades da paisagem (ISACHENKO, 1973), ou, neste caso, dos sistemas naturais.

O clima é um produto da interação de diversos componentes da paisagem regional com suas características reguladas tanto pela entrada de energia decorrente da zonalidade, que tem na radiação solar um fator primário e único autônomo, quanto pela azonalidade, manifestada na maritmidade e no macrorelevo, ambos resultantes da história tectônica (ISACHENKO, 1973). Neste sentido, os elementos constitutivos do clima designados em Tavares (2011) como sendo a temperatura, a pressão e a pluviosidade, constituem produto de um amplo espectro de fatores que se dão em função da radiação solar e de numerosos componentes geográficos, que no caso da Baixada Santista são marcantemente influenciados pela maritmidade e orografia.

Os sistemas atmosféricos responsáveis pelas características do clima na região são controlados principalmente pelo Anticiclone do Atlântico, ou Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), cujos ventos predominam de leste e nordeste, e pela influência dos sistemas polares, sobretudo pelo avanço periódico da Frente Polar Atlântica (FPA), descontinuidade entre os sistemas tropicais e polares, que avança com maior frequência em ventos de sul-sudeste ou sudoeste. Nesta área do litoral central do Estado de São Paulo, que compõe faixa de transição entre sistemas tropicais e extratropicais, habitualmente interagem as massas de ar Tropical atlântica (Ta), Polar atlântica (Pa) e aquelas de origem continental frequentemente em zonas de frontogênese e, ainda, periodicamente se configuram zonas de convergência (SANT'ANNA NETO, 2005; SANT'ANNA NETO, 2011).

Utilizando as temperaturas médias, volume e sazonalidade do regime pluviométrico, IBGE (2002) classificou o clima da região como parte da zona do Tropical do Brasil Central, superúmido sem seca e subquente, com temperatura média entre 15 e 18º C em pelo menos um mês do ano.

O regime térmico anual da Baixada é relativamente uniforme, com temperatura média de 22º C. As oscilações mais intensas são provocadas por ondas de calor e frio, fazendo as máximas chegarem a 35º C e as mínimas a 10º C (SANTOS, 1965).

Para a autora, em consequência de sua posição cósmica e geográfica, a região é controlada na maior parte do ano pelo anticiclone semipermanente do Atlântico Sul (ASAS), onde tem origem a massa Tropical Atlântica (mTa). Esta massa de ar apresenta no centro do anticiclone temperatura homogênea, porém em sua aba ocidental, sob a qual está a Baixada Santista, a camada inferior da atmosfera é instabilizada pela base ao entrar em contato com a corrente marítima quente do Brasil, com aumento da intensidade desse processo no verão pela forte insolação.

A massa de ar Tropical Atlântica predomina durante quase o ano todo, mas ocorrem também entradas da massa de ar polar, da massa equatorial e tropical continental (SANTOS, 1965).

No período de primavera/verão, o anticiclone migratório polar é o responsável pelo avanço das frentes frias que atuam na região. Já no outono/inverno os bloqueios das frentes tornam-se mais frágeis e o anticiclone polar avança para latitudes mais baixas, deixando terreno para evolução da massa polar, que traz temperaturas mais frias (SANT'ANNA NETO, 2005).

Os ventos de sul, acompanhados das invasões de massa de ar polar, e de sudeste, predominam de abril a setembro, transportam umidade e aumentam a nebulosidade. O vento de noroeste carrega consigo a frente fria e sopra com maior intensidade entre maio e agosto, mas com ocorrência frequente e intensa também no mês de janeiro, trazendo eventos de tempestade (SANTOS, 1965).

Na região também é importante a alternância cotidiana entre as brisas marítima e terral, com troca térmica permanente entre o litoral e o continente. Durante o dia predomina a brisa marítima, com os ventos soprando do oceano para o continente, e à noite a terral, com o sopro dos ventos em direção inversa. Associada a umidade relativamente alta, normalmente superior a 80% ao longo do ano, e à barreira constituída pela Serra do Mar, a brisa marinha ocasiona aumento da nebulosidade e chuvas principalmente nos finais de tarde (SANTOS, 1965).

A influência do relevo na distribuição das chuvas pela ascensão forçada do ar e o consequente resfriamento adiabático com chuvas intensas a barlavento da Serra do Mar é significativa (SANT'ANNA, 2005). Para Nunes (1997) há grande influência de inúmeros sistemas atmosféricos na Baixada, por estar em um setor de transição climática entre as zonas

subtropical e tropical, que se associam aos condicionantes fisiográficos locais, produtores de diferenciações significativas senão nos ritmos, nos totais.

De acordo com Tavares (2011) a Serra do Mar disposta paralelamente à linha de costa concordante com as vertentes a barlavento, lado de onde sopra os ventos mais úmidos, gera precipitação orográfica. Isto faz com que a área entre Cubatão e Bertioga seja uma das mais chuvosas do Brasil com máximas que já ultrapassaram os 6000 mm anuais e média acima dos 4000 mm (TAVARES, 2011; SOUZA, 2015). O efeito orográfico nesta área está ilustrado na Figura 19.

Figura 19- Fotografia a partir do Canal de Bertioga ilustrando a orografia nas escarpas da Serra do Mar, a planície fluviomarinha e os Morros Residuais.

Data: 15/01/2019.

Há uma diminuição progressiva das precipitações em direção a Serra de Itatins, a SO, que desvia parte dos fluxos polares e que ao lado do distanciamento progressivo da Serra do Mar da linha de costa contribui para a diminuição da pluviosidade em Peruíbe e Itanhaém (TESSLER et al., 2006).

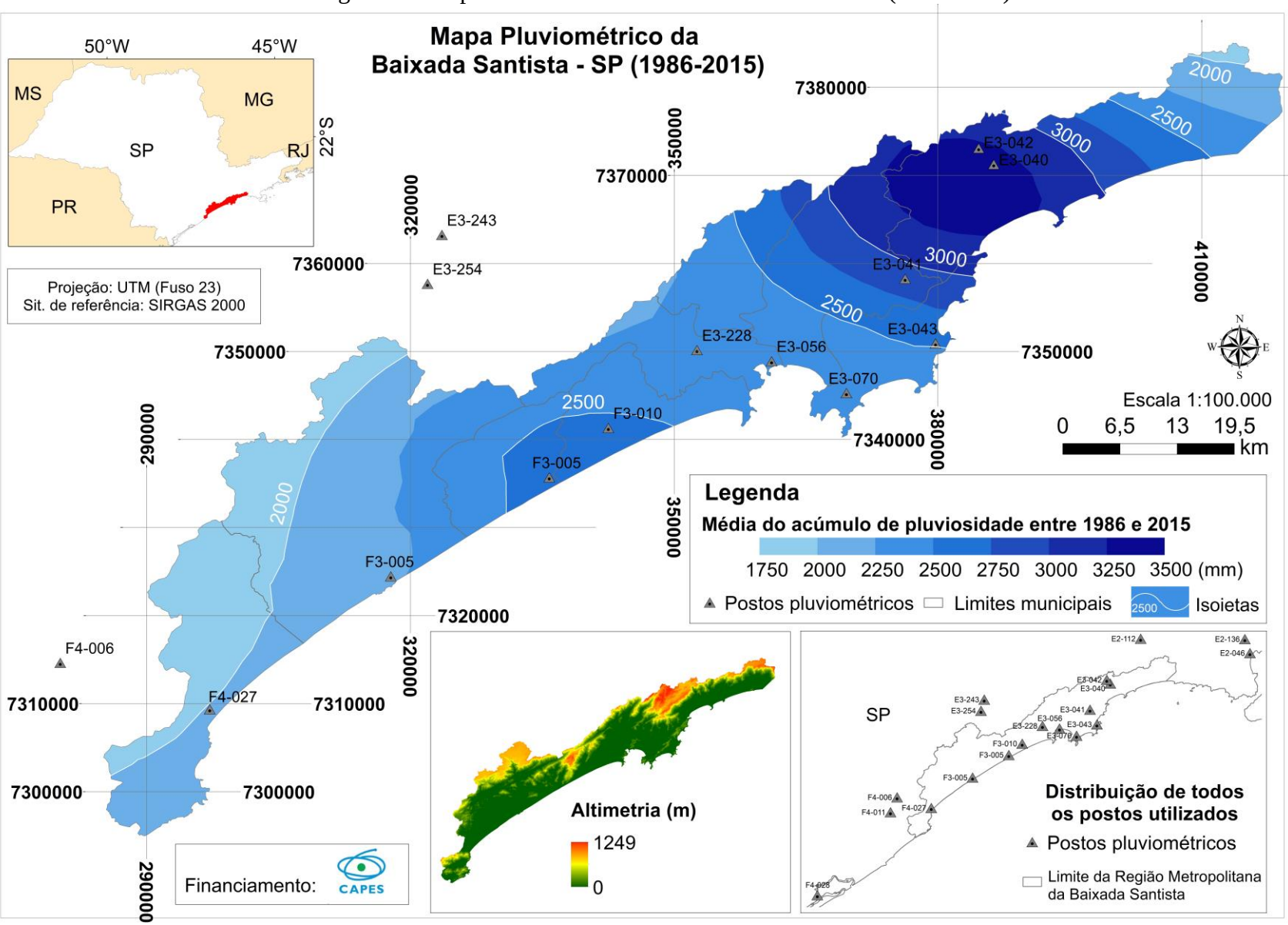
Contudo, conforme destaca Sant'Anna Neto (2005), além dos sistemas de baixa troposfera como as massa de ar e as frentes, outros sistemas são responsáveis por perturbações e instabilidades como a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), resultantes do corredor de umidade da massa equatorial continental, no sentido noroeste/sudeste, que alimentam e intensificam a perturbação frontal, notadamente nos estado de São Paulo e Minas Gerais na região sudeste.

A ação da ZCAS exerce papel importante no regime pluviométrico e ocorre destacadamente no verão, com seu posicionamento respondendo pela variabilidade temporal da precipitação nesta estação (SANTOS, 2017).

Portanto, as condições locais e regionais favorecem regimes pluviométricos abundantes, sem período de seca bem definido, com constante presença de sistemas frontais, brisas marítimicas, zonas de convergência e precipitação por efeito orográfico (SANT'ANNA NETO, 2005).

Considerando este contexto, consta na Figura 20 a distribuição espacial das médias dos acumulados pluviométricos na região entre os anos de 1986 e 2015, fundamentais para compreensão da intensa dinâmica dos sistemas naturais. A partir das decisões adotadas a superfície resultante teve um erro médio de predição de 65,19, decorrido principalmente da proximidade espacial de estações com valores variados, mas que não se apresentou tendenciosa para sub ou superestimação (*root-mean-square standardized* = 1,04) e corroborou a classificação climática adotada, a dinâmica apresentada e o que tem sido discutido sobre a distribuição espacial da pluviosidade na região.

Figura 20- Mapa Pluviométrico da Baixada Santista – SP (1986-2015).



Fonte: Elaboração do autor a partir de DAEE (2017), IGC e AGEM (2002; 2003) e IBGE (2015).

A estratificação altimétrica também exerce influência nas características térmicas regionais. A temperatura decresce proporcionalmente à elevação da altitude devido à diminuição da pressão e ao resfriamento adiabático cujos valores médios variam de cerca de - 1 º C a cada 100 metros a mais em ar seco e cerca de - 0,6 º C a cada 100 metros em ar saturado (BLUM, RODERJAN e GALVÃO, 2011). De acordo com Coutinho (2016) a queda de temperatura com a altitude faz com que a umidade do ar frequentemente se condense, formando muita neblina e muita chuva e com a condensação da umidade há liberação de calor, o que faz com que a queda de temperatura seja menor com ar saturado.

No caso da Baixada, o gradiente altimétrico de temperatura média, mensurado por Santos, Morais e Galvani (2016), num perfil ao longo da escarpa da Serra do Mar entre os municípios de Cubatão e São Bernardo do Campo (na metrópole de São Paulo) foi de - 0,57º C a cada 100 m.

Dentre as variáveis climáticas, a temperatura exerce influência determinante na diferenciação florística da vegetação ao longo de gradientes altitudinais. Desta forma, na Baixada, se as condições climáticas sobretudo de pluviosidade possibilitaram o desenvolvimento de cobertura da Floresta Ombrófila Densa, o gradiente altitudinal estratificou a floresta nas formações das Terras Baixas (em terrenos sedimentares a partir de 5 m e até em torno de 100 m), Submontana (entre 100 a 600 m) e Montana (a partir de 600 a 2000 m) em matas densas de encosta com um gradiente de porte e biomassa que aumenta conforme diminui a altitude (IBGE, 2012).

Associada às elevações que acompanham o litoral da costa leste brasileira e ao clima quente e úmido estas florestas[17] em conjunto com as Restingas e os manguezais formam o que se costuma chamar de florestas costeiras (COUTINHO, 2016) no domínio da Mata Atlântica (IBGE, 2019a).

Pela distribuição territorial e riqueza estrutural e florística da vegetação a Floresta Ombrófila Densa é considerada a área *core* do domínio da Mata Atlântica, dependente de altos volumes e da uniformidade de chuvas com formações densas (IBGE, 2019a).

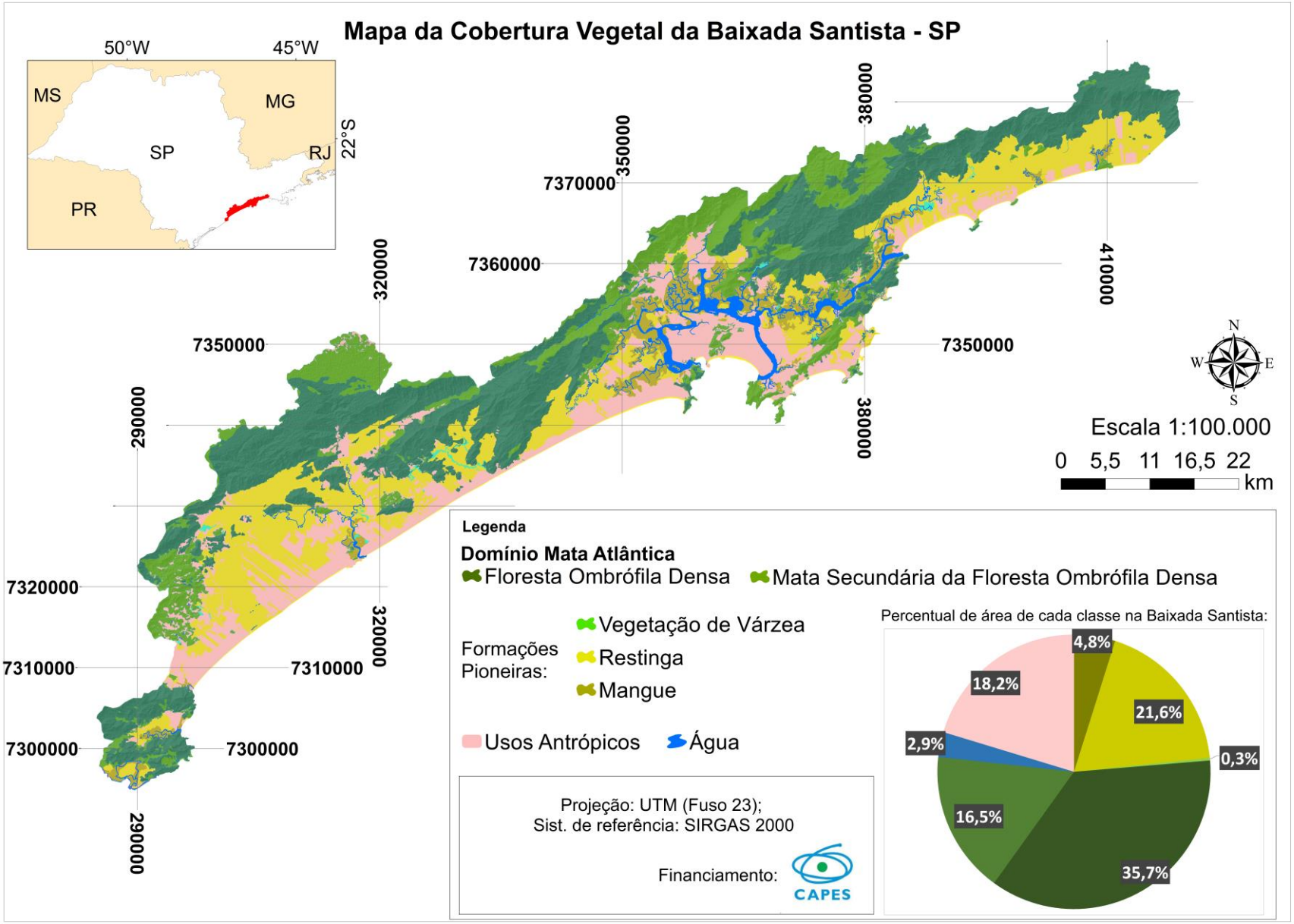
[17] De acordo com Coutinho (2016), as florestas das terras baixas (Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Terras Baixas ou de Planície) e as de encosta (Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Encosta) compõem biomas diferentes. A primeira é considerada um eubioma, condicionado apenas pelo clima, e a segunda um orobioma condicionado também pelas faixas altitudinais submontana, montana e alto montana.

Para Coutinho (2016), enquanto psamo-helobioma a restinga ocorre associada a influência determinante do encharcamento e da arenosidade do substrato, ocupando os terrenos oriundos de eventos transgressivos-regressivos do nível do mar numa sucessão espaço-temporal que vai desde formas mais recentes e próximas a linha de costa ligadas às dunas anteriores (*jundu*) até os terrenos mais antigos que permitiram evolução da floresta alta.

Ainda conforme o autor nas planícies de maré, em ambientes fluviomarinhos, em desembocaduras de rios, estuários, lagunas e enseadas, sob solos salinos, lodosos e lamosos encharcados com água do mar desenvolvem-se os manguezais (halo-helobioma). Estas florestas são diariamente alagadas pela maré, cuja preamar delimita a largura da faixa do manguezal, ocupada por espécies adaptadas para a falta de arejamento das raízes com os pneumatóforos (raízes aéreas) e a salinidade, com o acúmulo de NaCl nos tecidos (COUTINHO, 2016).

Nestes moldes, na Baixada se distribuem conforme as condições geológico-geomorfológicas e a estratificação vertical da paisagem estas Formações Pioneiras, que incluem a Restinga e o Mangue e, em pequenos trechos, a vegetação de várzea em ambientes inundáveis sob influência fluvial, além da predominância da Floresta Ombrófila Densa (conforme classificação do IBGE, 2012) (Figura 21).

Figura 21- Mapa da cobertura vegetal da Baixada Santista - SP.



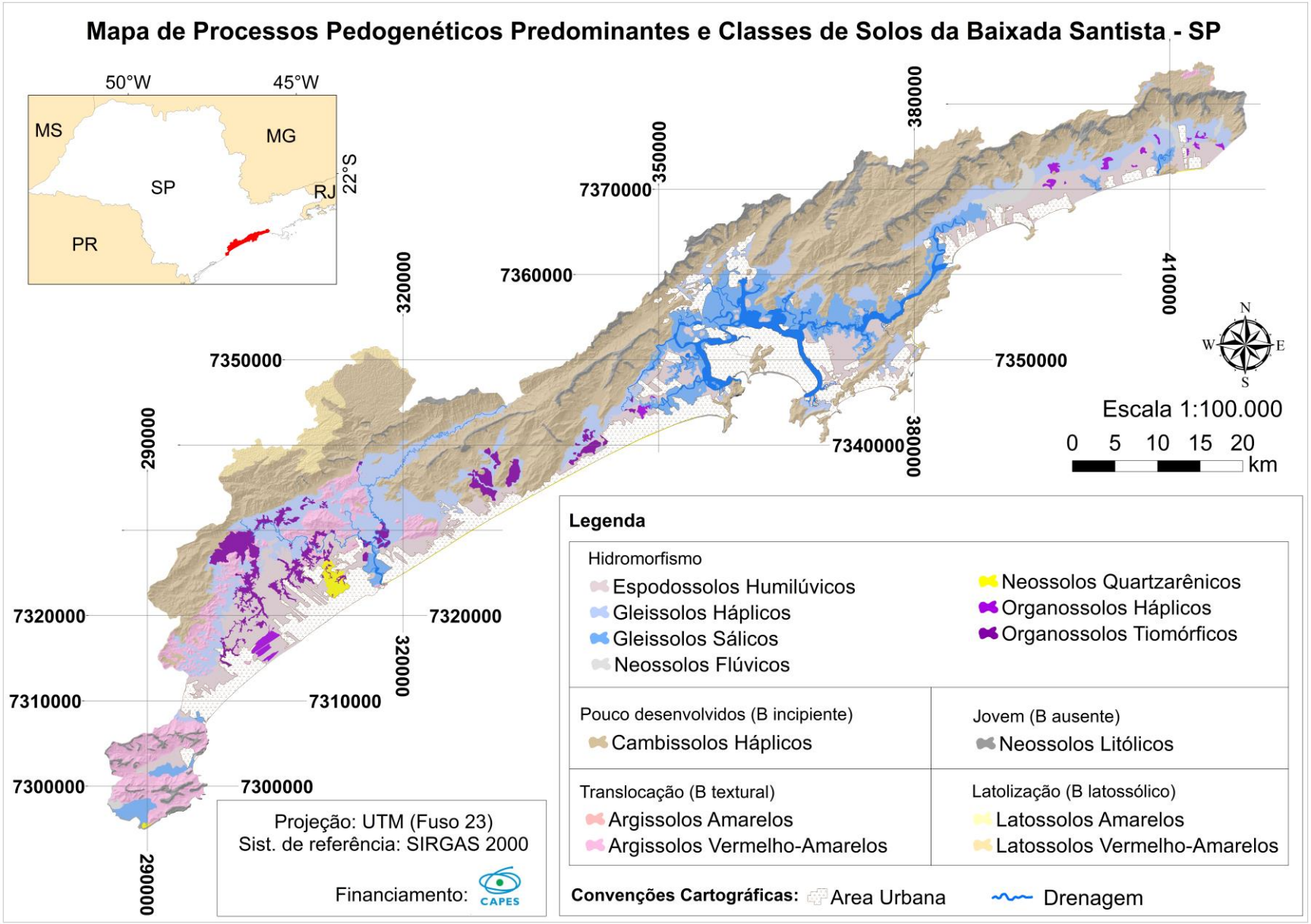
Fonte: ESA e USGS (2018); Modificado de Instituto Florestal (2010).

Admite-se a possibilidade de que alguma parte das características da cobertura vegetal tenha sido manejada historicamente pelo homem em algum nível, algo comum para a Mata Atlântica, como aponta Oliveira e Solórzano (2014), por conta da ocupação muito antiga pelos povos originários. É importante não olvidar a relevância dos usos antrópicos atualmente, que ocupam 18,2% da região, sobretudo pela urbanização, como discutido nos sistemas antrópicos.

Clima e vegetação fornecem alta energia para formação dos mantos de alteração e para os processos pedogenéticos, controlando o intemperismo químico e a meteorização do substrato rochoso. De acordo com Queiroz Neto e Kupper (1965) a vegetação bastante densa da região fornece elevada quantidade de detritos rapidamente decompostos devido à alta umidade e temperatura. Estes abastecem o solo com quantidades consideráveis de dióxido de carbono (CO_2), ácido húmico e outros componentes, que contribuem para o aumento da energia disponível para os processos pedogenéticos.

Entretanto, o desenvolvimento de solos mais espessos e intemperizados fica restrito a alguns trechos da paisagem regional, sobretudo nas áreas planálticas. Isto pois, de um lado os solos e o manto de alteração são constantemente erodidos pela ação pluvial e fluvial nas encostas serranas e dos morros (AFONSO, 2006) e de outro a altura elevada do lençol freático desacelera a velocidade de desenvolvimento dos perfis e restringe o processo pedogenético a pouca profundidade na planície costeira (QUEIROZ NETO e KUPPER, 1965). A distribuição dos processos pedogenéticos predominantes e das classes de solos da Baixada Santista, que geograficamente de acordo com Resende et al. (2002) compõe parte do domínio pedobioclimático dos Mares de Morros Florestados (classificação de AB'SABER, 1970 *apud* RESENDE et al., 2002), estão ilustradas na Figura 22.

Figura 22- Mapa de processos pedogenéticos predominantes e classes de solos da Baixada Santista - SP.



Fonte: organizado de Rossi (2017).

Como é característico nas áreas tropicais, há disponibilização de alta energia para o ciclo biogênico e para a pedogênese (ISACHENKO, 1973). Enquanto o clima possibilita o desenvolvimento destes tipos de cobertura vegetal e destes processos pedogenéticos, o relevo individualiza parte das características intra-regionais destes componentes.

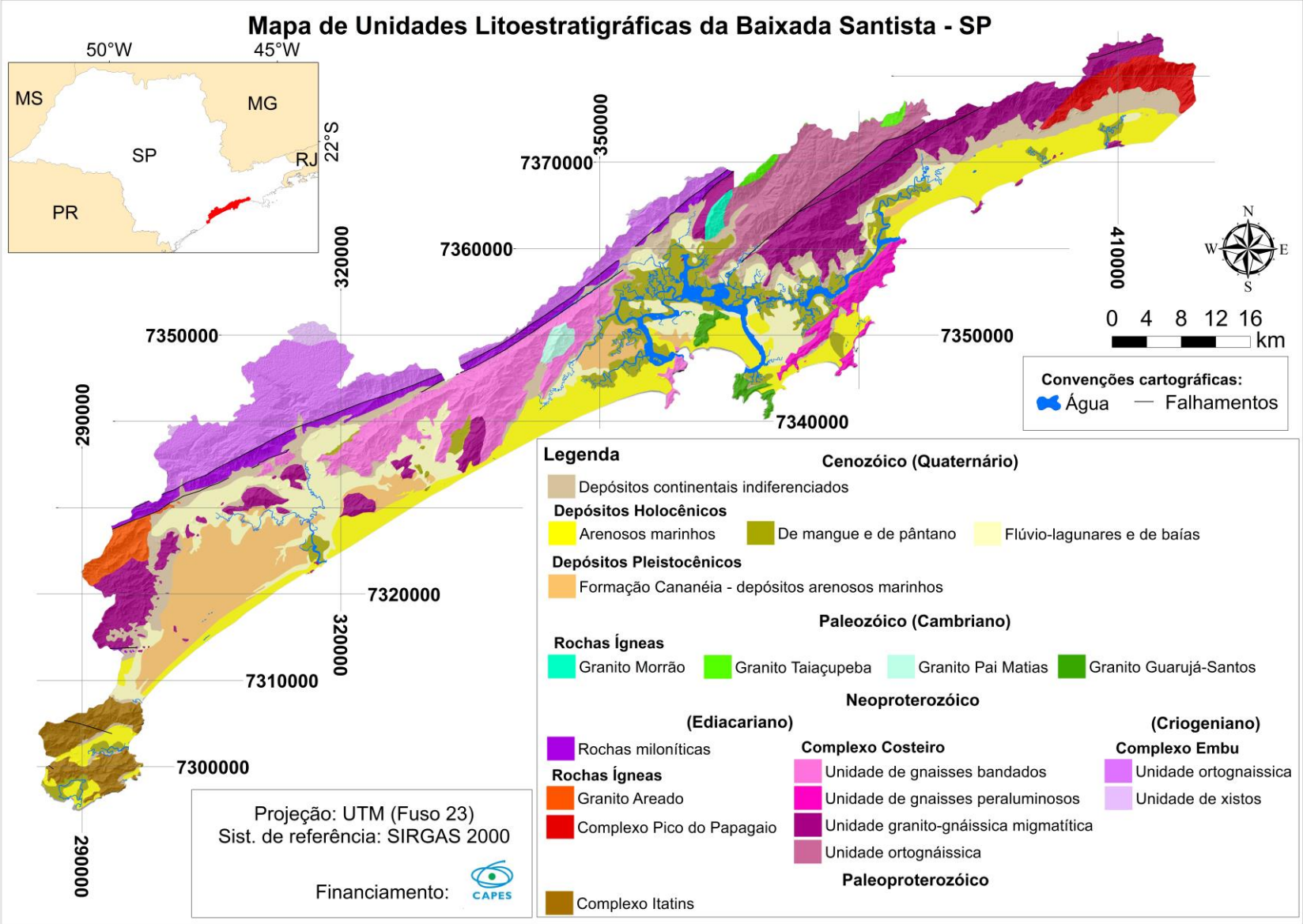
O relevo, por sua vez, resultou de conjuntos de influências internas e externas. Portanto, o relevo representa uma síntese complexa da interação entre forças endógenas, pela litologia e estruturas, e exógenas, pela esculturação das formas (ROSS, 2012), constituindo também resultado da atuação combinada dos fatores zonais e azonais, inclusive preservando tais relações de ambientes pretéritos. Concordando com Isachenko (1973), trata-se de um dos componentes paisagísticos mais conservadores, que ao lado do clima estabelece os limites gerais da paisagem.

Do ponto de vista da geomorfologia a gênese e a estrutura geológica estabeleceram na Baixada uma morfoestrutura relacionada a processos tectônicos composta por rochas cristalinas, os Cinturões Móveis Neoproterozóicos, e outra relacionada a deposição de sedimentos marinhos e continentais, os Depósitos Sedimentares Quaternários, assim designadas pelo IBGE (2018).

As estruturas e as unidades litoestratigráficas na área de estudo compõe parte da extremidade nordeste do Terreno Curitiba, com rochas do Complexo Itatins (paleoproterozóicas), parte do Terreno Serra do Mar, entre a zona de cisalhamento de Cubatão e o litoral, com rochas do Complexo Costeiro (neoproterozóicas) e rochas ígneas (corpos graníticos neoproterozóicos e paleozoicos), parte do Terreno Embu, extensa faixa NE-SO entre a zona de cisalhamento de Cubatão e do Rio Jaguari, com rochas do Complexo Embu e rochas miloníticas (ambas neoproterozóicas), além das Coberturas Sedimentares Cenozoicas, com os depósitos quaternários de origem continental e marinha (MORAIS, 1999; CPRM, 2006).

A distribuição espacial dos conjuntos de falhas que compõe a zona de cisalhamento de Cubatão e as unidades litoestratigráficas na Baixada Santista cronologicamente ordenadas estão ilustradas na Figura 23.

Figura 23- Mapa de unidades litoloestratigráficas da Baixada Santista - SP.



Fonte: adaptado de Suguio e Martin (1978), Theodorovicz et al. (1984), Morais (1999) e CPRM (2006).

Condicionante das estruturas do relevo, a evolução geológica da costa paulista ocorreu em escalas de tempo distintas e decorreu principalmente dos fenômenos ligados ao soerguimento da Serra do Mar e subsidência da Bacia de Santos no final do Cretáceo (ALMEIDA, 1976), além dos processos de deposição de sedimentos em eventos glacio-eustáticos ao longo do Quaternário (SUGUIO e MARTIN, 1978).

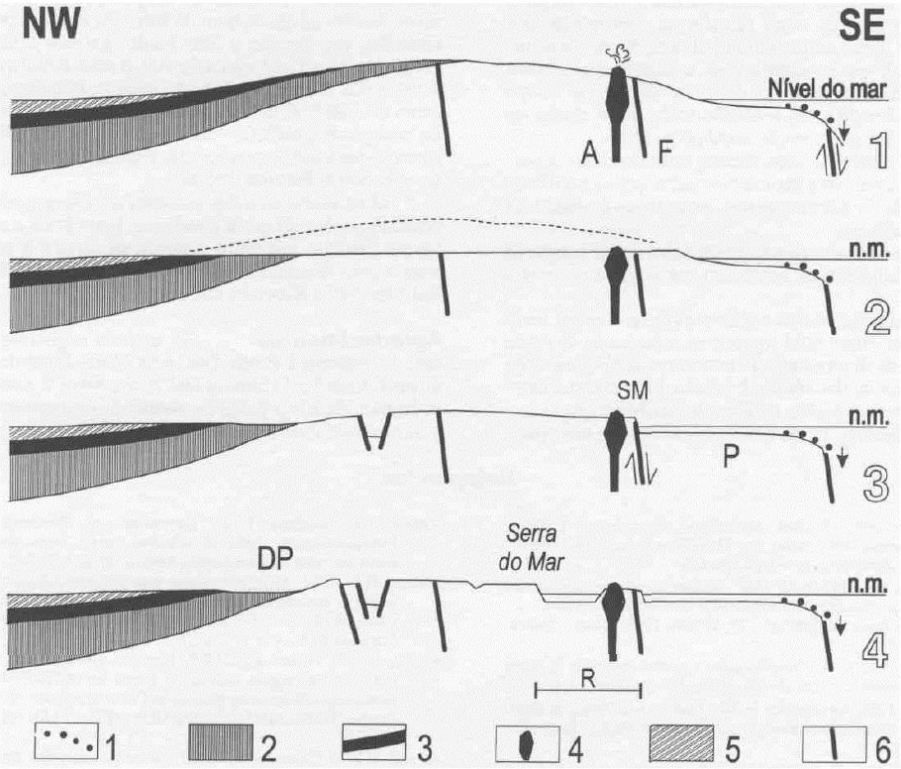
De maneira geral, de acordo com a CPRM (2006), o embasamento cristalino da Baixada é composto por rochas magmáticas e metamorfizadas em diferentes graus geradas por diferentes fases de dobramentos, metamorfismos e intrusões que remontam majoritariamente ao Neoproterozóico. De acordo com Hasui (2010) estes eventos compuseram o Sistema Orogênico da Mantiqueira no Cinturão de Dobramentos do Ribeira ao longo do Ciclo Brasiliano quando as colisões de pequenos núcleos continentais originaram o supercontinente Gondwana posteriormente fragmentado pelos eventos da reativação sul atlantina mesozoica da qual decorreu intenso fendilhamento da crosta ao longo da abertura do Oceano Atlântico.

Na Baixada Santista, estes eventos compressivos e distensivos formaram a estrutura que sustenta o conjunto de ressaltos topográficos que compõe a Serra do Mar, que se estende por cerca de 1000 km entre o norte do estado de Santa Catarina e o Rio de Janeiro, e as baías adjacentes cuja origem e evolução não é consensual entre geomorfólogos e geólogos mas neste caso é admitida como decorrida de processos tectônicos verticais, concordando com Ab'Saber (1965), Almeida (1976), Almeida e Carneiro (1998), Souza (2015), dentre outros.

Neste sentido houve o levantamento da Serra do Mar e a subsidência da Bacia de Santos em movimentos verticais opostos instalados nos sistemas de riftes oriundos da reativação mesozoica, orientado pelos falhamentos transcorrentes pós dobramentos do Cinturão Ribeira (ALMEIDA, 1976).

A Serra do Mar ancestral foi formada durante o cretáceo superior próximo da falha de Santos e foi erodida até a posição atual (ALMEIDA, 1976). Portanto, de acordo com Almeida e Carneiro (1998), a evolução se deu por erosão regressiva conduzida pela ação de rios, mar e movimentos de massa nas vertentes, que fez a Serra recuar até três a quatro dezenas de quilómetros, abandonando numerosas ilhas e baixios próximo à costa atual. A Figura 24 ilustra o esquema da origem e recuo da Serra do Mar.

Figura 24- Esquema da origem e recuo da Serra do Mar, na região entre a Bacia do Paraná, no continente, e a Bacia de Santos, a sudeste.



Estágios: A – Soerguimento senoniano erodido, causando deposição das bacias de Santos e do Paraná. Depósitos da Formação Santos indicados na primeira e do Grupo Bauru na segunda. Vulcanismo alcalino (A), Falha de Santos (F). B. Desenvolvimento da superfície de aplainamento Japi no final do Senoniano. C. Deformação da Superfície Japi no Paleoceno. Surge a Serra do Mar (SM) na Falha de Santos (F), o sistema de grábens continentais começa se desenvolver, na costa, a plataforma continental (P). D) recuo erosivo (R) da Serra do Mar para sua posição atual. A posição esquemática da Depressão Periférica é indicada (DP). Intrusões alcalinas sustentam as ilhas. Convenções; 1) Depósitos da Formação Santos, 2) Cobertura fanerozóica sotoposta ao basalto Serra Geral, 3) Formação Serra Geral, 4) Corpos alcalinos, 5) Grupo Bauru, 6) Falhas. Fonte: Almeida e Carneiro (1998).

Para os autores, ao longo da evolução da vertente marinha do Planalto Atlântico o relevo recuou subparalelamente à borda da bacia ao longo de sucessivos ciclos erosivos, obedecendo aproximadamente as direções estruturais do embasamento, com influências de estruturas menores, falhas e maciços resistentes a erosão que configuraram diferenças topográficas acentuadas e uma escarpa festonada em muitos trechos. Ab'Saber (1965) aponta que ao longo das fases de clima seco foram conduzidos aplainamentos parciais que reduziram a irregularidade dos blocos abatidos e a energia do relevo e guiaram o recuo das vertentes assimétricas dos falhamentos iniciais.

Durante o quaternário a epirogenia positiva foi dominante favorecendo o entalhamento fluvial profundo da zona pré-Serra do Mar que ao lado do movimento eustático negativo, representado pela regressão pré-flanderiana, acentuaram a incisão ou re-incisão e a

desarticulação e o insulamento dos baixos esporões antes vinculados à base da Serra do Mar (AB'SABER, 1965). Para o autor os vales decorrentes desta paleohidrografia regional, formados pelo entalhamento em fases úmidas e recuo em fases secas, foram colmatados pelos depósitos marinhos, fluviomarinhos e fluviais, e favoreceram a ingressão das águas e a formação do paleoarquipélago santista-vicentino.

As fases úmidas quaternárias provocaram a erosão fluvial e o entalhamento de vales no conjunto serrano, enquanto as fases secas foram responsáveis por processos de pedimentação restritos e alargamentos dos vales e contribuíram para estreitar e caracterizar os maciços de rochas mais resistentes, que foram insulados nos eventos transgressivos posteriores (AB'SABER, 1965). De acordo com Suguio e Martin (1978), os eventos transgressivos-regressivos das oscilações glacio-eustáticas do Quaternário forneceram a maior parte dos sedimentos para deposição que originou a planície costeira que restou constituída por sedimentos continentais e oceânicos.

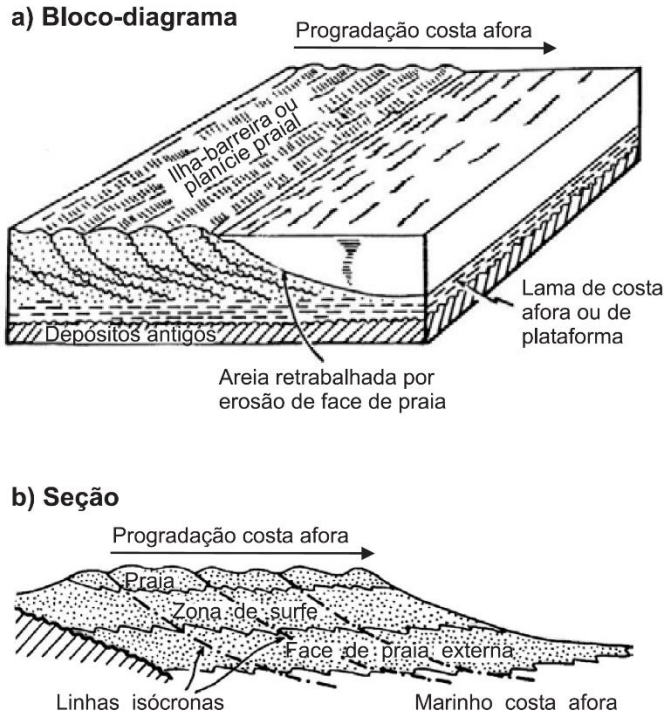
Os testemunhos das oscilações indicam uma fase transgressiva mais antiga, a Transgressão Cananéia, datada do pleistoceno que pode chegar até 120.000 anos A.P. (Antes do Presente), e outra fase mais recente, Transgressão Santos, holocênica, com as variações do nível marinho nos últimos 8.000 anos, ambas seguidas por períodos regressivos com intensificação da erosão fluvial (SUGUIO e MARTIN, 1978).

Baseado no trabalho de Suguio e Martin (1978), Ribeiro (2003) resumiu a evolução e distribuição espacial dos depósitos de origem marinha no Estado de São Paulo ao longo destas duas fases transgressivas-regressivas:

> Na penúltima grande transgressão (Transgressão Cananéia), o mar entrou em contato com o Embasamento Cristalino em todo o litoral paulista, que apresentava uma morfologia em baías. Areias marinhas litorâneas foram depositadas nas grandes paleobaías, que formavam os sítios das atuais planícies sedimentares de Cananéia-Iguape, Itanhaém, Santos, Bertioga e Caraguatatuba. Estes depósitos marinhos foram parcialmente destruídos pela drenagem que se estabeleceu nas suas zonas baixas, durante a última grande regressão marinha. No último episódio transgressivo (Transgressão Santos), o mar penetrou nas zonas baixas estabelecendo um sistema lagunar, com formação de depósitos arenosos que, frequentemente era iniciada pela construção de ilhas-barreira, logo após o nível máximo da transgressão. Estas ilhas barreira isolaram zonas lagunares, onde se depositaram sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica. Durante as fases regressivas houve acréscimo de cordões adicionais às primitivas dando origem às extensas planícies de cordões litorâneos (p. 7).

As planícies formadas por fases regressivas restaram compostas por séries de cordões litorâneos, mais ou menos paralelos entre si e formados por areias, predominantemente. A Figura 25 ilustra um modelo evolutivo para estas costas de progradação.

Figura 25- Vistas tridimensional (a) e em perfil (b) de uma costa de progradação, através de sucessivos alinhamentos de cordões litorâneos.



Fonte: Suguio (2003).

Destes processos resultou na porção costeira da Baixada Santista um relevo cuja gênese e estruturação se relacionam a processos de caráter exógeno, resultante da atuação de forças originárias da atmosfera, situada numa zona de contato entre continente e oceano com formas oriundas de intenso processo deposicional de sedimentos. Enquanto na porção mais interiorana a estruturação e gênese se relacionaram a processos exógenos, que cunharam formas serranas em uma litologia resistente formada por rochas cristalinas, resultante principalmente de processos endogenéticos (GIGLIOTTI e OLIVEIRA, 2015).

No primeiro caso, os depósitos sedimentares são na realidade um ambiente complexo composto por materiais de origem continental: aluviais e coluviais; e de origem matinha: com praias, tômbolos, barras, cordões litorâneos regressivos, depósitos marinhos, por vezes redistribuídos pelo vento, além de depósitos fluviais, lagunares, paludiais (pântanos) e de planície de maré, por vezes associados e/ou sobrepostos (SUGUIO e MARTIN, 1978).

Ao fundo da planície, no contato com as escarpas da Serra e com Morros Residuais, distribuídos de maneira relativamente plana, em rampas ou ao longo de pequenas planícies, encontram-se os depósitos de processos erosivos, gravitacionais e fluviais de origem continental (SUGUIO e MARTIN, 1978; GIANNINI, 1987; RIBEIRO, 2003; SOUZA, 2015), os Depósitos Alúvio-Coluvionares.

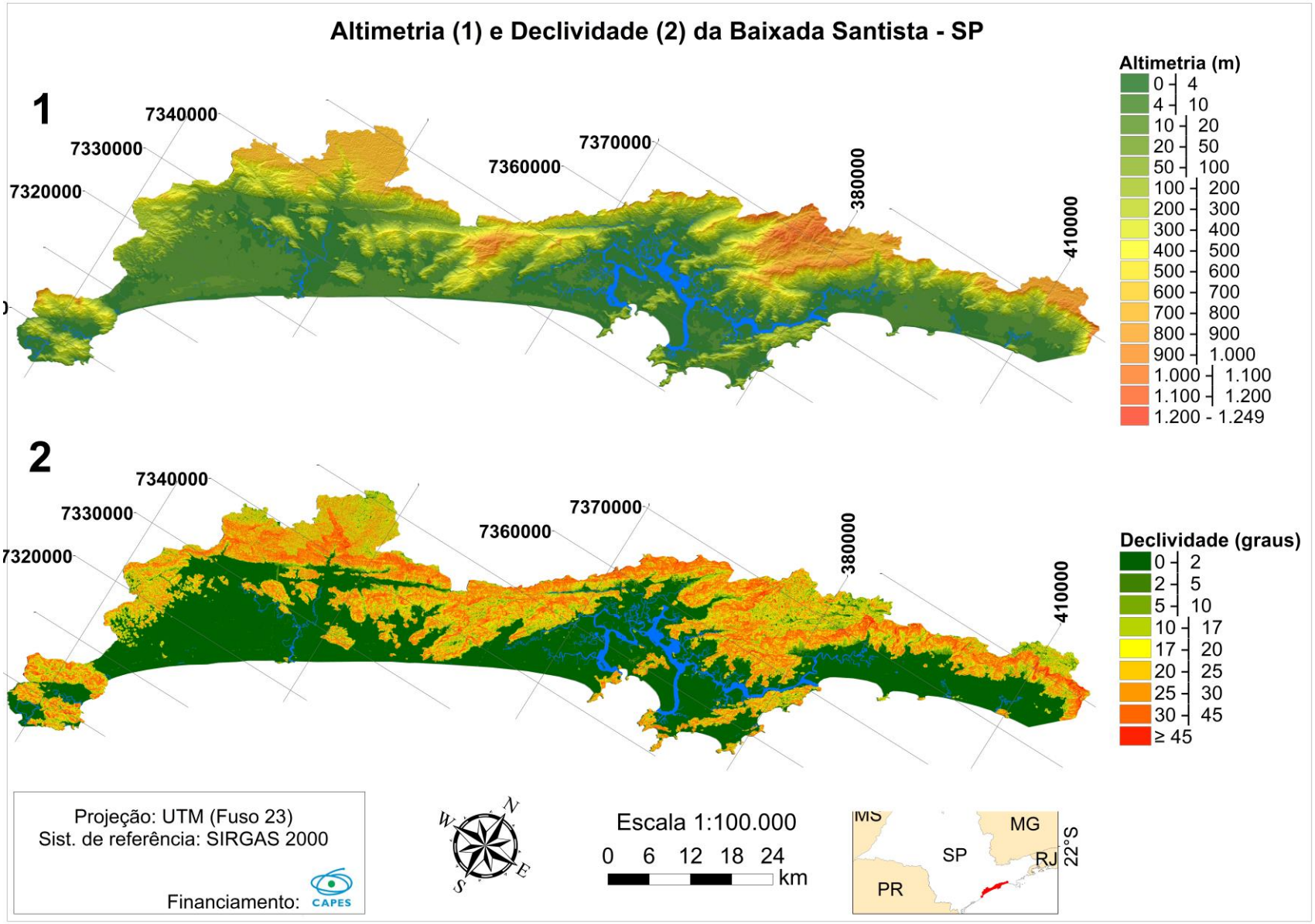
No outro extremo, perfazendo a linha de costa atual, as praias predominam na estreita planície marinha com sedimentos marinhos não consolidados acumulados por ação de onda que se ajustam às condições destas e das marés. As praias são antecedidas por terraços marinhos depositados ao longo da transgressão-regressão Cananéia, nos terraços marinhos pleistocênicos, que são ligeiramente alçados em relação aos da transgressão-regressão Santos, os terraços marinhos holocênicos. Ambos possuem sucessivas gerações de cristas de praias e foram retrabalhados ou redistribuídos pelo vento em alguns trechos.

As oscilações glacio-eustáticas também forneceram condições para desenvolvimento de paleolagunas e paleobaías que depositaram areias e argilas (SUGUIO e MARTIN, 1978; GIANNINI, 1987; SOUZA, 2015), atualmente distribuídos em formas de planícies e terraços.

No contato entre os canais fluviais e as águas marinhas, distribuem-se planícies fluviomarinhas decorrentes da atuação oceanográfica e continental, onde se associam processos fluviais e a atuação da maré, com sedimentos argilosos de mangue e pântano, ricos em matéria orgânica atualmente em processo de colmatagem (SUGUIO e MARTIN, 1978).

Por sua vez, no segundo caso, pelos conjuntos de processos endógenos e pela esculturação formaram-se planaltos, escarpas, serras, morranias e morros residuais. Estas formas são alçadas altimetricamente, sobretudo os planaltos, e possuem declividades acentuadas, principalmente as escarpas e serras. A Figura 26 ilustra a altimetria e a declividade que configuraram bases essenciais para a classificação geomorfológica e que representam aspecto importante das unidades naturais, com implicações sobretudo na dinâmica de circulação de matéria e energia.

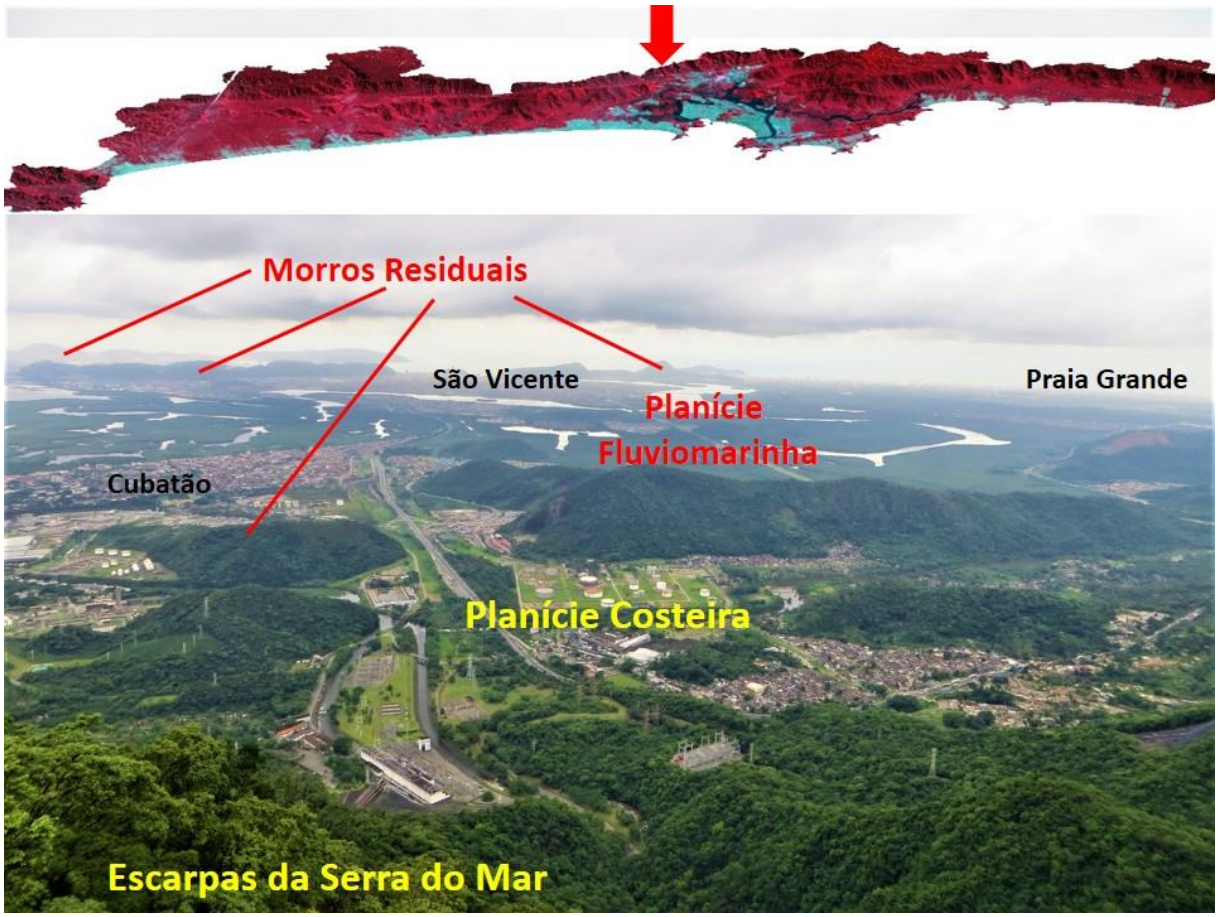
Figura 26- Mapa da altimetria (1) e declividade (2) da Baixada Santista - SP.



Fonte: IGC-SP e AGEM (2002; 2003).

A transição entre as duas morfoestruturas, ou seja, entre os Cinturões Móveis Neoproterozóicos, nos domínios da Serra do Mar, e os Depósitos Sedimentares Quaternários, nos domínios da planície costeira, se dá numa transição abrupta na paisagem regional (Figura 27).

Figura 27- Desnível abrupto entre a Serra do Mar e a planície costeira da Baixada Santista em Cubatão.



Obs.: A seta vermelha no modelo tridimensional da paisagem indica a posição onde foi feita a foto. Destaque para o desnível abrupto escarpado entre os Cinturões Móveis Neoproteróicos e os Depósitos Sedimentares Quaternários incluindo como compartimentos do relevo alguns morros residuais, a planície fluviomarinha no estuário santista e a planície marinha. Fonte: Modelo 3D elaborado pelo autor a partir de IGC-SP e AGEM (2002; 2003), ESA e USGS (2018) e fotografia adaptada de IPT (2015a).

As condições geomorfológicas impediram a formação de rios extensos, apesar do aporte significativo de chuvas, configurando uma rede fluvial composta por pequenos rios que nascem na Serra do Mar, atingem a planície costeira e deságuam no mar (AFONSO, 2006). De acordo com Tessler et al. (2006), por conta da ausência de expressivas bacias de drenagem, o regime pluvial assume grande importância no transporte de água doce e sedimentos para o oceano. Mesmo com dimensões pequenas tais bacias têm grande poder de erosão, transporte e

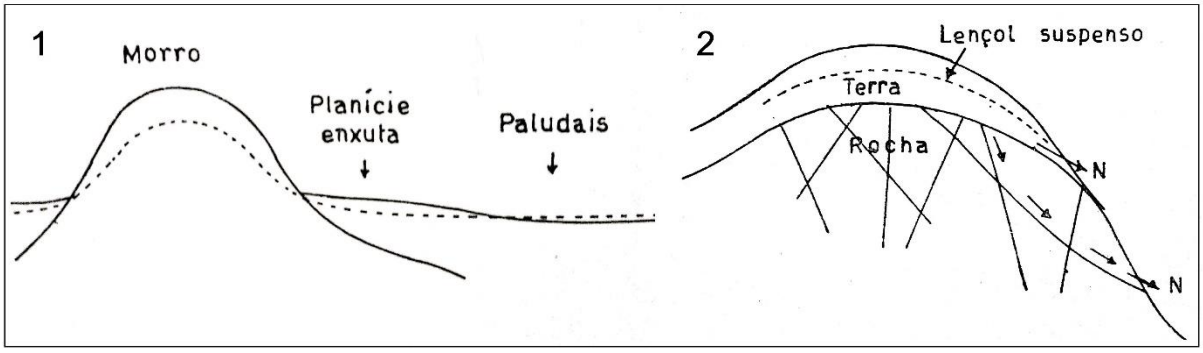
deposição de material detrítico heterogêneo, que se intensifica em eventos climáticos extremos (ROSS e FIERZ, 2018).

Nos cursos superior e médio, os rios têm características torrenciais pelas altas declividades serranas e no curso inferior formam meandros e manguezais. O controle estrutural se manifesta na maior parte da drenagem das bacias que nascem na serra e fluem para a planície costeira, sulcando as escarpas em vales profundos encaixados nos lineamentos estruturais com diversos saltos e corredeiras nos canais (AFONSO, 2006).

A água pluvial encontra dificuldade de penetrar no substrato rochoso pouco permeável nos terrenos cristalinos, como dos morros residuais, e formam-se lençóis suspensos separados do lençol principal. Caminhando pelo contato solo-rocha ou pelas fraturas das rochas a água infiltra e aflora em inumeráveis pontos de nascentes (RODRIGUES, 1965).

Para o autor nos terrenos da planície costeira o lençol freático é raso (planície enxuta) por vezes aflorante, no caso dos mangues (paludal), (Figura 28). Ainda, conforme Rodrigues (1965), o acúmulo de umidade na planície costeira não coincide com incremento na umidade atmosférica e, portanto, não decorre dela, mas da altimetria, das más condições de drenagem do substrato e das influências fluviais e oceânicas.

Figura 28- Perfil esquemático da distribuição da água subsuperficial na Baixada Santista.



Fonte: Adaptado de Rodrigues (1965).

A rede hidrográfica regional atua dissecando todos os compartimentos de relevo do Cinturão Orogênico Neoproterozóico onde há predomínio de canais de 1ª e 2ª ordem e, neste sentido, o método de Strahler (1952) *apud* Christofoletti (1980) mostrou-se importante na análise dos modelados do relevo. Nos planaltos a drenagem ocorre com densidade mais elevada enquanto nas escarpas, serras e morranias se caracteriza pelo aprofundamento das incisões.

Por outro lado a intensa sedimentação fluvial do material oriundo dos processos erosivos das encostas serranas, a pequena declividade e a consequente diminuição da energia do relevo e da velocidade das águas são responsáveis pelo processo de deposição e pelas características dos rios na planície costeira (AFONSO, 2006), que em sua maioria desaguam no mar em canais de 4ª ordem ou de ordem hierárquica superior (Apêndice G).

Considerando o trabalho erosivo pelos elementos climáticos, a distribuição espacial e a localização geográfica, o IBGE (2018) classificou quatro regiões geomorfológicas na Baixada: as Escarpas e Reversos da Serra do Mar do Paulista e o Planalto de Paranapiacaba, sustentados pelas estruturas cristalinas e com morfogênese pela dissecação; e as Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas e as Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praiais, dadas pela acumulação de sedimentos de origem continental e/ou marinha.

As Escarpas e Reversos da Serra do Mar Paulista correspondem ao padrão típico da Serra do Mar da porção central do litoral do estado, com escarpas abruptas próximas da linha de costa e alinhamento NE-SO controlado majoritariamente pelas falhas de Cubatão e Bertioga. Já o Planalto de Paranapiacaba representa padrões mais típicos da Serra do Mar do litoral sul do estado, com alinhamento no mesmo sentido mas com recuo das escarpas continente adentro, com a Serra de Itatins diferindo deste padrão geral.

Por sua vez, as Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas são compostas por sedimentos continentais fluviais ou originados de erosão das encostas das serras e morros, ao passo que as Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praiais foram formadas pela atuação direta de processos marinhos que forneceram sedimentos arenosos, arenosos e argilosos e de mangues e pântanos.

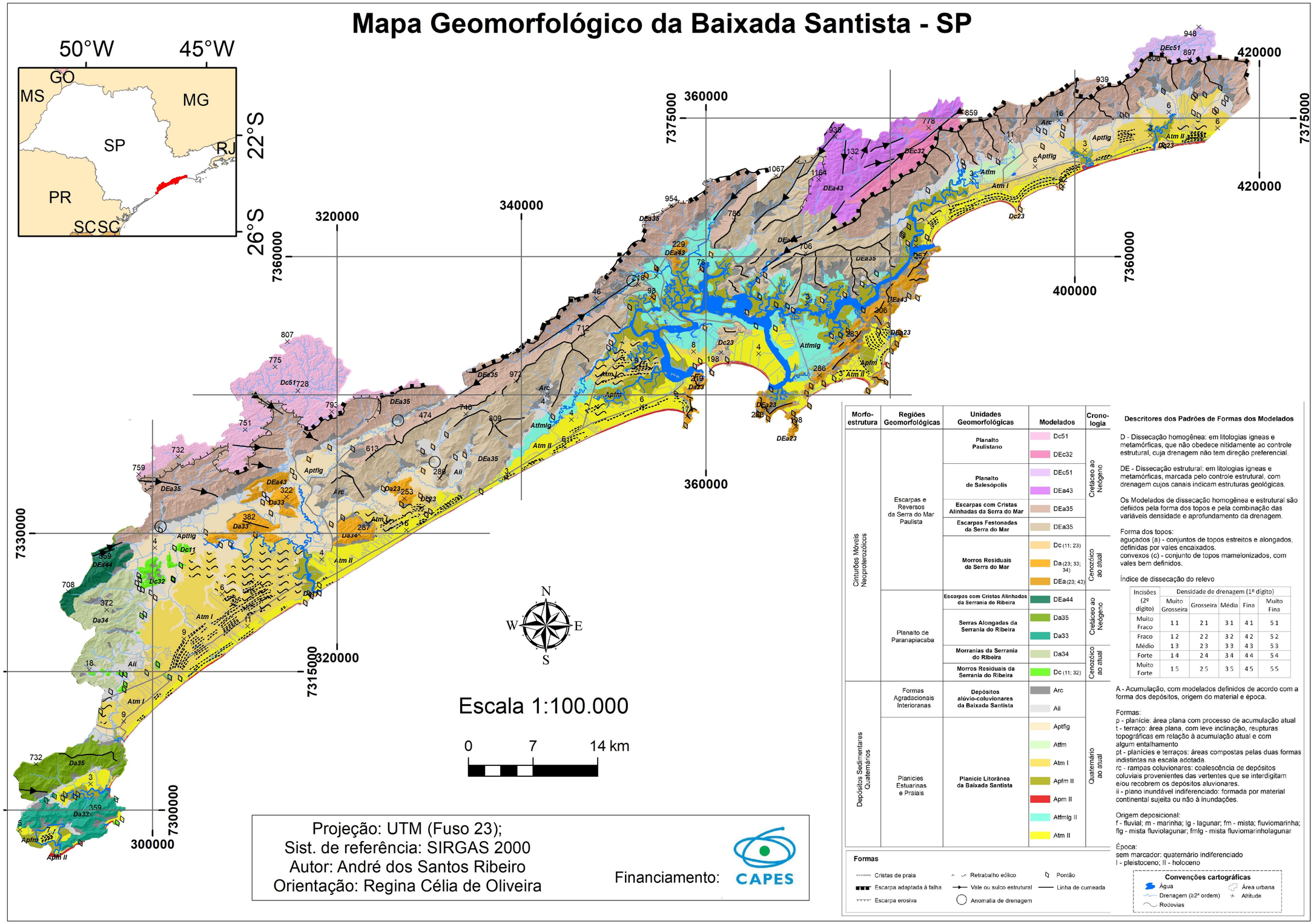
Nestas regiões foram reconhecidas onze (11) unidades geomorfológicas, pela classificação de conjuntos a partir de características fisionômicas e da identidade das formas. Tais unidades variaram de acordo com o tipo de compartimento, entre planalto, escarpa, serra, morro, morrania, depósito, planície e terraço, conforme a toponímia e as características evolutivas, entre formas residuais, festonamentos, alinhamentos, sedimentação continental ou litorânea, como é característico dos métodos de unidades de relevo (PELECH et al., 2019).

Sobre as unidades geomorfológicas desenvolveram-se na Baixada vinte e três (23) padrões de formas de relevo, reconhecidas primeiramente pela morfogênese por dissecação ou

por acumulação, pelas características geométricas resultantes e pela recorrência de materiais superficiais.

Entretanto, esta quantidade de padrões de forma de relevo exclui o detalhamento dos índices de dissecação do relevo dos Morros Residuais da Serra do Mar Paulista e da Serrania do Ribeira, por conta da acuidade visual. Para estas formas foi possível representar o tipo de dissecação e as formas de topo. Em alguns pequenos morros e outeiros a representação foi feita com símbolos pontuais, como “pontões”. A cartografia geomorfológica regional está ilustrada na Figura 29.

Figura 29- Mapa Geomorfológico da Baixada Santista - SP.



Fonte: elaboração do autor a partir de Suguio e Martin (1978), Gianinni (1987), IGC-SP e AGEM (2002; 2003), Gigliotti (2010), Souza (2015), IBGE (2018), ESA e USGS (2018),

4.1.2 SISTEMAS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA

Conforme tratado até aqui, o quadro natural da paisagem regional é complexo. Sem perder de vista tal complexidade, a opção foi conduzir a classificação e as discussões dos sistemas naturais centradas no relevo, como proposto por Cavalcanti (2013), Amorim (2016), Souza (2017), Gigliotti (2018) dentre outros para representações regionais, por se tratar de um componente produto da evolução paisagística pelos fatores internos e externos do presente e do pretérito (ROSS, 2012).

De acordo com Simensen, Halvorsen e Erikstad (2018) na bibliografia internacional o relevo é a variável mais frequente para identificar unidades da paisagem. Desta forma, devido à relativa homogeneidade do clima, foi considerado que nesta escala as unidades geomorfológicas e as formas predominantes representam os limites da diferenciação horizontal da paisagem, subdividida conforme a diferenciação vertical dada pelos tipos de cobertura vegetal e processos pedogenéticos predominantes, que condicionam a distribuição dos tipos de solo.

Nestes moldes, foram obtidas vinte e seis (26) unidades de sistemas naturais na Região Metropolitana da Baixada Santista, sintetizadas a partir de uma leitura regional e tipológica, cujas extensões e a proporção que ocupam na região estão na Tabela 1.

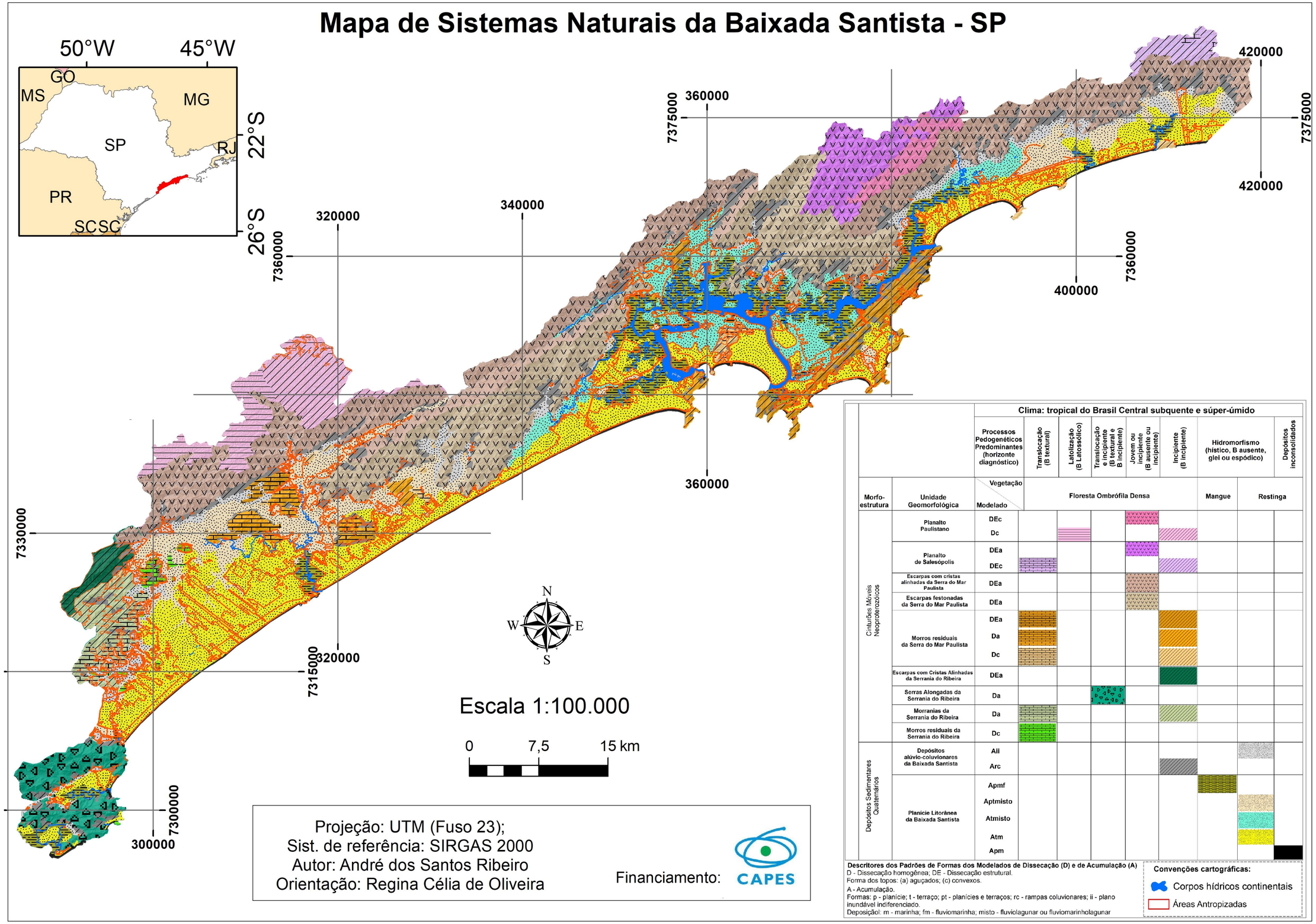
Tabela 1- Área e percentual das unidades de Sistemas Naturais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Sistema Natural	Área (km^2)	Proporção (%)
Planalto de Salesópolis (DEa) com floresta e solos jovens e incipientes	75,07	3,09
Planalto de Salesópolis (DEc) com floresta e solos incipientes	20,81	0,86
Planalto de Salesópolis (DEc) com floresta e solos argiluviados	1,87	0,08
Planalto Paulistano (Dc) com floresta e solos latolizados	53,49	2,20
Planalto Paulistano (Dc) com floresta e solos incipientes	59,34	2,45
Planalto Paulistano (DEc) com floresta e solos jovens e incipientes	28,75	1,18
Serras alongadas da S. R. (Da) com floresta e solos translocados e incipientes	67,49	2,78
Escarpas com cristas alinhadas da S. M. P. (DEa) com floresta e solos jovens e incipientes	398,59	16,28
Escarpas com cristas alinhadas da S.R. (DEa) com floresta e solos incipientes	18,51	0,76
Escarpas festonadas da S. M. P. (DEa) com florestas e solos jovens e incipientes	283,72	11,69
Morranias da S. R. (Da) com floresta e solos incipientes	31,06	1,28
Morranias da S. R. (Da) com floresta e solos argiluviados	21,54	0,89
Morros residuais da S. M. P. (Da) com floresta e solos incipientes	9,80	0,40
Morros residuais da S. M. P. (Da) com floresta e solos argiluviados	27,79	1,15
Morros residuais da S. M. P. (Dc) com floresta e solos incipientes	15,39	0,63
Morros residuais da S. M. P. (Dc) com floresta e solos argiluviados	6,35	0,26
Morros residuais da S. M. P. (DEa) com floresta e solos incipientes	43,28	1,78
Morros residuais da S. M. P. (DEa) com floresta e solos argiluviados	6,86	0,28
Morros residuais da S. R. (Dc) com floresta e solos argiluviados	9,79	0,40
Depósitos Alúvio-coluvionares (Arc) da B.S. com floresta e solos incipientes	142,49	5,87
Depósitos Alúvio-coluvionares (Aii) da B.S. com restinga em ambiente hidromórfico	112,81	4,65
Planície Litorânea (Aptmis) da B.S. com restinga em ambiente hidromórfico	184,42	7,60
Planície Litorânea (Atm) da B.S. com restinga em ambiente hidromórfico	465,34	19,18
Planície Litorânea (Atmist) da B.S. com restinga em ambiente hidromórfico	133,35	5,50
Planície Litorânea (Apfm) da B.S. com mangue em ambiente hidromórfico	131,17	5,41
Planície Litorânea (Apm) da B.S. com depósitos de sedimentos inconsolidados	11,09	0,46
Corpos hídricos continentais	69,98	2,88
Total	**2430,15**	**100,00**

Abreviações: S. R. – Serrania do Ribeira; S. M. P. Serra do Mar Paulista; B. S. Baixada Santista. Demais siglas observar Figura 29.

Quanto a representação cartográfica a opção foi adotar uma legenda baseada em Amorim (2016) que prioriza as relações entre os atributos considerados para identificação das unidades, algo fundamental na perspectiva sistêmica (Figura 30).

Figura 30- Mapa dos Sistemas Naturais da Baixada Santista - SP.



Fonte: elaboração do autor a partir de IBGE (2002), Rossi (2017) e ESA e USGS (2018).

Sob o clima Tropical do Brasil Central nos domínios da Mata Atlântica comportando processos pedogenéticos variados, quanto à regionalização (geócoros) as unidades dos sistemas naturais com as maiores extensões foram os terrenos designados como Baixada Santista (48,66%) e os adotados como Serra do Mar Paulista (32,48%), que juntos somam 81,14% da área de estudo. As áreas correspondentes a planaltos e rebordos, nos planaltos de Salesópolis (4,03%), Paulistano (5,83%) e a Serrania do Ribeira (6,11%), borda noroeste do planalto de Paranapiacaba, representam os 15,97% restantes das áreas emersas.

Em termos tipológicos (geômeros), sob o clima subquente e super-úmido, sobressaem em extensão as unidades com relevo em planícies e terraços sob depósitos de origem variada recobertos com restinga e mangue em ambientes hidromórficos (38,13%) e as escarpas e serras florestadas com predomínio de formas com topos aguçados com controle estrutural na dissecação do relevo e com pedogênese variada (31,52%), que somam 69,65% da Baixada. Os depósitos alúvio-coluvionares com floresta e restinga e com pedogênese incipiente e hidromórfica (10,52%), os planaltos com florestas e pedogênese variada (9,86%) e os morros e morranias com floresta e pedogênese diversa (7,08%) ocupam os restantes 27,46% das áreas emersas.

A unidade de sistema natural mais extensa é a Planície Litorânea em terraços marinhos da Baixada Santista com restinga em ambiente hidromórfico (19,18%), seguida pela extensa continuidade das Escarpas com cristas alinhadas (16,28%) e festonadas (11,69%) da Serra do Mar Paulista, ambas em formas com topos aguçados e dissecação estrutural com floresta e solos jovens e incipientes. Estas unidades foram consideradas de grandes dimensões e somam 47,15% da área.

As demais unidades da Planície Litorânea e dos Depósitos alúvio-coluvionares compõem àquelas de dimensões médias. Também, foram consideradas nestes termos: as Serras Alongadas da Serrania do Ribeira com dissecação homogênea e topos aguçados com floresta e solos translocados e incipientes; os Planalto de Salesópolis com topos aguçados e dissecação estrutural com floresta e solos jovens e incipientes; e o Planalto Paulistano com dissecação homogênea com floresta e solos latolizados e daquele com solos incipientes. Somadas, estas unidades somam 39,55% da região.

Se de um lado as unidades com extensões grandes (3) e médias (9) representam 86,7% da região, de outro as com pequenas extensões apresentam-se em maior quantidade (14), mas correspondem a 10,42% da Baixada. Estas unidades pequenas correspondem aos trechos

de maior diversidade pelos critérios considerados, com destaque para os ambientes dos morros residuais e das morranias.

No que se refere às relações, principalmente pela abundância de precipitações, o clima é um elemento fundamental na definição do quadro natural regional, interagindo com os fatores endógenos e oceânicos no condicionamento das unidades e dos modelados do relevo, da rede hidrográfica, da cobertura vegetal e da pedogênese, que também interatuam estreitamente entre si.

Pela dissecação foram destacadas nos Cinturões Móveis Neoproterozóicos as unidades geomorfológicas: planalto Paulistano e de Salesópolis; escarpas com cristas alinhadas, serras alongadas, morranias e morros residuais da Serrania do Ribeira; e escarpas com cristas alinhados, festonadas e morros residuais da Serra do Mar Paulista. Sobre estas formas encontra-se a Floresta Ombrófila Densa e desenvolveram-se processos pedogenéticos variados.

A Floresta Ombrófila Densa é uma formação característica das regiões tropicais com temperaturas e precipitações elevadas e sem período biologicamente seco (SÃO PAULO, 2010). Trata-se de mata contínua bastante densa, rica em biodiversidade, com complexa estratificação vertical, que se distribui desde as maiores altitudes regionais até a transição com a restinga na planície costeira. As formas de relevo florestadas mais elevadas são os planaltos Paulistano e de Salesópolis, com altitudes entre 551 e 1249 m, no reverso das escarpas da Serra do Mar.

Na Baixada, o Planalto Paulistano é composto principalmente por relevo colinoso esculpido em ortognaisses e xistos com densidade de canais muito alta e média, com incisão fraca e muito fraca e topos convexos. A altitude média é de 739 m, com amplitude altimétrica de 465 m (entre 551 e 1016 m), declividade média de 18,2º, que predomina entre 10 a 25º, com drenagem em padrão dendrítico onde há dissecação homogênea (D) e, conforme o controle estrutural (DE), treliça.

O Planalto de Salesópolis difere do anterior pelas altitudes mais elevadas (de 674 a 1179 m), com média de 898 m e maior amplitude (505 m) e, conforme IBGE (2018), pelo predomínio de topos aguçados, pelo controle estrutural (DE) mais marcante e pela prevalência do padrão de drenagem em treliça. Esta unidade, na Baixada, foi esculpida sobre rochas de complexos ortognáissicos e de granito Taiaçupeba, sob os quais se desenvolveram basicamente colinas e morros, cristas alinhadas nos relevos montanhosos orientadas preferencialmente na

direção ENE-OSO, com densidade de drenagem alta e muito alta e incisões médias e muito fracas.

A energia abundante disponível para os processos pedogenéticos encontrou no relevo colinoso com topos convexos e nas áreas com declividades menos acentuadas do Planalto Paulistano possibilidade de desenvolvimento dos perfis de solo mais profundos e antigos da região, pelo processo de latolização que, conforme Resende et al. (2002), resulta na remoção de sílica e de bases do perfil pelo intemperismo e lixiviação, com enriquecimento relativo em óxidos de Fe e de Al.

Por outro lado, conforme a acentuação da declividade e da resistência litológica, os Latossolos Vermelho-Amarelos resultantes deste processo alternam-se ou cedem lugar ao predomínio dos Cambissolos Háplicos, que para Resende et al. (2002) são solos pouco evoluídos (B incipiente: espessura menor que 50 cm) com alta concentração de minerais primários facilmente intemperizáveis, e resquícios da rocha mãe.

Os Cambissolos, por seu turno, evidenciam grande fluxo de material que é constantemente removido e transportado. É a classe dominante no Planalto de Salesópolis, mais alto e inclinado, alternando-se, ainda que em pequeno trecho nas áreas menos inclinadas, com Argissolos, mais profundos e antigos. Estes, por sua vez, de acordo com EMBRAPA (2018) decorrem da argiluviação pela translocação da argila do horizonte superior A para o intermediário B, com presença do horizonte Bt (B textural), que neste caso formam os Argissolos Vermelho-Amarelos.

Tanto no Planalto Paulistano quanto no Planalto de Salesópolis, de acordo com Rossi (2017) os Cambissolos intercalam-se com Neossolos Litólicos (solos mais jovens e sem horizonte B, como define EMBRAPA, 2018) nas áreas mais elevadas da região, concentradas na porção central. Isto evidencia que os fluxos de material transportam o manto alterado em quase sua totalidade em diversos trechos.

Se nos planaltos a altitude se destaca, nas áreas escarpadas esta dá lugar à declividade. Avançando das áreas mais altas, frequentemente próximas dos 1000 m, para as mais baixas, próximas ao nível do mar, há um desnível com mudança brusca na inclinação em escarpas dissecadas conforme orientação estrutural (DE), com topos angulosos, densidade de drenagem média e incisão muito forte. Este desnível foi subdividido conforme toponímia em escarpas da Serrania do Ribeira e da Serra do Mar Paulista e conforme a evolução em cristas

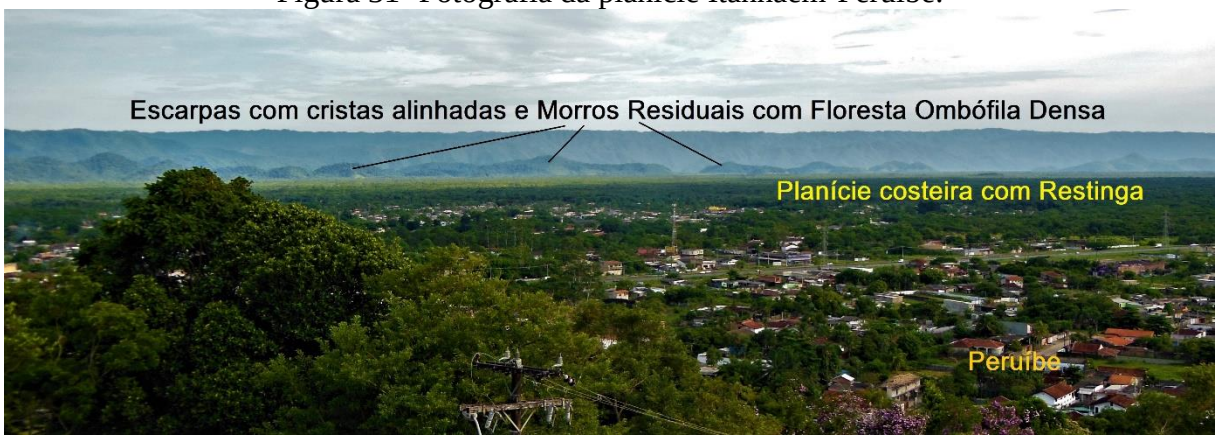
alinhadas e festonadas. Acrescenta-se a Serra de Itatins a este conjunto de formas com mudanças morfométricas bruscas, que forma um pontão homogeneamente dissecado (D) que no contato direto com o mar divide a região do Litoral Sul paulista da Baixada Santista.

Os maiores desníveis altimétricos ocorrem nas escarpas da Serra do Mar Paulista, com valor máximo nos trechos com cristas alinhadas em que chega a 1229 m (entre 1249 e aproximadamente 20 m) e nos festonados a 1160 m (entre 1180 e aproximadamente 20 m). O desnível mantém-se alto nas Serras Alongadas de até 1028 m (entre 1028 e 0 m), enquanto na escarpa da Serrania do Ribeira diminui e encontra os menores valores, alcançando 670 m (entre 676 e 6 m). A declividade acompanha a amplitude altimétrica com altos valores nestas unidades, frequentemente acima dos 45º no terço superior das vertentes, mas predomina no intervalo entre 17 a 45º com as médias contidas nesta classe.

De modo geral, a Serra do Mar Paulista apresenta direcionamento geral NE-SO, representando um paredão de escarpa adaptada a falha que se estende desde Peruíbe (SP), onde se encontra a 15 km do litoral, até Ubatuba (SP), onde se limita diretamente com o oceano, portanto cruzando toda a Baixada (IBGE, 2018). De acordo com IBGE (2018), as áreas escarpadas apresentam trechos com alinhamentos dos topos, com orientação paralela à linha de costa condicionada pelos conjuntos de falhas regionais, e festonados, com esporões, cristas e vales estruturais perpendiculares ao direcionamento da escarpa, com intensa erosão remontante.

Mais especificamente, as Escarpas com Cristas Alinhadas (Figura 31) apresentam grandes espigões subparalelos, assim como o padrão de drenagem, vertentes com perfis retilíneos orientadas para sul e sudeste e vales fechados controlados por grandes sistemas de falhas, principalmente a de Cubatão (GIGLIOTTI, 2010). Por vezes a erosão remontante delineia escarpas erosivas que se alternam com as de falha, diferenciando trechos de recuo relativamente paralelo de outros sob influência da incisão da drenagem.

Figura 31- Fotografia da planície Itanhaém-Peruíbe.



Obs.: Fotografia feita a partir do Morro da Torre em Peruíbe. Destaque para as escarpas com cristas alinhadas ao fundo, antecedidas pelos morros residuais, ambos compartimentos cobertos com floresta. Em primeiro plano a planície costeira com vegetação de restinga sobre terraços de origem marinha. Data: 16/01/2019.

As Escarpas Festonadas, outra unidade da Serra do Mar Paulista, se relacionam com o encaixe da drenagem em linhas de falhas que conduziram à erosão e o recuo com a preservação dos topos (GIGLIOTTI, 2010). Isto formou um modelado de festões com predominância de vertentes côncavas e convexas escalonadas em patamares, orientadas de maneira mais complexa para sudeste, sul, leste e sudoeste, com linhas de cumeadas dispersas. Estas escarpas, de acordo com IPT (1981), são bruscas, com anfiteatros sucessivos separados por espigões e drenagem no padrão dendrítico encaixada nas falhas.

Já a Serrania do Ribeira, parte das escarpas da Serra do Mar na região do Planalto de Paranapiacaba, é composta por relevo bastante irregular, com altitudes menores e com forte controle estrutural e litológico (IBGE, 2018). Isto se manifesta, dentre outras, em formas com alinhamentos de cristas e linhas de cumeada com vertentes íngremes, vales profundos ou sulcos estruturais e drenagem com padrão subparalelo encaixada com a presença de corredeiras, caso das Escarpas com Cristas Alinhadas da Serrania do Ribeira.

Destacando-se como um grande pontão que avança até o mar com orientação E-O, condicionada pela Zona de Cisalhamento de Itariri de acordo com CPRM (2006), as Serras Alongadas interrompem a continuidade da planície costeira e fogem ao padrão de orientação geral das escarpadas (NE-SO). Com relevo predominantemente serrano em forma de espigão com topos aguçados distribuído em séries de patamares que escalonam os valores de declividade, com drenagem em padrão dendrítico, com média densidade e incisão muito forte e média, representa marco importante na separação entre o Litoral Sul do e central do Estado de São Paulo.

Nestas formas a pedogênese é marcada pela influência das altas declividades que favorecem e intensificam o transporte de materiais. Portanto, embora a energia disponível para pedogênese seja alta, devido ao constante trabalho erosivo Rossi (2017) identificou solos jovens (Neossolos Litólicos) e com desenvolvimento incipiente do horizonte subsuperficial (Cambissolos Háplicos). Escapando a este padrão por causa da atenuação da declividade nos patamares onde há acúmulo de material na média encosta, nas Serras Alongadas desenvolveram-se perfis mais espessos (Argissolos Vermelho-Amarelos) que alternam-se com solos jovens das áreas de topo.

As demais unidades dos modelados de dissecação decorrem de processo de desgaste erosivo ao longo de todo Cenozóico pelo recuo das escarpas continente adentro que resultou no abandono de formas residuais que se intercalam com a planície costeira como afloramentos do embasamento cristalino ou, ainda, em conjuntos não totalmente destacadas da Serra do Mar, como no caso das morranias, tipo de relevo asseverado em Gigliotti (2010).

As Morranias da Serrania do Ribeira representam morros com topos aguçados interconectados não destacados completamente dos compartimentos serranos, como uma extensão intensamente rebaixada do Planalto de Paranapiacaba. A amplitude altimétrica é de 408 metros (entre 413 e aproximadamente 5 metros de altitude), mas em média de 117 metros, que representa menos da metade da média de altitude das escarpas adjacentes. A drenagem tem padrão geral dendrítico, com densidade média e incisões fortes, resultando numa declividade média de 18,3º que acompanham as demais formas de relevo residuais, predominando na classe de 10 a 20º.

Nas morranias os tipos de solos variam conforme a topografia, com os solos com desenvolvimento de perfis mais profundos, os Argissolos Vermelho-Amarelos, nas partes mais rebaixadas e com solos com horizontes subsuperficias de desenvolvimento incipiente, os Cambissolos, nas porções mais altas e inclinadas.

Adentrando a planície costeira, diferindo das morranias há inúmeros trechos da Serra do Mar separados do conjunto principal, classificados como Morros Residuais da Serrania do Ribeira e Morros Residuais da Serra do Mar Paulista, remetendo ao conjunto do qual possivelmente foram destacados conforme indicado pela distância e alinhamento das formas.

Os Morros Residuais da Serra do Mar Paulista têm grande variedade de formas, em geral alinhadas aos padrões gerais da Serra, como uma continuidade interrompida pela planície

costeira. Há desde morros extensos com dissecação marcadamente estrutural e topos aguçados (DEa), como no caso do maciço principal da Ilha de Santo Amaro, no município de Guarujá, até pequenos outeiros representáveis apenas pontualmente: os pontões. Já os Morros Residuais da Serrania do Ribeira apresentam-se como formas mais rebaixadas geralmente em “meia laranja” e outeiros com topos convexos e menores valores de dissecação.

Em termos morfométricos, os primeiros representam unidade com amplitude altimétrica de 444 m, altitude média de 87 m e declividade média de 20º portanto maiores que os segundos, que apresentam 172 m de amplitude, altitude média de 38 m e declividade média de 15,5º. Independente da unidade, em relação aos solos predominam nos morros residuais do trecho sul da Baixada os com horizonte mais profundo, Argissolos Vermelho-Amarelos, enquanto no trecho central e nordeste predomina o desenvolvimento incipiente (Cambissolos Háplicos).

Os morros residuais são formas que possuem estreita relação com a planície costeira. Constituíram-se como pontos de amarração à sedimentação, como pode ser observado nos alinhamentos das sucessivas cristas de praia ou cordões regressivos, marcadamente nos municípios de Itanhaém e Peruíbe e em Bertioga. Também configuraram-se como ponto de apoio à instalação da foz de cursos d’água de grande porte (para os padrões regionais), como assinalado por Araújo Filho (1950) para o caso do rio Itanhaém, mas que pode ser observado nos canais estuarinos que cercam a Ilha de São Vicente e Santo Amaro e dos rios Itaguaré e Guaratuba no município de Bertioga.

Nos domínios da planície costeira as unidade e os modelados dos Depósitos Sedimentares Quaternários manifestam a face oposta da alta intensidade de intemperismo e erosão, comportando-se como áreas receptoras e acumuladoras destes materiais de granulometria muito variada, seja nos sopés das encostas, ao longo dos rios ou mesmo nas desembocaduras fluviais e estuários.

Ao fundo da planície, no contato com as escarpas da Serra e com Morros Residuais, distribuídos de maneira relativamente plana, em rampas ou ao longo de pequenas planícies, encontram-se os depósitos de processos erosivos, gravitacionais e fluviais de origem continental, os Depósitos Alúvio-Coluvionares.

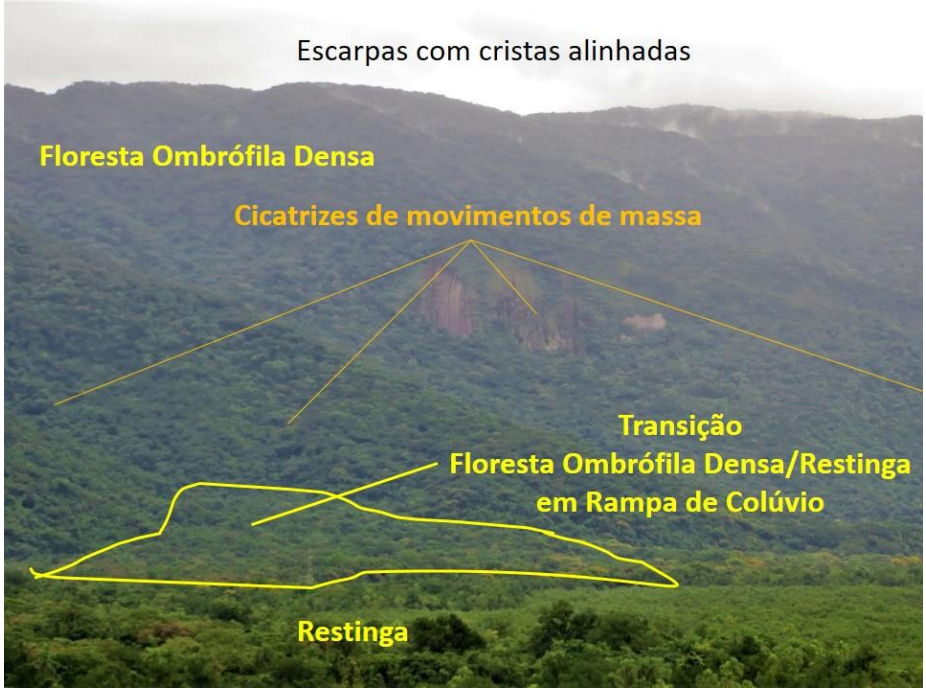
Como descrito por IBGE (2018) tais depósitos são superfícies de terras baixas planas ou em rampas, com presença de leques de espraiamento e cones de dejeção em alguns

pontos. Souza et al. (2008) descrevem-nos como depósitos de encosta embutidos nos anfiteatros do sopé da Serra do Mar que ora se interdigitam com os depósitos da planície, ora os recobrem. A estes acrescentam-se as pequenas planícies fluviais dos vales encaixados nos sopés das escarpas.

Os depósitos em rampa (Arc) compreendem as formas embutidas nos anfiteatros do sopé da Serra em altitudes que por vezes ultrapassam os 400 metros sob forma de alvéolos coluvionares ou rampas no sopé dos morros e fundos de vale. Com inclinações suave a média, foram descritos em Souza (2015) como compostos por detritos de coalescência das vertentes, com sedimentos com ampla variação granulométrica, desde argilas até matacões.

Neste ambiente, os fenômenos são considerados recentes ou atuais e a pouca idade aliada à altura do lençol freático retarda a velocidade da pedogênese. No material depositado são encontrados restos de rocha e minerais primários, alternados com produtos finais da alteração. Há uma estratificação não resultante da pedogênese “in situ”, mas dos fenômenos de deposição (QUEIROZ NETO e KUPPER, 1965). Resultam daí solos jovens ou pouco desenvolvidos, principalmente Cambissolos Háplicos para Rossi (2017), cujo perfil retrata as condições de sedimentação do material (QUEIROZ NETO e KUPPER, 1965), sob os quais se assenta uma floresta de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Restinga (SOUZA et al., 2008) (Figura 32).

Figura 32- Fotografia da escarpa com cristas alinhadas em Bertioga.



Obs.: Destaque para as cicatrizes de deslizamentos pretéritos e para a acumulação em rampas coluvionares no sopé das encostas. As rampas também se destacam como ambiente de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Restinga. Fonte: Adaptado de IPT e CPRM (2017).

Por outro lado, os depósitos que recobrem as porções mais planas da planície costeira junto às encostas da Serra do Mar formam Planos Inundáveis Indiferenciados (Aii), que incluem a associação não individualizada de planícies fluviais (aluviais) e coluvios de baixada. De acordo com Suguio e Martin (1978), ambas são compostos por areias e argilas, e, para Souza (2007), o lençol freático pode ser aflorante sazonalmente.

Os solos possuem horizonte subsuperficial glei (ROSSI, 2017), cujo principal processo de formação se dá pelo hidromosfismo, que para Resende et al. (2002), condiciona decomposição lenta e acúmulo de matéria orgânica, neste caso proveniente da vegetação da Restinga (SÃO PAULO, 2010), além da redução de Fe (Ferro) e o Mn (Manganês) que dá coloração geralmente acinzentada ao perfil (RESENDE et al., 2002). Portanto, trata-se de solo com horizonte fortemente influenciado pelo lençol freático e pelo regime de umidade redutor, saturado por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período (EMBRAPA, 2018).

Por sinal, o hidromorfismo controla a energia pedogenética em todas as unidades e formas de relevo da planície costeira. Contrariamente à homogeneidade relativa dos cinturões móveis, nesta há maior variedade da cobertura vegetal pela influência das coberturas superficiais e pela atuação de fatores marinhos.

Em geral, nas áreas de acumulação os processos pedogenéticos instalam-se sobre depósitos relativamente instáveis e são desacelerados pela aproximação do lençol freático da superfície. Nestes casos, devido ao nível do lençol, para Queiroz Neto e Kupper (1965), a energia disponível para pedogênese oriunda dos fatores climato-botânicos exerce influência em apenas umas dezenas de centímetros da parte superior do solo.

Quanto à cobertura vegetal é possível distinguir as fitofisionomias da Restinga, com comunidades ribeirinhas aluviais em alguns pontos, e do Mangue, nos estuários e desembocaduras fluviais onde há influência direta das marés. Estas fisionomias compõe o que IBGE (2019a) genericamente denominou como Formações Pioneiras da Mata Atlântica, complexos vegetacionais edáficos pioneiros ou de primeira ocupação, que colonizam terrenos pedologicamente instáveis relacionados aos processos de acumulação fluvial, lacustre, marinha, fluviomarinha e eólica.

A Restinga predomina nos Depósitos Sedimentares Quaternários. Trata-se de vegetação constituída principalmente de arbustos e árvores perenes em um conjunto relativamente baixo (ANDRADE e LAMBERTI, 1965). É uma formação tipicamente litorânea constituída como um mosaico de associações florísticas e faunísticas em praias, dunas, cordões e depressões (AFONSO, 2006).

Para Afonso (2006), enquanto nas áreas de floresta a estrutura vegetal é densa e contínua, na Restinga a diversidade fisionômica é maior. Mais próximo ao mar, a vegetação das praias e dunas é rasteira e tolerante às águas salgadas. Nas áreas mais interiores apresenta-se como floresta de restinga, relativamente baixa com composição e estrutura variável de acordo com o substrato, a salinidade e a profundidade do lençol freático. Ao avançar para área continental intercala-se com as espécies da floresta ombrófila em uma mata de transição.

Chamada também de Formação Arbórea/Arbustiva-Herbácea sobre Sedimentos Marinhos Recentes (SÃO PAULO, 2010), a Restinga distribui-se em maior proporção sobre os modelados de origem marinha e mista que compõe a unidade geomorfológica da planície marinha da Baixada Santista.

Esta unidade é na realidade um ambiente complexo com praias, tômbolos, barras, cordões litorâneos regressivos, depósitos marinhos, por vezes redistribuídos pelo vento, além de depósitos fluviais, lagunares, paludiais (pântanos) e de planície de maré, por vezes associados e/ou sobrepostos (SUGUIO e MARTIN, 1978; GIANNINI, 1987; SOUZA, 2015).

Perfazendo a linha de costa atual as praias predominam na estreita planície marinha (Apm) em depósitos de sedimentos não consolidados, que de acordo com Muehe (1998), foram acumulados por ação de onda e pela mobilidade se ajustam às condições destas e das marés. Juntamente com as dunas que se formam em sequência (Figura 33), que de acordo com Andrade e Lamberti (1965) não são muito desenvolvidas na região pela reduzida força dos ventos e alta umidade do clima, constitui a primeira linha de defesa terrestre à energia das ondas e ventos marinhos. As praias são dinâmicas e alternam permanentemente a posição e a quantidade dos sedimentos marinhos arenosos, mediante deposição e erosão (AFONSO, 2006).

Figura 33- Fotografia da transição entre a planície e o terraço marinho na praia de Peruíbe.

Obs.: Destaque para transição com ruptura topográfica entre a planície marinha e o terraço marinho holocênico, redistribuído pelo vento em pequenas dunas recobertas com tipo de vegetação de restinga.
Fonte: Adaptado de IPT (2017a).

Ao longo do holoceno houve na costa paulista contínua progradação, conforme indica a disposição dos cordões litorâneos, que, devido ao paralelismo, indicam que os regimes de ondas devem ter se mantido com características muito semelhantes às atuais, durante ao menos todo o período posterior ao máximo transgressivo holocênico (TESSLER et al., 2006). Para os autores, apesar do histórico progressivo da linha de costa, corroborado pela ausência de marcadores de mudanças bruscas no clima de ondas incidentes na área, as praias comportam-se de maneiras diferenciadas, tendendo a ser dissipativas a intermediárias.

A troca de sedimentos entre praias e dunas é um importante processo natural na manutenção da estabilidade do sistema, bem como de sua diversidade biológica. A Restinga das dunas primárias é adaptada aos borrifos de água salgada e à instabilidade do substrato arenoso, desempenhando importante papel na estabilização dos sedimentos arenosos que ficam retidos entre caules e raízes e não são carregados tão facilmente (AFONSO, 2006).

Depositados ao longo das oscilações glacio-eustáticas da transgressão-regressão Cananéia e da transgressão-regressão Santos (SUGUIO e MARTIN, 1978), o material arenoso sustenta atualmente, respectivamente, os terraços marinhos pleistocênicos (Atm I) e os terraços marinhos holocênicos (Atm II), ambos com sucessivas gerações de cristas de praias, retrabalhados ou redistribuídos pelo vento em alguns trechos.

Os terraços sustentados por depósitos pleistocênicos (Atm I) são mais resistentes, ligeiramente alçados topograficamente e distribuem-se principalmente na parte sul da região na planície de Itanhaém, nos municípios de Peruíbe, Itanhaém e Mongaguá. Na porção central da Baixada concentram-se na área continental do município de São Vicente (Figura 34) e, de acordo com Souza (2015), na planície de Bertioga alongam-se paralelos à linha de costa como em antigas ilhas-barreira.

Figura 34- Mosaico de fotografias da transição entre terraços holocênicos e pleistocênicos em São Vicente.

Obs.: Foto 1, feita às margens da Via Angelina Preti da Silva. Foto 2, a partir da rua G Jardim Rio Negro. Destaque para a transição entre os terraços holocênicos e pleistocênicos na primeira e para as características dos depósitos pleistocênicos na foto 2, ambas com escala identificadas com objetos destacados pelas setas laranjas. Data: 17/01/2019.

Por sinal, a distribuição alongada paralela a linha de costa representa um padrão geral de distribuição dos terraços holocênicos (Atm II) na região, que adentram nas planícies de Santos em maiores extensões e preenchem toda a planície do Guaraú.

Estes terraços são formas ligeiramente alçadas em relação ao nível de acumulação atual, com transição marcada sobremaneira por rupturas topográficas e atuam como barramentos e divisores de água para os rios da planície (ARAÚJO FILHO, 1950; GIGLIOTTI, 2010). Da pedogênese instalada sobre estas formas, compostas basicamente de sedimentos marinhos recobertos pela Restinga, resultaram principalmente Espodossolos Humilúvicos e em alguns trechos Neossolos Quartzarênicos e Organossolos Háplicos (Figura 35).

Figura 35- Fotografia panorâmica da planície costeira e serras em Peruíbe.

Obs.: Em primeiro plano as cristas de praia ou cordões regressivos que compõem os terraços holocênicos e nos quais se desenvolveram neossolos quartzarênicos recobertos com Restinga. Em segundo plano os patamares das Serras Alongadas. Fonte: Adaptado de São Paulo (2020).

O material pedogeneizado é em geral ácido e pobre em bases, condição oferecida pela matéria orgânica mal decomposta da vegetação e pela resistência ao intemperismo, por ser quartzoso (KUPPER e QUEIROZ NETO, 1965).

Os solos resultantes são em maior proporção Espodossolos, com horizonte B espódico dado pela com acumulação iluvial de matéria orgânica humificada combinada com alumínio (EMBRAPA, 2018). Em alguns casos pela precipitação de compostos humo-ferruginosos na zona de oscilação do lençol freático formaram crosta endurecida (KUPPER e QUEIROZ NETO, 1965), cuja resistência foi considerada determinante por Ross e Fierz (2017) na preservação das formas de terraços. Mas há também ocorrência de solos pouco desenvolvidos, os Neossolos Quarzarênicos, sem horizonte B diagnóstico, com predomínio de minerais quartzosos e textura arenosa.

Com material arenoso semelhante ao dos espodossolos, mas em ambiente descrito por Queiroz Neto e Kupper (1965) como redutor, anaeróbio, saturado de água e onde predominam os fungos, formam-se solos com horizontes superficiais orgânicos mais espessos. Nessas condições, de decomposição e humificação muito lentas, há acumulação da matéria

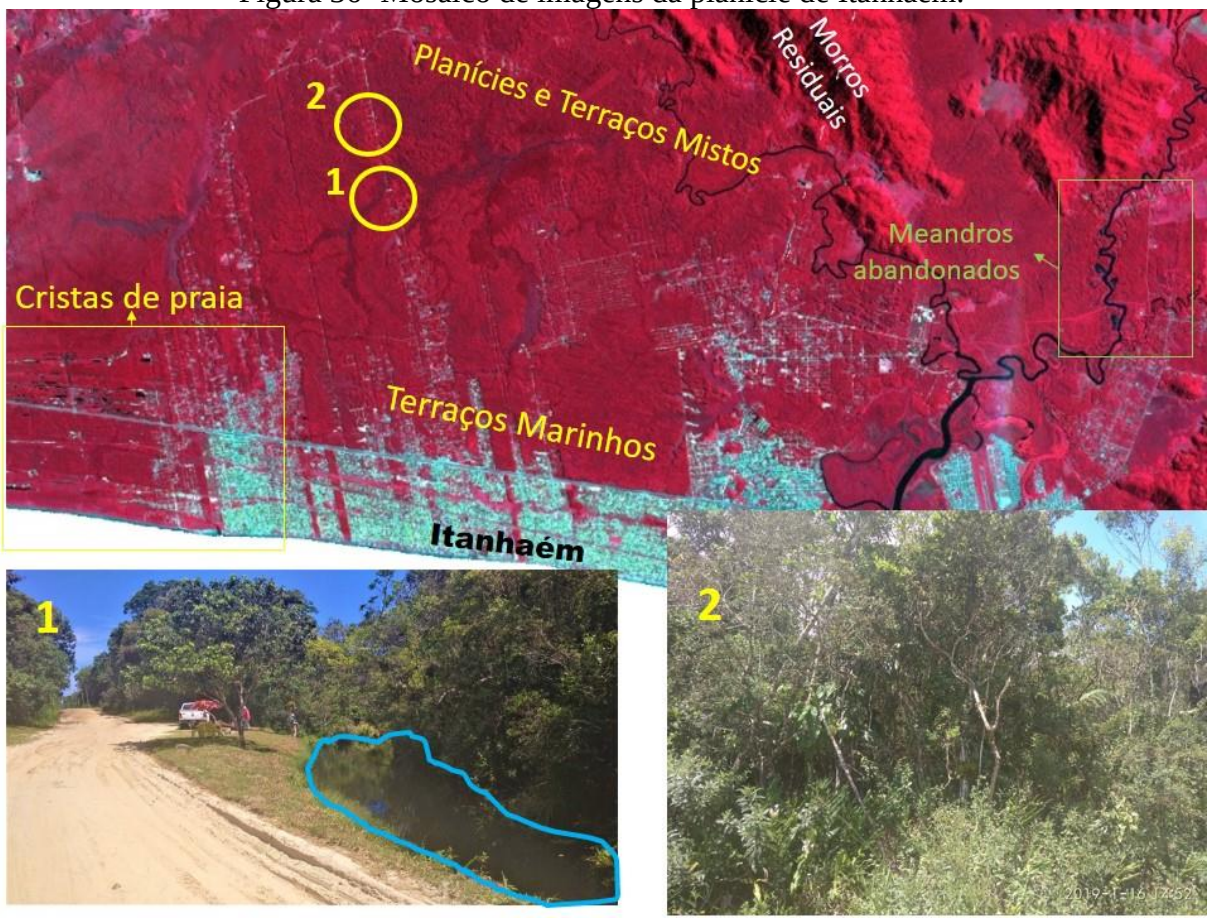
orgânica. Tais condições originaram sobre os cordões litorâneos da planície de Itanhaém os Organossolos Háplicos (ROSSI, 2017), que apresentam horizonte superficial hístico com coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada com resíduos vegetais em graus variáveis de decomposição (EMBRAPA, 2018).

Entretanto, os organossolos são mais frequentes nas áreas deprimidas, situadas geralmente entre os terraços marinhos e a Serra do Mar, como apresentado em Rossi (2017). Nestas áreas o lençol d'água está permanente ou temporariamente próximo à superfície (QUEIROZ NETO e KUPPER, 1965), com acúmulo de material sulfúrico e sulfrídrico, característico do tiomorfismo (EMBRAPA, 2018). Estes solos orgânicos assim como os Espodossolos ocorrem em manchas sobre depósitos de paleobaías e paleolagunas holocênicas com sedimentos argilosos e arenosos, nos quais predominam Gleissolos Háplicos.

As paleolagunas e paleobaías deixaram depósitos mistos em termos estratigráficos, nos quais foi possível representar as formas do relevo agrupadas em planícies e terraços ou apenas individualizadas como terraços.

As planícies e terraços fluviolagunares ou mistos (Aptmisto), alocados principalmente nas planícies de Itanhaém e Bertioga, são áreas sedimentadas em ambientes paleolagunares ao longo das incursões holocênicas ou mesmo em período anterior, com material enriquecido com matéria orgânica, conforme detalhado em Giannini (1987) e Souza (2015). De acordo com os autores, houve intensa deposição de areias e argilas aos quais se somaram deposições fluviais. Atualmente, compõe formas de planícies, que acompanham os rios e tributários, e terraços, que apresentam pequenas variações topográficas, antigos leitos, barras e meandros abandonados, sobretudo na planície de Itanhaém (Figura 36).

Figura 36- Mosaico de imagens da planície de Itanhaém.



Obs.: Composição colorida falsa cor de Imagem Sentinel 2B nos canais do infravermelho próximo (R), vermelho (G) e verde (B) da planície de Itanhaem. Destaque para a sequência de cristas de praias paralelas parte dos terraços marinhos (Atm) e para série de meandros abandonados na planície do rio Itanhaém parte das planícies e terraços mistos (Aptfmlg) cobertos majoritariamente pela Restinga. A fotografia 1 destaca um córrego (contornado em azul) que drena os terraços marinhos formando brejos e a arenosidade do solo revolvido na estrada. A Figura 2 destaca em detalhe a Restinga. Fonte: ESA e USGS (2018) e fotografias de 16/01/2019.

Por sua vez, nos terraços fluviomarinholagunares ou mistos (Atmisto) foi distinguida a forma, ligeiramente alçada em termos altimétricos sobremaneira em relação à planície fluviomarinha atual. Estes terraços também foram formados em ambientes de paleobaías e paleolagunas com deposição de areias e argilas com estreita influência de processos fluviais, de acordo com Suguio e Martin (1978).

Outra parte dos terraços mistos (Atmisto), os terraços fluviomarinhos foram classificados desta forma relacionando a complexidade do ambiente deposicional do baixo curso do rio Itapanhaú, que tornou necessário o agrupamento quanto a estratigrafia. Neste caso, de acordo com Souza (2015), tratam-se de terraços fluviais antigos e alçados entre 7 e 10 m acima do nível do mar atual com depósitos de planície de inundação, leitos e barras, entremeados por depósitos reliquiares de ambientes fluviais e marinhos pleistocênicos a

holocênicos (SOUZA, 2015). Nestes os solos são jovens e pouco evoluídos derivados de sedimentos aluviais, os Neossolos Flúvicos, conforme classificação da EMBRAPA (2018) e identificação de Rossi (2017).

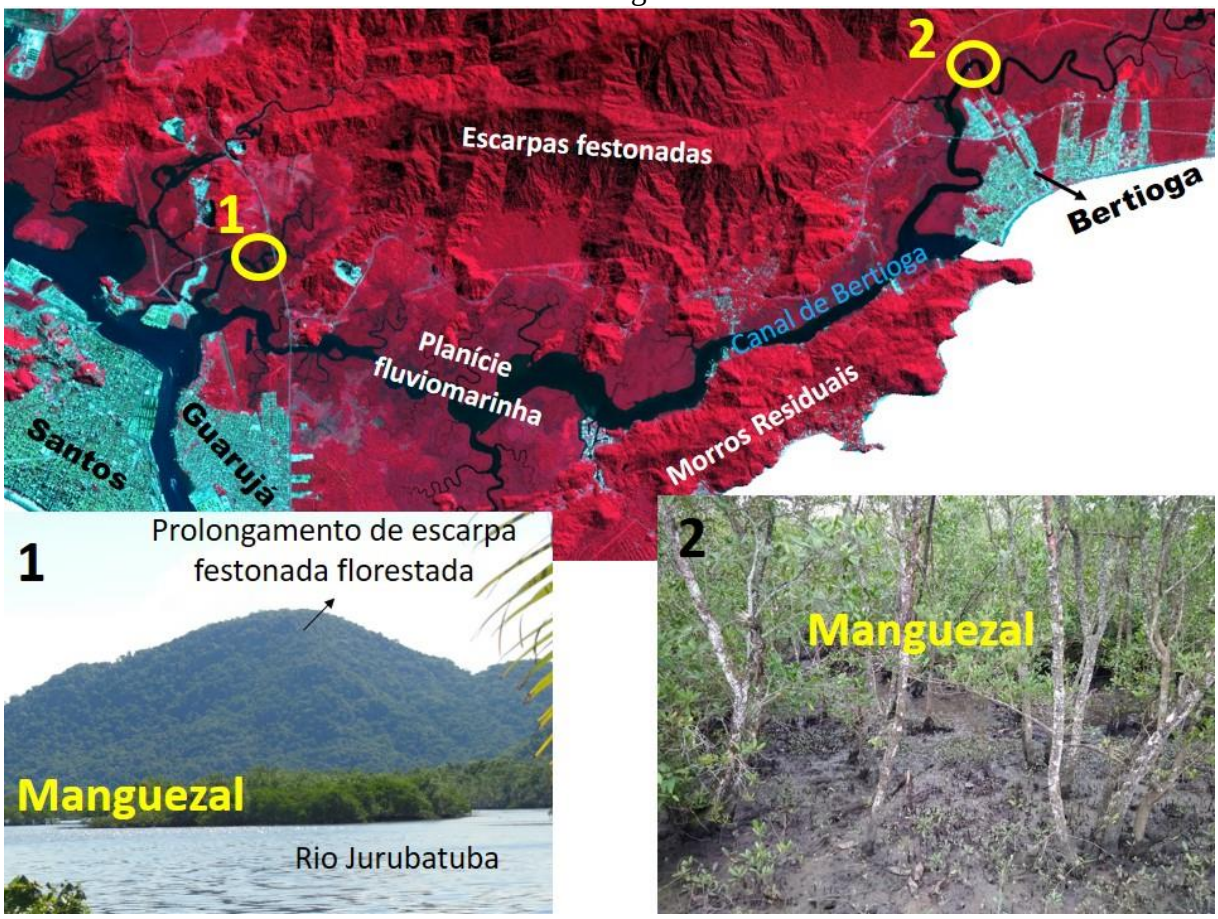
Por fim, dada pela atuação de fatores oceânicos e deposicionais continentais, as planícies fluviomarinhas (Apfm) conforme Suguio e Martin (1978) e Queiroz Neto e Kupper (1965) representam as áreas onde atua a maré associada a ação fluvial, com sedimentos argilosos de mangue e pântano, ricos em matéria orgânica, atualmente em processo de colmatagem. Tratam-se de desembocaduras e estuários com canais de água salobra, nos quais as águas costeiras das marés se misturam às águas dos rios (AFONSO, 2006).

Nestes ambientes colonizados pelos mangues, as condições de hidromorfia são radicais e, conforme Queiroz Neto e Kupper (1965), desenvolve-se um material que não se trata de um solo propriamente dito, mas um tipo de terreno cuja formação se processa sob a influência da hidromorfia e da salinidade, classificados em Rossi (2017) como Gleissolos Sálicos. Para Queiroz Neto e Kupper (1965) a intensa atividade biológica do mangue cria condições para os elevados teores de matéria orgânica, que, junto ao ambiente redutor, confere ao manguezal sua cor escura.

Cobrindo estes solos lodosos, sálicos, ricos em matéria orgânica, as plantas do mangue são adaptadas ao teor salino e a carência de oxigênio (ANDRADE e LAMBERTI, 1965). A falta de aeração do solo é determinada pela inundação periódica com água do mar. Pelo baixo teor de oxigênio e pela pouca consistência do solo, se desenvolvem poucas espécies vegetais. Aquelas que se adaptaram têm sistema radicular muito desenvolvido que funciona para aumentar a superfície de sustentação da planta e para oferecer área maior para as trocas gasosas (ANDRADE e LAMBERTI, 1965; SÃO PAULO, 2010).

A vegetação dos manguezais é constituída por um único estrato arbóreo com altura média regional de cinco a oito metros (AFONSO, 2006) e de maneira geral este é um ambiente singular na planície costeira (Figura 37).

Figura 37- Mosaico de imagens da planície fluviomarinha e manguezais entre Santos e Bertioga.



Obs.: Composição colorida falsa cor de Imagem Sentinel 2B no canais imagens do infravermelho próximo (R), vermelho (G) e verde (B) do trecho entre Santos e Bertioga destacando alguns compartimentos, mas sobretudo a planície fluviomarinha caracterizada pela textura lisa e coloração escurecida na imagem. As fotografias 1 e 2 dão maior detalhe ao ambiente dos manguezais, respectivamente, do rio Jurubatiba e Itapanhaú. Fonte: ESA e USGS (2018) e fotografias de 17/01/2019 (1) e de 20/06/2018 (2).

Diante do que foi apresentado, generalizando, na região foram identificados dois macroambientes naturais: um sobre relevo dissecado com marcada influência dos tipos de compartimentos nos processos pedogenéticos, que se apresentaram bastante variados, recoberto pela Floresta Ombrófila Densa; o outro com formas de relevo em ambientes deposicionais variados, com controle marcante do hidromorfismo sobre os processos pedogenéticos, recobertos com vegetação de restinga e mangue.

Considerando um perfil entre a porção e interior e a linha de costa, foi possível notar uma transição geral dos sistemas naturais entre: planaltos com florestas e processos pedogenéticos variados – escarpas e morros com florestas e solos rasos – depósitos de encosta com transição de vegetação (florestas e restingas) e solos rasos – planícies e/ou terraços

marinhos ou mistos com restinga e controle da pedogênese pelo hidromorfismo – e planícies fluviomarinhas com manguezais e hidromorfia intensa.

Por todo exposto, a paisagem regional apresenta-se bastante diversa no aspecto natural, com os componentes interatuando na configuração das unidades sistêmicas. Tais unidades em realidade são fragmentos interdependentes e inseparáveis, interconectados pelas funções geoecológicas que exercem. Das relações entre os componentes nas unidades emergem conjuntos de processos naturais que compõem a própria construção e evolução da paisagem, mas que frequentemente se convertem em problemas do ponto de vista dos usos antrópicos.

4.1.3 FUNÇÕES GEOECOLÓGICAS E PROCESSOS NOS SISTEMAS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA

A função geoecológica dos sistemas naturais trata do objetivo que cumpre o sistema em garantir a estrutura e o funcionamento do próprio sistema e do sistema ao qual pertence (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017). No caso da Baixada Santista, os sistemas naturais regionais tiveram suas funções geoecológicas reconhecidas como de nível superior e foram classificados conforme orientações de Gigliotti e Oliveira (2015).

A função de força que garante o movimento do sistema é exercida pelo clima, responsável pela entrada e saída dos fluxos de EMI, que é recebida, absorvida e consumida pelos componentes litogeomorfológico, hidroclimatológico e pedobiótico dos sistemas naturais (Quadro 23). São estes os responsáveis pela modificação, transformação e decodificação da EMI que ingressa no sistema (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017).

Quadro 23- Funções geoecológicas dos componentes dos sistemas naturais.

Componente	**Função**
Litogeomorfológico	Garantir a “matéria prima” do sistema, redistribuir EMI e resistir a processos destrutivos (erosão, deslizamentos, etc.)
Hidroclimatológico	Armazenamento e autopurificação da água, balanço do escoamento, captação da umidade atmosférica e balanço da temperatura
Pedobiótico	Garantir os processos de decomposição da matéria prima e formação de meios, resistência aos processos destrutivos do solo, reprodução, regeneração, auto-conservação, manutenção e regulação de espécies e populações e conservação de fundo genético.

Fonte: Rodriguez, Silva e Cavancanti (2017).

Conforme a relação das unidades da paisagem com os fluxos de EMI foram distinguidas as funções geoecológicas dos sistemas naturais como produtores-emissores,

produtores-transmissores ou acumuladores (RODRIGUEZ, SILVA e CAVANCANTI, 2017). A estas funções foi necessário acrescentar os acumuladores-dissipadores, pela singularidade dos ambientes costeiros sob influência direta de fatores oceânicos, como propuseram Gigliotti e Oliveira (2015).

Os sistemas naturais produtores-emissores são compostos pelos planaltos com floresta ombrófila densa em solos latolizado, argiluviado, jovem e/ou pouco evoluído, pelos morros residuais e morranias florestados em solos argiluviados ou jovem e/ou pouco evoluído e pelas serras alongadas florestadas em solos argiluviados ou jovem. Estes recebem, absorvem e conservam os fluxos de EMI como indicado pela pedogênese de perfis mais desenvolvidos (latossolos e argissolos) e emitem EMI como indicam os solos jovens e pouco evoluídos e a hierarquia fluvial, com canais predominantemente de 1ª e 2ª ordem.

Os sistemas naturais produtores-transmissores são compostos pelas escarpas com floresta em solo argiluviado ou jovem e/ou pouco evoluído, as quais produzem e transportam EMI. De acordo com Gigliotti e Oliveira (2015) é um sistema transicional que desloca o fluxo de EMI principalmente devido à alta declividade. Há portanto predominância de processos morfogenéticos em relação aos pedogenéticos, com solos jovens e/ou incipientes.

Existe uma diferenciação tipológica das escarpas, entre retilíneas e festonadas. De acordo com Gigliotti e Oliveira (2015), a presença de falhas e quebras condiciona drenagem encaixada que esculpe os vales em formas de “V”. Para os autores, as escarpas retilíneas dos trechos em cristas alinhadas com vertentes em grandes rampas aumentam a energia cinética, o transporte de material e os processos erosivos. Enquanto as escarpas festonadas, nas quais predominam vertentes côncavas e convexas, possibilitaram o desenvolvimento de patamares que modificam a atuação dos processos morfogenéticos permitindo o acúmulo de material (GIGLIOTTI e OLIVEIRA, 2015).

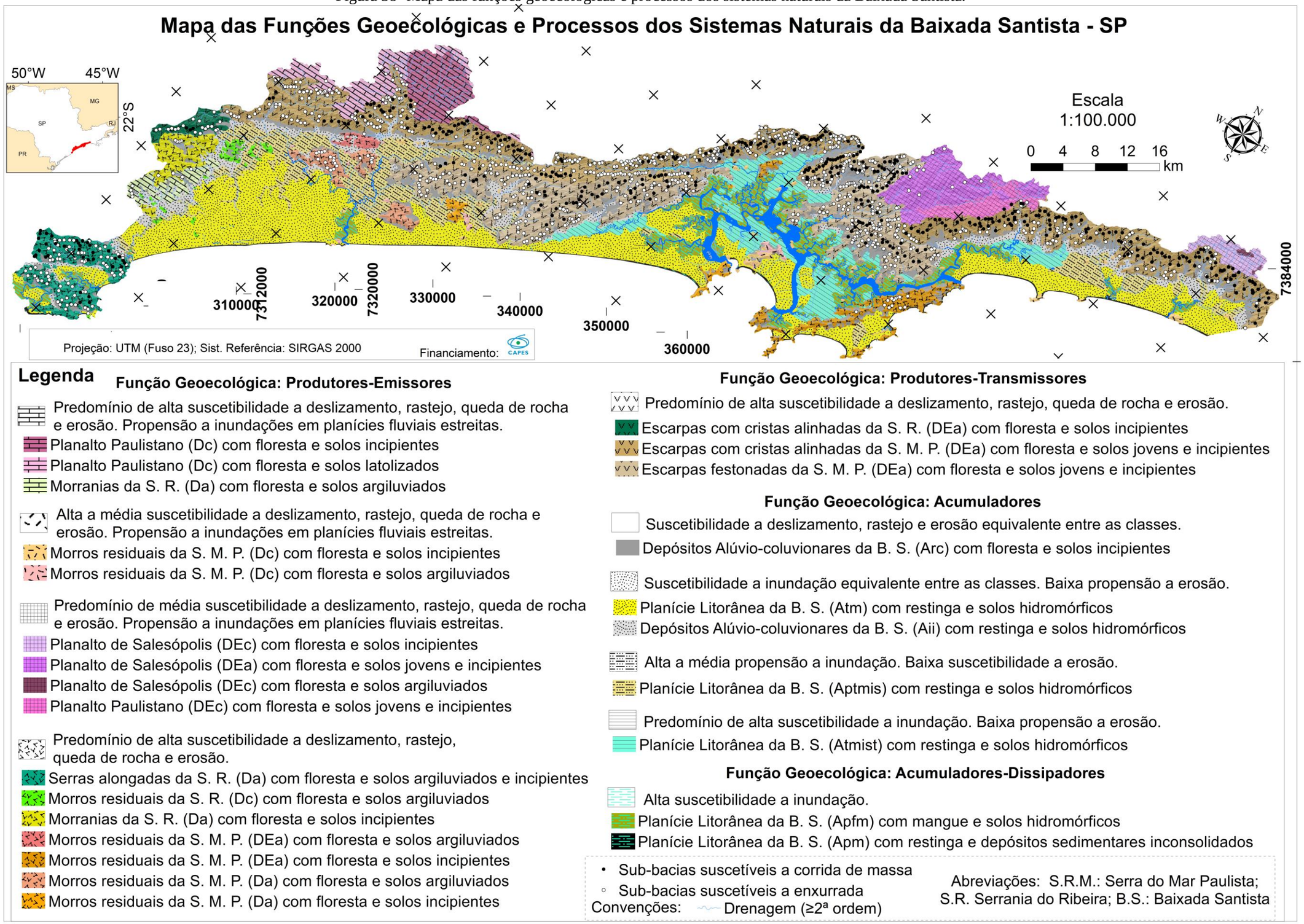
Por outro lado, os terrenos da planície costeira armazenam, absorvem, filtram e amortizam os fluxos de EMI, constituindo os sistemas naturais acumuladores. Isto além dos ambientes acumuladores-dissipadores em trechos com sedimentos inconsolidados, nas planícies marinha e fluviomarinha. Nestas a função de força do clima soma-se à exercida pelos fatores oceanográficos, que retrabalham e redistribuem os sedimentos dissipando a energia oriunda das correntes litorâneas, ondas e marés.

De maneira geral os tipos de sistemas naturais da Baixada por suas características naturais variadas exercem funções geoecológicas e comportam processos distintos conforme a entrada e o deslocamento de EMI, que após ingressar pelo clima ou, de maneira mais restrita, pelos fatores oceanográficos, circula na paisagem, é recebida, decodificada e consumida pelos componentes ambientais.

De acordo com Oliveira (2010), os episódios relacionados a processos de movimentos de massa, de erosão ou de inundações constituem processos naturais associados à construção e a própria evolução das formas da paisagem, como resultado do funcionamento dos sistemas que a compõem.

Embora não se restrinjam somente a estas relações, os movimentos gravitacionais de massa, a erosão e as enxurradas compõe parte da dinâmica dos sistemas naturais produtores-emissores e produtores-transmissores, enquanto as inundações e alagamentos compõe parte da dinâmica dos sistemas acumuladores e acumuladores-dissipadores. A Figura 38 ilustra a distribuição espacial destas interações nos tipos de sistemas naturais na Baixada Santista.

Figura 38- Mapa das funções geoecológicas e processos dos sistemas naturais da Baixada Santista.



Fonte: elaboração do autor a partir de IPT (2015a; 2015b; 2015c; 2015d; 2015e; 2015f), IPT (2017a; IPT, 2017b) e IPT e CPRM (2017) e de CBH-BS (1999).

Sob as condições climáticas da Baixada as rochas do embasamento se decompõem intensamente e os solos formados são frequentemente levados para baixo pelos deslizamentos, enxurradas ou pelo rastejo. Isto explica a alta quantidade de escarpas de rocha nua, com escasso ou nenhum manto residual (RODRIGUES, 1965). A infiltração da água oriunda dos fenômenos atmosféricos desencadeia os movimentos de massa nos terrenos quando a força gravitacional vence o atrito interno das partículas e nos casos em que há perda total do atrito interno ocorrem as corridas de massa, em eventos de maior intensidade (TOMINAGA, 2011).

Devido à elevada suscetibilidade e à recorrência de acidentes e desastres, os municípios da Baixada Santista são operados por um Plano Preventivo de Defesa Civil específico para escorregamentos, que acompanha diariamente as chuvas capazes de deflagrar movimentos de massa (TAVARES, 2011).

Os sistemas atmosféricos que estabelecem condições propícias para o desencadeamento do movimentos de massa e processos hidrológicos na região são: os Sistemas Frontais, áreas de instabilidade que produzem muita chuva; os Ciclones Extratropicais, comuns no Oceano Atlântico e na costa sudeste brasileira; Sistemas Convectivos Isolados, frequentes no verão podendo associar-se aos Sistemas Frontais; e as Zonas de Convergência do Atlântico Sul, faixas persistentes de nebulosidade (TAVARES, 2011).

A associações dos fatores naturais produzem alta ou média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa por deslizamentos, rastejos e quedas de rocha em 82% dos sistemas produtores-emissores e produtores-transmissores (contabilizando neste conjunto as rampas coluvionares), com alta propensão em 56,6% destas áreas, conforme IPT (2015a; 2015b; 2015c; 2015d; 2015e; 2015f), IPT (2017a; IPT, 2017b) e IPT e CPRM (2017). Pelas formas em vales encaixados nas escarpas, serras e morros residuais foram contabilizadas 440 sub-bacias suscetíveis ao desenvolvimento de corridas de massa e 816 sub-bacias com predisposição ao desenvolvimento de enxurradas, de acordo com dados do mesmo autor. Portanto, pela quantidade e distribuição, a suscetibilidade a tais processos alcança dimensões regionais.

Para Ross e Fierz (2018) as chuvas acumuladas saturam os solos e o manto de alteração, elevando o nível do lençol freático, aumentando o peso do material sólido pelo acréscimo da água, a plasticidade e a liquidez, desestabilizando a vertente e desencadeando os deslizamentos. Nos domínios da Serra do Mar, de acordo com os autores, isto ocorre quando as chuvas acumulam altos índices volumétricos ao longo de alguns dias consecutivos, seguidos de

episódios de longa duração em apenas um dia (acima 150/200 mm/d) ou ao longo de três ou quatro dias, entre 250 a 400 mm.

Ainda conforme os autores, os pontos de ocorrência tendem estar associados a afloramentos do lençol freático, às áreas de transição das vertentes retilíneas para côncavas e às cabeceiras de drenagem de formato côncavo. As ocorrências são crescentes conforme a declividade, sobretudo acima dos valores de 15º, 17º, 20º e 25º. Rochas metamórficas muito xistosas, acompanhados de juntas/contatos litológicos ou com muitas fraturas e falhas e com planos de mergulho coincidentes com as vertentes facilitam os movimentos de massa dos terrenos da Serra do Mar. Também o fazem os mantos de alteração profundos principalmente sobre rochas metamórficas, com solos rasos, instáveis e pedregosos (Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos) (ROSS e FIERZ, 2018). Neste cenário, a ação antrópica, pelos cortes de vertentes, desmatamento, aterros mal drenados, dentre outas intervenções, aceleram e dinamizam a ocorrência de tais processos.

De maneira geral os movimentos gravitacionais de massa dinamizam e são correlacionáveis aos processos erosivos laminares e lineares e, portanto, as classes de suscetibilidade entre estes conjuntos de processos estão associadas, conforme asseverado em CBH-BS (1999). Nos terrenos com alta suscetibilidade a movimentos de massa os processos erosivos laminares são intensos, por vezes associados a formação de sulcos e degraus de abatimento, e quando há deflagração de deslizamentos e da perda da cobertura vegetal há aceleração dos processos erosivos lineares com formação de ravinamentos. Enquanto nos terrenos de média suscetibilidade à erosão laminar é moderada e os sulcos e ravinas predominam ao longo de degraus dos rastejos e cicatrizes de deslizamentos. Já nas áreas com baixa suscetibilidade, associadas ao predomínio de inclinação muito baixa na planície costeira, a erosão laminar e linear decorre de intervenções antrópicas, que pela remobilização do substrato e pela retirada da cobertura vegetal expõem solos com baixa resistência.

Cumprindo função como área produtora-emissora, nos Planaltos Paulistano e de Salesópolis alternam-se áreas com predomínio de alta ou média suscetibilidade a deslizamentos, rastejos, queda de rocha e erosão linear e laminar. Mais que os demais parâmetros, o que controla tal diferença é a inclinação, predominantemente acima dos 17º (faixa asseverada em ROSS e FIERZ, 2018 e em BITAR, 2014) sobretudo no reverso da escarpa da Serra do Mar do município de Itanhaém. Além destes processos, há também áreas suscetíveis a inundações, restritas a planícies fluviais relativamente estreitas nestes planaltos.

No Planalto Paulistano da porção central da Baixada e no Planalto de Salesópolis pelos vales mais amplos e vertentes menos inclinadas, nas formas com controle estrutural e topos aguçados (DEa), há predomínio de média suscetibilidade aos processos supracitados, embora haja diversos trechos com alta propensão, que neste caso associam-se com sub-bacias propensas ao desenvolvimento de enxurradas.

Desempenhando mesma função geoecológica os morros residuais e morranias em toda sua diversidade de modelados se apresentam como ambientes de alta suscetibilidade a deslizamentos, rastejos, queda de rocha e erosão, tanto pelos tipos de solos, predominantemente cambissolos e argissolos associados a cambissolos, quanto pelos elevados valores de declividade das vertentes. No caso das morranias há subdivisão de um trecho no qual há algumas áreas suscetíveis a inundação. Cabe asseverar o caso particular dos morros centrais da Ilha de São Vicente com alta a média propensão a deslizamentos, rastejos, queda de rocha e erosão e que também comportam trechos muito restritos suscetíveis a inundações.

Alguns morros residuais na Ilha de Santo Amaro no município do Guarujá e na porção central do município de Itanhaém que são mais elevados, com topos aguçados e controle estrutural, têm sub-bacias propensas ao desenvolvimento de enxurradas. Nestes sobressaem amplitudes altimétricas mais expressivas e pequenos vales encaixados.

Enquanto áreas com função geoecológica de produção e transmissão de EMI, as escarpas são os ambientes com morfodinâmica mais intensa, comportando alta suscetibilidade aos deslizamentos, rastejos, quedas de rocha, erosão e concentrando a grande maioria das sub-bacias propensas a enxurradas e todas aquelas propensas às corridas de massa. Inclui-se aqui as serras alongadas, que embora exerçam função como áreas produtoras-emissoras, são ambientes assemelhados se considerado o padrão morfodinâmico.

Nas escarpas e serras a alta suscetibilidade está vinculada principalmente a declividade, que se reflete também nos valores de incisão da drenagem em vertentes com comprimentos de rampa relativamente extensos. Em séries de vales estreitos muito inclinados encaixados nestes compartimentos difundem-se sub-bacias suscetíveis às corridas de massa e enxurradas, eventos de alta energia.

Por sua vez, as rampas coluvionares formam ambientes particulares dentre aqueles com função acumuladora, por acumular e retransmitir o material oriundo da morfodinâmica das unidades anteriores. Nestas há equivalência entre as classes de suscetibilidade a deslizamentos,

rastejos e erosão, com a variação condicionada pela inclinação. Trata-se de ambiente de dinâmica intensa por ser frequentemente atingido pelos processos deflagrados encosta acima, mas também é um ambiente instável em si pela constituição por materiais inconsolidados.

Em todas estas áreas a vegetação preservada atua na estabilização das vertentes. Nas áreas de alta suscetibilidade a cobertura com florestas primárias tende a aumentar a estabilidade das vertentes pela densa rede de raízes profundas, enquanto nas florestas muito degradadas os resíduos de raízes e troncos mortos induzem a infiltração e acúmulo temporário de água pluvial, potencializando os processos de deslizamentos (GUTBERLET, 1996; ROSS e FIERZ, 2018).

Embora o caso das rampas coluvionares seja singular por se tratar de uma área acumuladora que comporta processos semelhantes às áreas com funções produtoras emissoras e transmissoras, de maneira geral quando se passa às áreas acumuladoras e acumuladoras-dissipadoras, situadas na planície costeira e que recebem os fluxos de EMI, há mudança quanto aos processos naturais predominantes.

Embora haja atuação de processos erosivos, principalmente onde não há cobertura vegetal, além da erosão fluvial e marinha resultante da hidrodinâmica, na planície costeira a suscetibilidade relacionada à remoção e transporte dá lugar àquela relacionada ao afluxo de matéria e energia, principalmente hídrico nas inundações e alagamentos. Nestes casos a suscetibilidade é controlada pela altura do lençol freático, altimetria e pela proximidade e influência dos cursos e corpos d’água.

As inundações ocorrem com periodicidade nos cursos d’água e derivam de fenômenos naturais de caráter atmosférico, hidrológico e/ou oceanográfico (AMARAL e RIBEIRO, 2011). Em regiões litorâneas tropicais os eventos pluviométricos de alta intensidade principalmente quando combinados aos efeitos de marés astronômicas e meteorológicas elevadas pode produzir ampla acumulação de águas no interior de uma bacia de drenagem, superior àquela que os canais podem suportar, causando inundações e enchentes que podem durar algumas horas até várias semanas (SOUZA, 2005).

De acordo com a autora, as bacias de drenagem em áreas costeiras são ambientes particulares do ponto de vista geomorfológico e condicionam o desenvolvimento de cheias. Em geral as cabeceiras e a maior parte da área das bacias encontram-se em terrenos com declividades elevadas a médias, enquanto o restante se distribui sobre terrenos de planície com

declividades baixas ou inexistentes. Com isso, os rios de planície costeira recebem enorme volume de água das encostas, mas o escoamento diminui fortemente devido às baixas declividades e a ação de represamento da água doce causada pelas marés que adentram os canais estuarinos (SOUZA, 2005).

Por causa das características climáticas, da altura do lençol freático, dos valores elevados de vazão dos rios da região, detalhados por CBH-BS (2016), da diminuição da declividade na planície costeira e da velocidade de escoamento e do represamento pelas marés, a suscetibilidade a inundações alcança abrangência regional na Baixada. De acordo com Araújo Filho (1950), a ocorrência de inundações é comum em qualquer mês do ano, embora seja mais frequente nos meses de verão, mais chuvosos e com maiores vazões fluviais. Na região, 71,9% da planície costeira foi classificada como de alta ou média propensão, dentre as quais 44,2% apresenta alta propensão, de acordo com IPT (2015a; 2015b; 2015c; 2015d; 2015e; 2015f), IPT (2017a; IPT, 2017b) e IPT e CPRM (2017).

As áreas mais altas da planície costeira apresentam maior estabilidade uma vez que a resistência dos materiais de suporte é maior, e inclusive é considerada uma condição para preservação destas formas como terraços (ROSS e FIERZ, 2018). Da posição na paisagem e das relações entre os componentes nestas unidades decorre a menor suscetibilidade associada aos terraços marinhos, principalmente os mais elevados (pleistocênicos). Nos terraços marinhos da Planície Litorânea com restinga em solos hidromórficos espódico, hístico ou jovem a suscetibilidade apresenta-se equivalente entre as classes, alternando áreas altamente propensas paralelas à linha de costa e nas menores altitudes no entorno das drenagens e com baixa propensão em condições inversas, intermediadas por trechos de média propensão.

Nas partes frontais voltadas para o mar dos terraços marinhos holocênicos assim como nas áreas da planície marinha a conjunção de ressacas (marés meteorológicas) e marés astronômicas elevadas (marés de sizígia) impõe alta suscetibilidade pelas chamadas inundações costeiras (SOUZA, 2005). De acordo com Souza (2012), na região as condições de maior energia de ondas e ventos que geram eventos extremos como as marés meteorológicas positivas ou ressacas ocorrem quando se associam sistemas frontais e ciclones extratropicais, centros de baixa pressão com ventos intensos de leste. Essas perturbações atmosféricas geram ondas dos quadrantes SO, S e SE, com alturas que podem superar 5 m, e ocorrem em maior quantidade entre abril e setembro, sobretudo em maio (SOUZA, 2012).

Incluídos na mesma classe de suscetibilidade dos terraços marinhos, os planos inundáveis indiferenciados também apresentaram equivalência entre as classes de propensão a inundações por incluírem ambientes transicionais, ora mais próximos da rede de drenagem e em áreas mais baixas, ora ligeiramente mais distantes e elevados.

Exercendo mesma função geoecológica as planícies e terraços mistos e os terraços mistos foram classificados, respectivamente, como de alta a média e de alta propensão a inundações. Tratam-se de áreas que recebem alta vazão fluvial dos principais rios da região e seus tributários e que portanto comportam inundações volumosas e por vezes relativamente duradouras, que não costumam atingir os trechos mais elevados. Os terraços mistos apresentaram-se mais suscetíveis pela influência do estuário santista.

Nos ambientes acumuladores foram distinguidos também os que dissipam ou dispersam os fluxos de EMI, os acumuladores-dissipadores, que têm razoável mobilidade e são portanto altamente dinâmicos. Este é o caso da planície fluviomarinha com mangue em solo hidromórfico gleizado sálico e da planície marinha em depósitos sedimentares.

A planície fluviomarinha é formada por grandes alagadiços com afloramento do lençol freático e influências fluviais e das marés. Concordando com Menéndez et al. (2020), os ambientes de manguezais, reduzem a energia das ondas e das tempestades de maré e servem como uma primeira linha de defesa contra inundações e erosão. Esses benefícios são proporcionados pelo atrito do fundo, pela largura das florestas e pela densidade e forma das árvores. As raízes aéreas de uma floresta de mangue retêm sedimentos, estabilizando o solo das áreas entre marés e reduzindo a erosão. Ainda conforme os autores as raízes, troncos e copas dissipam as tempestades de marés e as ondas, reduzindo em até 66% a energia das ondas nos primeiros 100 m de largura da floresta.

Já, a planície marinha é constituída basicamente pelas praias, que para Muehe (1998) são depósitos de sedimentos marinhos mais comumente arenosos e acumulados por ação de ondas constantemente retrabalhados e que por apresentarem mobilidade dissipam e se ajustam às condições de ondas e marés. Tratam-se de ambientes alongados paralelos ao mar periodicamente inundados. Intensamente dinâmico, no caso da Baixada é marcado pela instabilidade pontual em decorrência da adaptação não somente às condições naturais, mas também a intervenções antrópicas (TESSLER et al., 2006).

Neste cenário, que alterna trechos com alta intensidade de emissão e transporte a outros com alta intensidade de acúmulo de matéria e energia, desenvolvem-se processos característicos que configuram a dinâmica natural e a própria evolução da paisagem. Estes conjuntos processuais dificultaram ou mesmo impediram a utilização antrópica em parte da região, mas por outro lado constituíram ambientes singulares intensa e extensivamente utilizados.

Sobretudo na segunda metade do século XX os processos da dinâmica natural converteram-se em problemas ambientais de grandes dimensões devido ao adensamento populacional resultante da industrialização e da intensificação da urbanização (ROSS e FIERZ, 2018). Mais além, a ação antrópica maximizou a ocorrência dos processos, dinamizando o tempo de desenvolvimento e influenciando a distribuição ou concentração no espaço (OLIVEIRA, 2010).

4.2 Sistemas Antrópicos da Região Metropolitana da Baixada Santista

A análise dos sistemas antrópicos dedicou-se a caracterização dos usos, importante identificador de paisagens antrópicas de acordo com Milkov (1976), da ocupação e dos impactos ambientais decorridos da atividades humana, visando compor o estado ambiental da paisagem, como propõe Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

Respondendo à escala de tempo das alterações antrópicas da paisagem e a consolidação das características socioeconômicas atuais, primeiramente foi necessário recorrer a uma perspectiva da história da ocupação e da constituição territorial. Tal perspectiva foi proposta enfocada no período pós-colonização, principalmente naquele mais recente, nos séculos XX e XXI, quando as transformações ocorreram de forma mais contundente, regidas pela expansão urbana conforme o estabelecimento das funções portuária e comercial, industrial e de turismo na região, condicionantes dos usos da terra que impuseram diferentes ações ambientalmente impactantes.

4.2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA OCUPAÇÃO, CONSTITUIÇÃO TERRITORIAL E CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DA BAIXADA SANTISTA

De ocupação antiga pelos povos nômades sambaquis, como evidenciado em Suguio e Martin (1978), e após por povos indígenas Tupiniquins (PETRONE, 1965), os territórios da atual Baixada Santista participaram desde os primórdios da exploração colonial lusitana no Brasil devido às condições físicas naturais do estuário na porção central da região, que permitiram a fixação dos colonizadores e a instalação da primeira vila do país.

Ao longo destes períodos, intervenções diretas e indiretas possivelmente foram empreendidas em diversos aspectos dos sistemas naturais, incluindo a extensa cobertura florestal preservada ainda hoje. Oliveira e Solórzano (2014) apontam que os seres humanos podem ter atuada na evolução e, portanto, nas características atuais da Mata Atlântica de três maneiras: pela caça e alteração, com repercussões indiretas pela intervenção nas características do ecossistema; pela agricultura migratória, fonte de significativa de alterações na estrutura e composição da vegetação; e pelo uso das florestas como fonte energética, que a partir do século XVII constituiu um fator determinante na diversidade da Mata Atlântica.

No entanto, como em todo Brasil, as transformações da paisagem regional foram aceleradas pela colonização. De acordo com Petrone (1965), com a chegada dos portugueses à Baixada, a área central da Ilha de São Vicente foi modestamente ocupada num primeiro momento, com cerca de 10 a 12 casas por volta de 1530. A partir de então, com a chegada de Martim Afonso de Souza foi criada a primeira vila brasileira, São Vicente, que aproveitou a existência deste núcleo inicial. Foram iniciadas também as primeiras tentativas de valorização daquelas terras em termos de economia de mercado (PETRONE, 1965).

No entanto, o sítio portuário santista na extremidade nordeste da ilha vicentina forçou o deslocamento do núcleo primitivo de povoamento de São Vicente, situado à sudoeste. Isto se deu porque Santos fornecia abrigo natural melhor para a vila, com mais mananciais de abastecimento e ficava mais próximo dos pequenos, porém mais prósperos, tratos de terras cultivadas com cana-de-açúcar e outras culturas de subsistência. A vila santista também possibilitava a passagem livre do interior do estuário para o mar em águas mais calmas e mais profundas e oferecia facilidades na ligação com as áreas vizinhas, insulares e continentais, e da rota do planalto pelos trechos fluviomarinhos (ARAÚJO FILHO, 1969).

Pela instauração de uma colônia de exploração, com os primeiros quadros político-administrativos e utilização da terra baseada em propriedades extensas com monocultivo de

cana-de-açúcar e engenhos de produção de açúcar, pretendia-se inserir o litoral vicentino no conjunto de relações das demais baixadas litorâneas do mundo tropical como área de cultivo conectada comercialmente ao mundo e voltada ao abastecimento das áreas temperadas. Porém a decadência da lavoura canavieira foi rápida e os cultivos da Baixada não chegaram a participar significativamente do comércio mundial do produto, como o Nordeste açucareiro do Brasil (PETRONE, 1965).

Apesar de ter havido certo crescimento populacional, a ocupação e a economia da atual Baixada, nos séculos XVI, XVII e XVIII, permaneceram estagnadas, relacionadas às restrições impostas pelo ambiente que desde cedo, se comparado com as demais áreas litorâneas colonizadas no país, impeliram o deslocamento do povoamento para o interior no planalto paulistano. Este quadro perdurou até meados do século XIX, quando o dinamismo da economia planaltina pela produção açucareira e, após, cafeeira, impulsionou a função portuária santista, transformadora da paisagem regional em termos de ocupação.

De acordo com Araújo Filho (1969), Santos não desempenhou o papel de porto açucareiro nos primórdios, mas duzentos anos, depois à custa da produção das lavouras planaltinas transportada por tropas muares, passou a exercer tal função concomitantemente a outros portos brasileiros. O açúcar era o principal produto comercializado no porto no final da terceira década do século XIX, que foi paulatinamente substituído pelo café. Se o açúcar dera a Santos sinais de nova vida portuária, o café deu o impulso para se tornar o porto mais importante do país (ARAÚJO FILHO, 1969).

Dentro da Baixada, mesmo com importância econômica restrita, o ciclo bananicultor foi o principal responsável pelas transformações da paisagem rural. Diferente do café, a produção da banana se distribuía dentro da região, principalmente ao sul. Embora tenha adquirido importância comercial principalmente em Itanhaém, pouco contribuiu com a impulsão da urbanização local, como apontou Araújo Filho (1950) e nas áreas centrais da região ofereceu campo para o avanço da urbanização (ARY FRANÇA, 1965).

Elemento dinamizador da economia e ocupação, na segunda metade do século XIX e início do século XX, o excedente da produção cafeeira no Sudeste brasileiro deu impulso à industrialização nacional e mudou a configuração espacial paulista e santista (LIMA e OLIVEIRA, 2015). Santos passou a exercer a função de centro comercial e “porto do café” e foi a partir de então que destacou-se como centro demográfico e econômico da Baixada e do

litoral paulista (LECOCQ-MULLER, 1965; ARAÚJO FILHO, 1969), processo completado pela inauguração da era ferroviária (PETRONE, 1965).

A construção e inauguração da Estrada de Ferro São Paulo Railway (1867) iniciou o processo mais acelerado de urbanização na região, especialmente na porção central, focado em Santos (ZÜNDT, 2006). Este foi o primeiro passo que transformou a paisagem colonial de Santos numa área urbana moderna (ARAÚJO FILHO, 1965). A ferrovia estreitou as relações econômicas, sociais e demográficas e o desenvolvimento urbano de São Paulo e Santos (AFONSO, 2006).

Posteriormente ampliado, o transporte ferroviário deu a Santos o monopólio de todo tráfego do litoral com o planalto e produziu um verdadeiro colapso nos demais portos litorâneos, além de ter permitido a formação do binômio São Paulo-Santos (ARAÚJO FILHO, 1969). São Paulo era um ponto nodal de distribuição de produtos e da produção industrial, e Santos, era o ponto de contato com o exterior, de saída e entrada.

O vínculo entre São Paulo e Santos expandiu a estrutura portuária para atender áreas cada vez mais distantes e uma população maior e com maior poder de consumo (ARAÚJO FILHO, 1969). Para o autor, a ampliação do porto transformou a cidade de Santos num centro urbano com várias outras funções, sobretudo industrial e de veraneio, organizadas à medida que um planejamento sanitário e urbanístico (Plano Saturnino de Brito, 1908) foi lhe dando condições.

A transformação urbana santista marcou uma intensiva transformação paisagística. De acordo com Araújo Filho (1965a) a expansão urbana ocorreu ao longo de toda área insular vicentina causando a conurbação dos dois velhos aglomerados, Santos e São Vicente em duas frentes, uma bairros praianos e outra pelo interior, através do caminho de São Vicente.

No entanto este quadro urbano e industrial instalado na porção central da Baixada no início do século XX não havia avançado para sul e o então município de Itanhaém permaneceu estagnado. De acordo com Araújo Filho (1950), embora a economia municipal tenha ganhado algum fôlego com a expansão dos cultivares de banana, que inclusive atraiu a malha ferroviária em direção ao sul do estado, pelo ramal Juquiá da Estrada de Ferro Sorocabana, este ciclo pouco contribuiu com a expansão urbana.

De acordo com o autor, a bananicultura se expandiu e se isolou na baixada interior, estabelecendo relações diretamente com Santos. A cidadezinha fundada junto ao morro do

convento em 1561 serviu à produção da banana apenas como entreposto entre as terras cultivadas adjacentes ao rio Itanhaém e seus afluentes e o porto exportador santista. Por esse motivo, nesse município foi o turismo balneário, impulsionado pela melhoria dos serviços ferroviários a partir de 1930, pela saturação das terras vicentinas (ARAÚJO FILHO, 1950) e, posteriormente, pela expansão da rede rodoviária, que dinamizou e acelerou a urbanização (ZÜNDT, 2006).

A construção e inauguração da Estrada de Ferro São Paulo Railway (1867) iniciou o processo de urbanização mais acelerado da região focado em Santos, ao lado da expansão das atividades portuárias, outras infraestruturas de acesso e produção no início do século XX foram responsáveis pela acentuação do processo de atração e fixação de trabalhadores na região. Este é o caso da Estrada Velha Caminho do Mar (1922), que inaugurou o modal rodoviário, da Usina Energética Henry Borden (1926), e posteriormente da Rodovia Anchieta (1947), da Refinaria de Petróleo Presidente Bernardes Cubatão – RPBC (1955) e da Cia. Siderúrgica Paulista – Cosipa (1953) (ZÜNDT, 2006).

A composição regional em grandes extensões territoriais nos municípios de Santos, São Vicente e Itanhaém, criados de povoados coloniais, persistiu até 1934 quando Guarujá foi desmembrado de Santos, mas foi a partir da década de 1940, diante de diversos núcleos urbanísticos, que ocorreram a maior parte dos desmembramentos administrativos (Figura 39) que originaram os atuais dez municípios (ZÜNDT, 2006). Isto num contexto nacional, apontado por Santos e Silveira (2006), de integração pelo estabelecimento de uma rede de cidades hierarquicamente organizadas com hegemonia de São Paulo, a metrópole fabril brasileira, pelo crescimento industrial e pela formação de um esboço de um mercado territorial no Centro-Sul brasileiro.

Figura 39- Sinopse dos desmembramentos municipais da Região Metropolitana da Baixada Santista entre 1940 e 2000.

1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000
Guarujá	Guarujá	Guarujá	Guarujá	Guarujá	Guarujá	Guarujá
Itanhaém	Itanhaém	Itanhaém	Itanhaém	Itanhaém	Itanhaém	Itanhaém
		Mongaguá	Mongaguá	Mongaguá	Mongaguá	Mongaguá
		Peruíbe	Peruíbe	Peruíbe	Peruíbe	Peruíbe
	Itariri	Itariri	Itariri	Itariri	Itariri	Itariri
Santos	Santos	Santos	Santos	Santos	Santos	Santos
					Bertioga	Bertioga
	Cubatão	Cubatão	Cubatão	Cubatão	Cubatão	Cubatão
São Vicente	São Vicente	São Vicente	São Vicente	São Vicente	São Vicente	São Vicente
			Praia Grande	Praia Grande	Praia Grande	

Fonte: Zündt (2006). Obs.: Itariri não faz parte da Baixada.

Em 1948, foi criado o Município de Cubatão, desmembrado de Santos. Em 1959, Itanhaém, que já tivera seu território reduzido em 1948 pela subdivisão de Itariri (que não pertence a RMBS), foi desmembrado nos municípios de Peruíbe e Mongaguá. Por sua vez, parte do Município de São Vicente passou em 1963 a constituir o Município de Praia Grande. Este arranjo dos municípios regionais persistiu até 1991, quando o então distrito santista de Bertioga passou à categoria de município (ZÜNDT, 2006).

A condição de complementariedade da região litorânea a São Paulo passou a se manifestar de forma cada vez mais intensa nas principais atividades econômicas litorâneas: portuárias, industriais e turísticas. Todas elas tornaram-se dependentes da demanda e da capacidade de consumo paulistanas (AFONSO, 2006) e condicionaram as transformações nas paisagens dos municípios em intensidades diferentes ao longo da história regional.

Para Araújo Filho (1965b), na ilha vicentina, a partir da década de 1940-50, como consequência do crescimento de um centro urbano rico conectado a São Paulo, a classe média foi tomando conta dos bairros entre a orla e o centro, forçando a migração do operariado para outras partes da ilha sobretudo dos morros em densos bairros majoritariamente ocupados por migrantes mineiros e nordestinos. De acordo com o autor, houve também o extravasamento para a ilha de Santo Amaro, defronte ao cais do Paquetá, no atual distrito de Vicente de Carvalho.

Ainda de acordo com o autor, a abertura da via Anchieta também dinamizou a ocupação da paisagem insular, já que facilitou extraordinariamente as comunicações da

Baixada com o Planalto. As principais consequências se deram na rápida substituição dos palacetes pelos arranha-céus na orla marítima. Essa linha de arranha-céus passou a emoldurar o pano de fundo da baía de Santos, constituindo novo tipo de ocupação e adensamento do espaço urbano, no sentido vertical (ARAÚJO FILHO, 1965b).

Quanto à função industrial, Cubatão no sopé da barreira formada pelas escarpas da Serra do Mar foi o município mais transformado. Ao longo de sua história a posição sempre foi o atributo mais importante do município, no passado como rancho de apoio às tropas muares, ponto terminal de navegação para quem vinha de Santos ou do exterior e inicial para os que prosseguiam ao planalto e hoje entre o mercado e o porto, ou seja, entre São Paulo e Santos (GOLDENSTEIN, 1965). De acordo com Zündt (2006), a escolha do lugar para instalação do complexo industrial se deu pela disponibilidade energética, localização estratégica e acessibilidade.

Ponto no qual se desenvolveu notável concentração de diferentes sistemas de transporte, em Cubatão o complexo industrial não se desenvolveu como consequência do núcleo urbano, com o qual inicialmente não mantinha sequer relação de interdependência. A cidade não foi escolhida como ponto de apoio para as novas instalações industriais. A indústria não contava com o núcleo urbano. O complexo também não é apenas simples prolongamento de Santos, um típico complexo portuário, embora possa ser considerado como zona industrial de Santos, mas sobretudo integra o parque industrial paulistano (GOLDENSTEIN, 1965).

A partir da emancipação municipal em 1948, com o início da primeira grande fase de industrialização e com a construção da refinaria de petróleo, o quadro populacional mudou drasticamente, bem como a distribuição da população entre o campo e a cidade no município. As migrações decorrentes da procura por trabalho nas indústrias permitiram que a população urbana ultrapassasse a rural e entre 1960 e 1980 o número de habitantes do município triplicou (GUTBERLET, 1996).

De acordo com Jakob (2011), no fim dos anos 1940, Santos possuía 80% do valor da produção industrial da Baixada, enquanto Cubatão e São Vicente participavam com apenas 9 e 5,5%, respectivamente. Santos também concentrava 99% do comércio, e 88% dos serviços da região. Mas a partir dos anos de 1950, o parque industrial implantado no Município de Cubatão, integrado às estratégias estabelecidas no ‘Plano de Metas’ de Juscelino Kubitschek (em 1956) passou a ser o grande responsável pelo dinamismo econômico e urbano da Baixada, com o Porto de Santos entrando em uma nova fase, relacionando-se com o ciclo da

industrialização pesada. Em 1960, Cubatão passou a responder por 72,5% do valor da produção industrial da região, e Santos apenas 25,7% (JAKOB, 2011).

Diferente de Cubatão, único dentre os municípios da Baixada que não possui orla marítima, nos demais municípios foram as funções surgidas do veraneio, atividade intensificada conforme as condições de acessibilidade, que impulsionaram a expansão urbana. Este é o caso dos municípios tanto ao sul: Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe; quanto ao norte: Guarujá e Bertioga.

De acordo com Afonso (2006), o processo de expansão urbana pela ocupação turística manifestou-se intensamente em toda zona costeira brasileira neste período. Até o início do século XX, a atividade turística era limitada às elites, mas a conquista de tempo livre pelos trabalhadores e a melhoria das condições de acessibilidade às praias permitiram que as viagens turísticas se tornassem acessíveis às demais classes sociais. Essas viagens intensificaram-se a partir dos anos de 1940 e 1950, também graças à popularização do automóvel e à construção ou asfaltamento das estradas de rodagem.

Neste sentido, concordando com Medeiros (1965b), Guarujá é um exemplo dos mais característicos da urbanização litorânea recente, uma vez ao contrário das demais cidades da Baixada Santista, na Ilha de Santo Amaro não houve florescimento de nenhuma vila, como nos demais municípios no decorrer dos primeiros séculos de colonização. Guarujá constituiu-se como núcleo crescente de urbanização dentro da Baixada a partir da década de 1940, quando começou a alteração da fisionomia urbana pela construção de prédios na linha de praia e pela expansão em novos loteamentos, fruto do aumento da procura de terrenos em toda Baixada (MEDEIROS, 1965b).

Para a autora, no município antigos núcleos de pescadores foram se aglutinando formando uma paisagem essencialmente balneária de alto padrão centralizada na praia de Pitangueiras e, posteriormente, estendida às demais praias. Esta fisionomia urbana passou a contrastar com a dos bairros populares em praias mais distantes, nos sopés dos morros e no Distrito de Vicente de Carvalho, voltado para os canais estuarinos atrás dos morros da ilha de Santo Amaro (MEDEIROS, 1965b).

Por sua vez, também ao norte, Bertioga, que em princípios do século XX constituía-se como lugar de pousio, pôde esboçar sua função turística somente na década de 1940, embora a data de sua fundação seja antiga, em 1553 (MEDEIROS, 1965a). Para a autora o difícil acesso

foi em grande parte o responsável pela estagnação e as melhorias dos meios de transporte, principalmente pelo asfaltamento da estrada que cortava a ilha de Santo Amaro, pôde iniciar a expansão turística e o desenvolvimento em ritmo mais acelerado.

Entretanto, a integração econômica de fato se deu pela construção da rodovia Dr. Manuel Hyppolito Rego, no final da década de 1970 e na década de 1980 da Rodovia Dom Paulo Rolim Loureiro (Mogi-Bertioga) que fortaleceram Bertioga como espaço para segundas residências de parcela da população da capital paulista e culminou com o desmembramento de Santos em 1991 (INSTITUTO PÓLIS, 2013a).

Na direção oposta, na porção sul da região, núcleos dispersos no entorno das estações da Estrada de Ferro Sorocabana tiveram papel significativo no surgimento e expansão urbana. De acordo com Magalhães (1965), no caso de Praia Grande e Mongaguá além destes núcleos, a Cidade *Ocean*, grande empreendimento particular construído por volta de 1950, impactou no desenvolvimento local, que já havia ganhado impulso principalmente em Praia Grande desde a década de 1930 com a expansão das atividades de veraneio

Já, nos casos dos municípios de Itanhaém e Peruíbe, a história é bastante semelhante entre si, uma vez que estes compunham o mesmo território. Ambos tiveram a ocupação dinamizada pela saturação das praias de São Vicente e Santos, bem como pela melhoria das condições de acesso, principalmente pela construção da rodovia Padre Manoel da Nóbrega, conectada à via Anchieta e foi o desenvolvimento da função turística que valorizou as terras e dela decorreu expansão urbana mais significativa (ARAÚJO FILHO, 1950; RIBEIRO, 2006).

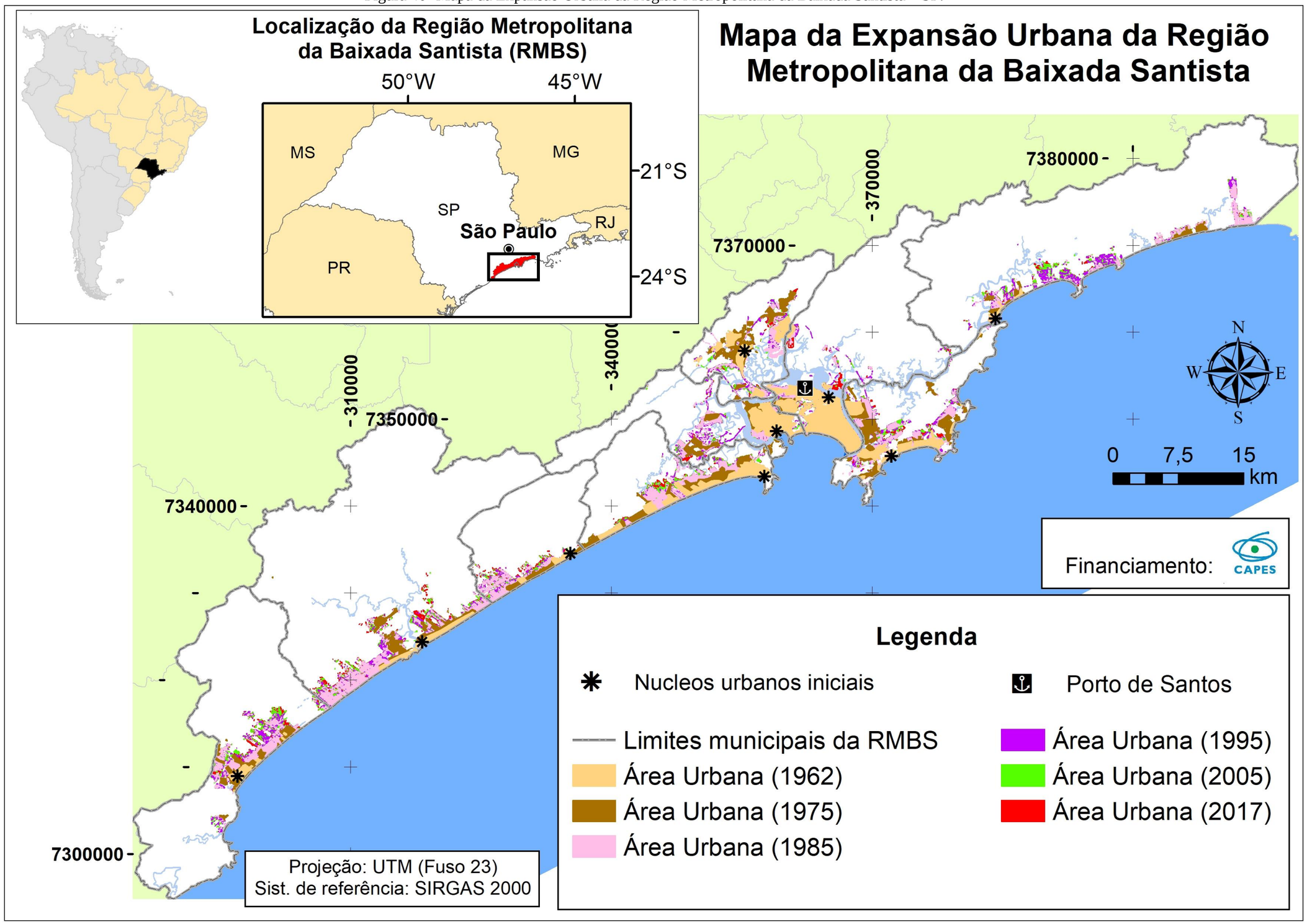
De maneira geral, após a década de 1950, o processo de parcelamento do solo e a construção de segundas residências se intensificou associado à expansão da rede rodoviária estadual. Disto decorreu a urbanização linear da planície litorânea, com a transformação de dunas e restingas em um contínuo urbano estendido paralelo à linha de costa e às praias, interrompido por morros e manguezais (AFONSO, 2006), que, via de regra, representaram empecilhos a continuidade da malha urbana.

Este período foi o de maior crescimento para os municípios mais próximos ao ‘centro’ da Baixada, como Santos, São Vicente, Guarujá e Cubatão pela criação do polo petroquímico, em Cubatão, e pela inauguração da Via Anchieta, enquanto no litoral sul, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe e Praia Grande, passaram a ter um crescimento populacional mais acentuado a partir dos anos de 1960 (JAKOB, 2011).

Do ponto de vista histórico, a região passou por sucessivos e cíclicos processos de ocupação e expansão de sua área urbanizada decorrente do turismo. De acordo com Zündt (2006), esses processos ora foram impulsionados pela implementação de equipamentos e infraestruturas, ora por decorrência destes, como a facilidade de acesso e deslocamentos. Todavia, é durante o século XX que o processo mostra-se mais presente e ambientalmente danoso, especialmente entre 1930 e 1950 impulsionado pelas grandes infraestruturas e indústrias e, após, entre 1970 a 1990, pela grande expansão imobiliária. Ainda de acordo com o autor, a ocupação de áreas desconformes ou ilegais e o desmatamento de grandes áreas acompanhou esses momentos e, em parte, decorreu deles.

Em relação a Baixada, a expansão urbana (Figura 40) situa-se em primeiro plano na análise da ocupação e da transformação da paisagem regional pois, de acordo com (CUNHA e FARIA, 2017), trata-se da região metropolitana historicamente mais urbanizada do Brasil. Isto se deu pelas características das atividades econômicas desenvolvidas, mas também pelas restrições naturais e jurídicas.

Figura 40- Mapa da Expansão Urbana da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.



Fonte: elaboração do autor a partir do Aerolevantamento de 1962; Imagens Landsat 1 (MSS) de 1975; Projeto MapBiomas (2018); Serviço de Discriminação de Terras (1915); IBGE (2015).

Com o processo de ampliação da oferta de infraestrutura, houve o crescimento vertical e horizontal das cidades, principalmente aquelas mais centrais, especialmente Santos e São Vicente, notadamente após a década de 70, quando a região inicia a integração física da urbanização (conurbação) (ZÜNDT, 2006), que avançou conforme a acessibilidade, polarização e proximidade às praias (AFONSO, 2006), guiados pela configuração do sistema viário, pela localização de conjuntos habitacionais, de áreas industriais e portuárias e pela implantação de equipamentos urbanos (NEGREIROS, 1992 *apud* JAKOB, 2011).

De acordo com Santos (2011) a partir dos anos 1960 o crescimento do polo industrial aumentou assim como se expandiram e diversificaram as atividades portuárias e os fluxos turísticos, atrelados ao desenvolvimento econômico do planalto, com a implantação da indústria automobilística e a abertura de novas ligações viárias principalmente a Rodovia dos Imigrantes e a Ponte do Mar Pequeno. Nesse contexto, para o autor, a população regional aumentou muito e o espaço urbano da orla em Guarujá e Praia Grande, passando por Santos e São Vicente progressivamente passou a ser ocupado pelos arranha-céus que transformaram parte da paisagem regional.

A inauguração da primeira pista da Rodovia dos Imigrantes em 1976 provocou denso processo de ocupação do território por loteamentos resultante da expansão imobiliária do turismo, decorrente da facilidade e da rapidez oferecidas pelo deslocamento entre São Paulo e o litoral (ZÜNDT, 2006). Beneficiando-se das vantagens do novo sistema viário, setores da classe média e de alta renda da área metropolitana de São Paulo e do interior do Estado, adquiriram apartamentos de temporada e áreas de lazer na faixa litorânea, impulsionando a construção civil e acentuando o fluxo turístico de toda Baixada Santista (SANTOS, 2011).

As atividades portuárias santistas também foram modernizadas nesse período. De acordo com Santos e Silveira (2006), na segunda metade da década de 1960, Santos ganhou infraestrutura especializada, configurando um sistema de portos. Nesse processo, a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa) cumpriu relevante contribuição, responsável pelos movimentos de ferro, carvão e produtos siderúrgicos, demandados pelas indústrias paulistas. Ainda conforme os autores, a partir da década de 1970, Santos, principal porto de exportação de café no início e em meados do século, foi reaparelhado e reequipado para atender as demandas exportadoras de uma produção tecnificada do campo entre outras funções que passaram a exigir maior fluidez.

Além das questões de infraestrutura e acessibilidade, de acordo com Afonso (2006), a expansão da urbanização da Baixada também inscreveu-se numa lógica nacional de crescimento acentuado da população urbana, historicamente litorânea, desde a década de 1950 que passou de 36% para 81 % em 2000.

O mapa da expansão urbana (*vide* Figura 40) demonstra que a região acompanhou este processo. Já na década de 1960 a urbanização na ilha vicentina e na linha de costa de Praia Grande e Guarujá estava consolidada, enquanto nos demais municípios as áreas urbanas localizavam-se em pequenos trechos nos arredores dos núcleos iniciais. Na ilha vicentina o crescimento urbano entre os anos 1962 e 1975 se deu pelo adensamento e houve expansão no entorno do ambiente insular como que em um transbordamento. Enquanto a expansão mais significativa na direção sul e norte (Bertioga) ocorreu em períodos posteriores, na primeira pós 1975 e na segunda pós 1985. As elevadas taxas de crescimento populacional entre a década de 1980 e 1990 (Tabela 2) dos municípios da parte sul da região reforçam esta tendência.

Tabela 2- População residente e percentual de crescimento por década entre 1980 e 2000 por município, para Região Metropolitana da Baixada Santista e para o Estado de São Paulo.

Território	**População residente**			**Crescimento populacional 1980 - 1991 (%)**	**Crescimento populacional 1991-2000 (%)**
	1980	1991	2000		
Bertioga	NA	NA	29771	NA	NA
Cubatão	78.439	90.866	108.135	15,5	19,0
Guarujá	150.347	208.818	264.235	38,9	26,5
Itanhaém	27.245	45.619	71.694	67,4	57,2
Mongaguá	9.828	18.781	34.897	91,1	85,8
Peruíbe	18.241	32.676	51.237	79,1	56,8
Praia Grande	65.374	122.354	192.769	87,2	57,6
Santos	416.418	428.421	417.975*	2,9	-2,4*
São Vicente	191.997	267.445	303.199	39,3	13,4
Baixada Santista	957.889	1.214.980	1.473.921	26,8	21,3
Estado de São Paulo	24.953.238	31.436.273	36.974.378	26,0	17,6

*Decréscimo populacional decorrido da emancipação de Bertioga em 1991. Fonte: Censos do IBGE disponibilizado pela Fundação SEADE e organizado pelos autores.

Mais especificamente, Negreiros (1992) citada em Jakob (2011) apontou que a expansão urbana após a década de 1970 se deu em três eixo (vetores) principais: o eixo Cubatão e parte continental de São Vicente (vetor 1), seguindo o trajeto das vias Anchieta e Imigrantes, com ocupação da população de baixa renda; o eixo Praia Grande e litoral sul (vetor 2) pelo redirecionamento populacional e pelo turismo de média e baixa renda; e o eixo Guarujá/Bertioga, pelo redirecionamento populacional e pelo turismo de alta renda (vetor 3).

Os dados sobre o crescimento populacional apontam para a manutenção destes três vetores tanto entre os anos 1980 e 1991 quanto entre 1991 e 2000, embora indicando a

desaceleração. De maneira geral, as taxas de crescimento populacional da região estiveram ligeiramente acima dos percentuais do estado, impulsionada sobretudo pelas elevadas taxas de crescimento do vetor 2 nestes períodos, como apontado pela expansão da mancha urbana.

O Município de Santos após a expansão imobiliária entre 1960 e 1970 ficou quase completamente ocupado, com alto valor da terra e do custo de vida e desde os anos 1980 a população Santista praticamente não cresce (SANTOS, 2011). Mas cabe ressaltar que o decréscimo registrado deveu-se à emancipação de Bertioga, em 1991.

Por outro lado, o crescimento acelerado dos municípios de Praia Grande e Mongaguá chama atenção. O primeiro caso se destaca pelo aumento absoluto da população decorrido das melhorias de acesso possibilitadas pela comunicação direta com a rodovia dos Imigrantes pela Ponte do Mar Pequeno, que tornou este trecho litorâneo o mais próximo da capital estadual. Já o caso de Mongaguá decorreu do extravasamento do crescimento de Praia Grande e diferentemente chama atenção pelos percentuais. Nas duas décadas seguintes, esse crescimento perdeu força (Tabela 3), dando lugar a expansão para norte, em direção a Bertioga.

Tabela 3- População residente e percentual de crescimento por década entre 2000 e 2019 por município, para Região Metropolitana da Baixada Santista e para o Estado de São Paulo.

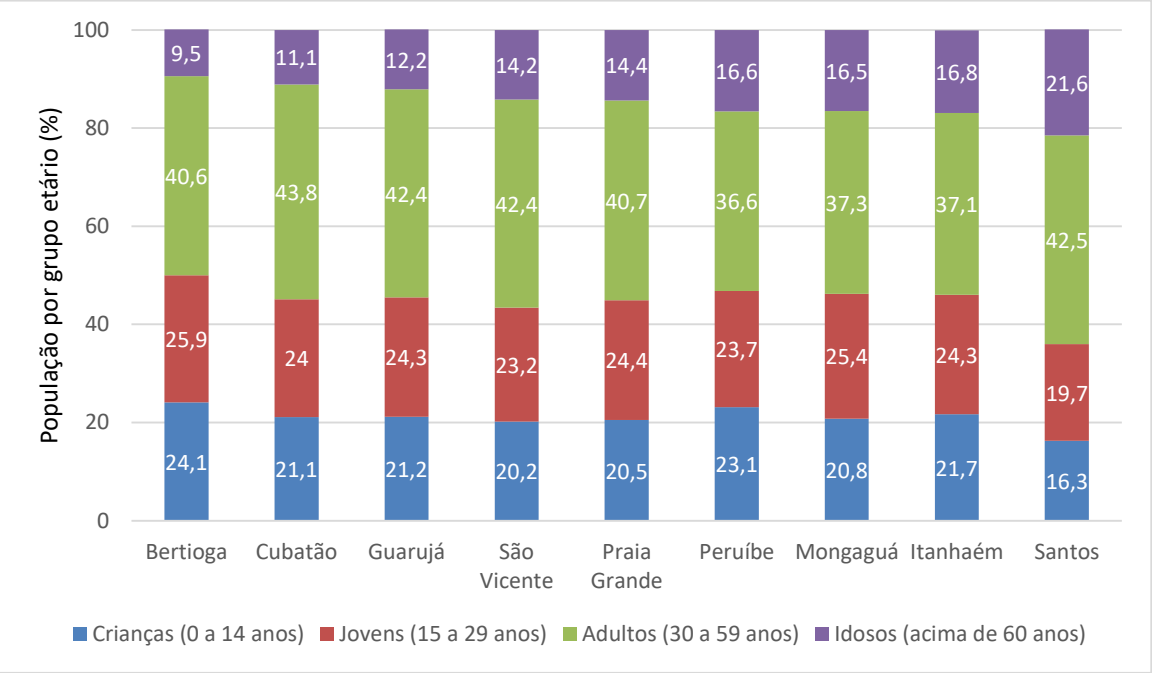
Território	**População residente**			**Crescimento populacional 2000 – 2010 (%)**	**Crescimento populacional 2010-2019 (%)**
	2000	2010	2019		
Bertioga	29.771	47.462	61.684	59,4	30
Cubatão	108.135	118.629	128.108	9,7	8
Guarujá	264.235	290.526	313.756	9,9	8
Itanhaém	71.694	86.919	97.569	21,2	12,3
Mongaguá	34.897	46.186	53.784	32,3	16,5
Peruíbe	51.237	59.698	65.543	16,5	9,8
Praia Grande	192.769	261.391	311.480	35,6	19,2
Santos	417.975	419.388	427.673	0,3	2
São Vicente	303.199	332.193	355.352	9,6	7
Baixada Santista	1.473.921	1.662.392	1.814.949	12,8	9,2
Estado de São Paulo	36.974.378	41.223.683	44.314.930	11,5	7,5

Fonte: Censos IBGE (2000; 2010) e estimativa populacional para o ano de 2019 do IBGE disponibilizado pela Fundação SEADE e organizado pelo autor.

A partir dos anos 2000 prossegue a tendência de desaceleração do crescimento da população estadual e da Baixada. Internamente, entre os anos 2000 e 2010, o vetor 1 perdeu impulso ficando abaixo do crescimento regional e estadual, enquanto no vetor 2 houve a manutenção de taxas maiores que as regionais e estaduais, embora também desacelerado. Por sua vez, no vetor 3 houve forte crescimento no extremo norte, em Bertioga. Ambas tendências foram mantidas entre 2010 e 2019 quanto além daquela de desaceleração do crescimento estadual e regional, como registrou também o mapa de expansão urbana. Do processo de

expansão resultou uma população cujo perfil etário por município da Baixada está apresentado na Figura 41.

Figura 41- Percentual populacional por grupo etário nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista para o ano de 2019.



Fonte: Fundação SEADE. Organização do autor.

Neste caso é possível observar, ainda que ligeiramente, que os municípios que apresentaram crescimento mais expressivo na última década contam com maiores contingentes de habitantes crianças e jovens. Nos municípios da área central onde se concentraram as atividades econômicas industriais, comerciais e de serviços, foram registradas maiores proporções de adultos. O caso santista, por sua vez, foi destacado por Vázquez (2011) como o menos típico da região, pela estrutura etária envelhecida e pela redução da fecundidade. Conforme o autor, o município tem passado por um processo acelerado de envelhecimento.

Ao longo do processo de expansão e crescimento populacional os bairros residenciais mais abastados ocuparam as áreas mais agradáveis, próximas ao mar, de acordo com Afonso (2006). Nessas áreas, a oferta limitada de terrenos definiu o preço da terra e a forma de ocupação, gerando áreas verticalizadas e de alta densidade. A localização preferencial e a direção de crescimento desses bairros deu-se a partir da faixa litorânea mais próxima ao centro urbano polarizador. Ainda para a autora, primeiramente foi ocupada a orla litorânea da Ilha de São Vicente, local mais próximo do centro de Santos e de São Paulo, e depois houve a expansão linear junto das demais praias, nos municípios de Praia Grande e Guarujá, num processo contínuo que alcançou os municípios de Bertioga, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.

Por outro lado, sob influência da instalação de novas indústrias e do incremento na construção civil pelas atividades turísticas, fluxos migratórios expressivos foram impulsionados. Esta população, ao não ser totalmente absorvida pelas atividades econômicas, incrementou a favelização das periferias, que ao lado da segunda-residência, passou a compor a paisagem regional, com as casas de veraneio ocupando os melhores sítios e as favelas predominando nas áreas mais impróprias para à ocupação (AFONSO, 2006).

Diversas áreas de mangues e restingas em Santos, São Vicente ou Praia Grande ou encostas de morros além de diversos pontos da Serra do Mar em Cubatão, foram ocupados por segmentos populacionais de baixa renda dando a essas áreas nítidas feições de favela (SANTOS, 2011).

Nestes moldes a conurbação tornou-se uma realidade pela fusão de áreas urbanas e serviços públicos comuns. Porém a expansão e as ligações urbanas foram restringidas pelas barreiras físicas do ambiente natural. Embora partes dos morros e mangues tenham sido ocupadas, a maioria ainda forma uma barreira física ao aglomerado urbano, como o próprio canal estuarino, que impede a extensão contínua entre São Vicente, Praia Grande, Santos, Cubatão e Guarujá. As limitações de ordem física, imposta também pela Serra do Mar, ou mesmo jurídicas, pelas áreas preservadas, acabaram por restringir a expansão da mancha urbana num sentido linear, acompanhando a faixa litorânea.

A agregação da ocupação legal e ilegal ao longo do processo de expansão da ocupação da Baixada fez com houvesse uma integração de problemas de ordem comum relacionados ao transporte, abastecimento, meio ambiente, habitação, planejamento, entre outros. Isto trouxe à tona a necessidade de resolvê-los de forma integrada, compondo os elementos que irão propiciar, um pouco mais tarde em 1996, a criação da Região Metropolitana da Baixada Santista (ZÜNDT, 2006).

A Baixada Santista tornou-se, em 1996 (SÃO PAULO, 1996), a primeira região metropolitana brasileira sem a presença de uma capital estadual (LIMA e OLIVEIRA, 2015), com área abrangendo aproximadamente 2.426 km^2 dividida em nove municípios do meso-litoral do estado de São Paulo: Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Santos, Cubatão, Guarujá e Bertioga (IBGE, 2015).

A evolução do processo de ocupação regional originou extensa uma malha urbana integrada estendida primordialmente ao longo da planície litorânea, centralizada nos municípios

de Santos, Guarujá, São Vicente, Praia Grande e Cubatão, com os demais Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá e Bertioga compondo municípios periféricos[18] (LIMA e OLIVEIRA, 2015). Dentre outros aspectos, isto se manifesta na concentração da população residente (84,65%) e densidade demográfica nos municípios centrais. Em todos os municípios a quase totalidade da população se concentra nas áreas urbanas, como indicado pelo grau de urbanização (Tabela 4).

Tabela 4- Síntese dos dados populacionais para o ano de 2019 nos aspetos população total, concentração populacional, população flutuante, densidade demográfica e grau de urbanização por município da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Municípios	População Total	Concentração da População Regional (%)	População Flutuante Estimada (2020)*	Área (km²)	Densidade Demográfica (Hab./km²)	Grau de urbanização (%)
Bertioga	61.684	3,4	102.776	491,701	125,49	99,01
Cubatão	128.108	7,1	2.864	142,281	896,61	100,00
Guarujá	313.756	17,3	173.975	142,589	2166,97	99,98
Itanhaém	97.569	5,4	116.390	599,017	162,15	99,24
Mongaguá	53.784	3,0	97.100	143,171	375,56	99,56
Peruíbe	65.543	3,6	65.438	326,214	200,92	99,35
Praia Grande	311.480	17,2	398.893	149,079	2086,97	100,00
Santos	427.673	23,6	61.178	280,300	1521,81	99,93
São Vicente	355.352	19,6	36.513	148,424	2399,41	99,81

Fonte: Fundação SEADE; *SABESP (2009) citado em AGEM (2014). Organização do autor.

Os dados referentes à população flutuante (que possui domicílios na região, mas não usufruem continuamente) auxiliam identificar a vocação turística dos municípios e confirmam Cubatão como o único deles não voltado ao turismo na região. Os municípios periféricos apresentam quantidades de população flutuante que demonstram a dependência do turismo. Em Bertioga a população pode chegar a quase triplicar enquanto nos demais municípios ao sul, Peruíbe, Mongaguá e Itanhaém, mas também em um dos municípios centrais, Praia Grande que atrai os maiores contingentes, pode chegar a duplicar.

Guarujá embora atraia o segundo maior contingente de turistas não atinge números tão expressivos em relação a população total do município. Por sua vez, Santos e São Vicente não representam a mesma atratividade de décadas atrás, como resultado da saturação do espaço ocupado, que de acordo com Vázquez (2011) ocasiona maior valor dos imóveis e custos de manutenção, e também pela degradação ambiental.

[18] O termo periférico foi empregado se referindo aos municípios metropolitanos situados ao redor da centralidade santista, o que repercute na ocupação do espaço, no perfil socioeconômico, nos usos da terra e, por conseguinte, nas ações de impacto ambiental.

Os municípios centrais concentram 90,4% do Produto Interno Bruto (PIB) regional (Tabela 5), que compõem 2,88% do estadual. Mais da metade deste valor está centralizado em Santos (36,8%) e Cubatão (20,2%) onde estão localizadas a maior parte das atividades industriais e portuárias. Embora ainda alto, o percentual de contribuição santista decresceu significativamente se comparado ao ano de 2007, quando representava 56,09% do valor total regional, de acordo com Gigliotti (2010) baseado em dados da Fundação SEADE.

Tabela 5- Produto Interno Bruto (PIB) em mil reais com o percentual de valor adicionado por setor da economia e participação percentual no total da Região Metropolitana da Baixada Santista por município no ano de 2017.

Municípios	PIB (em mil reais)	Valor adicionado por setor (%)			Participação no PIB regional (%)
		Agropecuária	Indústria	Serviços	
Bertioga	1.606.552,93	0,40	10,50	89,11	2,6
Cubatão	12.336.913,5	0,01	60,85	39,14	20,3
Guarujá	8.589.741,43	0,48	20,27	79,25	14,0
Itanhaém	1.855.369,71	5,38	7,74	86,88	3,0
Mongaguá	986.034,79	0,83	13,85	85,32	1,6
Peruíbe	1.346.871,59	3,00	13,66	83,34	2,2
Praia Grande	6.688.613,69	0,06	11,54	88,40	10,9
Santos	22.532.671,8	0,02	8,59	91,39	36,9
São Vicente	5.204.306,34	0,07	8,50	91,44	8,5

Fonte: IBGE, disponibilizado pela fundação SEADE. Organização do autor.

Os dados apontam a importância reduzida da agropecuária na região, cuja principal contribuição se dá em municípios com monocultivos de banana e palmito. Já a indústria representa maior importância em Cubatão, embora também signifique também 1/5 do valor agregado em Guarujá. Estes dados de Guarujá demonstram uma divisão de vocações no município entre a turística e a industrial (ligada às atividades portuárias), a primeira voltada para orla marítima e a segunda para o canal estuarino.

Com exceção de Cubatão, é o setor de serviços que mais agrega valor ao PIB dos municípios. Nos municípios periféricos os dados de valor agregado em conjunto com os de população flutuante reforçam a importância do turismo. No caso santista, o alto valor total e alta participação do setor terciário que, quando confrontado com a população flutuante, dá mostras da centralidade exercida pelo município no oferecimento de serviços na região.

Por todo exposto, com a história urbana mais antiga do país, acompanhada pelo exercício da vocação portuária e, após, industrial e turística, a Baixada Santista se consolidou como uma metrópole urbana. Centralizada na Ilha de São Vicente e nos municípios do entorno insular os usos urbanos se distribuíram sobretudo a partir do porto, se “interiorizaram” a partir da atividade industrial e se linearizaram ao longo da costa principalmente em decorrência da demanda turística, integrando os municípios periféricos.

Com inúmeras particularidades formou-se uma metrópole com estruturas industriais e portuárias de grande porte concentradas espacialmente e com tecido urbano fragmentado pelas restrições de ordem natural e jurídica, sinalizando ainda a vocação conservacionista, mas também pelas contradições entre classes sociais, como é típico das cidades brasileiras.

Inscrita nesta perspectiva histórica de ocupação do espaço pelos mecanismos socioeconômicos apresentados, sem perder de vista as características naturais, a paisagem atual da Região Metropolitana da Baixada Santista comporta usos com diferentes funções, impactantes em termos ambientais, distribuídos alternadamente com extensos espaços conservados ou preservados, sobretudo em áreas protegidas.

4.2.2 SISTEMAS ANTRÓPICOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA BAIXADA SANTISTA

Identificador fundamental das paisagens antrópicas (MILKOV, 1976), os usos da terra incorporam funcionalidades decorrentes das atividades humanas (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017), que no caso da paisagem da Baixada Santista criaram ao longo da história um cenário contrastante entre usos intensos e áreas conservadas[19], nas quais sobrepõe-se ações impactantes em termos ambientais. São significativos os usos urbanos ou complementares à dinâmica urbana, como os industriais e portuários, mas também há em menores proporções usos rurais, com pastagens, sítios ou produção agrícola.

A área urbana que configura o caráter metropolitano regional alongou-se na planície costeira, primordialmente sobre áreas de terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, fragmentada por componentes naturais da paisagem, por ambientes com dinâmica e fragilidade intensas e por territórios legalmente protegidos.

O crescimento urbano intenso das últimas décadas associado principalmente às atividades turísticas, industriais e portuárias gerou um quadro conflituoso. Os impactos ambientais decorrentes das atividades industriais e portuárias são indesejáveis quando se trata da atividade turística e, por outro lado, a valorização da terra decorrente da atividade turística restringe as áreas para ocupação pela população assalariada e de menor renda. Neste cenário, inúmeras situações de incompatibilidade dos usos em relação ao ambiente natural convertem-

[19] As áreas conservadas representam locais onde foi mantida a cobertura vegetal.

se em problemas ambientais. Concordando com Zündt (2006), embora os desafios regionais não se restrinjam às questões ambientais, estas sem dúvidas compõem parte importante dos problemas metropolitanos.

Os danos ambientais causados pelos usos se concentram na paisagem sobretudo fora dos limites dos territórios de preservação ou conservação. Neste sentido, de acordo com Glazovskiy et al. (1999) ou mesmo como propõe o enfoque histórico-antropogênico da geoecologia de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) cabe avaliar, conforme as condições de preservação ou de uso, os impactos ambientais na paisagem. Neste caso, a identificação, a representação e a quantificação dos impactos ambientais foi feita considerando os impactos positivos e negativos detalhados no Quadro 24.

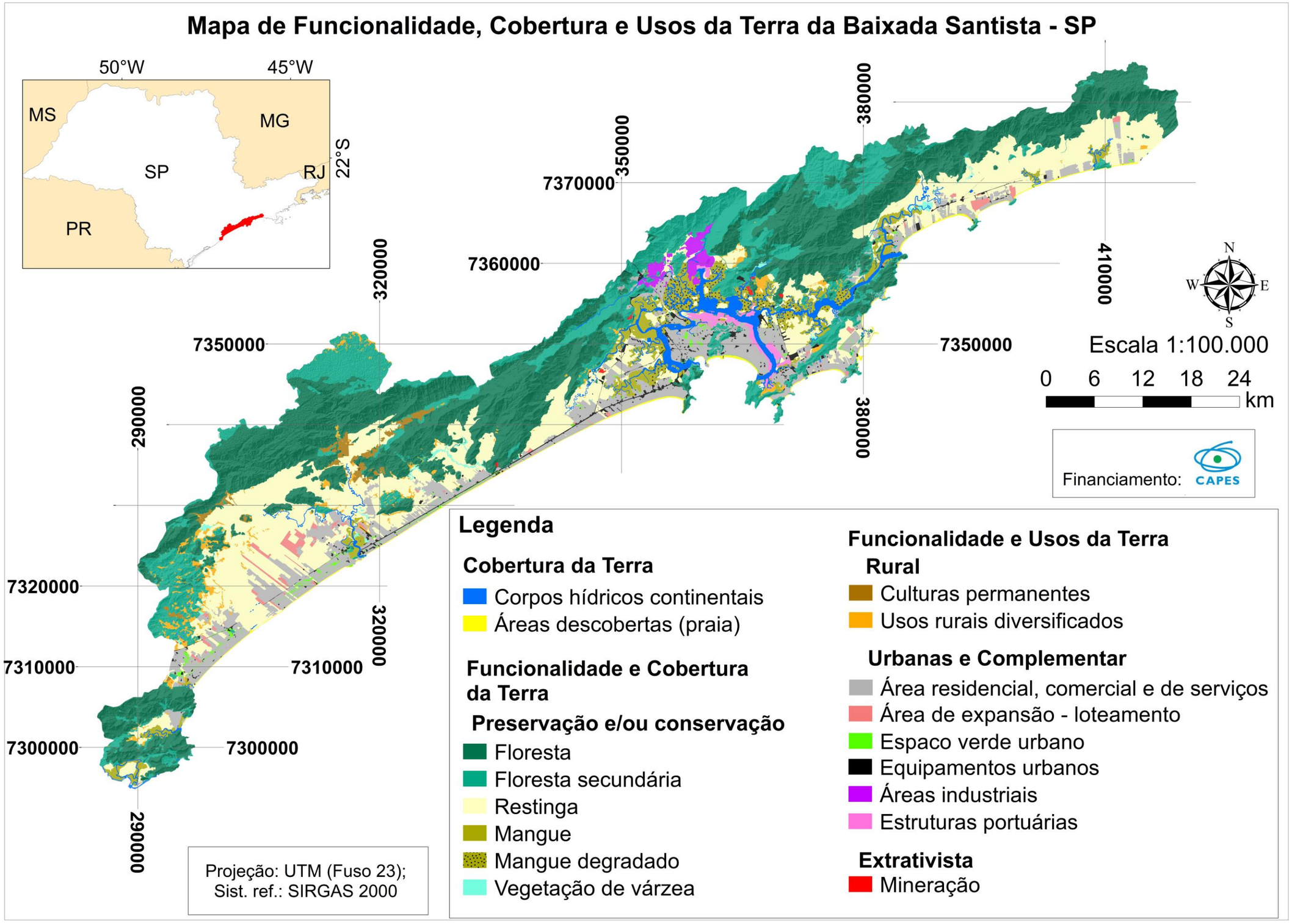
Quadro 24- Classificação dos indicadores das ações de impactos ambientais entre positivos e negativos para a Região Metropolitana da Baixada Santista.

Indicadores de impactos ambientais	
Positivos	**Negativos**
Áreas protegidas	Desmatamento
Cobertura vegetal (primária ou degradada e em estágio sucessional)	Alterações na drenagem e escoamento
Fragmentos florestais	Lançamentos de efluentes industriais, portuários e domésticos
Áreas verdes urbanas	Densidade e padrão da ocupação urbana
	Áreas contaminadas em áreas residenciais, comerciais e de serviços
	Áreas contaminadas em equipamentos urbanos e em portos e industrias
	Lixo acumulado nos logradouros
	Áreas de aterros controlados e sanitários
	Mineração

As pressões decorrentes dos usos na paisagem alteraram ou mesmo comprometeram a disponibilidade de recursos naturais e a qualidade ambiental, com consequências no aumento da frequência e da intensidade de eventos geodinâmicos em áreas suscetíveis e nas propriedades dos solos e corpos hídricos pela poluição e contaminação. Em decorrência dos usos, os impactos ambientais se concentram em determinados setores da paisagem, e, de acordo com Oliveira e Gigliotti (2015), apresentam níveis alarmantes.

Entretanto, nesta mesma paisagem, extensas áreas cumprem função de preservar ou conservar as características naturais e, em alguns casos, como nas Terras Indígenas, também de modos de vida tradicionais. Indicando os grandes contrastes regionais nestes termos, a Figura 42 ilustra as funcionalidades relacionadas aos usos e cobertura da terra da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Figura 42- Mapa da Funcionalidade, Cobertura e Usos da Terra da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.



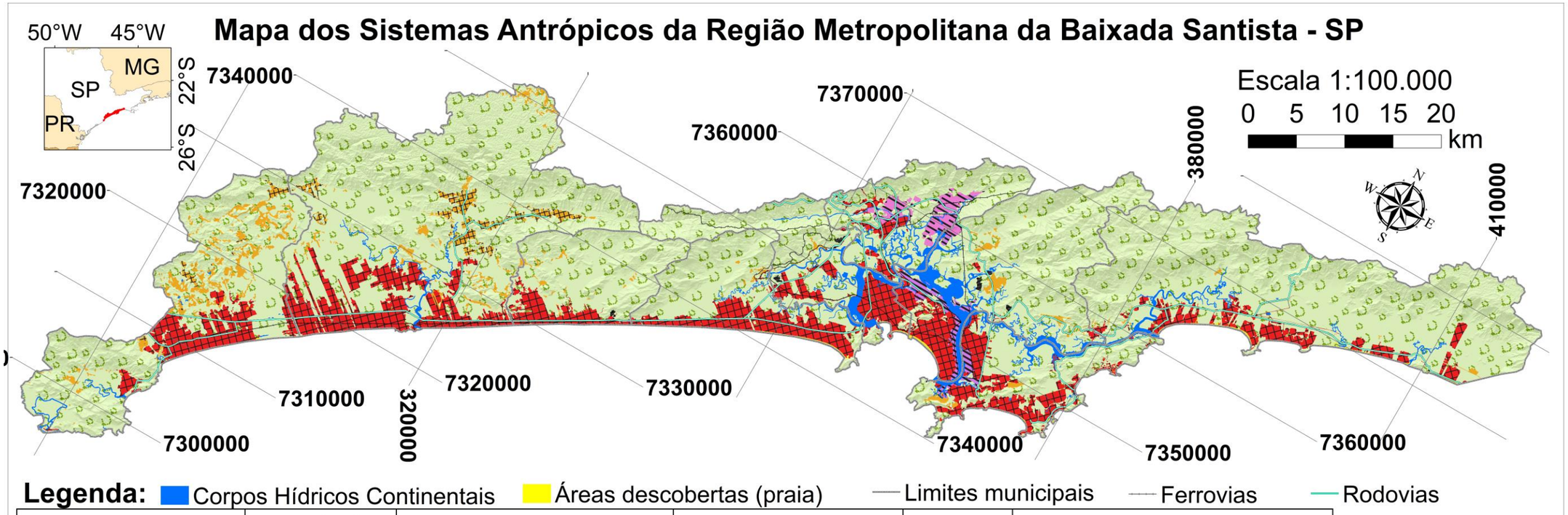
Fonte: elaboração do autor a partir de ESA e USGS (2018). Modificado de EMPLASA (1997), Instituto Florestal (2010) e São Paulo (2014).

Se comparados aos sistemas naturais (*vide* Figura 30), os usos da terra ilustram o significado dos domínios da Serra do Mar e dos morros residuais para as áreas de preservação, por concentrar as maiores extensões de cobertura vegetal. Na planície costeira os usos são mais diversificados e é possível verificar os da dinâmica urbana com maior extensão nos municípios da área central da região, enquanto nos periféricos, ainda que em proporções reduzidas, ganham espaço também os rurais, principalmente nos municípios da parte sul.

Considerando as funcionalidades, os usos da terra foram agrupados para compor o mapeamento dos Sistemas Antrópicos da Região Metropolitana da Baixada Santista (Figura 43). Desta utilização, com suas peculiaridades históricas, socioeconômicas e culturais, emergem conjuntos de ações ambientalmente impactantes que em múltiplas escalas temporais e espaciais têm modificado os fluxos de matéria e energia induzindo reordenações e têm determinado o estado ambiental da paisagem.

Adiante, no Quadro 25 estão detalhadas as dimensões (em km^2) e as proporções (em porcentagem) dos Sistemas e Subsistemas Antrópicos e dos Usos e Cobertura da Terra da Baixada Santista subdivididos por município.

Figura 43- Mapa dos Sistemas Antrópicos da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.



Sistemas Antrópicos	Protegidos e/ou conservados	Urbanos e Auxiliares			Rurais		Extrativistas	Ações de Impacto
Subsistemas Antrópicos / Usos do Terra	Protegidos e/ou conservados	Urbanos	Industriais	Portuários	Agrícolas Permanentes	Diversificados	Exploração Mineral	
Floresta e Floresta Secundária; Veg. Várzea; Restinga; Mangue e Mangue degradado								Áreas protegidas; Manutenção da vegetação; Degradação da vegetação; Pontos contaminados e com aterro sanitário ou controlado
Cultivos permanentes								Fragmentos florestais; Desmatamento; Alterações da drenagem; Lançamento de esgoto
Rurais diversificados								
Área residencial, comercial e de serviços; Área de expansão urbana; Equipamentos urbanos; Espaço verde urbano								Áreas verdes; Desmatamento; Impermeabilização; Alterações da drenagem; Lançamento de esgoto; Acúmulo de lixo; Áreas contaminadas; Adensamento e condições de urbanização; Pontos com aterro sanitário ou controlado
Áreas industriais								Desmatamento; Impermeabilização; Alterações da drenagem; Áreas contaminadas; Lançamento de efluentes
Estruturas portuárias								
Mineração								Desmatamento; atividades de mineração

Projeção: UTM (Fuso 23);
Sist. de referência: SIRGAS 2000;
Autor: André dos Santos Ribeiro
Orientação: Regina Célia de Oliveira
Fonte: Malhas Digitais e Infraestrutura de Transportes do Brasil do IBGE

Financiamento: CAPES

Quadro 25- Área e percentual das unidades de Sistemas e Subsistemas Antrópicos e dos Usos da Terra da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.

Detalhamento dos dados de área e proporção dos Sistemas e Subsistemas Antrópicos e dos Usos e Cobertura da Terra da Região Metropolitana da Baixada Santista subdivididos por Município

Sistemas Antrópicos	Peruíbe		Itanhaem		Mongaguá		Praia Grande		São Vicente		Santos		Guarujá		Cubatão		Bertioga		Baixada Santista	
	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)
Corpos Hídricos Continentais	3,69	1,13	3,74	0,62	~	~	2,81	1,87	12,07	8,10	22,01	7,91	10,31	7,37	8,29	5,83	7,07	1,44	70,00	2,88
Áreas descobertas (praia)	0,78	0,29	1,06	0,19	0,69	0,50	2,01	1,57	0,42	0,31	0,96	0,36	1,78	1,42	~	~	3,40	0,84	11,10	0,46
Protegidos e/ou Conservados	252,25	77,09	488,78	81,29	121,22	84,47	103,41	68,50	107,94	71,69	213,98	75,66	84,21	58,76	104,58	73,38	442,71	89,99	1919,07	78,97
Urbanos e auxiliares	43,22	13,24	76,26	12,73	19,73	13,78	41,44	27,57	28,42	19,06	38,94	13,83	44,41	31,03	29,57	20,79	37,01	7,53	359,01	14,77
Rurais	26,85	8,23	30,94	5,16	1,59	1,11	0,73	0,49	0,62	0,42	5,37	1,91	2,03	1,42	~	~	0,98	0,20	69,12	2,84
Extrativistas	0,06	0,02	~	~	0,20	0,14	~	~	0,65	0,43	0,94	0,33	~	~	~	~	~	~	1,85	0,08
Total	326,85	100,00	600,79	100,00	143,43	100,00	150,40	100,00	150,12	100,00	282,20	100,00	142,74	100,00	142,44	100,00	491,17	100,00	2430,15	100,00

Subsistemas Antrópicos	Peruíbe		Itanhaem		Mongaguá		Praia Grande		São Vicente		Santos		Guarujá		Cubatão		Bertioga		Baixada Santista	
	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)
Corpos Hídricos Continentais	3,69	1,13	3,74	0,62	~	~	2,81	1,87	12,07	8,10	22,01	7,91	10,31	7,37	8,29	5,83	7,07	1,44	70,00	2,88
Áreas descobertas (praia)	0,78	0,29	1,06	0,19	0,69	0,50	2,01	1,57	0,42	0,31	0,96	0,36	1,78	1,42	~	~	3,40	0,84	11,10	0,46
Protegidos e/ou conservados	252,25	77,09	488,78	81,29	121,22	84,47	103,41	68,50	107,94	71,69	213,98	75,66	84,21	58,76	104,58	73,38	442,71	89,99	1919,07	78,97
Urbanos	43,22	13,24	76,26	12,73	19,73	13,78	41,44	27,57	28,42	19,06	26,33	9,35	40,61	28,37	11,09	7,80	37,01	7,53	324,12	13,34
Industriais	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	1,43	0,51	~	~	18,19	12,79	~	~	19,61	0,81
Portuários	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	11,18	3,97	3,80	2,65	0,30	0,21	~	~	15,27	0,63
Agrícolas diversificados	23,02	7,05	11,69	1,95	1,59	1,11	0,73	0,49	0,62	0,42	5,37	1,91	2,03	1,42	~	~	0,98	0,20	46,05	1,89
Agrícolas permanentes	3,83	1,17	19,25	3,21	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	23,08	0,95
Exploração mineral	0,06	0,02	~	~	0,20	0,14	~	~	0,65	0,43	0,94	0,33	~	~	~	~	~	~	1,85	0,08
Total	326,85	100,00	600,79	100,00	143,43	100,00	150,40	100,00	150,12	100,00	282,20	100,00	142,74	100,00	142,44	100,00	491,17	100,00	2430,15	100

Usos da terra	Peruíbe		Itanhaem		Mongaguá		Praia Grande		São Vicente		Santos		Guarujá		Cubatão		Bertioga		Baixada Santista	
	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)	Área (Km^2)	Proporção (%)
Corpos Hídricos Continentais	3,69	1,13	3,74	0,62	~	~	2,81	1,87	12,07	8,10	22,01	7,91	10,31	7,37	8,29	5,83	7,07	1,44	70,00	2,88
Áreas descobertas (praia)	0,78	0,29	1,06	0,19	0,69	0,50	2,01	1,57	0,42	0,31	0,96	0,36	1,78	1,42	~	~	3,40	0,84	11,10	0,46
Floresta	97,02	29,64	240,63	40,16	79,64	55,43	53,01	35,07	44,28	29,01	100,99	35,53	15,86	11,01	3,69	2,59	232,71	47,25	867,82	35,71
Restinga	78,04	23,81	166,92	27,58	37,79	26,39	36,23	24,01	12,72	8,53	19,21	6,82	25,21	17,61	7,13	5,02	143,32	29,17	526,56	21,67
Mangue	8,92	2,73	4,82	0,81	~	~	6,14	4,08	14,87	9,97	6,84	2,43	6,40	4,47	7,84	5,51	14,74	3,00	70,57	2,90
Vegetação de várzea	1,27	0,39	0,91	0,15	2,83	1,98	0,02	0,02	~	~	0,81	0,29	0,31	0,21	~	~	2,28	0,46	8,43	0,35
Floresta secundária	66,80	20,46	75,50	12,60	0,96	0,67	5,43	3,61	34,53	23,15	64,86	23,03	30,62	21,39	71,75	50,29	49,65	10,11	400,09	16,46
Mangue degradado	0,21	0,07	~	~	~	~	2,57	1,71	1,54	1,03	21,28	7,56	5,82	4,07	14,18	9,97	~	~	45,60	1,88
Usos rurais diversificados	23,02	7,05	11,69	1,95	1,59	1,11	0,73	0,49	0,62	0,42	5,37	1,91	2,03	1,42	~	~	0,98	0,20	46,05	1,89
Culturas permanentes	3,83	1,17	19,25	3,21	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	23,08	0,95
Área residencial, comercial e de serviços	36,30	11,12	58,35	9,74	17,23	12,04	34,42	22,89	22,97	15,40	22,74	8,08	32,75	22,88	8,67	6,10	27,92	5,68	261,35	10,75
Área de expansão - loteamento	2,57	0,79	11,30	1,89	0,26	0,18	0,65	0,43	0,01	0,01	~	~	1,20	0,84	~	~	4,41	0,90	20,40	0,84
Espaço verde urbano	2,47	0,76	3,11	0,52	0,63	0,44	0,77	0,51	1,37	0,92	0,82	0,29	1,13	0,79	0,28	0,20	0,65	0,13	11,23	0,46
Equipamentos urbanos	1,88	0,57	3,50	0,58	1,61	1,12	5,60	3,73	4,07	2,73	2,78	0,99	5,54	3,87	2,14	1,50	4,03	0,82	31,14	1,28
Áreas industriais	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	1,43	0,51	~	~	18,19	12,79	~	~	19,61	0,81
Estruturas portuárias	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	11,18	3,97	3,80	2,65	0,30	0,21	~	~	15,27	0,63
Mineração	0,06	0,02	~	~	0,20	0,14	~	~	0,65	0,43	0,94	0,33	~	~	~	~	~	~	1,85	0,08
Total	326,85	100,00	600,79	100,00	143,43	100,00	150,40	100,00	150,12	100,00	282,20	100,00	142,74	100,00	142,44	100,00	491,17	100,00	2430,15	100

Na Região Metropolitana da Baixada Santista os Sistemas Antrópicos mais significativos são os Protegidos e/ou Conservados, em 78,97% da área, seguidos pelos Urbanos e auxiliares (14,77%), e, em menor proporção, pelos Rurais (2,84%) e Extrativistas (0,08%).

Os Sistemas Protegidos e/ou Conservados predominam na paisagem e pela manutenção da cobertura vegetal com floresta, restinga, mangue e vegetação de várzea, exercem função fundamental de preservação (formações primárias) ou conservação (demais estágios ou condições) das funções geoecológicas dos sistemas naturais e da qualidade ambiental, comportando coberturas em diferentes estágios sucessionais, como no caso da Floresta e da Floresta secundária e do Mangue e Mangue degradado.

A maior parte desta cobertura está em áreas protegidas, que sobrepõe diferentes regulamentações, ou está conservada fora destes limites. Os impactos ambientais incidentes são positivos pela regulamentação de mecanismos de proteção e pela manutenção da cobertura vegetal, embora neste último caso tenha importância variada de acordo com a degradação.

Por sua vez, os Sistemas Urbanos e Auxiliares representam as maiores extensões alteradas pelos usos da terra na região, comportando os espaços urbanos, utilizados como áreas residenciais, comerciais e de serviços, de expansão, para equipamentos urbanos ou mesmo como áreas verdes, além dos espaços que auxiliam e complementam a dinâmica urbana, nas áreas industriais e estruturas portuárias.

Neste caso houve a necessidade de subdivisão entre subsistemas urbanos, industriais e portuários, pelas diferenças nas funções socioeconômicas exercidas, nos padrões de uso ou mesmo dos impactos ambientais identificados.

Os Subsistemas Urbanos comportam as cidades, onde a atividade produtiva dedica-se fundamentalmente ao setor terciário. Nestas foi observada a manutenção de áreas verdes como ação de impacto positivo e como negativos a recorrência do desmatamento, da impermeabilização do solo, de alterações na drenagem, do lançamento de esgoto, do acúmulo de lixo em logradouros e de áreas contaminadas, além das diferenças quanto ao adensamento e as condições de urbanização.

Dedicadas ao mesmo setor econômico, os Subsistemas Portuários representam as áreas de estocagem e transito de mercadorias, enquanto os subsistemas industriais representam grandes extensões de áreas produtivas dedicadas ao setor secundário. Nestes, incidem ações

impactantes de desmatamento, impermeabilização, alterações na drenagem, áreas contaminadas, além do lançamentos de efluentes característicos das atividades exercidas.

Também comportando subdivisão, os Sistemas Rurais são as áreas funcionais à atividade produtiva dedicada ao setor primário e à dinâmica rural, que diferem quanto a diversidade produtiva e dos usos. Os Subsistemas Agrícolas Diversificados representam áreas que comportam diversidade nestes termos, enquanto os Subsistemas Agrícolas Permanentes representam áreas relativamente extensas com monoculturas. Nestas áreas a manutenção de fragmentos florestais constitui ação de impacto positiva, enquanto o desmatamento, as alterações na drenagem e o lançamento de esgoto das propriedades constituem ações negativas.

Dedicadas ao mesmo setor produtivo, os Sistemas Extrativistas representa as áreas onde há exploração mineral, adotado, portanto, como designação para o subsistema. Nestes casos os principais impactos decorrem do desmatamento e da própria natureza transformadora das atividades de mineração.

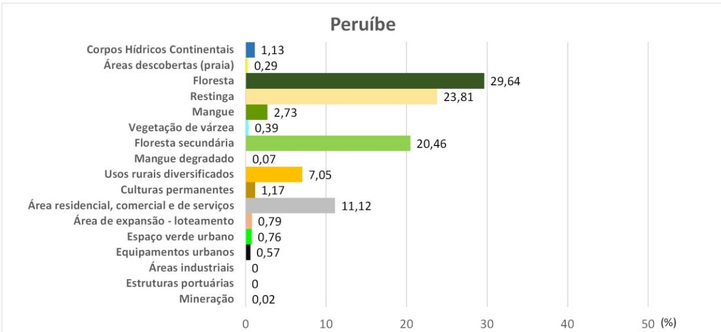
Em um recorte territorial, os percentuais de área dos Sistemas Antrópicos corroboram a leitura entre municípios centrais e periféricos, historicamente constituída. Os Sistemas Antrópicos Protegidos e/ou Conservados e os Rurais apresentam maiores percentuais nos municípios periféricos. Nestes casos, o primeiro tipo de sistema ocupa em média 83,21%, enquanto nos centrais representa 69,59%. No caso dos sistemas Rurais, nos municípios periféricos a média é de 3,67% dos territórios e nos centrais 0,84%.

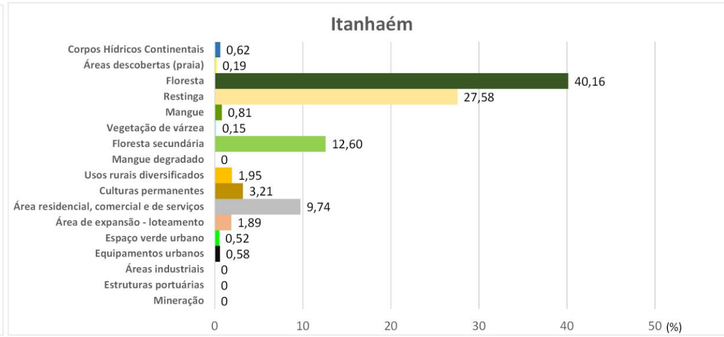
No que se refere aos Sistemas Urbanos e Auxiliares a lógica se mantém pela inversão dos valores, pois os municípios centrais apresentam a maior média 22,45% em detrimento dos periféricos com 11,82%. A exceção a tal padrão regional ocorre na proporção dos Sistemas Extrativistas, que distribuem-se em pequenas proporções em quatro dos nove municípios e são mais significativos na cidade polo, Santos.

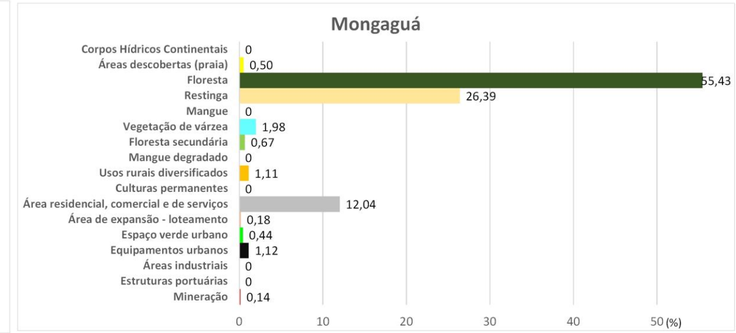
Consideradas subdivisões dos Sistemas, sobre os Subsistemas Antrópicos convém sublinhar a concentração de determinados tipos. Este é o caso dos subsistemas Agrícolas Permanentes, concentrados apenas em Peruíbe (1,17%) e Itanhaém (3,21%), dos subsistemas Portuários, em Santos (3,97%) e Guarujá (2,65%), e dos subsistemas Industriais, em Santos (0,51%) e Cubatão (12,79%). Estes percentuais de distribuição dos Sistemas e Subsistemas Antrópicos representam genericamente os padrões de usos da terra, detalhados na Figura 44.

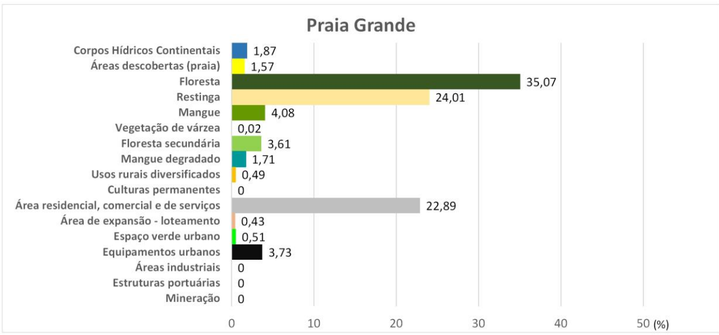
Figura 44- Gráficos dos percentuais de área de Usos e Cobertura da Terra por município da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP.

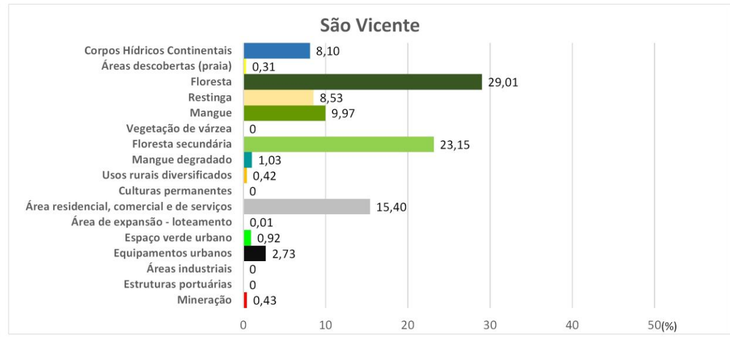
Percentuais de Área de Usos e Cobertura da Terra por Município da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP

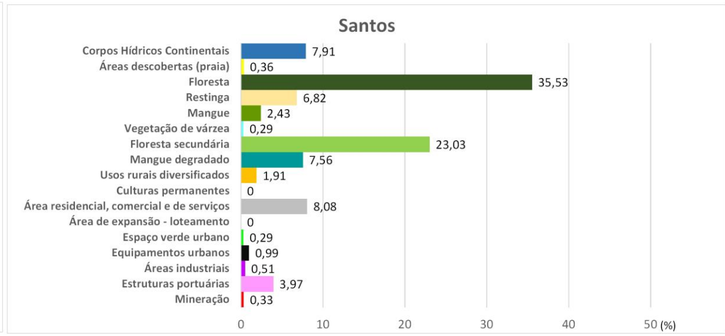


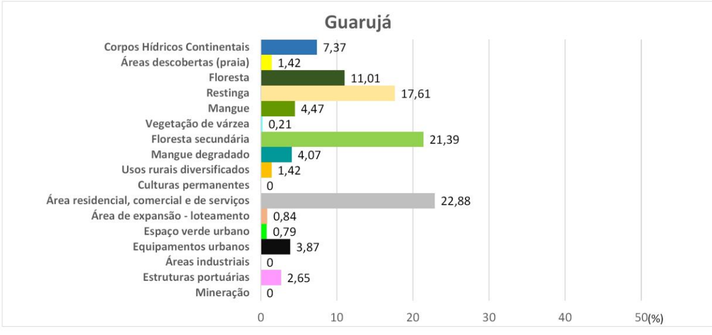


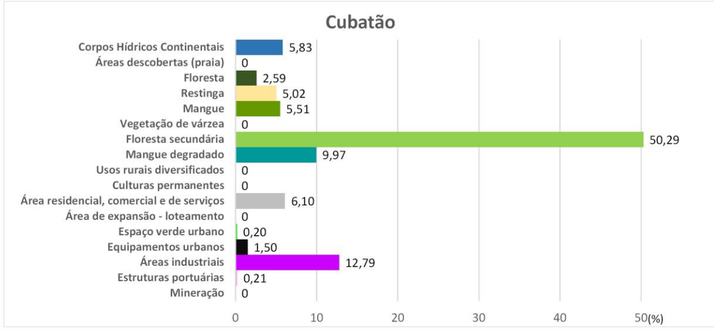


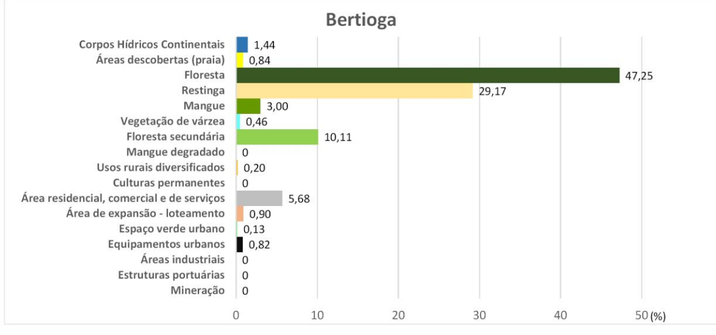












Como pode ser inferido a partir da análise dos sistemas e subsistemas, a cobertura vegetal em seus tipos variados predomina e apenas os usos residenciais, comerciais e de serviços, dentre as áreas modificadas pelos usos antrópicos, têm extensões semelhantes. Nestes quesitos o Município de Itanhaém ganha destaque pelas dimensões, justamente por ser o maior território regional. Porém, quanto aos equipamentos urbanos, as estruturas portuárias e as áreas industriais, as maiores extensões foram registradas em Praia Grande, São Vicente, Santos, Guarujá e Cubatão, os municípios centrais da Baixada.

É possível verificar a importância das áreas florestadas sobretudo em Bertioga e Mongaguá, com tendência à diminuição da proporção das florestas primárias quando se avança aos municípios centrais. Nestes, os manguezais, os mangues degradados e os corpos hídricos adquirem maior importância pela extensão estuarina, enquanto nos demais há destaque para vegetação de restinga na planície costeira.

O percentual utilizado pelas áreas residenciais, comerciais e de serviços possui maiores valores em Praia Grande e Guarujá. Contraditoriamente, Santos, o centro demográfico e econômico regional, apresentou a terceira menor proporção destes usos, apontando para o adensamento mais expressivo e, assim como em Cubatão, para o fato de que parte da malha urbana concorre com usos por grandes estruturas portuárias e industriais.

De maneira geral, a proporção dos usos rurais e das estruturas auxiliares à dinâmica urbana (equipamentos urbanos, áreas industriais e estruturas portuárias) confirma o perfil regional apresentado. Itanhaém e Peruíbe têm maiores extensões e proporções para o primeiro caso, enquanto os municípios centrais para o segundo.

Parte das estruturas auxiliares da dinâmica urbana, os equipamentos urbanos foram a categoria mais diversa classificada incluindo galpões industriais, de comércio e de serviços, cemitérios, estações de tratamento de água e esgoto, presídios, hospitais, estruturas viárias, campos de futebol, aeroportos, marinas, piers, reservatórios de água, centrais de distribuição de energia, instituições de ensino e clubes, dentre outros possíveis usos não identificados.

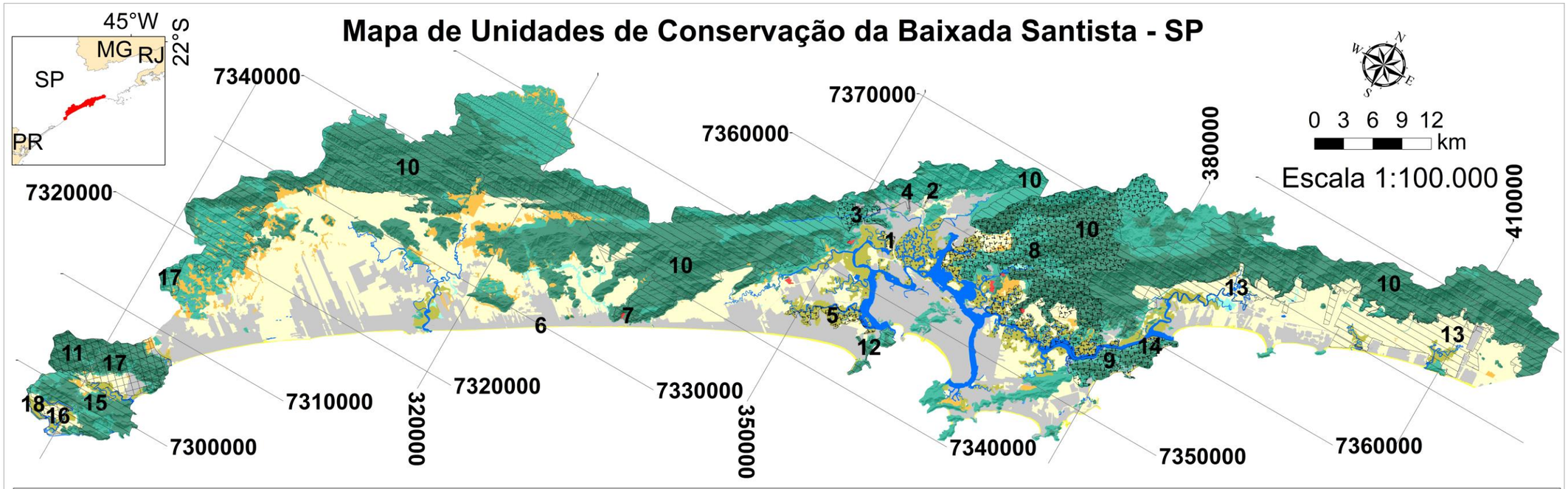
Entremeando todas as cidades há espaços verdes compostos por parques e jardins, principalmente nos municípios centrais litorâneos, acompanhando a demanda turística. Nos demais as áreas verdes urbanas, incluíram também vazios urbanos, principalmente na porção sul regional em áreas lindeiras à antiga ferrovia.

Apesar de se alongar por toda planície costeira paralela à praia, os usos urbanos e complementares à dinâmica urbana se concentram e adensam na parte central da região nas ilhas de São Vicente e Santo Amaro, e nos municípios de Praia Grande e Cubatão.

De outro lado, 78,97% da paisagem regional possui cobertura vegetal, somadas todas as classes de vegetação. Todos os municípios periféricos apresentaram áreas vegetadas superiores a 75%, tendo Bertioga pouco mais de 90% de sua área territorial vegetada. Já nos municípios centrais este tipo de cobertura fica abaixo dos 75,8% (caso Santista), com menor proporção em Guarujá (58,8%).

A elevada extensão da cobertura vegetal regional em muito se deve as restrições jurídicas para o uso pelas legislações federal, estadual e municipais, instituídas pelo reconhecimento da impossibilidade de usos pela intensa dinâmica natural, pelo valor cultural ou mesmo preservacionista destas áreas. Dentre estas destacam-se as Unidades de Conservação (Figura 45), mas também são importantes os territórios culturais e etnoculturais, nas áreas de tombamento da Serra do Mar e de Paranapiacaba e nas Terras Indígenas (Figura 46).

Figura 45- Mapa de Unidades de Conservação da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP.



Legenda

Usos e Cobertura da Terra

- Corpos hídricos continentais
- Áreas descobertas (praia)
- Floresta
- Floresta secundária
- Restinga
- Mangue
- Mangue degradado
- Vegetação de várzea
- Usos Rurais
- Usos Ubanos e auxiliares
- Mineração

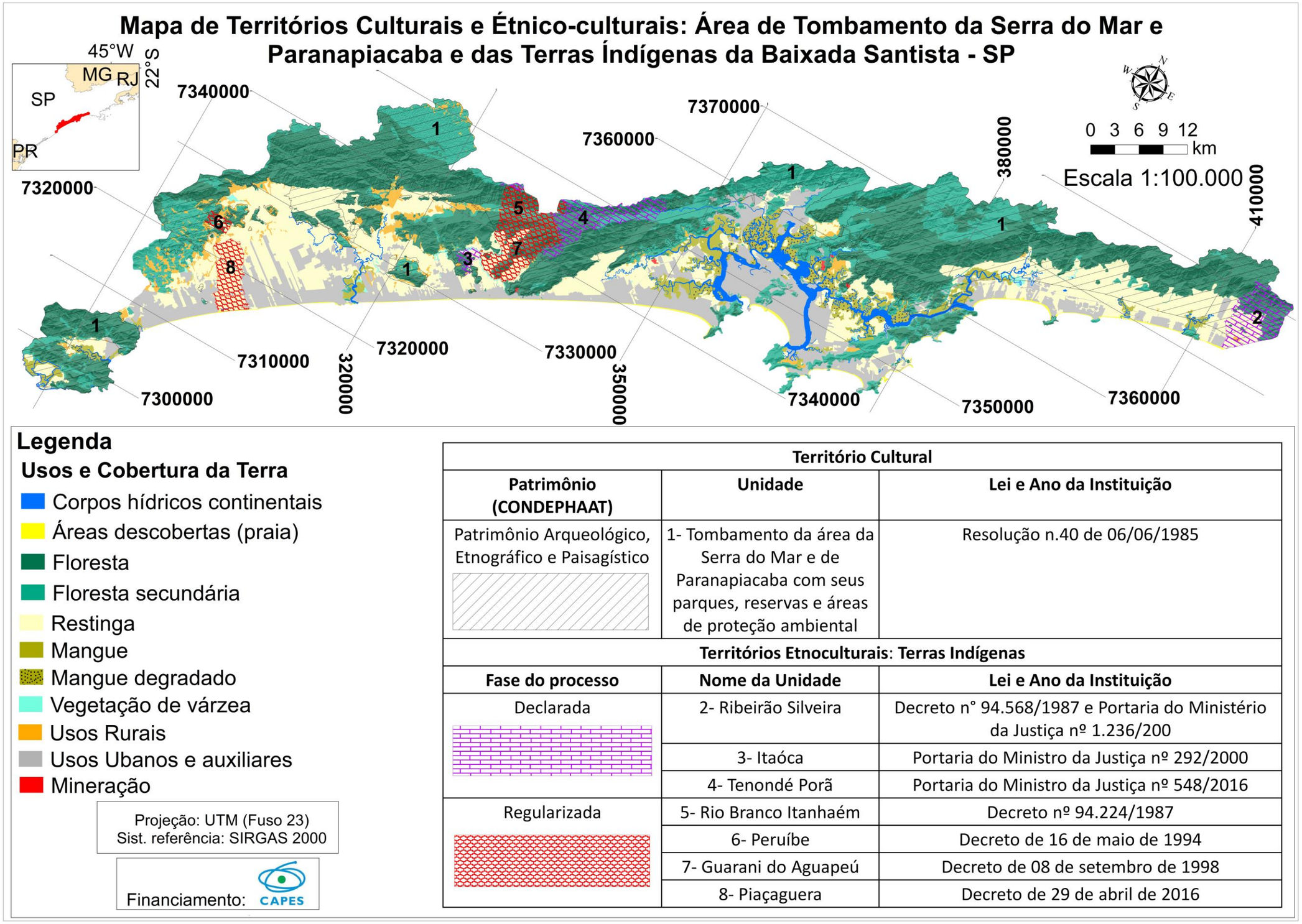
Projeção: UTM (Fuso 23)
Sist. referência: SIRGAS 2000

Financiamento: CAPES

Esfera	Nome da Unidade	Lei e Ano da Instituição
Municipal	1- Parque Natural Municipal Cotia Pará	Decreto Municipal nº 4.962; 1987 (Cubatão)
	2- Parque Ecológico do Perequê	Decreto Municipal nº 6563; 1992 (Cubatão)
	3- Parque Ecológico Itutinga-Pilões	Decreto Municipal nº 6563; 1992 (Cubatão)
	4- Parque Ecológico do Caminho do Mar	Decreto Municipal nº 6563; 1992 (Cubatão)
	5- Parque Municipal Piaçabuçu	Lei complementar nº 152; 1996 (Praia Grande)
	6- Parque Ecológico A Tribuna	1996
	7- Parque Ecológico Umberto Salomone	1996
	8- APA Santos – Continente	Lei complementar nº 729 de 11 de Julho de 2011
	9- APA da Serra do Guararu	Decreto n.9.948; 2012 (Guarujá)
Estadual	10- Parque Estadual da Serra do Mar	Decreto n.10251; 1977
	11- Estação Ecológica Juréia-Itatins	Decreto n.24.646; 1986
	12- Parque Estadual Xixová-Japuí	Decreto n.37.536; 1993
	13- Parque Estadual Restinga de Bertioga	Decreto n.56.500; 2010
	14- RPPN Maria do Conde	Resoluato n.13; 2013
	15- Parque Estadual do Itinguçu	Lei ordinoria n.14.982; 2013
	16- RDS da Barra do Una	Lei ordinoria n.14.982; 2013
Federal	17- ÁPA Cananéia-Iguape-Peruíbe	Decreto n.90347; 1984
	18- ARIE Ilha Ameixal	Decreto n.91889; 1985

Fonte: Instituto Pólis (2014), MMA (2018) e FUNAI (2020).

Figura 46- Mapa dos territórios culturais e etnoculturais da Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.



Território Cultural		
Patrimônio (CONDEPHAAT)	**Unidade**	**Lei e Ano da Instituição**
Patrimônio Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico	1- Tombamento da área da Serra do Mar e de Paranapiacaba com seus parques, reservas e áreas de proteção ambiental	Resolução n.40 de 06/06/1985
Territórios Etnoculturais: Terras Indígenas		
Fase do processo	**Nome da Unidade**	**Lei e Ano da Instituição**
Declarada	2- Ribeirão Silveira	Decreto n° 94.568/1987 e Portaria do Ministério da Justiça nº 1.236/200
	3- Itaóca	Portaria do Ministro da Justiça nº 292/2000
	4- Tenondé Porã	Portaria do Ministro da Justiça nº 548/2016
Regularizada	5- Rio Branco Itanhaém	Decreto nº 94.224/1987
	6- Peruíbe	Decreto de 16 de maio de 1994
	7- Guarani do Aguapeú	Decreto de 08 de setembro de 1998
	8- Piaçaguera	Decreto de 29 de abril de 2016

Obs.: de acordo com São Paulo (2020) os territórios 2 e 3 são ocupados pelos povos Guarani Mbya e Tupi-Guarani (Ñandeva), os territórios 4, 5 e 7 pelos Guarani Mbya e os territórios 6 e 8 pelos Tupi-Guarani (Ñandeva). Fonte: CONDEPHAAT (1985) e FUNAI (2020).

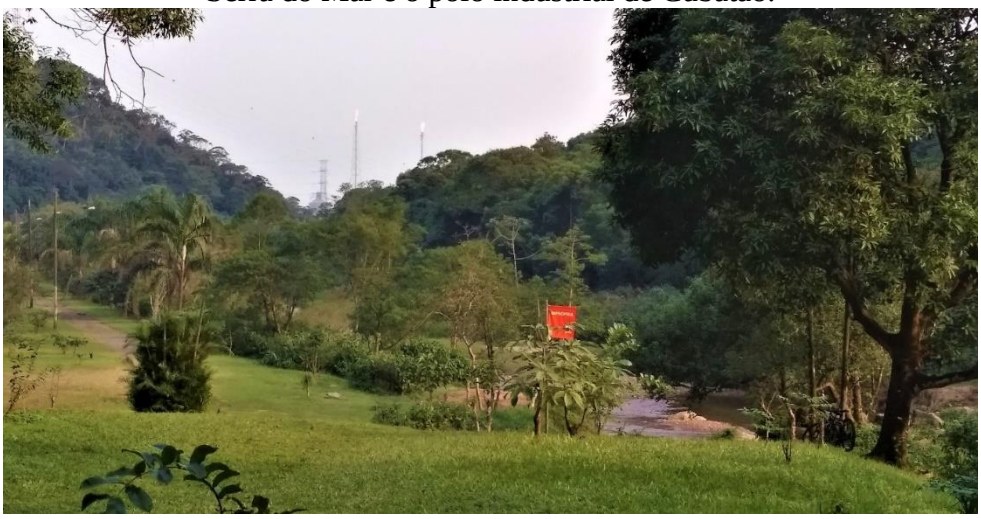
De acordo com Souza (2018), o estabelecimento de um arcabouço jurídico institucional de proteção ambiental efetivamente restringiu a escolha das localizações para o estabelecimento de atividades do interesse dos grupos econômicos dominantes, particularmente em processos de expansão urbana por sobre a Mata Atlântica no litoral do Estado de São Paulo. Na Baixada, os principais dispositivos de proteção ambiental aplicados foram e são o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o Código Florestal, além do Tombamento da Serra do Mar pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT) e da demarcação de Terras Indígenas (SOUZA, 2018).

Além destes, há também outros instrumentos legais que regulam a proteção ambiental, como a Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428 de 22, BRASIL, 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da Mata Atlântica, que no Artigo 11 veda o corte e a supressão da vegetação primária ou em estágios avançados e médios de regeneração, com exceções previstas no Artigo 14. Ainda, há também a Resolução CONAMA nº 303 (BRASIL, 2002) que dispôs parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP) de restingas e manguezais, dentre outras.

As áreas preservadas pelo SNUC (regulamentadas pela Lei nº. 9.985, BRASIL, 2000) totalizam 18 unidades instituídas pelo poder público federal, estadual e municipal. Destas, 5 são unidades de proteção integral, com 4 parques e 1 estação ecológica, e outras 6 são unidades de uso sustentável, sendo 3 Áreas de Preservação Ambiental (APA), 1 Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), 1 Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e 1 Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Dentre estas a mais extensa é o Parque Estadual da Serra do Mar, criado pelo Decreto nº 10.251 (SÃO PAULO, 1977) e tombado pelo CONDEPHAAT (SÃO PAULO, 1985) junto as demais áreas de preservação adjacentes.

Além das unidades instituídas conforme o SNUC (BRASIL, 2000) há também outros 7 parques regulamentados por legislações municipais, destinados a preservação e aos usos recreativos, em parque ecológicos e parques municipais (Figura 47).

Figura 47- Fotografia do Parque Ecológico do Perequê situado entre o Parque Estadual da Serra do Mar e o polo industrial de Cubatão.



Data: 21/06/2018.

Quanto ao tombamento pelo CONDEPHAAT (SÃO PAULO, 1985) a área abrangida foi a Serra do Mar e de Paranapiacaba no Estado de São Paulo, com seus Parques, Reservas e Áreas de Proteção Ambiental, além dos esporões, morros isolados, ilhas e trechos de planícies litorâneas. Explicitamente foi uma estratégia que constituiu um instrumento para preservação do patrimônio natural e cultural, mas que visou prioritariamente articular e consolidar as múltiplas iniciativas do poder público, que criou inúmeros parques, reservas e áreas protegidas.

Na resolução ficou instituído que o conjunto regional tombado é do mais alto significado para a preservação da natureza e manutenção da qualidade ambiental, com grande valor geológico, geomorfológico, hidrológico, paisagístico, como banco genético de natureza tropical e como região capaz de funcionar como espaço serrano regulador para a manutenção das qualidades ambientais e dos recursos hídricos da região litorânea e reverso imediato do Planalto Atlântico Paulista.

Como constatado pela relação espacial entre o tombamento e as demais áreas de proteção, há frequente sobreposição de unidades de conservação umas às outras ou por outros tipos de territórios protegidos, como as Terras Indígenas ou áreas preservadas pelo Novo Código Florestal.

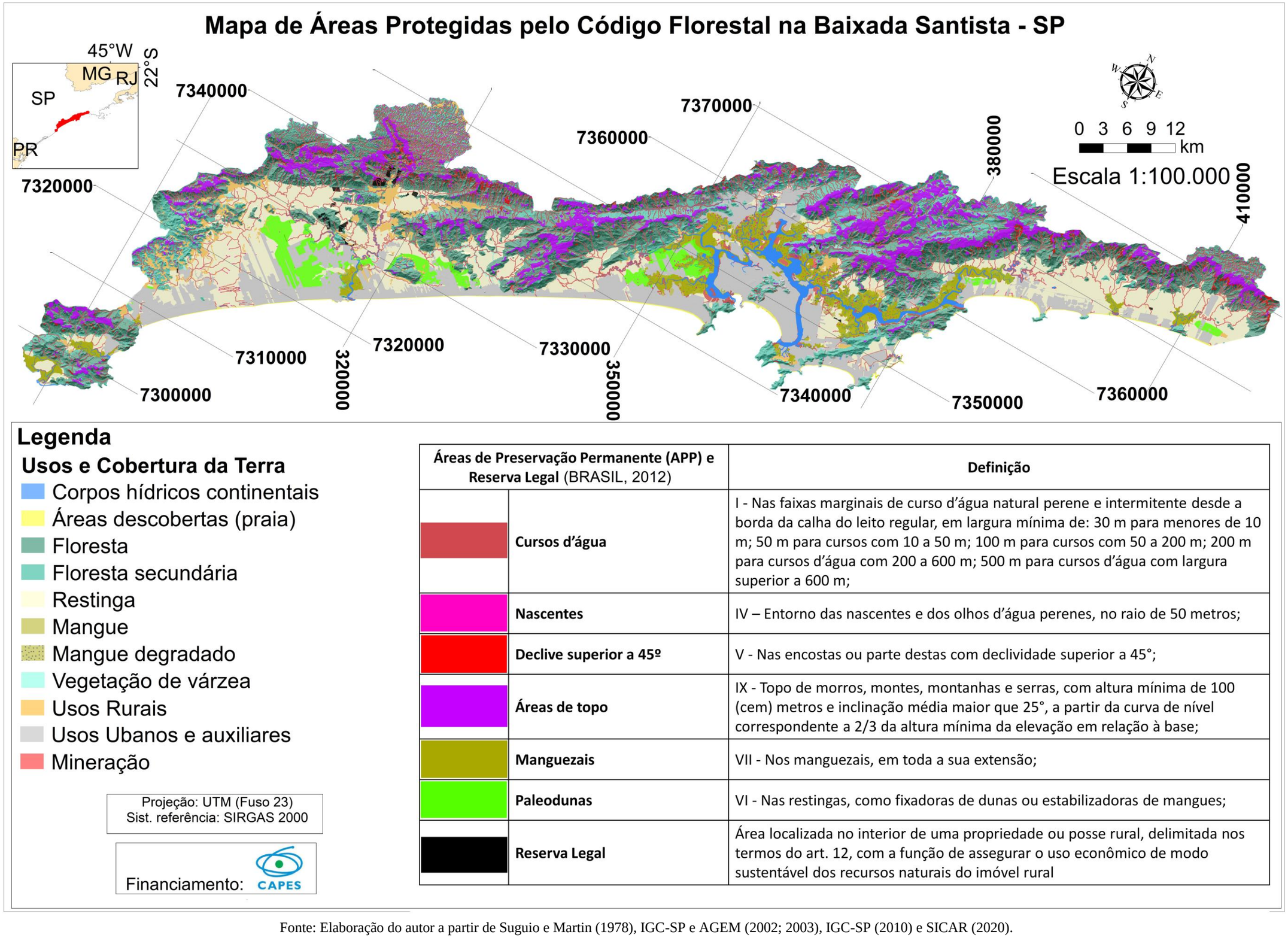
As Terras Indígenas também são pertencentes à União e também possuem finalidade preservacionista aliada à manutenção de modos de vida tradicionais conforme o Artigo 231 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), com a demarcação regida pelo Decreto

nº 1775 (BRASIL, 1996) que estabelece as fases do processo demarcatório. Destas, constam na Baixada terras em duas fases, uma mais inicial, com 3 terras declaradas, o que ainda pressupõe demarcação física e homologação, e outra mais avançada, com 4 terras regularizadas, registradas em cartório.

A respeito da sobreposição de áreas de proteção integral com terras indígenas, Souza (2018) aponta que os conceitos adotados pelos instrumentos de proteção ambiental acabaram por desconsiderar ou entender equivocadamente os modos de vida das populações tradicionais e indígenas. Isto resultou em conflitos que ameaçam a viabilidade do modo de vida destas populações, que poderiam ser entendidas como parte fundamental da estratégia de manutenção e fortalecimento da etnobiodiversidade do bioma de Mata Atlântica na paisagem do litoral brasileiro, particularmente na Baixada Santista (SOUZA, 2018).

Embora esteja inserido numa estratégia de enfraquecimento da regulação ambiental sobre a Mata Atlântica (SOUZA, 2018), o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) restringe a ocupação de extensas áreas de elevada fragilidade da Baixada incluídas como APP, além das Áreas de Reserva Legal (RL). O primeiro tipo determina a preservação de faixas marginais aos cursos d’água e nascentes, das encostas superiores a 45º, topos de morros, montes, montanhas e serras acima de 100 m, das restingas (fixadoras de dunas) e dos manguezais em toda sua extensão, e o segundo a preservação de 20% da cobertura vegetal nativa nos imóveis rurais (Figura 48).

Figura 48- Mapa de áreas protegidas pelo Código Florestal na Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.

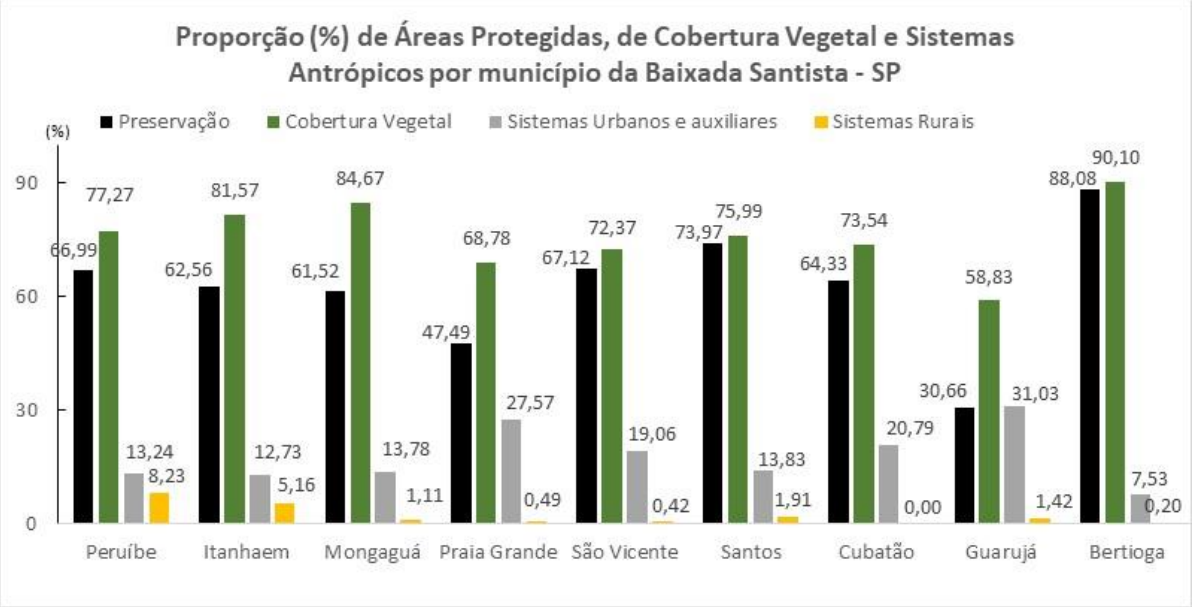


Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (BRASIL, 2012)		Definição
	Cursos d'água	I - Nas faixas marginais de curso d'água natural perene e intermitente desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: 30 m para menores de 10 m; 50 m para cursos com 10 a 50 m; 100 m para cursos com 50 a 200 m; 200 m para cursos d'água com 200 a 600 m; 500 m para cursos d'água com largura superior a 600 m;
	Nascentes	IV – Entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio de 50 metros;
	Declive superior a 45º	V - Nas encostas ou parte destas com declividade superior a 45°;
	Áreas de topo	IX - Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação em relação à base;
	Manguezais	VII - Nos manguezais, em toda a sua extensão;
	Paleodunas	VI - Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
	Reserva Legal	Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural

Fonte: Elaboração do autor a partir de Suguio e Martin (1978), IGC-SP e AGEM (2002; 2003), IGC-SP (2010) e SICAR (2020).

O percentual de extensão das áreas protegidas pelos dispositivos supracitados por município da Baixada foi comparado aos percentuais de extensão da cobertura vegetal, das áreas antropizadas, com funcionalidade urbana e auxiliar e rural, intencionando ilustrar a relação entre estes aspectos (Figura 49).

Figura 49- Gráfico da proporção (%) de extensão das áreas de preservação, da cobertura vegetal e das áreas antropizadas com funcionalidade rural e urbana Região Metropolitana da Baixada Santista - SP.



A porcentagem das áreas protegidas confirmam sua importância para a manutenção da cobertura vegetal na região. De maneira geral, conforme diminui o percentual das áreas protegidas há o decréscimo da cobertura vegetal. Ao contrário, numa relação inversa, conforme aumenta a proporção dos Sistemas Urbanos e Auxiliares, principal tipo para as áreas antropizadas, diminui o percentual de cobertura vegetal.

Nos municípios centrais de São Vicente, Santos e Cubatão há maior dependência entre o percentual de cobertura vegetal e de áreas protegidas apontando o significado destas para a preservação e conservação nestes territórios com a história urbana regional mais longínqua e que se apresentaram demograficamente mais adensados e/ou industrializados ao longo do tempo. Nestes municípios a quase totalidade da cobertura vegetal é mantida dentro de áreas protegidas.

Em Bertioga também há relação estreita entre cobertura vegetal e áreas protegidas. No entanto o contexto é diferente por se tratar de um município periférico com expansão mais recente dos usos urbanos e com pouca expressão histórica de usos rurais. Neste caso, destaca-

se a instituição recente (2010) do Parque Estadual da Restinga de Bertioga, mecanismo necessário para frear uma possível expansão dos usos sobre estas áreas num futuro próximo.

Nos demais municípios centrais, Guarujá e Praia Grande, há menores percentuais das áreas protegidas e de cobertura vegetal. Nestes a cobertura vegetal concorre principalmente com os percentuais dos usos funcionais à dinâmica urbana. Somente nestes municípios as áreas protegidas representam menos de 50% de cada território.

Nos municípios periféricos da porção sul a relação entre as áreas protegidas e os percentuais de cobertura vegetal também não são tão estreitos. Nestes, a cobertura vegetal concorre ainda com os usos rurais e, no geral, são os municípios que possuem os maiores fundos territoriais regionais.

Em termos ambientais, as áreas protegidas são as mais significativas ações de impacto ambiental positivo em extensão e importância, que muito contribuem para a preservação ou conservação das áreas de cobertura vegetal. No percurso adotado, para ponderação da importância foi feita a avaliação da incidência da ação impactante, detalhada Quadro 26.

Quadro 26- Ponderações da intensidade de ações de impactos ambientais nos componentes e subcomponentes dos Sistemas Naturais.

Ponderação da intensidade das ações de impacto ambiental pela avaliação da incidência nos componentes e subcomponentes dos Sistemas Naturais

Intensidade do Impacto Ambiental			
Muito alta	**Alta**	**Média**	**Baixa**
Média maior que 2,6	Média entre 2,1 e 2,5	Média entre 1,5 e 2	Média entre 1 a 1,5

Incidência da modificação ou manutenção sobre os fatores			
3 Severa	2 Moderada	1 Fraca	~ Inexistente ou desconsiderado

Componentes e subcomponentes dos sistemas naturais		Avaliação da incidência do impacto ambiental positivo				
		Cobertura Vegetal	Áreas Protegidas	Cobertura Vegetal (degradada ou em sucessão)	Fragmentos Florestais	Áreas Verdes Urbanas
Litogeomorfológico	Estrutura geológica	3	3	2	1	1
	Micro formas de relevo	3	3	2	1	1
	Micro e mesoclima	3	3	3	2	1
Hidroclimatológico	Águas superficiais	3	3	3	2	1
	Águas subterrâneas	3	3	3	2	1
	Qualidade do ar	3	3	3	2	1
Pedobiótico	Cobertura vegetal	3	3	2	1	1
	Solos	3	3	2	1	1
Média		3,0	3,0	2,5	1,5	1,0
Intensidade do impacto ambiental		**Muito alta**	**Muito alta**	**Alta**	**Baixa**	**Baixa**

(Continuação)

Componentes e subcomponentes dos sistemas naturais		Avaliação da incidência do impacto ambiental negativo													
		Desmatamento	Alteração na Drenagem e Escoamento			Lixo nos logradouros	Efluentes e atividades industriais	Efluentes e atividades portuárias	Efluentes domésticos			Presença de Áreas Contaminadas			
			Rural	Urbana	Impermeabilização				Rurais sem rede coletora	Urbanos sem rede coletora	Urbanos com rede coletora	Áreas Urbanas	Portos e industrias	Equipamentos Urbanos	Demais pontos
Litogeomorfológico	Estrutura geológica	1	1	2	1	~	1	~	~	~	~	~	~	~	~
	Micro formas de relevo	2	2	3	1	1	~	~	~	~	~	~	2	~	2
	Micro e mesoclima	2	~	~	~	~	3	1	~	~	~	~	~	~	~
Hidroclimatológico	Águas superficiais	2	1	1	1	2	3	3	1	3	2	1	3	1	3
	Águas subterrâneas	2	~	~	3	1	3	2	1	2	1	3	3	3	3
	Qualidade do ar	2	~	~	~	2	3	2	~	~	~	~	2	~	~
Pedobiótico	Cobertura vegetal	2	1	2	2	1	2	2	~	~	~	~	~	~	3
	Solos	2	1	2	3	3	3	2	1	2	1	3	3	3	3
Média		1,9	1,2	2,0	1,8	1,7	2,6	2,0	1,0	2,3	1,3	2,3	2,6	2,3	2,8
Intensidade do impacto ambiental		**Média**	**Baixa**	**Média**	**Média**	**Média**	**Muito Alta**	**Média**	**Baixa**	**Alta**	**Baixa**	**Alta**	**Muito Alta**	**Alta**	**Muito Alta**

(Continuação)

Componentes e subcomponentes dos sistemas naturais		Avaliação da incidência do impacto ambiental negativo													
		Padrões de ocupação urbana					Densidade de ocupação urbana				Padrões de Ocupação Rural			Mineração	Aterros Controlados e Sanitários
		Assentamentos Precários	Área Urbana Verticalizada	Equipamentos Urbanos	Área residencial, comercial e de serviços	Área de expansão - loteamento	Muito Alta	Alta e Média	Baixa e Muito Baixa	Rarefeito	Pastagem	Usos Agrícolas Permanentes	Diversificados		
Litogeomorfológico	Estrutura geológica	2	2	2	1	1	2	2	1	1	~	~	~	3	2
	Micro formas de relevo	2	2	3	2	1	2	2	1	1	2	1	1	3	3
	Micro e mesoclima	1	3	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	2	3
Hidroclimatológico	Águas superficiais	3	3	2	3	2	3	2	2	1	1	1	1	3	3
	Águas subterrâneas	2	1	2	1	1	3	2	1	1	~	1	~	3	3
	Qualidade do ar	1	2	2	1	1	2	1	1	1	~	~	~	3	3
Pedobiótico	Cobertura vegetal	3	3	3	3	2	3	3	2	1	2	2	2	3	3
	Solos	3	3	2	2	2	3	3	2	1	2	1	2	3	3
Média		2,1	2,4	2,3	1,9	1,4	2,6	2,1	1,4	1,0	1,6	1,2	1,4	2,9	2,9
Intensidade do impacto ambiental		**Alta**	**Alta**	**Alta**	**Média**	**Baixa**	**Muito Alta**	**Alta**	**Baixa**	**Baixa**	**Média**	**Baixa**	**Baixa**	**Muito Alta**	**Muito Alta**

Além da Cobertura vegetal e das Áreas protegidas, a Figura 50 ilustra a distribuição espacial, apresenta as ponderações sobre a intensidade, extensão e persistência e justifica as tomadas de decisão sobre os indicadores: Fragmentos florestais, Áreas verdes urbanas, Desmatamento e Padrão de ocupação rural. Nos mesmos moldes, a Figura 51 ilustra as Alterações na drenagem e escoamento, Efluentes e atividades industriais e portuárias, Áreas contaminadas e Densidade de ocupação urbana, enquanto a Figura 52 ilustra o Padrão de ocupação urbana, Efluentes domésticos, Resíduos sólidos e a Mineração.

Figura 50- Folha 1 da coleção de mapas de ações de impacto ambiental da Baixada Santista - SP.

Cobertura Vegetal

Ponderação

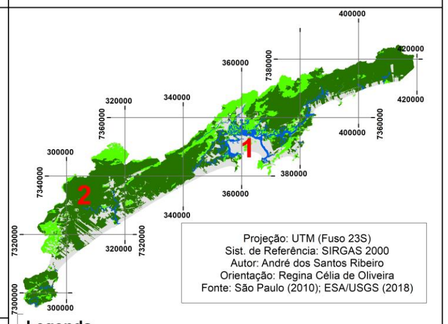
Cobertura vegetal			
Primária			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Muito Alta	Extenso	Permanente	Total
8,0	4,0	8,0	36,0
Em Sucessão ou degradada			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Alta	Extenso	Permanente	Total
4,0	4,0	8,0	24,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Cobertura Vegetal
Primária
Importância: preserva as condições naturais e as funções geoecológicas dos componentes;
Extensão: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região;
Persistência: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Em Sucessão ou Degradada
Incidência da ação: Preserva as condições naturais e as funções geoecológicas dos componentes. Além de algum nível de degradação da cobertura vegetal em si, há alterações nas funções dos componentes litogeomorfológico e pedológico, com resultados na aceleração de processos erosivos e gravitacionais, como relatado por Gutberlet (1996) para o caso das áreas de florestas secundárias do município de Cubatão.
Extensão: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região;
Persistência: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Usos Antrópicos
- Em Sucessão ou Degradada (+24)
- Primária (+36)

Escala 1:25.000

Ilustração

1- Floresta secundária alternada com usos urbanos nos morros residuais da Ilha de São Vicente próximo ao Porto de Santos

2- Vegetação Primária de Floresta (escarpas e morros) e Restinga (planície costeira)

Áreas Protegidas

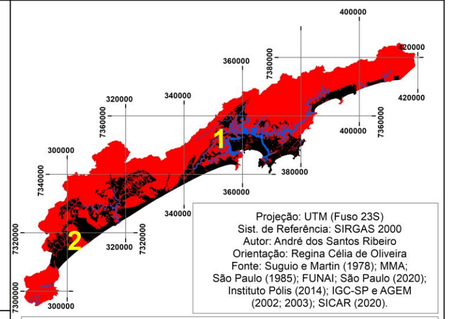
Ponderação

Áreas Protegidas			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Muito Alta	Extenso	Permanente	Total
8,0	4,0	8,0	36,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Áreas Protegidas
Immportância: Estipula e regulamenta a preservação ou a conservação da cobertura vegetal e demais condições naturais, essenciais para manutenção das funções geoecológicas dos componentes;
Extensão: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região;
Persistência: Permanente, pelo caráter da legislação reguladora.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Áreas Protegidas (+36)
- Demais Áreas

Escala 1:50.000

Ilustração

1- Áreas protegidas sobrepostas: APP de curso d'água dentro (lado direito na imagem) e fora (esquerda) do Parque Estadual da Serra do Mar

2- Terra Indígena entre as áreas urbanas de Peruíbe (esquerda) e Itanhaém (direita) (Fonte: Google Earth)

Fragmentos Florestais

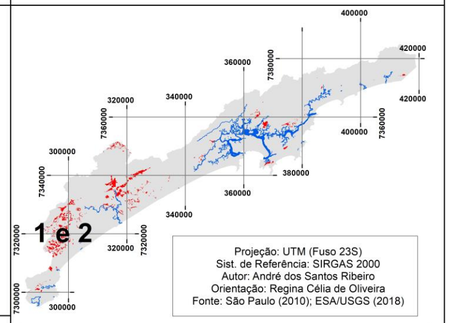
Ponderação

Fragmentos Florestais			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Baixa	Pontual	Permanente	Total
1,0	1,0	8,0	12,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Fragmentos Florestais
Intensidade: Preserva algumas condições naturais e funções geoecológicas dos componentes. O nível de degradação da cobertura vegetal é mais elevado e por conseguinte assume-se a alteração mais intensa nos demais subcomponentes, considerados em termos ecológicos e geoecológicos, conforme Lima, Francisco e Boher (2017) dentre outros.
Extensão: Distribuição em pontos dentro da área;
Persistência: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Demais Áreas
- Áreas com Fragmentos Florestais (+12)

Escala 1:25.000

Ilustração

1 e 2- Fragmento de floresta secundária alternado com usos rurais no município de Peruíbe

Áreas Verdes Urbanas

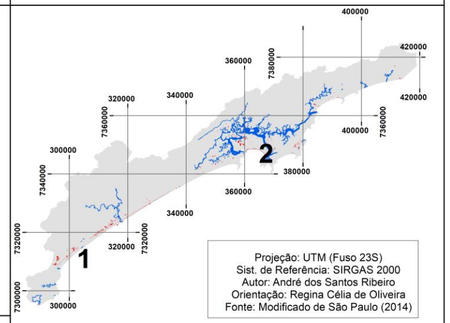
Ponderação

Áreas Verdes Urbanas			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Baixa	Parcial	Permanente	Total
1,0	2,0	8,0	13,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Áreas Verdes Urbanas
Intensidade: Preserva algumas condições naturais e funções geoecológicas dos componentes em áreas intensamente antropizadas, restando fundamentais na qualidade ambiental (BARGOS e MATIAS, 2011). Representam fragmentos que regulam algumas funções geoecológicas nestas áreas.
Extensão: Parcial, distribuição em blocos e faixas dentro da área;
Persistência: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Demais Áreas
- Áreas Verdes Urbanas (+13)

Escala 1:10.000

Ilustração

1- Sítio Histórico e Arqueológico Ruínas do Abarebebe

2- Jardins da orla de Santos e Praça Washington (Fonte: Google Earth)

Desmatamento

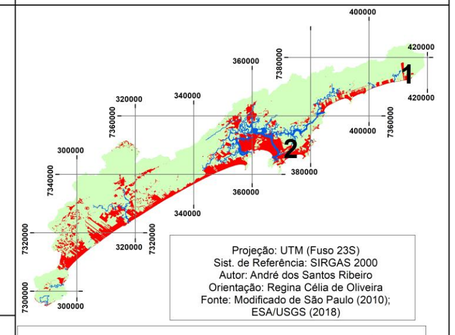
Ponderação

Desmatamento			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Média	Extenso	Permanente	Total
-2,0	-4,0	-8,0	-18,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Desmatamento
Intensidade: Intervenção primária para ocupação nos padrões regionais cujos efeitos, guardadas as particularidades locais, se manifestam em todos os componentes e na dinâmica ambiental (AFONSO, 2006). As alterações na cobertura vegetal apresentam repercussões em todos os demais subcomponentes.
Extensão: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região;
Persistência: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Áreas Desmatadas (-18)
- Áreas Vegetadas

Escala 1:100.000

Ilustração

1- Área de restinga desmatada com usos urbanos consolidados nas proximidades do Bairro Morada da Praia em Bertioga (Fonte: Google Earth)

2- Área desmatada com pasto e capoeira, expansão urbana nas proximidades do aterro sanitário de Morrinhos em Guarujá

Padrão de Ocupação Rural

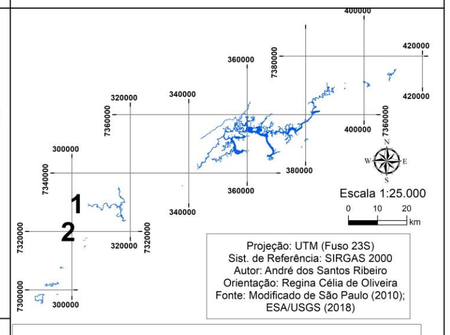
Ponderação

Padrões de Ocupação Rural			
Pastagem/Capoeira			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Média	Parcial	Permanente	Total
-2,0	-2,0	-8,0	-16,0
Culturas Permanentes			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Baixa	Parcial	Permanente	Total
-1,0	-2,0	-8,0	-13,0
Diversificados			
Intensidade	Extensão	Persistência	
Baixa	Pontual	Permanente	Total
-1,0	-1,0	-8,0	-12,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Padrões de Ocupação Rural
Intensidade: Padrões gerais de uso da terra em áreas rurais que caracterizam intervenções diferentes. Nestas áreas as alterações dos solos e cobertura vegetal restam mais relevantes. Os processos erosivos representam a alteração mais significativa dos solos com repercussões principalmente nas águas superficiais (RIBEIRO et al., 2016). Nas áreas de pastagem pelo pisoteio há também a compactação do solo e alterações moderadas das microformas de relevo, desencadeando formação de ravinas em áreas suscetíveis. Quanto aos recursos hídricos também são relevantes os usos para dessedentação de animais e a artificialização em áreas para aquicultura.
Extensão: Culturas Permanentes e Pastagem/capeira: Parcial, distribuição em blocos e faixas dentro da área; Diversificados: Pontual, pontos com tais usos dentro da área.
Persistência: Todos: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Escala 1:25.000

Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Pastagem/Capoeira (-16)
- Cultivos Permanentes (-13)
- Diversificados (-12)
- Demais Áreas

Ilustração

1- Cultivo de Palmito (Permanente) em Peruíbe

2- Bairro rural com sítios em Peruíbe

Figura 51- Folha 2 da coleção de mapas de ações de impacto ambiental da Baixada Santista - SP.

Alterações na Drenagem e Escoamento

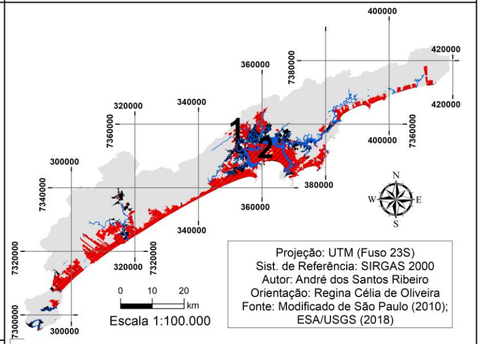
Ponderação

Alterações na drenagem e escoamento			
Rural			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Baixa	Pontual	Permanente	**Total**
-1,0	-1,0	-8,0	-12,0
Urbana			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Média	Parcial	Permanente	**Total**
-2,0	-2,0	-8,0	-16,0
Impermeabilização			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Média	Extenso	Permanente	**Total**
-2,0	-4,0	-8,0	-18,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Alteração na Drenagem e Escoamento
Intensidade: Intervenção frequentemente imposta nos canais fluviais para alteração da navegabilidade, das características de escoamento ou mesmo para urbanização. A intensidade das alterações aumentam do ambiente rural para o urbano, onde há sobreposição com a intensa impermeabilização. As repercussões destas alterações interferem sobretudo na hidrologia, no balanço dos processos de sedimentação e erosão e na relação entre o escoamento superficial e infiltração.
Na região, destas alterações decorrem processos erosivos nas planícies fluviais (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM, 2017) e na área costeira (TESSLER et al., 2006).
Extensão: Rural: pontual; Urbano: parcial, em faixas dentro das áreas urbanas; Impermeabilização: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região;
Persistência: Rural: alterações irreversíveis; Urbano e impermeabilização: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Demais áreas
- Impermeabilizacao (-18)
- Alterações na drenagem urbana (-16)
- Alterações na drenagem rural (-12)

Ilustração

1- Canal do rio das Pedras retificado em Cubatão

2- Impermeabilização na Ilha de São Vicente e entorno

Efluentes e Atividades Industriais e Porutárias

Ponderação

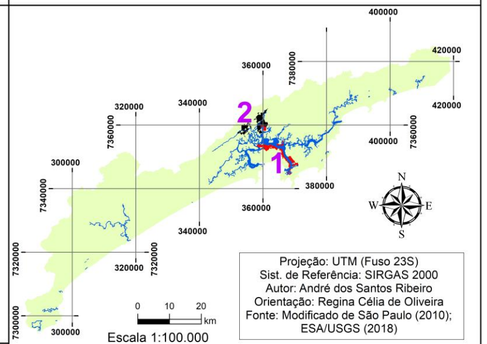
Efluentes e atividades industriais e portuárias			
Industriais			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Muito Alta	Parcial	Permanente	**Total**
-8,0	-2,0	-8,0	-34,0
Portuárias			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Média	Pontual	Pertinente	**Total**
-2,0	-1,0	-4,0	-11,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Efluentes e atividades industriais
Intensidade: Problema cujas principais repercussões concentram-se espacialmente e que é agravado pelas características naturais. As alterações mais significativas manifestam-se no componente hidroclimático, representando causas importantes de alteração da qualidade do ar e padrões climáticos (GUTBERLET, 1996; CETESB, 2015), além da qualidade da água (CBH-BS, 2016).
Extensão: Parcial, distribuição em blocos e faixas dentro da área;
Persistência: Permanente, pelos níveis de acúmulo na região.

Impacto: Efluentes e atividades portuárias
Intensidade: Emissões decorrente das atividades portuárias ocasionado pelas instalações e pelos veículos de transporte cujas alterações incidem principalmente nas águas superficiais com repercussões nos demais subcomponentes ao longo do estuário e que apresenta repercussões nos balanços sedimentares por implicar remoções e remobilizações constantes de sedimentos dos canais estuarinos (SILVA e GOMES, 2012; CBH-BS, 2016).
Extensão: Pontual, distribuição em pontos dentro da área;
Persistência: Pertinente, produtos lançados periodicamente, acumulados na cadeia trófica e nos sedimentos.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Demais áreas
- Efluentes e atividades portuárias (-11)
- Efluentes e atividades industriais (-34)

Ilustração

1- Trecho do Porto de Santos

2- Efluentes atmosféricos no polo petroquímico de Cubatão

Áreas Contaminadas

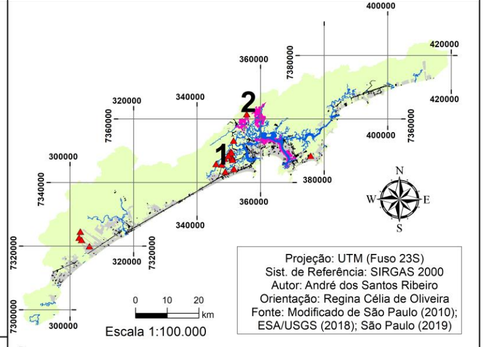
Ponderação

Áreas Contaminadas			
Áreas Urbanas			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Pontual	Pertinente	**Total**
-4,0	-1,0	-4,0	-17,0
Equipamentos Urbanos			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Pontual	Pertinente	**Total**
-4,0	-1,0	-4,0	-17,0
Portos e Industrias			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Muito alta	Pontual	Pertinente	**Total**
-8,0	-1,0	-4,0	-33,0
Demais Pontos			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Muito alta	Pontual	Pertinente	**Total**
-8,0	-1,0	-4,0	-33,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Áreas contaminadas
Intensidade: Lugares cujo lançamento de material contaminante compromete as relações ecológicas e a saúde humana pelas repercussões severas nas alterações dos parâmetros geoquímicos dos solos e das águas superficiais e subterrâneas. Processam-se também alterações pela criação de depósitos tecnogênicos para armazenagem (AVANZI et al. 2015; AGEM, 2018; SÃO PAULO, 2019).
Extensão: Pontual, distribuição em pontos dentro da área;
Persistência: Portos e industriais: Permanente, conforme o tempo para remediação ou recuperação registrado em São Paulo (2019); Área urbana e Equipamentos Urbanos: Pertinente, pelo menor tempo para remediação ou recuperação (SÃO PAULO, 2019).

Distribuição Espacial



Legenda
- Demais pontos de contaminação (-33)
- Corpos Hídricos Continentais
- Em Porto e Industria (-33)
- Em Equipamentos Urbanos (-17)
- Em Áreas Urbanas (-17)
- Demais áreas

Ilustração

1- Aterro de armazenagem de resíduos industriais contaminados às margens da rodovia SP-055 em São Vicente (Fonte: Google Earth)

2- Área de armazenamento de resíduos industriais contaminados ao lado da entrada do Parque Ecológico do Perequê em Cubatão (Fonte: Google Earth)

Densidade de Ocupação Urbana

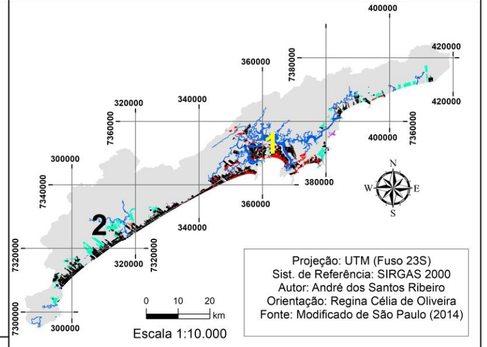
Ponderação

Densidade de Ocupação Urbana			
Muito Alta			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Muito alta	Extenso	Permanente	**Total**
-8,0	-4,0	-8,0	-36,0
Alta e Média			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Extenso	Permanente	**Total**
-4,0	-4,0	-8,0	-24,0
Baixa e Muito Baixa			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Baixa	Extenso	Permanente	**Total**
-1,0	-4,0	-8,0	-15,0
Rarefeito			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Baixa	Pontual	Permanente	**Total**
-1,0	-1,0	-8,0	-12,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Densidade de ocupação urbana
Intensidade: Padrões gerais de adensamento urbano que indicam áreas ocupadas tanto pela população residente quanto flutuante, determinam a demanda por recursos naturais, infraestrutura e serviços sanitários, com níveis mais severos de demanda e de alterações conforme a maior concentração.
Extensão: Muito alta, Alta e média, Baixa e muito baixa: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região; Rarefeito: Pontual, pontos de ocupação dentro da área.
Persistência: Todos: Permanente, por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Legenda
- Corpos Hídricos Continentais
- Baixa e Muito Baixa (-15)
- Muito Alta (-36)
- Rarefeito (-12)
- Alta e Média (-24)
- Demais áreas

Ilustração

1- Área com densidade urbana alta e muito alta (verticalização) em Santos

2- Densidade Baixa (parte central), média e alta (parte inferior) em Itanhaém (Fonte: Google Earth)

Figura 52- Folha 3 da coleção de mapas de ações de impacto ambiental da Baixada Santista - SP.

Padrão de Ocupação Urbana

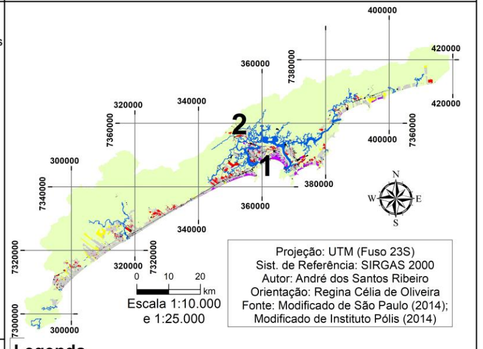
Ponderação

Padrão de Ocupação Urbana			
Assentamentos Precários			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Extenso	Permanente	**Total**
-4,0	-4,0	-8,0	-24,0
Área Urbana Verticalizada			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Parcial	Permanente	**Total**
-4,0	-2,0	-8,0	-22,0
Equipamentos Urbanos			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Extenso	Permanente	**Total**
-1,0	-4,0	-8,0	-24,0
Área Residencial, Comercial e de Serviços			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Média	Extenso	Permanente	**Total**
-2,0	-4,0	-8,0	-18,0
Área de Expansão - Loteamento			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Baixa	Parcial	Permanente	**Total**
-1,0	-2,0	-8,0	-13,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Padrões de ocupação urbana
Intensidade: Padrões que determinam impactos sobre os componentes e demandas sobre os recursos em áreas onde processam-se modificações intensas da cobertura vegetal e remobilizações das camadas de solo e, por vezes, de depósitos sedimentares e rochas. Os Assentamentos Precários representam áreas com acesso inadequado a habitação, aos recursos naturais e ao saneamento. As áreas com Verticalização são aquelas que concentram muita demanda por recursos e serviços e que promovem alterações nos padrões microclimáticos (AFONSO, 2006). Os Equipamentos Urbanos promovem alterações intensas nas formas de relevo em cortes e lançamentos. Por sua vez, as áreas residenciais, comerciais e de serviços moderadamente demandam recursos e processam alterações decorrentes do uso da terra, enquanto as áreas de expansão (loteamentos) são áreas menos intensivas nestes termos.
Extensão: Assentamentos precários: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região; Verticalização: Parcial, distribuição em blocos em menos de 1% da região; Equipamentos Urbanos e Áreas residenciais, comerciais e de serviços: Extenso; Loteamentos: Parcial, distribuição em blocos.
Persistência: Assentamentos precários, Verticalização, Equipamentos Urbanos e Áreas residenciais, comerciais e de serviços: Permanente, por decorrer de uso da terra; Loteamento: Pertinente.

Distribuição Espacial



Projeção: UTM (Fuso 23S)
Sist. de Referência: SIRGAS 2000
Autor: André dos Santos Ribeiro
Orientação: Regina Célia de Oliveira
Fonte: Modificado de São Paulo (2014); Modificado de Instituto Pólis (2014)

Legenda

- Corpos Hídricos Continentais
- Demais Áreas
- Equipamentos Urbanos (-24)
- Área de expansão - Loteamento (-13)
- Assentamentos Precários (-24)
- Área res., com. e de ser. (-18)
- Área Urbana Verticalizada (-22)

Ilustração

1- Assentamentos Precários da Vila Esperança em Cubatão (Fonte: Google Earth)

2- Área Urbana Verticalizada na orla de São Vicente

Efluentes Domésticos

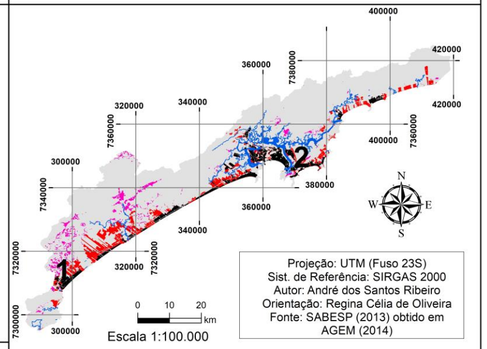
Ponderação

Efluentes Domésticos			
Rurais sem rede coletora			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Baixa	Pontual	Fugaz	**Total**
-1,0	-1,0	-1,0	-5,0
Urbanos sem rede coletora			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Alta	Extenso	Pertinente	**Total**
-4,0	-4,0	-4,0	-20,0
Urbanos com rede coletora			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Baixa	Pontual	Temporal	**Total**
-1,0	-1,0	-2,0	-6,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Efluentes domésticos
Intensidade: Emissões feitas pelo sistema de esgotamento. Representa um dos principais problemas ambientais e sanitários regionais, agravado periodicamente pelo aumento da população flutuante, com repercussões nos solos por fossas irregulares e nas águas superficiais pelo despejo sem tratamento relacionado à falta ou ao acesso precário à rede formal (CBH-BS, 2016).
Extensão: Rural: Pontual, distribuição em pontos dentro da área; Urbano sem esgoto: Extenso, distribuição contínua em área maior que 1% (24,3 Km2) da região; Urbano com esgoto: Pontual, pontos com lançamento irregular.
Persistência: Rural: Fugaz, dispersão rápida; Urbano com e sem esgoto: Temporário, com acúmulo em alguns componentes.

Distribuição Espacial



Projeção: UTM (Fuso 23S)
Sist. de Referência: SIRGAS 2000
Autor: André dos Santos Ribeiro
Orientação: Regina Célia de Oliveira
Fonte: SABESP (2013) obtido em AGEM (2014)

Legenda

- Corpos Hídricos Continentais
- Urbanos sem rede coletora (-20)
- Urbanos com rede coletora (-6)
- Rurai sem rede coletora (-5)
- Demais Áreas

Ilustração

1- Vestígios de lançamento de esgoto na rede de drenagem no centro de Peruíbe

2- Tubulação de lançamento direto de esgoto em área urbana sem rede coletora em Guarujá

Resíduos Sólidos

Ponderação

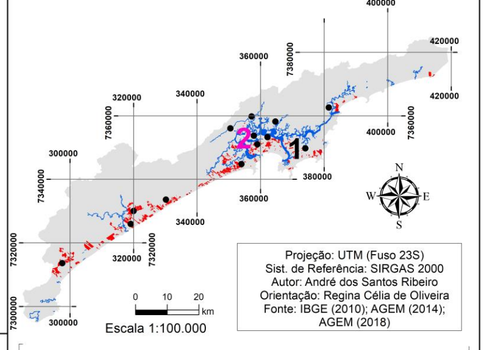
Resíduos Sólidos			
Lixo nos logradouros			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Média	Pontual	Fugaz	**Total**
-2,0	-1,0	-1,0	-8,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			
Aterros Controlados e Sanitários			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Muito Alta	Pontual	Permanente	**Total**
-8,0	-1,0	-8,0	-33,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Lixo nos logradouros
Intensidade: Problema frequente nas áreas urbanas da região periodicamente agravado pela população flutuante e que possui elevada repercussão sanitária e ambiental (AGEM, 2018). Em decorrência da escala do levantamento teve a importância reduzida, sendo as alterações no solo e nas águas superficiais as mais relevantes, das quais diversas outras processam-se em cadeia.
Extensão: Pontual, distribuição em pontos dentro da área;
Persistência: Fugaz, frequentemente realocado ou removido.

Aterros Sanitários e Controlados
Intensidade: Áreas de comprometimento severo da qualidade ambiental e das condições sanitárias com efeitos desde a qualidade do ar até as águas subterrâneas.
Extensão: Pontual: pontos discretos.
Persistência: Permanente, pelo tempo de degradação da grande quantidade de material depositado.

Distribuição Espacial



Projeção: UTM (Fuso 23S)
Sist. de Referência: SIRGAS 2000
Autor: André dos Santos Ribeiro
Orientação: Regina Célia de Oliveira
Fonte: IBGE (2010); AGEM (2014); AGEM (2018)

Legenda

- Aterros Controlados e Sanitários
- Corpos Hídricos Continentais
- Lixo nos logradouros (-6)
- Demais Áreas

Ilustração

1- Lixo acumulado em logradouro nas margens de córrego intensamente poluído em Morrinhos, Guarujá

2- Aterro controlado (lixão desativado) de Sambaiatuba com urbanização precária no entorno

Mineração

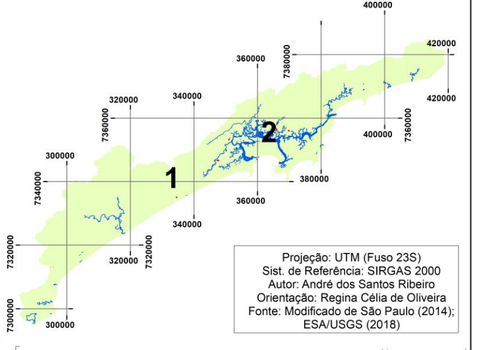
Ponderação

Áreas de Mineração			
Intensidade	**Extensão**	**Persistência**	
Muito Alta	Parcial	Permanente	**Total**
-8,0	-2,0	-8,0	-34,0
(3* Intensidade + Extensão + Persistência)			

Justificativa

Mineração
Intensidade: Áreas de alteração severa de todo o conjunto paisagístico e das relações sistêmicas e geocológicas, desde a estrutura geológica até a qualidade do ar (MECHI e SANCHES, 2010).
Extensão: Pontual: pontos discretos.
Persistência: Permanente, pela natureza das alterações e por decorrer de uso da terra.

Distribuição Espacial



Projeção: UTM (Fuso 23S)
Sist. de Referência: SIRGAS 2000
Autor: André dos Santos Ribeiro
Orientação: Regina Célia de Oliveira
Fonte: Modificado de São Paulo (2014); ESA/USGS (2018)

Legenda

- Corpos Hídricos Continentais
- Áreas de mineração (-34)
- Demais Áreas

Ilustração

1- Mineração de brita nos limites do Parque Estadual da Serra do Mar, próximo ao centro de Mongaguá (Fonte: Google Earth)

2- Mineração de brita próximo ao Estuário santista, às margens do rio Jurubatiba em Santos

Tendo de um lado a vocação para preservação e de outro a vocação urbana, portuária e industrial, os Sistemas Rurais da Baixada e suas ações impactantes correspondentes representam 2,84% da região. Estas incluem áreas de habitação ou lazer e/ou são voltadas para produção agropecuária com agricultura diversificada (sobretudo de banana), pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, e foram classificadas como áreas rurais diversificadas. Entretanto existem espaços com cultivos permanentes em grandes extensões, dedicadas intensivamente também a cultura da banana além da cultura do palmito. De maneira geral, a produção rural regional se concentra em Itanhaém e Peruíbe e, em menor proporção, Mongaguá (Tabela 6).

Tabela 6- Produção agrícola conforme a área colhida e pecuária conforme o número de cabeças por município da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Municípios	**Agricultura (Área colhida em ha)**			**Pecuária Rebanho (em cabeças)**	
	Banana	Palmito	Demais	Bovinos, Bubalinos e Equinos	Demais
Itanhaém	2000	400	5 (batata doce); 12 (mandioca); 4 (maracujá)	1110	6000 (galináceos); 20 (ovinos)
Mongaguá	274	22	-	29	973 galináceos e 20 suínos
Peruíbe	1500	50	50 (mandioca)	1100	10000 galináceos e 180 suínos
Demais municípios da Baixada Santista	0	0	0	0	0

Fonte: Produção Agropecuária Municipal do IBGE para o ano de 2016. Disponibilizado pela Fundação SEADE. Organização do autor.

É a extensão territorial disponível para estas atividades, aliada à localização periférica na região que fazem com que Peruíbe (8,23%) e Itanhaém (5,16%) concentrem maiores porcentagens de áreas rurais diversificadas, sobretudo com sítios e áreas de pastagens, além de todas as áreas de cultivos permanentes intensivos da Baixada. São comuns fragmentos florestais entremeando os usos rurais (Figura 53).

Figura 53- Área de cultivo permanente de palmito alternado com pequenos fragmentos florestais em Peruíbe.

Data: 16/01/2019.

Nestes espaços rurais predomina a modificação do ambiente original, embora em intensidade menor que nos sistemas urbanos e auxiliares. Tais mudanças se deram principalmente pela alteração da cobertura vegetal e, em trechos destas áreas ou mesmo de áreas vegetadas, houve também alteração da drenagem.

Ocasionados por intervenções de diferentes naturezas, de acordo com Tessler et al. (2006), os rios Una, Guaraú, Peruíbe, Itanhaém, e, conforme Afonso (2006), o estuário santista, sofreram intervenções nas suas morfologias. No Una e Itanhaém aberturas de canais para encurtar caminhos de navegação ocasionaram alterações, no primeiro na chamada Volta Morta, que criou a Ilha do Ameixal, e no segundo no chamado Furo Grande no encontro dos rios Branco e Preto (TESSLER et al., 2006).

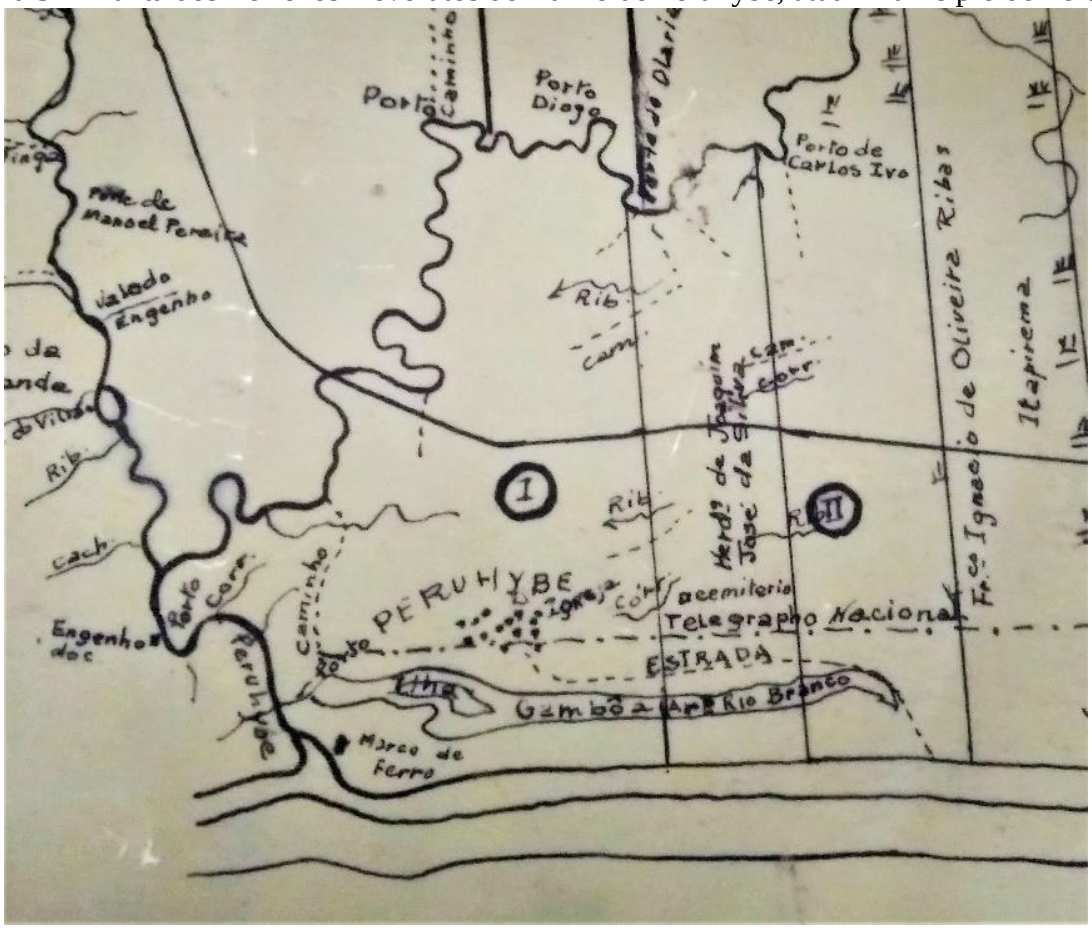
O rio Itanhaém compõe a segunda maior bacia hidrográfica do litoral paulista e de acordo com a Prefeitura Municipal de Itanhaém (2017) apresenta inúmeros pontos de instabilidade pela erosão fluvial dentre outros processos degradantes relacionados aos impactos dos usos da terra nas margens dos canais em APP, situação mais frequente no rio Branco, que possui as maiores extensões de áreas agrícolas.

No rio Guaraú as alterações se deram sobretudo na foz por meio de enrocamento, tipo de obra comum nos rios da região como no Mongaguá, Peruíbe, Itapanhaú e nos canais do

estuário santista, que de acordo com Tessler et al. (2006) fixou nova saída para o rio deslocada cerca 500 m da original e promoveu o assoreamento do canal.

Já no rio Peruíbe as alterações foram mais intensas, iniciadas por aterramentos de extensa gamboa, registrada no mapa do Serviço de Discriminação de Terras de 1915 conforme ilustra a Figura 54, além da retificação dos rios Branco e Preto próximo da confluência e da construção de diques laterais para a contenção de inundações.

Figura 54- Planta dos Terrenos Devolutos do Bairro de Peruhybe, atual Município de Peruíbe.



Obs.: Arranjos da ocupação e da hidrografia do atual centro da cidade de Peruíbe, intensamente transformados. Fonte: Serviço de Discriminação de Terra (1915).

Por sua vez, nos canais estuarinos as alterações se distribuem com diferentes intensidades. As mais severas ocorreram principalmente nos canais de Santos e Piaçaguera, pela contínua dragagem dentre outras intervenções voltadas para melhoria do transporte hidroviário. O canal de navegação, periodicamente dragado, se inicia na Baía de Santos, atravessa longitudinalmente o Canal e o Porto de Santos e chega até Cubatão, alcançando o Canal de Piaçaguera para atingir a Cosipa (AFONSO, 2006).

Os Sistemas Urbanos e Auxiliares concentram maiores intensidades e extensões nas alterações na morfologia dos canais fluviais. Nestas áreas houve a eliminação da cobertura vegetal, a alteração da topografia, do padrão de drenagem e da permeabilidade do solo. A retilinização, canalização da drenagem, a abertura de valas e a impermeabilização impuseram nova dinâmica hidrológica com aumento da quantidade e velocidade do escoamento superficial, diminuição da infiltração e rebaixamento do lençol freático.

Destas condições decorrem a acentuação dos eventos ligados aos movimentos gravitacionais e alagamentos e inundações (AFONSO, 2006; OLIVEIRA, 2010) e processos erosivos na linha costeira (TESSLER et al., 2006; SOUZA, 2012) nas áreas que incorporam estes conjuntos de alterações.

Enquanto parte da paisagem antrópica auxiliar à dinâmica urbana, as áreas industriais concentram-se nos municípios de Cubatão (12% da área municipal) e as estruturas portuárias em Santos (4%) e Guarujá (2,7% da área municipal).

Conforme dados da Fundação SEADE sobre o valores da transformação industrial para o ano de 2016, o total da Baixada foi de 145,014 bilhões de reais, dentre os quais 133,150 bilhões (91,8%) foram da indústria de derivados do petróleo, produtos químicos e metalurgia. Somente em Cubatão, considerando estas mesmas industrias, esse valor foi de 122,178 bilhões, representando 84,2% do valor total da transformação industrial regional. Isto é reflexo da concentração e auxilia compreender a proporção do parque industrial cubatense, além de demostrar as principais atividades industriais do município, mais importantes da região.

A concentração da atividade industrial no entorno estuarino implica lançamentos de efluentes industriais, portuários e domésticos cujos efeitos manifestam-se na elevada poluição das águas com modificações intensas na diversidade biológica e concentram-se principalmente na zona mais interior do Canal de Santos, que recebe mais poluentes industriais e também das atividades portuárias (AFONSO, 2006).

A poluição de origem industrial constitui a principal fonte de contaminantes químicos para o sistema estuarino santista, não só pela diversidade dos poluentes envolvidos como pelo volume lançado. A região da bacia hidrográfica do Cubatão e o canal da Cosipa (Piaçaguera) são as principais contribuições de fontes industriais para o estuário, com resíduos e efluentes de diferentes fontes que se acumularam sobretudo nos sedimentos e na cadeia trófica. Metais pesados como cobre, zinco, chumbo e mercúrio compõe parte das emissões de

grandes empresas químicas, petroquímicas, de fertilizantes e siderúrgicas e atingem indiretamente os seres vivos produzindo efeitos cumulativos na cadeia trófica (CETESB, 2001).

Este relatório ainda apontou que além do lançamento de efluentes líquidos as substâncias químicas entram no sistema estuarino pela água de escoamento superficial, por vazamentos e acidentes ambientais, por deposição atmosférica de poluentes, pela disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos e industriais em diversos locais das bacias de contribuição, contaminando as águas superficiais e subterrâneas, e pelo lançamento de sedimentos contaminados resultante da atividade de dragagem nos canais portuários.

Além das consequências para o estuário, as emissões de poluentes atmosféricos do complexo industrial de Cubatão, associadas ao relevo e às condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão, causaram a degradação da cobertura vegetal da floresta, o que no ano de 1985, somado à suscetibilidade e ao acumulo de pluviosidade, desencadeou o evento coletivo de escorregamentos na Serra do Mar no município (CETESB, 2015).

As elevadas concentrações de poluentes atmosféricos representam risco para a saúde, danificam flora e fauna e destroem monumentos históricos e construções modernas. Entre as emissões nesta região com elevada fitotoxicidade, destacaram-se os fluoretos gasosos, os óxidos de enxofre e de nitrogênio, originados principalmente das indústrias de fertilizantes e refinaria, e os materiais particulados emitidos por diversas fontes (CETESB, 2015).

Quanto aos efluentes gerados pelas atividades portuárias, de forma geral Silva e Gomes (2012) apontam a proveniência pelo esgotamento sanitário e por processos industriais das instalações, tais como resíduos de banheiros e de lavagens, metais pesados, óleos, graxas, sulfetos, fenóis, cianetos, fluoretos e produtos químicos orgânicos em geral, e dos provenientes das embarcações, dos banheiros e das cozinhas de bordo, além dos de embarque e desembarque de granéis líquidos e lavagem de convés e tanques, cuja composição depende da natureza da carga transportada. Dentre estes, os autores apontam como mais preocupantes os das industriais e áreas de armazenagem do entorno portuário e os de carga e descarga de granéis líquidos.

As fontes de origem portuária são bastante diversificadas em virtude da ampla pauta de produtos manipulados pelos terminais, especialmente os de granéis líquidos. Salvo em casos de acidentes, o potencial de contaminação por estas fontes é inferior ao das indústrias (CETESB, 2001). Com um grande parque industrial, Cubatão já chegou a ser considerada a cidade mais poluída do mundo pela ONU na década de 80, quando era área de segurança

nacional durante a ditadura militar (1964-1985), o que dificultava qualquer ação questionadora (AVANZI et al., 2015).

Os portos e industrias da Baixada concentram também muitas áreas com solos contaminados, que incluem locais onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada por quaisquer substâncias ou resíduos depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados (SÃO PAULO, 2019).

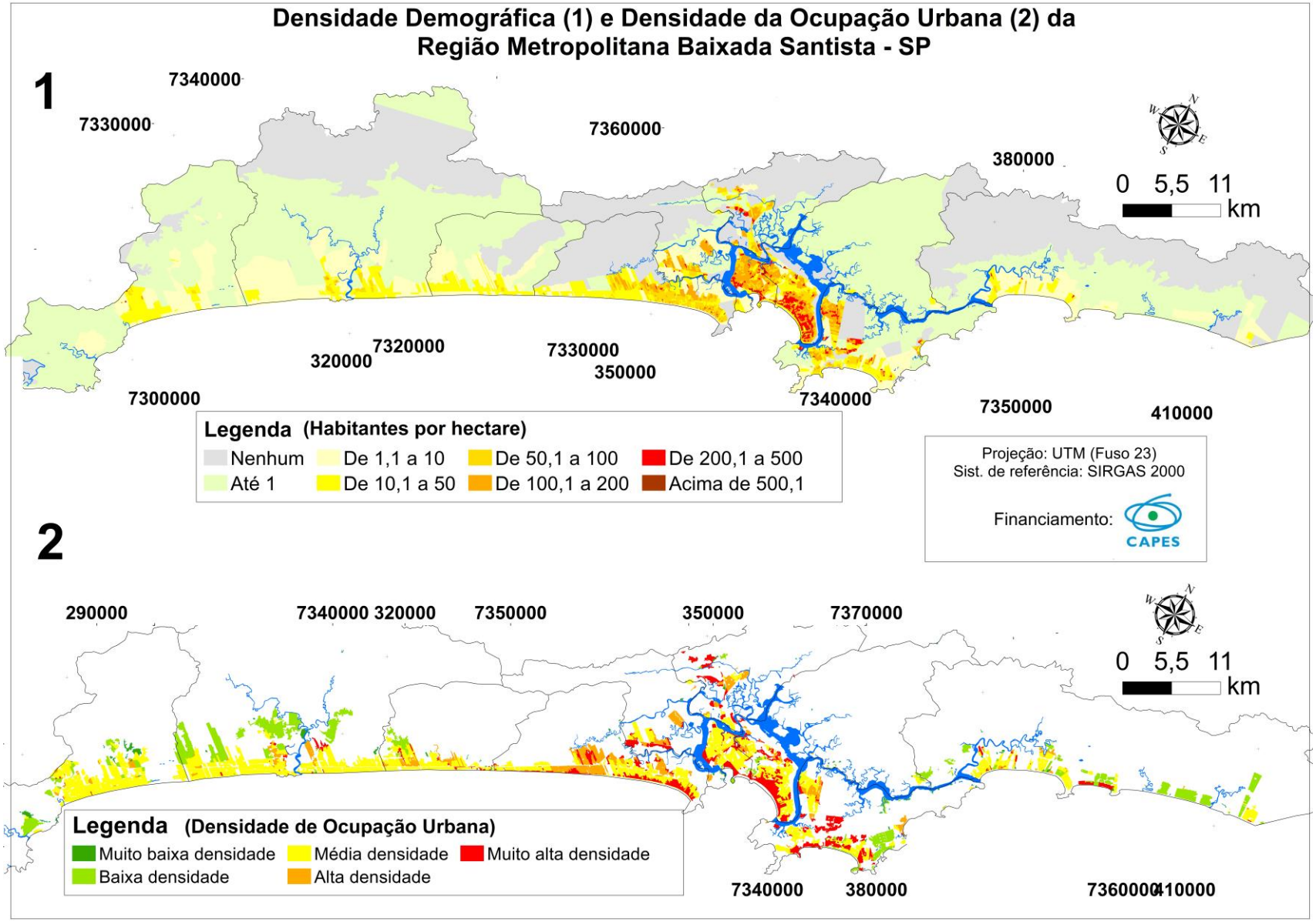
Além das áreas contaminadas dentro das dependências das indústrias existem também aquelas fora destes limites, neste caso com destaque para os pontos de armazenagem de resíduos da Rhodia-Brasil, responsável pela maioria destes casos.

Durante a década de 1970 a empresa Rhodia-Brasil instalada no complexo cubatense passou a armazenar resíduos tóxicos desde Cubatão até Itanhaém, em depósitos cercados por áreas urbanas como na porção continental de São Vicente nos bairros Quaternário e Samaritá. Estima-se que até a data de inativação em 1993 a empresa tenha gerado cerca de 20 mil toneladas de resíduos tóxicos que foram totalmente dispostos sob o solo e/ou enterrados, compostos majoritariamente por hexaclorobenzeno e hexaclorobutadieno, dentre outras em menor quantidade, que por conta da degradação deram origem a produtos mais tóxicos, como o cloreto de vinila (AVANZI et al. 2015).

No entanto, conforme os registros de São Paulo (2019) feitos a partir dos dados da CETESB, a maior parte das áreas contaminadas da Baixada, 175 pontos dentre os 264 registrados até dezembro de 2018, são postos de combustível, distribuídos nas áreas urbanas residenciais, comerciais e de serviços e nas áreas de equipamentos urbanos, assim como os pontos contaminados por atividade comercial e algumas áreas de resíduos.

Avançando aos aspectos gerais da área urbana regional, na Baixada embora os dados sobre extensão sugiram certa semelhança entre os níveis de urbanização dos municípios periféricos, sobretudo Mongaguá, Peruíbe e Itanhaém, e dos centrais, na verdade há marcante diferença relacionada ao adensamento, refletida pela densidade demográfica e pela densidade da ocupação urbana, que apontam maior intensidade nos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos e Guarujá (Figura 55). Por constituir indicador mais fidedigno a ponderação das ações de impacto neste quesito foram propostas a partir da densidade da ocupação urbana.

Figura 55- Mapa de Densidade Demográfica e Densidade de Ocupação Urbana da Baixada Santista – SP.



Fonte: 1 - Dados do Censo Demográfico do IBGE (2010); 2- Modificado de São Paulo (2014).

Apesar da tendência geral de aumento da densidade demográfica acompanhada pelo aumento da densidade de ocupação urbana alguns contrastes são observáveis. Nas orlas de Praia Grande e Guarujá há disparidade quanto a densidade de ocupação e densidade demográfica, isto se explica pela importância do turismo que gerou grande demanda por edificações que servem em grande parte ao uso ocasional. Com menor intensidade, o mesmo ocorre em Bertioga, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.

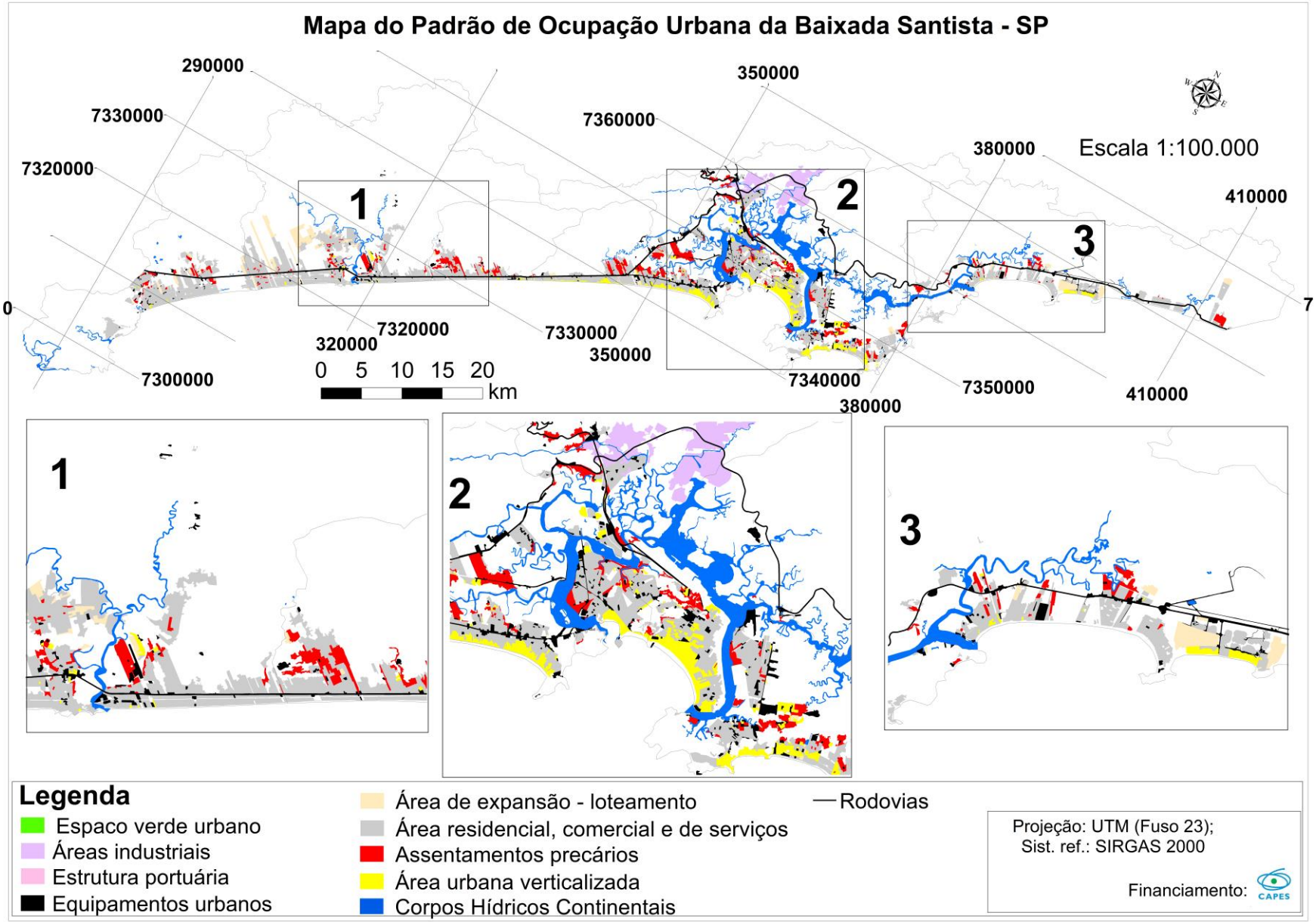
Neste sentido a orla da ilha vicentina, tanto de Santos quanto de São Vicente indica processo diferente, com alta densidade demográfica acompanhadas pela alta densidade de ocupação, indicando peso menor do turismo na ocupação nestas áreas em relação aquelas de Praia Grande e Guarujá.

Já os lugares onde ocorre aumento da densidade demográfica não acompanhado pelo aumento da densidade de ocupação indicam maior quantidade de pessoas por domicílios, como frequentemente se registra na área urbana interior do Município de São Vicente.

Regionalmente, é nítida a diferença entre a densidade demográfica e de ocupação urbana entre os municípios centrais e periféricos. Nos periféricos, a densidade demográfica por setor censitário captura de forma incipiente o adensamento, devido ao grande tamanho dos setores.

Quando analisado o Padrão de ocupação urbana (Figura 56) a relação centro periferia entre os municípios regionais se manteve. Nas áreas urbanas dos municípios periféricos a ocupação é predominantemente horizontalizada, enquanto nos municípios centrais há o alinhamento de extensa ocupação vertical, principalmente na linha de costa. Além da verticalização a malha urbana como um todo possui fisionomia característica das grandes cidades brasileiras nos municípios centrais de Praia Grande, São Vicente, Santos e Guarujá, incluindo a manifestação de contrastes sociais severos com muitos trechos precariamente urbanizados próximos a residenciais luxuosos, grandes centros comerciais ou mesmo áreas com oferta adequada de infraestrutura.

Figura 56- Mapa do Padrão de Ocupação Urbana da Baixada Santista - SP.



Fonte: Modificado de São Paulo (2014) e de Instituto Pólis (2014).

Na Baixada Santista o espaço urbano é bastante adensado principalmente na cidade-polo, com poucos vazios na área insular vicentina, o que implica em forte verticalização dada pela limitação do uso do espaço urbano e pela crescente escassez de terras, que ocorreu primeiramente nas cidades centrais como Santos, Guarujá e São Vicente, e posteriormente nas demais. Porém, a verticalização excessiva gera impactos sociais, econômicos e ambientais, tendo em vista o adensamento excessivo e a alta demanda por serviços (AMBRÓSIO et al., 2015).

Nos municípios de Guarujá e São Vicente e, posteriormente, em Praia Grande, o processo de verticalização é resultado da expansão santista, que consolidaram Guarujá e Praia Grande como polos turísticos, enquanto em São Vicente a verticalização e valorização imobiliária ficaram limitadas pela própria geografia da cidade. Para Ambrósio et al. (2015) essa característica favoreceu a ocupação do município por populações de menor renda, tanto em áreas de expansão urbana de baixo valor, mais distantes do centro e com falta de infraestrutura, quanto em áreas impróprias para ocupação.

Já, os municípios da porção sul, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe possuem semelhança quanto à valorização próxima à orla, que concentra a oferta por infraestrutura e equipamentos públicos, mas diferem dos anteriores quanto à intensidade do adensamento.

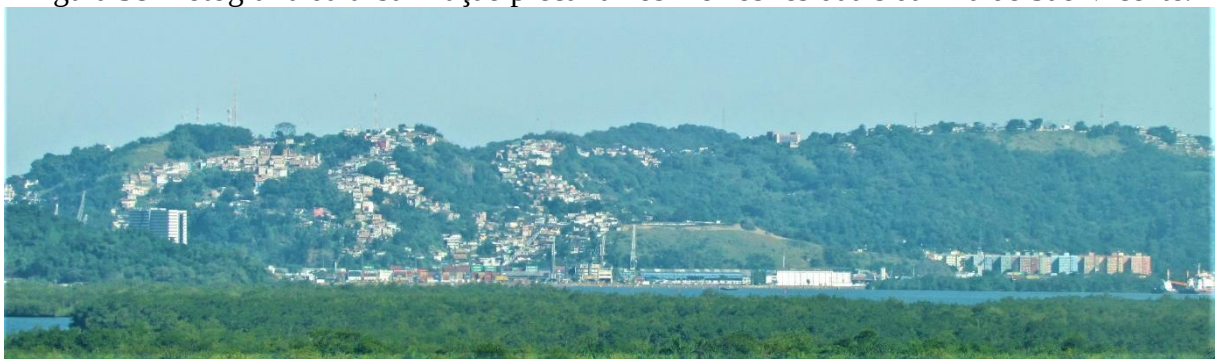
Por sua vez, a ocupação em Bertioga é fragmentada ao longo das praias com inúmeros condomínios e loteamentos horizontais, mas também com verticalização recente e concentrada na Riviera de São Lourenço, loteamento com casas e apartamentos de alta renda utilizados como segunda residência distante do centro da cidade. A Figura 57 ilustra a fisionomia da ocupação da ocupação das áreas de orla da região.

Figura 57- Mosaico de fotografias com a fisionomia da urbanização de trechos da orla da Baixada Santista - SP.

Obs.: (1) de Santos (a partir do Monte Serrat), (2) de Bertioga (da praia do centro), (3) de Guarujá (da praia das Astúrias e de Pitangueiras) e (4) de Itanhaém (a partir do Morro do Convento). As fotografias 2, 3 e 4 foram feitas próximas aos núcleos urbanos iniciais dos respectivos municípios. Data: 18/01/2019.

Outra característica relevante salientada no Mapa de Padrão da Ocupação Urbana é a precarização com moradias em favelas sobretudo em mangues e encostas, que, principalmente em Santos, Guarujá, São Vicente e Praia Grande contrastam com a valorização imobiliária manifestada em moradias e prédios luxuosos. De acordo com Morell et al. (2015) estas contradições sociais no espaço urbano são mais intensas no eixo econômico entre o Porto de Santos e o Complexo Industrial de Cubatão (Figura 58).

Figura 58- Fotografia da urbanização precária nos morros residuais da Ilha de São Vicente.



Data: 22/06/2018.

De maneira geral, nos municípios centrais há tendência a valores mais elevados de renda *per capta* média e menores taxas percentuais de analfabetismo (Tabela 7). Porém não há distribuição equitativa destas características no espaço intramunicipal, o que há em realidade é a concentração de valores elevados em determinados lugares em detrimento de outros.

Tabela 7- Renda per capta mensal média, renda domiciliar e analfabetismo por município da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Localidades	Renda per Capita (Em reais correntes)	Domicílios Particulares com Renda per Capita até 1/2 Salário Mínimo (Em %)	Domicílios Particulares com Renda per Capita até 1/4 do Salário Mínimo (Em %)	Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais (Em %)
Itanhaém	557,63	28,23	12,01	5,85
Mongaguá	542,11	28	12,25	4,85
Peruíbe	589,26	29,37	12,54	6,05
Cubatão	569,82	26,14	11,87	5,32
Guarujá	602,13	25,79	10,18	5,1
Bertioga	617,07	22,87	8,11	5,46
Praia Grande	663,09	21,5	8,5	4,16
São Vicente	661,48	20,45	7,86	4,2
Santos	1364,92	9,31	4,23	2,22

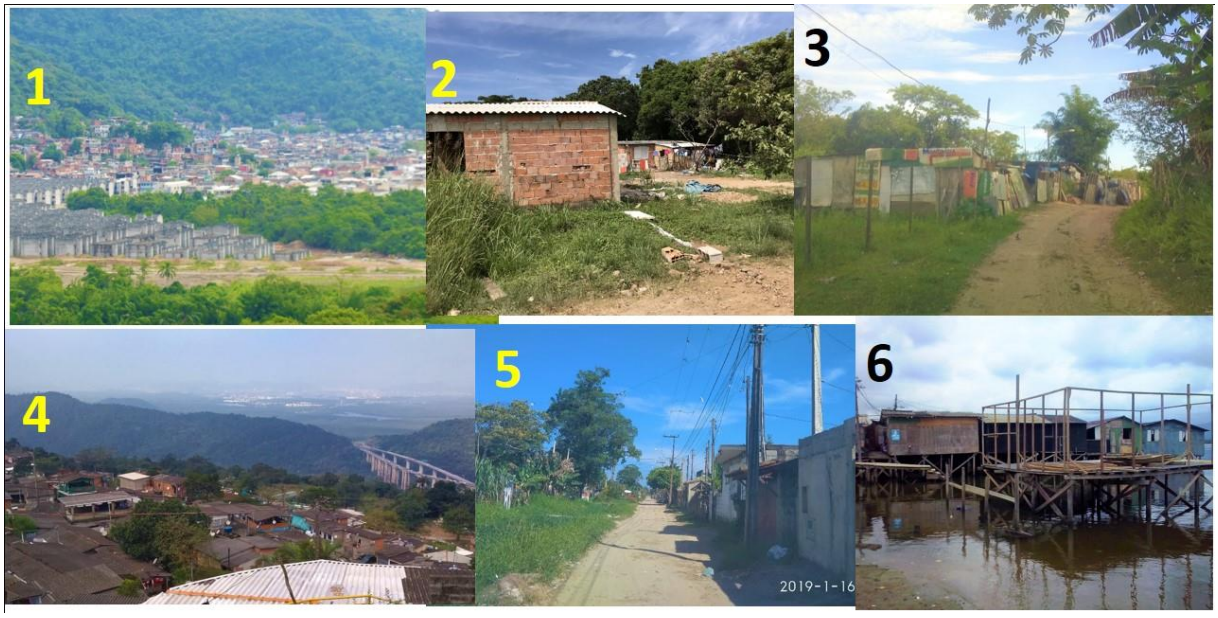
Obs.: Dados sobre renda *per capta* mensal média, percentual de domicílios particulares com renda mensal média de até meio salário mínimo e com renda mensal média de até um quarto de salário mínimo e taxa percentual de analfabetismo da população de 15 anos ou mais. O escalonamento dos valores está destacado por cores nas colunas. Fonte: Censo do IBGE (2010). Obs.: o valor de referência do salário mínimo é de R$510 reais, do ano de 2010. Organização do autor.

Em todos os municípios nos setores com ocorrência de assentamentos precários encontram-se as maiores quantidades de domicílios com renda *per capta* abaixo de ½ ou ¼ de salário mínimo e maiores taxas de analfabetismo, isto pois tratam-se de áreas adensadas, como pode ser observado na densidade de ocupação urbana. Os assentamentos precários em todos os municípios constituem áreas sobre as quais Ambrósio et al. (2015) apontam que se instalam problemas mais graves e complexos inclusive em termos de degradação ambiental.

Na Ilha de São Vicente os assentamentos se encontram distribuídos sobretudo nas áreas dos morros residuais e nas margens dos canais estuarinos, com maior incidência no Município de São Vicente, mas também na parte noroeste santista. Este tipo de ocupação se distribui no entorno insular, como na área continental de São Vicente, nos sopés e média encosta da Serra do Mar em Cubatão, e no distrito de Vicente de Carvalho em Guarujá. Ainda em Guarujá, também constituem núcleos significativos aqueles nos sopés das encostas dos morros residuais.

Partindo desta porção central é possível notar que as rodovias Padre Manoel da Nóbrega, na direção sul em Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, e Dr. Manoel Hipólito do Rêgo, para norte em Bertioga, segregam o padrão de ocupação, com a urbanização precária distribuída sobretudo entre a rodovia e a Serra do Mar, nas porções mais internas da planície costeira (Figura 59).

Figura 59- Mosaico de fotografias de áreas de urbanização precária na Baixada Santista – SP.



Obs.: territórios em que as desigualdades sociais se manifestam de forma substantiva: 1- planície costeira e morros residuais nas proximidades do bairro de Morrinhos em Guarujá; 2- entorno do aterro sanitário de Peruíbe; 3- entorno do antigo lixão de Mongaguá; 4- bairro Cota 200 em Cubatão; 5- bairro Tropical em Itanhaém; 6- barracos em palafita no estuário santista no Dique Vila Gilda em Santos. Datas: (1) 15/01/2019; (2, 3 e 5) 16/01/2019; (4) 21/06/2018; (6) 22/11/2017.

Para Morel et al. (2015) esses espaços são historicamente abandonados pelo poder público e muitos estão localizados em áreas de difícil acesso, como nas encostas, em Cubatão, outros pertencem a antigas vilas de pescadores, como em Guarujá, ou são loteamentos direcionados para a população de menor poder aquisitivo, de ocupação recente, como em Itanhaém.

Em todos os municípios da Baixada foram verificados assentamentos precários nos quais predominam a falta ou o acesso irregular as condições mínimas de infraestrutura urbana, de rede de abastecimento de água, de coleta e tratamento de esgotos, energia elétrica, pavimentação e drenagem. Isto além do acesso insuficiente a serviços públicos, como coleta de lixo e transporte público eficiente, e da dificuldade de acesso a equipamentos de saúde, educação, cultura e lazer.

Os assentamentos precários se distribuem em encostas de morros e serras, em áreas de risco e em áreas ambientalmente protegidas, em áreas lindeiras de rodovias, ferrovias e áreas de transmissão de energia. São construções em palafitas nos mangues, rios e córregos. Habitações em loteamentos clandestinos e irregulares. Todos esses são exemplos de meios informais e precários de acesso à cidade e à moradia recorrentes em cada uma das cidades que compõem a Baixada Santista (AMBRÓSIO et al., 2015).

De acordo com os autores, as moradias produzidas nestas áreas são geralmente autoconstruídas, sem acompanhamento técnico, muitas vezes com a utilização de materiais inadequados, acarretando problemas de ordem estrutural e construtiva que podem colocar em risco à saúde e até mesmo à vida de seus moradores já que surgem principalmente em áreas ambientalmente inadequadas como em margens de rios, córregos, canais, em encostas inclinadas ou mesmo em áreas de preservação.

Como é comum nas grandes cidades brasileiras, estas área muitas vezes demarcam bolsões nos quais as condições de saneamento ambiental são precárias. Morell et al. (2015) aponta esta condição quanto ao abastecimento de água, em geral adequado, mas que nestas áreas é feito por ligações irregulares em poços ou outras formas de captação. A coleta de lixo se apresenta de maneira semelhante, com bons índices nas áreas mais desenvolvidas e maior importância do despejo em terreno baldio nas áreas periféricas, nas quais há também grande quantidade de lixo jogado nos rios e no mar.

Ainda conforme apontam os autores, a situação relacionada ao sistema de escoadouro de esgoto é menos satisfatória com as melhores condições associadas às áreas privilegiadas. Nos demais territórios predominam outras formas como a fossa séptica e o despejo em rio, lago ou mar, com importante prevalência da fossa séptica nos municípios fora do município-sede regional, conforme demonstrado pelos baixos níveis de atendimento de Esgoto Sanitário na Tabela 8.

Tabela 8- Nível percentual de atendimento de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo em sistema público por município da Baixada Santista - SP.

Localidades	Abastecimento de Água - Nível de Atendimento (Em %)	Esgoto Sanitário - Nível de Atendimento (Em %)	Coleta de Lixo - Nível de Atendimento (Em %)
Bertioga	90,2	30,81	99,68
Cubatão	87,76	54,09	99,05
Guarujá	93,17	77,97	99,17
Itanhaém	92,59	24,4	97,28
Mongaguá	97,48	32,66	99,2
Peruíbe	91,85	38	98,85
Praia Grande	98,81	72,53	99,69
Santos	99,56	95,29	99,8
São Vicente	99,36	87,08	99,71

Obs.: O escalonamento dos valores foi destacado por cores nas colunas. Fonte: Censo IBGE (2010) disponibilizado pela Fundação SEADE. Organização do autor.

Conforme abordado as condições relacionadas ao abastecimento de água e sobretudo à coleta de lixo são mais satisfatórios embora apresentem bolsões de precariedade.

Já o esgotamento sanitário impõe impacto ambiental negativo extenso relacionado ao uso residencial, comercial e de serviços com quatro dos nove municípios com menos de 40% dos domicílios atendidos e somente Santos com atendimento superior aos 90%.

Mesmo nas áreas urbanas com cobertura da rede coletora de esgoto foram verificados lançamentos pontuais na rede de drenagem por ligações clandestinas. Nas áreas rurais o lançamento ocorre em pontos em propriedades esparsas. Já nas áreas sem cobertura da rede de esgotamento, as alternativas tem sido a fossa (asséptica e séptica), ligações clandestinas na rede de drenagem, lançamento em valas, canais e demais corpos hídricos.

Outra questão sanitária sobressalente em termos regionais é o lixo. Embora haja bom nível de atendimento de coleta nos municípios ainda persistem problemas de acúmulo em pontos na paisagem, sobretudo em áreas urbanas periféricas e de ocupação precária, e os problemas sobre a destinação final, relacionado em muito ao consumo pelos estratos de maior poder aquisitivo, agravado periodicamente pela população flutuante.

Pequena parte dos resíduos produzidos na região é reciclada, sendo a maioria encaminhada para aterros sanitários que estão praticamente esgotados ou têm previsão de esgotamento da capacidade em curto prazo. O principal aterro sanitário regional é o Sítio das Neves na área continental de Santos que recebe os resíduos de sete dos municípios regionais, excetuando Itanhaém, que encaminha para o aterro sanitário de Mauá, e Peruíbe, que possui aterro sanitário próprio (AGEM, 2018).

As estimativas do AGEM (2018) apontam que no ano de 2016 foram geradas aproximadamente 681 mil toneladas de resíduos, sendo 296 mil de resíduos recicláveis, 277 mil de restos de alimentos e 108 mil de rejeito. Deste total a estimativa é de que cerca de 12%, aproximadamente 80 toneladas, foram geradas pela população flutuante, com participação mais expressiva nos totais nos meses entre novembro e abril.

Até a década de 1990 a disposição dos resíduos sólidos domésticos e industriais regionais era feita em grandes lixões a céu aberto, o que permaneceu ao longo da primeira década dos anos 2000 em Peruíbe, Mongaguá e Itanhaém. Estas condições geraram grandes problemas com impactos que não se restringem ao aspecto ambiental, mas também graves problemas sociais, de balneabilidade das praias e de saúde pública, quando não a contaminação do lençol freático (ZÜNDT, 2006). De acordo com a AGEM (2018), e conforme verificado em

campo, estes problemas persistem e representam passivos ambientais para os municípios que têm empregado diferentes ações, conforme o Quadro 27.

Quadro 27- Passivos ambientais da disposição final do lixo e ação de gerenciamento por município.

Município	Passivo ambiental	Ação
Bertioga	Antigo vazadouro municipal	Utilização como área de transbordo para os resíduos sólidos
Cubatão	Sítio dos Areais	Revegetação e manutenção das três lagoas de tratamento de chorume
	Lixão de Pilões	Realização de estudos e remediações
*Guarujá	*Aterro de Morrinhos	*Utilização como área de transbordo, medidas para manutenção e monitoramento de áreas contaminadas
Itanhaém	Lixão do Vergara	Recuperação ambiental
Mongaguá	Antigo Lixão da Vila Seabra	*Recuperação ambiental
Praia Grande	Antigo lixão do Jardim Glória	*Utilização como área de transbordo para os resíduos sólidos e para descarte de resíduos da construção civil
Peruíbe	Antigo aterro sanitário	Realização de estudos
Santos	Aterro controlado Alemoa	Cercamento e utilização como área de transbordo
	Depósito da CODESP	Recuperação e instalação de novo terminal
São Vicente	Lixão de Sambaiatuba	Recuperação ambiental e *refuncionalização

Fonte: AGEM (2018), *levantamento em campo.

Cinco dos onze lixões e aterros desativados foram convertidos em áreas de acondicionamento periódico, ou áreas de transbordo. Em Mongaguá e São Vicente isto ocorreu até o ano de 2015, quando houve embargo pela CETESB e Mongaguá passou a enviar o lixo para Praia Grande, até a construção de uma estação de acondicionamento adequada, e São Vicente passou a enviar os resíduos diretamente para o aterro sanitário santista. Nos demais, tem sido adotadas medidas de remediação, como pela retirada do material, cercamentos, monitoramento e refuncionalização dos espaços.

Configurando também trechos intensamente impactados predominando no entorno das áreas urbanas, por vezes dentro dos limites das cidades, as áreas de mineração foram e são exploradas para extração de recursos para construção civil (GIGLIOTTI e OLIVEIRA, 2015) em empresas pequenas e médias voltadas para produção de areia e brita (AGEM, 2018).

A atividade de mineração causa alterações severas na paisagem (Figura 60), que incluem, de acordo com Mechi e Sanches (2010) supressão da vegetação, remoção dos solos superficiais e exposição dos remanescentes. Disto decorre a aceleração dos processos erosivos que acarretam assoreamento dos corpos d'água. Na dependência da intensidade destes processos altera-se a qualidade da água pelo aumento da turbidez ou mesmo com a poluição decorrente de substâncias lixiviadas e carreadas que podem incluir óleos, graxa e metais

pesados. O regime hidrológico dos corpos d'água e aquíferos também modifica-se. Ainda conforme os autores, com frequência a mineração provoca, ainda, poluição do ar por particulados suspensos ou por gases emitidos, além dos ruídos, sobrepressão acústica e vibrações no solo.

Figura 60- Área de mineração de brita com supressão de APP na margem do rio Jurubatiba no Município de Santos.

Data: 19/06/2018.

A mineração, bem como as demais ações de impacto ambiental identificados na paisagem metropolitana relacionam-se aos usos antrópicos, historicamente produzidos. Tendo de um lado a vocação para preservação e turismo e de outro a vocação urbana, portuária e industrial, a paisagem apresenta-se em níveis muito diferentes de estado dados pelas ações de impacto impostas pela atividade antrópica aos sistemas naturais.

As ações de impacto ambiental se concentram espacialmente e, via de regra, acompanham os padrões de cobertura e uso da terra, que num contexto regional respondem a divisão historicamente consolidada entre municípios centrais e periféricos. Se consideradas as ações de impacto negativas, no primeiro caso isto ocorre na e ao redor da ilha vicentina e do complexo industrial e portuário santista. No segundo caso encontram-se sobretudo paralelas à linha de costa, em áreas urbanas historicamente dinamizadas pelo turismo. Se consideradas as ações de impacto positivas, a concentração se dá de maneira mais ou menos homogênea na faixa interiorana, sobretudo nas áreas escarpadas e adjacências e em outras inúmeras áreas de elevada suscetibilidade natural, acompanhando os territórios legitimamente protegidos.

Embora analisados em suas especificidades, os sistemas antrópicos e os sistemas naturais constituem-se inseparáveis na paisagem e é desta relação em seus aspectos dinâmicos

e funcionais que emerge o estado ambiental da paisagem. Conforme a perspectiva geoecológica assumida, os sistemas ambientais constituem síntese destes aspectos e, portanto, possibilitam analisar a paisagem integralmente.

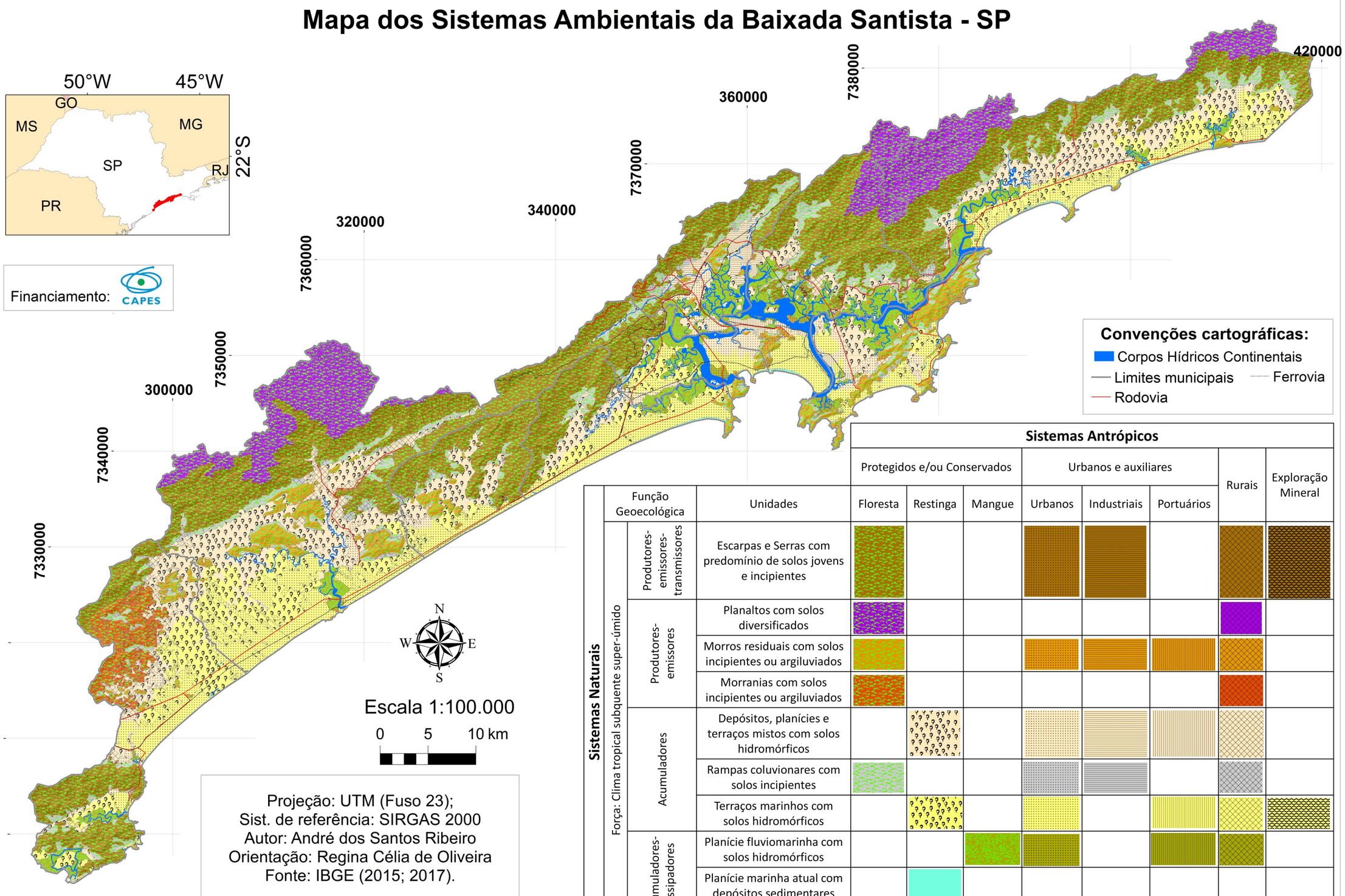
4.3 Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista

Sob a hipótese de que a perspectiva sistêmica e geoecológica possibilita interpretar e representar a paisagem e o estado ambiental em escala regional, considerando a relação entre a dinâmica natural (pelos sistemas naturais) e a dinâmica antrópica (pelos sistemas antrópicos), a síntese analítica sobre os sistemas ambientais e o diagnóstico (neste caso) sobre o Estado Ambiental da Paisagem foram realizados. Isto admitindo ainda que o funcionamento da paisagem, cujos elementos foram distinguidos em diferentes níveis escalas (perspectiva poliescalar), pode ser sintetizado de maneira relacional em unidades espaciais.

Por meio da conceituação dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999; PEREZ FILHO, 2007; 2008; AMORIM, 2012; RODRIGUEZ e SILVA, 2013; RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2017; DIAS e PEREZ FILHO, 2017) foi implementada a articulação dos Sistemas Naturais e Sistemas Antrópicos que subsidiaram uma perspectiva relacional da paisagem, convencionando que este tipo de abordagem não trata de uma cisão artificial entre natureza e sociedade, mas de um pressuposto de que a organização e funcionalidade nestes subsistemas são regidas por conjuntos de fatores de diferentes ordens.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista esta abordagem culminou com a identificação de 33 tipos de sistemas ambientais representados com auxílio de uma legenda ordenada voltada para apresentar as relações de maneira sintética (Figura 61). Esta produção foi amparada em extensos inventários e analises sobre aspectos físico-ambientais e socioeconômicos, reunidos de forma organizada no Quadro 29.

Figura 61- Mapa dos Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP.



Quadro 28- Quadro Síntese dos Sistemas Ambientais da Baixada Santista - SP.

Quadro Síntese dos Sistemas Ambientais da Baixada Santista - SP

Funções Geoecológicas		Sistemas Ambientais		Geologia	Unidades e Formas Predominantes de Relevo	Classes de Solos	Cobertura Vegetal	Tipologia	Regionalização	Processos dos Sistemas Naturais (Suscetibilidade)	Uso e Cobertura da Terra	Ações de Impacto Ambiental
Força: Clima tropical do Brasil Central subquente e super-úmido	Produtores-emissores-transmissores	Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes	Rurais	Rochas paleoproterozóicas do Complexo Itatins, neoproteróicas miloníticas e dos complexos Pico do Papagaio, Costeiro e Embu e granitos paleozóicos	Escarpas com Cristas Alinhadas (DEa35) e Escarpas Festonadas (DEa35) da Serra do Mar; Escarpas com Cristas Alinhadas (DEa44) e Serras Alongadas (Da35) da Serrania do Ribeira	Neossolos Litólicos, Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos	Floresta Ombrófila Densa (das Terras Baixas, Submontana e Montana)	Escarpas com cristas alinhadas (DEa) com florestas e solos incipientes ou com solos jovens e incipientes; Escarpas festonadas (DEa) com floresta e solos jovens e incipientes; Serras Alongadas (Da) com floresta e solos argiluviados e incipientes	Serra do Mar Paulista e Serrania do Ribeira	Predomínio de alta suscetibilidade a deslizamentos, rastejo, queda de rocha e erosão. Presença considerável de sub-bacias suscetíveis a corridas de massa e enxurradas	Culturas Permanentes e Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Exploração Mineral								Mineração	Negativo: Desmatamento; Alteração severa do conjunto paisagístico
			Industriais								Áreas industriais	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades industriais; Áreas contaminadas;
			Floresta Protegida e/ou Conservada								Floresta e Floresta Secundária	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção Negativo: degradação da cobertura vegetal
			Urbanos								Área residencial, comercial e de serviços, Espaço verde urbano e Equipamentos urbanos	Positivo: Áreas protegidas; Áreas verdes urbanas Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Alterações pelo Adensamento e Padrão de ocupação; Áreas contaminadas; Efluentes domésticos
	Produtores-emissores	Morranias com solos incipientes ou argiluviados	Rurais	Rochas neoproteróicas do Complexo Costeiro e Granito Areado	Morranias da Serrania do Ribeira (Da34)	Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos	Floresta Ombrófila Densa (das Terras Baixas e Submontana)	Morranias (Da; Dc) com floresta e solos argiluviados ou com solos incipientes	Serrania do Ribeira	Predomínio de alta suscetibilidade a deslizamentos, rastejo, queda de rocha e erosão. Nas morranias (Dc) há propensão a inundação em planícies fluviais estreitas	Culturas Permanentes e Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Floresta Protegida e/ou Conservada								Floresta e Floresta Secundária	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção Negativo: degradação da cobertura vegetal
		Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados	Rurais	Rochas neoproteróicas do Complexo Costeiro e paleozóicas do Granito Guarujá-Santos	Morros Residuais (Dc11; Dc23; Da23; Da33; Da34; DEa23;DEa43) da Serra do Mar Paulista e da Serrania do Ribeira (Da34)	Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos	Floresta Ombrófila Densa (das Terras Baixas e Submontana)	Morros residuais (DEa; Da; Dc) com floresta e solos argiluviados ou com solos incipientes	Serra do Mar Paulista e Serrania do Ribeira	Predomínio de alta suscetibilidade a deslizamentos, rastejo, queda de rocha e erosão. Presença de sub-bacias suscetíveis a enxurradas nos morros mais elevados. Nos morros (Dc) da ilha de São Vicente há propensão a inundação em planícies fluviais estreitas	Culturas Permanentes e Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Industriais								Áreas industriais	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades industriais; Áreas contaminadas
			Portuários								Estruturas portuárias	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades portuárias; Áreas contaminadas;
			Floresta Protegida e/ou Conservada								Floresta e Floresta Secundária	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção Negativo: degradação da cobertura vegetal
			Urbanos								Área residencial, comercial e de serviços, Área de expansão, Espaço verde urbano e Equipamentos urbanos	Positivo: Áreas protegidas; Áreas verdes urbanas Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Alterações pelo Adensamento e Padrão de ocupação; Áreas contaminadas; Efluentes domésticos; Lixo nos logradouros; Ponto com Aterro Sanitário ou controlado
		Planaltos com solos diversificados	Rurais	Rochas neoproteróicas dos complexos Costeiro e Embu e paleozóicas do Granito Taiaçupeba	Planalto Paulistano (Dc51; DEc32) e de Salesópolis (DEc51; DEa43)	Neossolos Litólicos, Cambissolos Háplicos, Gleissolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Amarelos	Floresta Ombrófila Densa (Montana)	Planalto (DEa; Dec; Dc) com floresta e solos jovens e incipientes ou incipientes ou argiluviados ou latolizados	Planaltos Paulistano e de Salesópolis	Predomínio de alta suscetibilidade a deslizamentos, rastejo, queda de rocha e erosão no Planalto Paulistano (Dc). Nos demais, a suscetibilidade é predominantemente média. Em todos há propensão a inundação em planícies fluviais estreitas	Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Floresta Protegida e/ou Conservada								Floresta e Floresta Secundária	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção Negativo: degradação da cobertura vegetal
	Acumuladores	Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos	Rurais	Depósitos quaternários continentais, fluviolagunares e fluviomarinhos indiferenciados e fluviomarinhos lagunares e de baía holocênicos	Depósitos alúvio-coluvionares (Aii) e Planície Litorânea (Aptflg; Atfm; Atfmlg II) da Baixada Santista	Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos, Organossolos Tiomórficos e Espodossolos Humilúvicos	Restinga (Mata de Planície e Mata de Restinga) e Vegetação de Várzea	Depósitos alúvio-coluvionares (Aii) com restinga e solos hidromórficos; Planície Litorânea (Aptflg; Atfm; Atfmlg) com restinga e solos hidromórficos	Litoral da Baixada Santista	Nos depósitos (Aii) há suscetibilidade a inundação equivalente entre baixa, média e alta. Nas planícies e terraços (Aptmis) a suscetibilidade é alta a média, enquanto nos terraços (Atmis) predomina alta propensão a inundação. Em todos há baixa propensão a erosão	Culturas Permanentes e Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Alterações na drenagem; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Industriais								Áreas industriais	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades industriais; Áreas contaminadas;
			Portuários								Estruturas portuárias	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades portuárias; Áreas contaminadas; Ponto com Aterro Sanitário ou controlado
			Restinga Protegida e/ou Conservada								Restinga	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção. Negativos: Pontos contaminados; Pontos com Aterro Sanitário ou controlado
			Urbanos								Área residencial, comercial e de serviços, Área de expansão, Espaço verde urbano e Equipamentos urbanos	Positivo: Áreas protegidas; Áreas verdes urbanas. Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Alterações pelo Adensamento e Padrão de ocupação; Áreas contaminadas; Efluentes domésticos; Lixo nos logradouros; Ponto com Aterro Sanitário ou controlado
		Rampas coluvionares com solos incipientes	Rurais	Depósitos quaternários continentais indiferenciados	Depósitos alúvio-coluvionares (Arc) da Baixada Santista	Cambissolos Háplicos	Floresta Ombrófila Densa (Mata de Transição com a Restinga)	Depósitos alúvio-coluvionares (Arc) com floresta e solos incipientes	Serra do Mar Paulista e Serrania do Ribeira	Suscetibilidade a deslizamento, rastejo e erosão equivalente entre as classes	Culturas Permanentes e Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Alterações na drenagem; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Industriais								Áreas industriais	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades industriais; Áreas contaminadas;
			Floresta Protegida e/ou Conservada								Floresta e Floresta Secundária	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção Negativo: degradação da cobertura vegetal; Ponto com Aterro Sanitário ou controlado
			Urbanos								Área residencial, comercial e de serviços, Área de expansão e Equipamentos urbanos	Positivo: Áreas protegidas; Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Alterações pelo Adensamento e Padrão de ocupação; Áreas contaminadas; Efluentes domésticos; Lixo nos logradouros
		Terraços marinhos com solos hidromórficos	Rurais	Depósitos quaternários marinhos pleistocênicos e holocênicos	Planície Litorânea da Baixada Santista (Atm I; Atm II)	Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos Háplicos, Organossolos Tiomórficos, Organossolos Háplicos e Espodossolos Humilúvicos	Restinga (*jundu*, escubre e Mata de Restinga)	Planície Litorânea (Atm) com restinga e solos hidromórficos	Litoral da Baixada Santista	Suscetibilidade a inundação equivalente entre baixa, média e alta. Há baixa propensão a erosão	Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Alterações na drenagem; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Exploração Mineral								Mineração	Negativo: alteração severa do conjunto paisagístico
			Portuários								Estruturas portuárias	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades portuárias; Áreas contaminadas
			Restinga Protegida e/ou Conservada								Restinga	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção. Negativos: Pontos contaminados
			Urbanos								Área residencial, comercial e de serviços, Área de expansão, Espaço verde urbano e Equipamentos urbanos	Positivo: Áreas protegidas; Áreas verdes urbanas Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Alterações pelo Adensamento e Padrão de ocupação; Áreas contaminadas; Efluentes domésticos; Lixo nos logradouros; Pontos com Aterro Sanitário ou controlado
	Acumuladores-dissipadores	Planície fluviomarinha com solos hidromórficos	Rurais	Depósitos quaternários de mangue e pântano holocênicos	Planície Litorânea da Baixada Santista (Apfm II)	Gleissolos Sálicos	Mangue (Manguezais e Apicum)	Planície Litorânea (Apfm) com mangue e solos hidromórficos	Litoral da Baixada Santista	Predomínio de alta suscetibilidade a inundação	Usos rurais diversificados	Positivo: Áreas protegidas; Fragmentos Florestais Negativo: Desmatamento; Alterações pelo Padrão de ocupação; Alterações na drenagem; Efluentes domésticos sem rede coletora
			Portuários								Estruturas portuárias	Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Efluentes e atividades portuárias; Áreas contaminadas
			Mangue Protegido e/ou Conservado								Mangue e Mangue degradado	Positivo: Cobertura vegetal; Áreas de proteção Negativo: Degradação da cobertura vegetal; Alterações na drenagem; Pontos contaminados; Ponto com Aterro Sanitário ou controlado
			Urbanos								Área residencial, comercial e de serviços, Área de expansão, Espaço verde urbano e Equipamentos urbanos	Positivo: Áreas protegidas; Áreas verdes urbanas Negativo: Desmatamento; Alterações na drenagem; Impermeabilização; Alterações pelo Adensamento e Padrão de ocupação; Áreas contaminadas; Efluentes domésticos; Lixo nos logradouros; Ponto com Aterro Sanitário ou controlado
		Planície marinha atual com depósitos sedimentares inconsolidados	-	Depósitos quaternários marinhos holocênicos a atuais de sedimentos inconsolidados	Planície Litorânea da Baixada Santista (Apm II)	-	Espécies pioneiras (*jundu*)	Planície Litorânea (Apm) com restinga e depósitos sedimentares inconsolidades	Litoral da Baixada Santista	Predomínio de alta suscetibilidade a inundação	Áreas descobertas (praia)	-

Partindo dos planaltos em direção ao litoral, a paisagem decresce em altimetria e, nas áreas escarpas e serranas apresenta um desnível abrupto que encontra a planície costeira nos materiais coluvionares. Neste percurso a floresta e os solos variados dão lugar aos solos com influência decisiva da hidromorfia, à restinga e aos mangues numa planície alongada (SO-NE), frequentemente interrompida por canais fluviais, pelo estuário santista e por morros residuais.

Também é notável a antropogeneização da paisagem neste sentido, com a cobertura vegetal paulatinamente dando lugar aos usos antrópicos, principalmente urbanos, concentrados majoritariamente próximos à linha de costa e no entorno estuarino. Por questões de ordem socioeconômicas e históricas e pelo esgotamento das áreas mais adequadas à ocupação os usos urbanos em suas formas variadas acabaram impelidos para sistemas com dinâmica mais intensa, como nos morros, escarpas e mangues.

Os usos antrópicos inseriram e alteraram os elementos e os fluxos de matéria e energia dos sistemas naturais regionais, embora concordando com Galina e Troppmair (2006), permaneçam submetidos em maior ou menor medida às regularidade naturais. Pela atividade produtiva, por intermédio da tecnologia, houve a modificação da direção e velocidade da evolução paisagística com consequências funcionais e dinâmicas, tendo como resultado a paisagem antroponatural, nos termos de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

De maneira geral, o clima constitui o elemento fundamental na definição do quadro ambiental regional, pela função que exerce, e tem na precipitação o fator dinamizador dos processos naturais elencados na caracterização das suscetibilidades. Além dos processos e funções geoecológicas, toda diferenciação da paisagem decorre, dentre outros aspectos, da cobertura vegetal e dos solos, mas principalmente do relevo, apropriado de maneira distinta pelos usos da terra, que ao se instalarem criam novas relações entre matéria, energia e informação manifestada nos sistemas ambientais nas extensões e proporções detalhadas na Tabela 9.

Tabela 9- Área e percentual das unidades de Sistemas Ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Sistemas Ambientais		Área (km^2)	Percentual (%)
Sistemas Naturais	**Sistemas Antrópicos**		
Planaltos com solos diversificados	Rurais	2,95	0,12
	Floresta Protegida e/ou Conservada	236,31	9,74
Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes	Rurais	2,93	0,12
	Exploração Mineral	1,45	0,06
	Industriais	0,24	0,01
	Floresta Protegida e/ou Conservada	766,87	31,46
	Urbanos	1,30	0,05
Morranias com solos incipientes ou argiluviados	Rurais	6,55	0,27
	Floresta Protegida e/ou Conservada	45,91	1,89
Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos	Rurais	37,97	1,56
	Industriais	17,43	0,72
	Portuários	9,05	0,37
	Restinga Protegida e/ou Conservada	312,13	12,86
	Urbanos	52,29	2,15
Planície fluviomarinha com solos hidromórficos	Rurais	1,38	0,06
	Portuários	2,04	0,08
	Mangue Protegido e/ou Conservado	119,42	4,92
	Urbanos	6,47	0,27
Terraços marinhos com solos hidromórficos	Rurais	4,90	0,20
	Exploração Mineral	0,40	0,02
	Portuários	3,78	0,16
	Restinga Protegida e/ou Conservada	203,28	8,38
	Urbanos	251,92	10,38
Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados	Rurais	3,91	0,16
	Industriais	0,46	0,02
	Portuários	0,35	0,01
	Floresta Protegida e/ou Conservada	105,95	4,37
	Urbanos	7,63	0,31
Rampas coluvionares com solos incipientes	Rurais	8,52	0,35
	Industriais	1,46	0,06
	Floresta Protegida e/ou Conservada	128,05	5,28
	Urbanos	4,39	0,18
Planície marinha atual com depósitos sedimentares inconsolidados (praia)		12,42	0,51
Corpos Hídricos Continentais		70,00	2,88
Total		2430,15	100,00

Os sistemas ambientais mais extensos na região estão relacionados às áreas protegidas e/ou conservadas, com destaque para as Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes, onde a cobertura vegetal ocupa a quase totalidade e, desta forma, representa o sistema ambiental mais expressivo da região (31,46%). Nos demais sistemas naturais também são as áreas protegidas e/ou conservadas as que possuem maiores extensão. A exceção ocorre nos Terraços marinhos com solos hidromórficos, sistema mais intensamente utilizado, único onde a urbanização (10,38%) tem maiores extensões que as áreas protegidas

e/ou conservadas (8,38%). Este percentual é significativo uma vez que este é o terceiro sistema ambiental mais extenso na Baixada.

Os sistemas ambientais dos Planaltos com solos diversificados têm a cobertura vegetal de floresta preservada em quase toda sua extensão, concorrendo exclusivamente com os usos rurais, que embora apresentem pequena extensão, representam áreas de conflito eminente com as áreas protegidas.

São lugares com dinâmica intensa do ponto de vista natural, com elevada suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e processos erosivos laminares e lineares. Há também propensão a inundações e enxurradas, cuja distribuição se dá em pequenas bacias hidrográficas com os eventos de maior energia relacionados aos terrenos com morfologia marcada pelo controle estrutural.

Nestas, a manutenção da cobertura vegetal se dá majoritariamente em áreas protegidas, principalmente do Parque Estadual da Serra do Mar. A proteção neste caso é fundamental, pela inadequação ao uso e por se tratar de importante trecho da Floresta Ombrófila Densa, que de acordo com São Paulo (2010), apresenta nos planaltos e escarpas do litorâneos os trechos mais preservadas de todo Estado de São Paulo e um dos mais preservadas nos domínios da Mata Atlântica, um *hotspot* mundial quanto à diversidade de espécies e urgência para preservação.

Assim como nos planaltos, nas Morranias com solos incipientes ou argiluviados a dinâmica é intensa e a proteção pelo Parque sobrepõe-se a quase toda extensão da cobertura vegetal preservada. Nestas, também são os usos rurais diversificados e pastagens que impõe conflitos na zona de amortecimento.

Além do Parque Estadual da Serra do Mar, a propensão muita alta ao desenvolvimento de movimentos gravitacionais de massa e enxurradas, além da própria dificuldade natural imposta à utilização, explicam a preservação e/ou conservação dos sistemas de Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes, onde estão as maiores extensões de florestas primárias regionais.

Neste sistema os usos rurais concentram-se principalmente nas áreas das Serras Alongadas, em pequenas propriedades. A presença dos demais tipos de uso da terra denotam um sistema ambiental onde o conflito entre áreas de preservação e usos está instalado. Este decorre do interesse por áreas para exploração mineral voltada para setores da construção civil

em minerações principalmente em Santos e Mongaguá, onde os baixos esporões serranos encontram-se frequentemente alterados em cavas ativas e desativadas.

No entanto é no Município de Cubatão que historicamente ocorreram as alterações mais severas neste sistema. Desde os primeiros deslocamentos populacionais rumo ao planalto paulista este foi o trecho elegido para instalação das vias de circulação, acompanhando algumas facilidades naturais e principalmente os caminhos indígenas (PETRONE, 1965). É ai que foi instalada a infraestrutura de interligação com o planalto, desde os caminhos de tropas, ferrovias até as rodovias modernas, como a Anchieta e Imigrantes.

Com as obras de construção e manutenção da via Anchieta, formaram-se, entre 1938 e 1947, colônias de trabalhadores da construção civil nas escarpas da Serra do Mar, expandidas ao longo de toda encosta a partir da estrada nos bairros precários Cota 95/100, Cota 200, Cota 400 e Cota 500 (GUTBERLET, 1996), que ocuparam os canteiros abandonados após as obras rodoviárias, usufruindo do caráter público das terras, da acessibilidade e da proximidade com as indústrias de Cubatão (AFONSO, 2006).

Estes bairros representam as áreas urbanas nos sistemas de escarpas e parte das áreas urbanas das Rampas coluvionares com solos incipientes e foram caracterizadas por Cheliz e Oliveira (2020) como bairros de vielas anastomosadas, em íngremes ladeiras serranas, pontilhadas por múltiplas casas de autoconstrução e divisas compartilhadas. Estes locais foram objeto de significativas intervenções urbanísticas, que priorizaram as áreas com maior risco a deslizamentos e enxurradas, principalmente pela CDHU, o que diminuiu a população e as extensões dos bairros por conta dos reassentamentos (Figura 62). No entanto, ainda persistem como áreas de urbanização precária, ambientalmente muito vulneráveis.

Figura 62- Mosaico de imagens ilustrando a retração da urbanização do bairro Cota 200 em Cubatão.

Obs.: Padrão geral de ocupação nos sistemas ambientais das Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes em Cubatão. Fonte: Google Earth, imagens de 29/05/2020, e fotografia feita em 21/06/2018.

Justamente a conexão, de um lado com a metrópole paulista e de outro com o complexo portuário santista, impulsionaram a industrialização cubatense. No município os sopés das escarpas e rampas coluvionares têm usos deste tipo, em pequenos trechos de plantas industriais como da Refinaria Presidente Bernardes.

Embora estes usos representem porção ínfima em termos percentuais nos sistemas das escarpas e serras (Figura 63), as repercussões das atividades industriais impactaram indiretamente grandes áreas da Serra do Mar. Isto ocorreu pela degradação da cobertura vegetal associada às emissões atmosféricas de poluentes com elevada fitotoxicidade, principalmente das indústrias de fertilizantes e refinaria, cujos níveis comprometeram a vegetação e o papel estabilizador da floresta exercido nas vertentes da escarpa serrana, como os deslizamentos em 1985 expuseram (CETESB, 2015).

Figura 63- Fotografia das áreas industriais nos sopés das escarpas da Serra do Mar em Cubatão.

Obs.: Área industrial sobre Rampas coluvionares com solos incipientes, estendendo-se em direção aos Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos em Cubatão. Data: 20/06/2018.

Entretanto, as áreas que acumulam os efeitos mais adversos decorrentes da atividade industrial, manifestados na cadeia trófica, na saúde pública e na qualidade ambiental (GUTBERLET, 1996), são os Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos concentradas no município de Cubatão.

É neste tipo de ambiente natural que estão as maiores extensões deste tipo de uso, bem como dos usos com estruturas portuárias, neste caso principalmente em Santos (Figura 64). As estruturas portuárias são tão fundamentais quanto as industriais em termos econômicos e sociais, mas ainda mais antigas em termos históricos. As estruturas portuárias concentram-se na Ilha de São Vicente, em Santos, e no entorno banhado pelas águas estuarinas.

Figura 64- Fotografia do Porto de Santos contíguo ao centro histórico e expandido.

Obs.: Usos intensos alternados com os canais estuarinos sobre Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos. Data: 22/11/2017.

Em relação à sobreposição com os subsistemas urbanos, estes terrenos de gênese mista, situados entre faixa dos terraços marinhos e a Serra do Mar, formaram os sítios para instalação da porção mais interiorizada da malha urbana regional. Sobre os Depósitos, planícies e terraços está a quase totalidade da cidade de Cubatão e extensões significativas das cidades de Santos, São Vicente e Guarujá (Vicente de Carvalho) com numerosas periferias, e em menores proporções, áreas urbanas de todos os demais municípios.

Além destes usos ambientalmente mais impactantes, também há nestes sistemas naturais a maior extensão dos usos rurais, em sua maior parte pelos cultivos permanentes de palmito nos municípios de Peruíbe e Itanhaém, que hoje ocupam muitas lugares que outrora serviram ao cultivo da banana, como pode ser verificado em Araújo Filho (1950).

Apesar da extensão, diversidade e importância das atividades desenvolvidas sobre estes terrenos, a maior parte permanece coberta por matas de restinga. Diante dos interesses para o uso que esta áreas despertam, convém sublinhar a importância da recente criação do Parque Estadual da Restinga de Bertioga para preservação e conservação deste e de outros sistemas com restingas ou mesmo de partes da planície fluviomarinha, da margem direita do rio Itapanhaú e nas desembocaduras do Itaguaré e do Guaratuba.

Por sua vez, a Planície fluviomarinha com solos hidromórficos forma os ambientes mais singulares na planície costeira do ponto de vista natural, intensamente frágeis e instáveis devido a interação complexa dos processos continentais e oceânicos que, de acordo com Queiroz Neto e Kupper (1965), estabelecem condições de hidromorfia e de salinidade radicais. Por estes motivos e pelos serviços ecossistêmicos prestados, como berçários para inúmeras espécies ou pelo exercício da proteção à erosão e às inundações costeiras, fundamentais num contexto de aumento do nível médio do mar em escala global (MENÉNDEZ et al., 2020), este sistema possui inúmeras restrições jurídicas de uso e apresenta cobertura vegetal majoritariamente preservada e/ou conservada.

No entanto, seja com a degradação da vegetação ou pelos usos da terra, parte deste ambiente foi impactado por atividades diversas, principalmente nos trechos do estuário santista, em decorrência da atividade industrial, portuária e dos usos urbanos. Principalmente nestes pontos foram comuns a supressão de vegetação e aterro de manguezais, o assoreamento e a alteração de salinidade por obras que bloqueiam o fluxo das marés, as alteração de salinidade por lançamento de águas doces importadas de bacias do planalto, a poluição por lançamento de efluentes industriais e residenciais diretamente no estuário (SOUZA, 2018).

De acordo com Afonso (2006), a instabilidade natural dificulta o uso e a ocupação formal, o que tornou essas áreas uma alternativa para assentamentos espontâneos de populações de baixa renda, o que acelerou a destruição parcial ou total das condições originais em muitos pontos. As moradias do mangue são geralmente com palafitas, em estruturas adaptadas para suportar a amplitude de variação das marés. Porém esse tipo de ocupação é de alto risco por conta das inundações periódicas, alta incidência de desmoronamentos, incêndios e proliferações

de doenças. Ainda conforme a autora, a população e o ecossistema local também são afetadas pela degradação com os dejetos das comunidades lançados diretamente no ambiente. Tal padrão predomina nos trechos urbanos da planície fluviomarinha e está ilustrado na Figura 65.

Figura 65- Fotografia da degradação dos manguezais em Santos.

Obs.: Área da Planície fluviomarinha com solos hidromórficos impactada pelos usos urbanos em assentamentos precários no bairro Dique Vila Gilda em Santos. Data: 22/11/2017.

Por causa da consistência do terreno são feitos aterramentos que danificam os ecossistemas pela modificação estrutural com consequências irreversíveis. A construção de estradas sobre aterros comprometeu os manguezais causando alterações no fluxo das águas, como é visível nos manguezais próximos à rodovia Rio-Santos (AFONSO, 2006).

Se a planície fluviomarinha apresenta ambientes majoritariamente preservados e/ou conservados com pontos altamente impactados, os Terraços marinhos com solos hidromórficos, assim como as áreas de depósitos e planície e terraços de gênese mista, formaram ambientes naturais mais atrativos para ocupação.

Os terraços marinhos formam as áreas mais intensamente urbanizadas, principal forma de alteração antropogênica na paisagem regional em extensão. Nestes terrenos os usos urbanos concorrem com poucas áreas de mineração para extração de areia, uma pequena porção de usos rurais, localizados em Peruíbe e Itanhaém, e com uma parte considerável das estruturas

portuárias com armazéns e terminais para produtos diversos em Santos e Guarujá, no distrito de Vicente de Carvalho.

Excetuando Cubatão, todos os demais núcleos urbanos foram iniciados neste tipo de ambiente e, por conta das condições mais favoráveis, a expansão da malha urbana nas áreas residenciais, comercias e de serviços e nos equipamentos urbanos, nos seus mais variados padrões e formas de adensamento acompanhou a distribuição destes terrenos paralelos à linha de costa.

Sobre os terraços marinhos há um padrão geral de segregação e uma divisão intra-regional evidente da ocupação urbana. Na direção sul os sítios mais valorizados e com melhor infraestrutura ficam localizados entre o mar e a rodovia Padre Manoel da Nóbrega, em Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, e para norte, entre a rodovia Dr. Manoel Hipólito do Rêgo e a orla, em Bertioga. Na porção central, em Praia Grande, São Vicente, Santos e Guarujá o adensamento forma algo assemelhado a uma muralha de prédios nas orlas praianas, que em muitos pontos foram instalados também nos morros residuais.

Rumo a parte interior destes terraços, além destas linhas encontram-se áreas preteridas e em muitos pontos urbanizadas em padrões precários, que acompanham a menor valorização imobiliária e, via de regra, maior suscetibilidade a alagamentos e inundações decorridas da proximidade de canais fluviais e do nível altimétrico mais baixo, sobretudo dos terraços marinhos holocênicos (Atm II). É nos municípios centrais da região que o contraste de classes apresenta-se mais profundo na malha urbana.

Muitas áreas problemáticas do ponto de vista social neste sistema ambiental estão concentradas no Município de São Vicente. Casos como o da ocupação recente da “Fazendinha” estão incluídos aí. De acordo com Souza (2018) esta ocupação precária foi iniciada em 2011 em área particular com cobertura preservada de mata de restinga e manguezal. Em 2017 abrigava cerca de 800 famílias, e apresenta sinais claros de organização com arruamento definido, demarcação de lotes, e supressão de vegetação sistematizada. A velocidade que se deu o processo confirma a grande demanda por moradia na Baixada Santista (Figura 66), numa localização indesejada para empreendimentos imobiliários, por conta das diversas restrições ambientais e pela distância dos centros estruturados (SOUZA, 2018). Até 2019, conforme verificado na associação de moradores do bairro durante trabalho de campo, não havia perspectiva de regularização fundiária, provimento de infraestrutura, reassentamento por parte da prefeitura municipal.

Figura 66- Mosaico de imagens da expansão urbana em São Vicente na “Fazendinha”.

Obs.: Bairro sobre Terraços marinhos com solos hidromórficos com padrão precário dos usos urbanos.
Fonte: Google Earth Earth, imagens de 29/05/2020, e fotografia feita em 17/01/2019.

Concomitantemente à expansão urbana de boa parte das áreas de habitação precárias, houve na porção beira-mar quadros para valorização imobiliária de um urbanismo de exceção paisagística, evidenciado pelo adensamento verticalizado, principalmente nos municípios de Praia Grande, São Vicente, Santos e Guarujá (CHELIZ e OLIVEIRA, 2020).

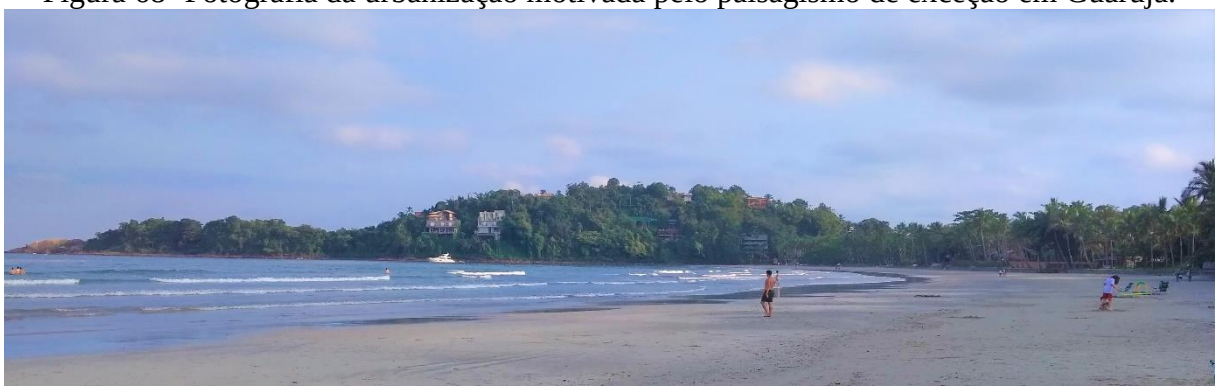
De acordo com os autores, trechos adjacentes à linha de praia valorizaram rapidamente, tornando-se visadas do ponto de vista imobiliário, face ao potencial turístico associado à proximidade e acessibilidade da capital paulista, o que intensificou a verticalização (Figura 67). No mesmo período nos terraços ao sul os ecossistemas de restingas foram substituídos por núcleos mistos de moradias de trabalhadores e edificação de complexos turísticos de veraneio, voltados para segmentos médios da metrópole paulistana (CHELIZ e OLIVEIRA, 2020). Cabe ressaltar, ainda, no sentido norte, em Bertioga e Guarujá, a urbanização em condomínios fechados com enclaves de auto segregação espacial.

Figura 67- Fotografia do adensamento pela verticalização na orla da Ilha de São Vicente.

Obs.: Formação de uma “muralha” de prédios na orla da santista sobre áreas de Terraços marinhos com solos hidromórficos. Data: 21/01/2019.

Com o esgotamento das áreas de terraços houve a urbanização dos Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e de muitas Rampas coluvionares com solos incipientes num movimento duplo. De um lado foram estas áreas foram ocupadas por camadas populares por tratarem-se de ambientes de difícil acesso e de dinâmica muito intensa, com alta frequência de escorregamentos, e de outro, nas orlas praianas, por conta do paisagismo de exceção foram ocupados por estratos médios e de elite (Figura 68).

Figura 68- Fotografia da urbanização motivada pelo paisagismo de exceção em Guarujá.



Obs.: Condomínio fechado nos Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados na praia de Iporanga. Data: 19/01/2019.

Embora compartilhem espaços de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa o quadro social criou níveis diferentes de vulnerabilidade, por conta das condições de infraestrutura das construções, dentre outras. Neste aspecto, os morros residuais dos municípios centrais de São Vicente e Santos (Figura 69) e do Guarujá representam as maiores extensões de usos urbanos neste ambiente e têm as áreas mais problemáticas do ponto de vista ambiental, com frequentes acidentes que envolvem muitos prejuízos e mortes.

Figura 69- Fotografia da urbanização dos Morros residuais da Ilha de São Vicente com diferentes padrões construtivos e condições de infraestrutura.

Obs.: Usos urbanos sobre morros com solos incipientes ou argiluviados e em pontos de rampas coluvionares com solos incipientes. Data: 21/01/2019.

Em outros pontos nos morros do entorno estuarino houve expansão das atividades portuárias, principalmente nas estruturas da Ilha Barnabé em Santos, e industriais, como em Areais em Cubatão. No entanto, a maior parte dos morros ainda têm cobertura florestal preservada, principalmente em Bertioga e nas partes mais interiores de Peruíbe e Itanhaém, onde há em alguns lugares, assim como em Mongaguá, usos rurais.

Por fim, enquanto ambiente transicional, as Rampas coluvionares com solos incipientes partilham a cobertura ou os usos dos ambientes do entorno, que ora avançam sobre os morros residuais ora avançam sobre as escarpas e serras como áreas florestadas, rurais, industriais ou urbanas. Os dois primeiros casos são mais frequentes nos municípios periféricos, com as áreas rurais neste ambiente principalmente em Peruíbe e Itanhaém, e com os dois últimos nos municípios centrais, com as áreas urbanas sobressaindo em São Vicente, Santos e Guarujá e com as industriais em Cubatão.

4.4 Estado Ambiental da Paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista

No geral estas relações entre os sistemas naturais e os sistemas antrópicos reunidas nos sistemas ambientais demonstram uma paisagem com estado ambiental dissimétrico, uma

vez que as ações de impactos ambientais sobre os mecanismos naturais de regulação das diferentes unidades impõe níveis diversos de degradação. Num esforço de apreensão por intermédio de uma técnica quali-quantitativa, a AHP foi empregada para avaliar os pesos de cada de impacto por sistema ambiental, com os parâmetros de comparação e os indicadores de ação de impacto ambiental detalhados na Quadro 29.

Quadro 29- Parâmetros da AHP para comparação pareada e siglas para as ações de impacto ambiental identificadas na Região Metropolitana da Baixada Santista.

Parâmetros para comparação pareada								
1/9	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**	**3**	**5**	**7**	**9**
Extrema-mente	Muito forte-mente	Forte-mente	Moderada-mente	Igual-mente	Moderada-mente	Forte-mente	Muito forte-mente	Extrema-mente
Menos importante					Mais importante			
Ações de Impacto Ambiental (Siglas)								
AAU - Alterações pelo Adensamento Urbano AC - Áreas contaminadas ALD - Alterações na drenagem AOR - Alterações pelo Padrão de Ocupação Rural			AOU- Alterações pelo Padrão de Ocupação Urbano AP - Áreas protegidas AVU - Áreas verdes urbanas De - Desmatamento CV - Cobertura vegetal EAA - Efluentes e atividades portuárias EAI - Efluentes e atividades industriais			EAP - Efluentes e atividades portuárias ED - Efluentes domésticos FF - Fragmentos Florestais Imp - Impermeabilização LL - Lixo nos logradouros Min - alteração severa do conjunto paisagístico por mineração		

No que se refere as unidades de sistemas ambientais com cobertura vegetal, houveram apenas duas ações de impacto ambiental, incluídas na Tabela 10 como siglas (*vide* Quadro 29), com a Razão de Consistência igual a zero, por não haver possibilidade de inconsistência nos julgamentos. Da relação entre tais fatores restou a maior importância atribuída a própria cobertura vegetal, principal indicador da manutenção das funções e dinâmicas naturais, como indicado pelo peso de importância calculado.

Tabela 10- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: **Planaltos com florestas e solos diversificados; Escarpas e Serras com florestas e predomínio de solos jovens e incipientes; Rampas coluvionares com florestas e solos incipientes; Depósitos, planícies e terraços mistos com restinga e solos hidromórficos; Terraços marinhos com restinga e solos hidromórficos; Morranias com florestas e solos incipientes ou argiluviados; Morros residuais com florestas e solos incipientes ou argiluviados**			
Fatores	CV	AP	Pesos de Importância Calculados
CV	1	3	0,750
AP	1/3	1	0,250
Razão de Consistência (RC) = 0			

Exceção foi feita no caso da planície fluviomarinha com mangue e solos hidromórficos, onde os fatores cobertura vegetal e áreas protegidas associam-se às alterações

na drenagem, o que resultou em pesos diferentes das unidades supramencionadas conforme detalhado na Tabela 11, além da necessidade do cômputo da Razão de Consistência, que necessariamente tem de ser menor que 0,1 de acordo com Saaty e Vargas (2012) na averiguação quantitativa dos julgamentos.

Tabela 11- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistema: Planície fluviomarinha com mangue e solos hidromórficos				
Fatores	CV	AP	ALD	Pesos de Importância Calculados
CV	1	3	5	0,655
AP	1/3	1	1	0,187
ALD	1/5	1	1	0,158
Razão de Consistência (RC) = 0,025				

Obs.: Siglas *vide* Quadro 29.

Quanto às áreas rurais dois julgamentos fizeram-se necessários. No primeiro deles foram incluídos os indicadores áreas de proteção, fragmentos florestais, efluentes domésticos, desmatamento e alterações pelos padrões de usos rurais, dentre os quais os dois últimos foram julgados fatores com maior peso na definição do quadro ambiental (Tabela 12) por definirem respectivamente o principal impacto relacionado a estas atividades e a principal diferenciação entre as áreas impactadas.

Tabela 12- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: Planaltos com solos diversificados e usos rurais; Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes e usos rurais; Morranias com solos incipientes ou argiluviados e usos rurais; Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e usos rurais; Rampas coluvionares com solos incipientes e usos rurais						
Fatores	AP	FF	De	ED	AOR	Pesos de Importância Calculados
AP	1	1/5	1/5	1/5	1/5	0,047
FF	5	1	1/3	1/3	1/3	0,123
De	5	3	1	3	1	0,326
ED	5	3	1/3	1	1/3	0,180
AOR	5	3	1	3	1	0,326
Razão de Consistência (RC) = 0,08						

Obs.: Siglas *vide* Quadro 29.

No segundo caso, também foi incluído o indicador de alterações na drenagem em decorrência da abrangência espacial deste tipo de ação de impacto, relevante pela reorganização das características hidrológicas e no balanço entre sedimentação e erosão que interferem em toda bacia hidrográfica e que ao lado do desmatamento e das alterações pelo padrão de uso rural compuseram fatores com maior peso (Tabela 13).

Tabela 13- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e usos rurais; Planície fluviomarinha com solos hidromórficos e usos rurais; Terraços marinhos com solos hidromórficos e usos rurais							
Fatores	AP	FF	De	ED	AOR	ALD	Pesos de Importância Calculados
AP	1	1/5	1/7	1/3	1/7	1/7	0,030
FF	5	1	1/3	3	1/3	1/3	0,110
De	7	3	1	7	3	3	0,379
ED	3	1/3	1/7	1	1/5	1/5	0,051
AOR	7	3	1/3	5	1	3	0,248
ALD	7	3	1/3	5	1/3	1	0,183
Razão de Consistência (RC) = 0,07							

Obs.: Siglas *vide* Quadro 29.

Já nos sistemas ambientais que reúnem os usos urbanos não houve tal necessidade pela recorrência das ações impactantes, que nestes casos respondem principalmente aos tipos ao adensamento urbano e aos padrões de ocupação urbana, indicadores que denotam a intensidade da modificação do ambiente e da demanda pelos recursos ambientais.

Nestes casos importância significativa também foi atribuída a infraestrutura de esgotamento doméstico, aspecto ambiental fundamental das áreas urbanas da região. Estes usos são iniciados pelo desmatamento seguido pelas alterações da drenagem urbana e impermeabilização e, em decorrências dos usos e das atividades instaladas há acúmulo de lixo em logradouros e a presença de áreas contaminadas, principalmente em postos de combustível. Porém foram registradas ações positivas nas áreas protegidas e verdes urbanas que para o quadro ambiental atual e para escala de trabalho são menos significativas, embora representam ambientes fundamentais para qualidade de vida. Os julgamentos e pesos atribuídos a estas relações estão detalhados no Tabela 14.

Tabela 14- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes e usos urbano; Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e usos urbanos; Planície fluviomarinha com solos hidromórficos e usos urbanos; Terraços marinhos com solos hidromórficos e usos urbanos; Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e usos urbanos; Rampas coluvionares com solos incipientes e usos urbanos											
Fatores	AAU	AOU	ED	Imp	AC	ALD	De	LL	AVU	AP	Pesos de Importância Calculados
AAU	1	3	3	5	5	5	7	7	7	9	0,301
AOU	1/3	1	3	5	5	5	7	7	7	9	0,235
ED	1/3	1/3	1	3	3	3	5	5	5	7	0,139
Imp	1/5	1/5	1/3	1	3	1	3	3	3	5	0,077
AC	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3	3	3	3	5	0,072
ALD	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1	3	3	3	3	0,061
De	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1	3	3	3	0,040
LL	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3	3	0,031
AVU	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3	0,023
AP	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,021
Razão de Consistência (RC) = 0,095											

Obs.: Siglas *vide* Quadro 29.

Por sua vez, nos sistemas ambientais com usos portuários foram julgadas as importâncias das áreas contaminadas, dos efluentes e atividades portuárias, da impermeabilização do solo, das alterações na drenagem e do desmatamento, restando o primeiro indicador julgado (Tabela 15) como principal problema ambiental e o segundo como a principal questão ambiental para o gerenciamento.

Tabela 15- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e estruturas portuárias; Planície fluviomarinha com solos hidromórficos e estruturas portuárias; Terraços marinhos com solos hidromórficos e estruturas portuárias; Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e estruturas portuárias						
Fatores	AC	EAP	Imp	ALD	De	Pesos de Importância Calculados
AC	1	3	3	3	5	0,417
EAP	1/3	1	3	3	5	0,274
Imp	1/3	1/3	1	1	3	0,127
ALD	1/3	1/3	1	1	3	0,127
De	1/5	1/5	1/3	1/3	1	0,054
Razão de Consistência (RC) = 0,045						

Obs.: Siglas *vide* Quadro 29.

Valendo-se dos mesmo indicadores (Tabela 16), nas áreas com usos industriais houve maior peso julgado atribuído ao lançamento de efluentes e às atividades industriais, que ao lado das áreas contaminadas, representam os principais problemas ambientais instalados nos respectivos sistemas ambientais, que representam áreas muito críticas deste ponto de vista.

Tabela 16- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes com usos industriais; Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e usos industriais; Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e usos industriais; Rampas coluvionares com solos incipientes e usos industriais						
Fatores	EAI	AC	Imp	ALD	De	Pesos de Importância Calculados
EAI	1	5	7	7	9	0,559
AC	1/5	1	3	5	7	0,229
Imp	1/7	1/3	1	3	3	0,108
ALD	1/7	1/5	1/3	1	3	0,068
De	1/9	1/7	1/3	1/3	1	0,037
Razão de Consistência (RC) = 0,084						

Obs.: Siglas *vide* Quadro 29.

Em decorrência da escala de trabalho as áreas onde há exploração mineral não tiveram julgamento a partir de diferentes indicadores, restando a própria natureza da atividade como indicadora do estado nos sistemas ambientais (Tabela 17).

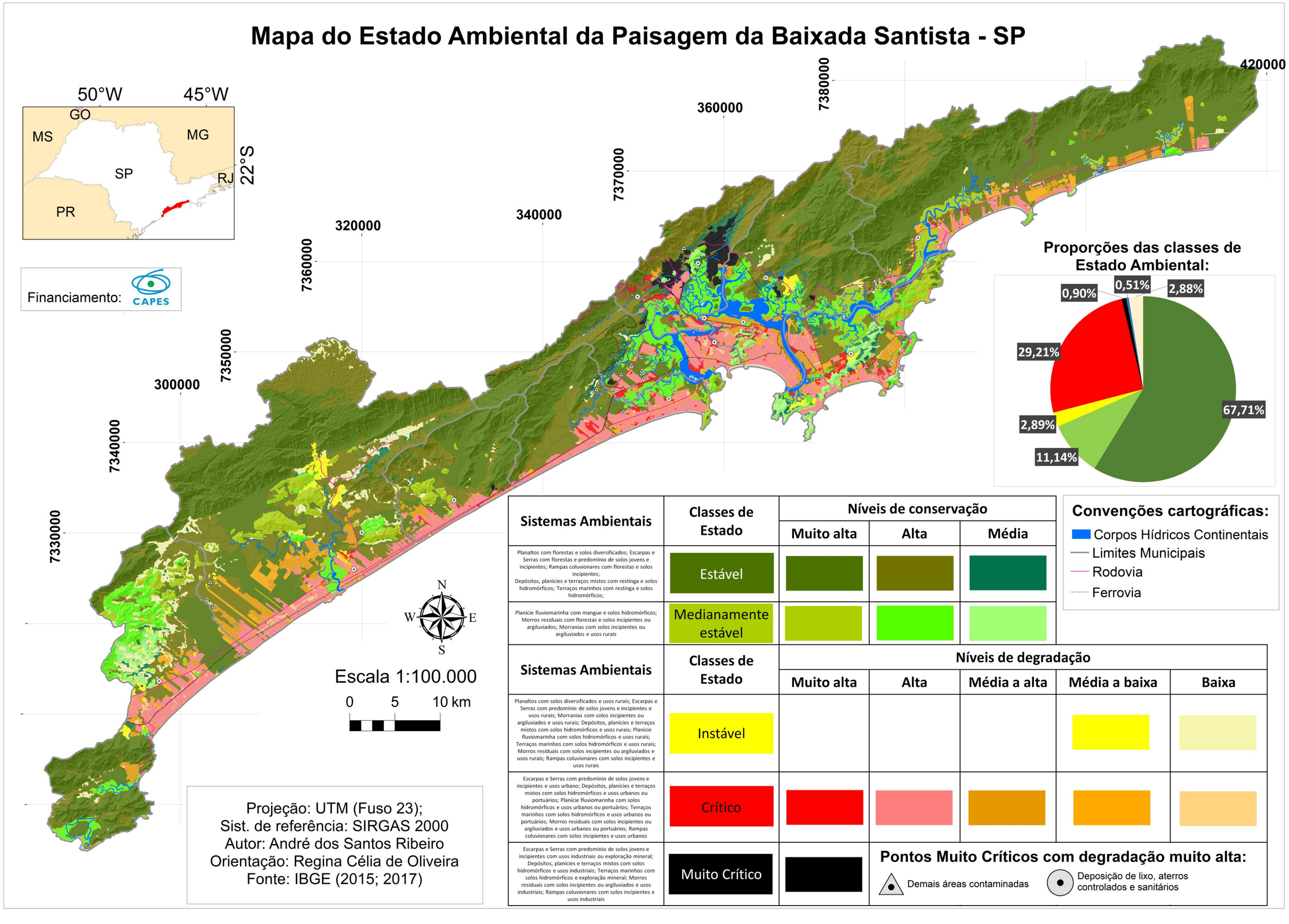
Tabela 17- Comparação pareada Parâmetros da AHP para os sistemas ambientais da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Comparação pareada p/ sistemas: Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes com exploração mineral; Terraços marinhos com solos hidromórficos e exploração mineral		
Fatores	Min	Pesos de Importância Calculados
Min	1	1
Razão de Consistência (RC) = 0		

Considerando os indicadores com os pesos atribuídos por estes julgamentos aplicados a cada sistema ambiental foi possível mapear o Estado Ambiental da Paisagem da Baixada Santista, a partir das orientações de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017). O mapeamento foi feito considerando a alteração dos mecanismos sistêmicos pelo uso da terra, o grau da alteração pela ponderação de importância das ações de impacto ambiental e amplitude dos processos degradantes pela espacialidade em cada sistema ambiental julgada com auxílio da técnica AHP.

Assim proposto, num esforço de apreensão da paisagem numa perspectiva poliescalar quanto às temáticas e sínteses cartográficas, foi possível representar por meio de uma legenda ordenada o estado ambiental subdividido em níveis de conservação/degradação das unidades de paisagem delimitadas como sistemas ambientais (Figura 70). O detalhamento das ações de impacto, valores resultantes e efeitos e consequências ambientais para cada sistema ambiental foram detalhados no Quadro 30.

Figura 70- Mapa do Estado Ambiental da Paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista.



Quadro 30- Quadro Síntese do Estado Ambiental da Paisagem da Baixada Santista detalhando as ações de impacto, valores resultantes e efeitos e consequências por sistema ambiental.

Quadro Síntese do Estado Ambiental da Paisagem da Baixada Santista - SP

Sistemas Ambientais	Ações de impacto ambiental				Efeitos e consequências (enumerados)	Estado Ambiental	Nível de conservação/degradação
	Ações (sigla) *peso	Síntese dos Resultados					
		Min. - Máx.	Média	Desv. Padrão			
Planaltos com florestas e solos diversificados	CV*0,75 + AP*0,25	9 a 36	31,7	4,5	1, 2 e 4	Estável	Muito alta e Alta
Escarpas e Serras com florestas e predomínio de solos jovens e incipientes	CV*0,75 + AP*0,25	18 a 36	33,8	4,1	1, 2, 3, 4, 7 e 19	Estável	Muito alta, Alta e Média
Rampas coluvionares com florestas e solos incipientes	CV*0,75 + AP*0,25	18 a 36	30,9	6,1	1, 2, 3 e 4	Estável	Muito alta, Alta e Média
Depósitos, planícies e terraços mistos com restinga e solos hidromórficos	CV*0,75 + AP*0,25	18 a 36	31	5,1	1, 2, 3 e 4	Estável	Muito alta, Alta e Média
Terraços marinhos com restinga e solos hidromórficos	CV*0,75 + AP*0,25	18 a 36	32,5	4,5	1, 2, 3 e 4	Estável	Muito alta e Alta
Planície fluviomarinha com mangue e solos hidromórficos	CV*0,655 + AP*0,187 + ALD*0,158	0 a 36	26,4	4,1	1, 2, 4, 9, 11 e 13	Medianamente Estável	Muito alta e Alta
Morranias com florestas e solos incipientes ou argiluviados	CV*0,75 + AP*0,25	18 a 36	26,4	5,3	1, 2, 3, 4 e 11	Medianamente Estável	Muito alta, Alta e Média
Morros residuais com florestas e solos incipientes ou argiluviados	CV*0,75 + AP*0,25	0 a 36	29,8	7,5	1, 2, 3, 4, 11 e 19	Medianamente Estável	Muito alta, Alta e Média
Planaltos com solos diversificados e usos rurais	-1*(AP*0,047 + FF* 0,123 + De*0,326 + ED*0,180 + AOR * 0,326)	-8,8 a -3,6	-7,8	1,1	7, 11, 12 e 19	Instável	Baixa
Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes e usos rurais	-1*(AP*0,047 + FF* 0,123 + De*0,326 + ED*0,180 + AOR * 0,326)	-10,5 a -3,6	-8,7	1,3	3, 7, 11, 12, 17 e 19	Instável	Baixa
Morranias com solos incipientes ou argiluviados e usos rurais	-1*(AP*0,047 + FF* 0,123 + De*0,326 + ED*0,180 + AOR * 0,326)	-10,5 a -3,6	-8,8	1,5	3, 7, 8, 11, 12 e 19	Instável	Média a baixa e Baixa
Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e usos rurais	-1*(AP*0,03 + FF* 0,110 + De*0,379 + ED*0,051 + AOR * 0,248 + ALD 0,183)	-11,9 a 2,1	-9,8	1,3	3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 e 17	Instável	Média a baixa e Baixa
Planície fluviomarinha com solos hidromórficos e usos rurais	-1*(AP*0,03 + FF* 0,110 + De*0,379 + ED*0,051 + AOR * 0,248 + ALD 0,183)	-11,9 a -4,7	-11,2	1,3	5, 9, 11 e 12	Instável	Média a baixa
Terraços marinhos com solos hidromórficos e usos rurais	-1*(AP*0,03 + FF* 0,110 + De*0,379 + ED*0,051 + AOR * 0,248 + ALD 0,183)	-11,9 a -4,7	-9,5	1,6	3, 9, 11 e 12	Instável	Média a baixa e Baixa
Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e usos rurais	-1*(AP*0,047 + FF* 0,123 + De*0,326 + ED*0,180 + AOR * 0,326)	-10,5 a -3,6	-8,5	1,4	3, 7, 8, 11, 12 e 19	Instável	Baixa
Rampas coluvionares com solos incipientes e usos rurais	-1*(AP*0,047 + FF* 0,123 + De*0,326 + ED*0,180 + AOR * 0,326)	-10,5 a -3,6	-8,9	1,2	3, 7, 8, 11, 12 e 19	Instável	Média a baixa e Baixa
Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes e usos urbano	-1*(AAU*0,301 + AOU + 0,235 + ED*0,139 + Imp*0,077 + AC*0,072 + ALD*0,061 + De*0,04 + LL*0,031 + AVU*0,023 + AP*0,021)	-32,2 a -8,2	-21,7	6,4	7, 11, 13, 16 e 19	Crítico	Muito alta, Alta, Média a baixa e Baixa
Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e usos urbanos	-1*(AAU*0,301 + AOU + 0,235 + ED*0,139 + Imp*0,077 + AC*0,072 + ALD*0,061 + De*0,04 + LL*0,031 + AVU*0,023 + AP*0,021)	-32,5 a 0,3	-23,5	7,2	5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15 e 16	Crítico	Muito alta, Alta, Média a alta, Média a baixa e Baixa
Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e estruturas portuárias	-1*(AC*0,417 + EAP*0,274 + Imp*0,127 + ALD*0,127 + De*0,054)	-22,1	-22,1	0	5, 6, 9, 10, 11, 13 e 14	Crítico	Média a alta
Planície fluviomarinha com solos hidromórficos e usos urbanos	-1*(AAU*0,301 + AOU + 0,235 + ED*0,139 + Imp*0,077 + AC*0,072 + ALD*0,061 + De*0,04 + LL*0,031 + AVU*0,023 + AP*0,021)	-32,5 a 0,3	-25	7	5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 16 e 18	Crítico	Muito alta, Alta, Média a alta, Média a baixa e Baixa
Planície fluviomarinha com solos hidromórficos e estruturas portuárias	-1*(AC*0,417 + EAP*0,274 + Imp*0,127 + ALD*0,127 + De*0,054)	-22,1	-22,1	0	5, 6, 9, 10, 11, 13, 14 e 18	Crítico	Média a alta
Terraços marinhos com solos hidromórficos e usos urbanos	-1*(AAU*0,301 + AOU + 0,235 + ED*0,139 + Imp*0,077 + AC*0,072 + ALD*0,061 + De*0,04 + LL*0,031 + AVU*0,023 + AP*0,021)	-32,5 a 0,3	-24,1	6	5, 6, ,7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19	Crítico	Muito alta, Alta, Média a alta, Média a baixa e Baixa
Terraços marinhos com solos hidromórficos e estruturas portuárias	-1*(AC*0,417 + EAP*0,274 + Imp*0,127 + ALD*0,127 + De*0,054)	-22,1	-22,1	0	5, 6, 9, 10, 11, 13 e 14	Crítico	Média a alta
Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e usos urbanos	-1*(AAU*0,301 + AOU + 0,235 + ED*0,139 + Imp*0,077 + AC*0,072 + ALD*0,061 + De*0,04 + LL*0,031 + AVU*0,023 + AP*0,021)	-32,5 a 0,3	-22,5	8,2	7, 9, 11, 13, 14, 16 e 19	Crítico	Muito alta, Alta, Média a alta, Média a baixa e Baixa
Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e estruturas portuárias	-1*(AC*0,417 + EAP*0,274 + Imp*0,127 + ALD*0,127 + De*0,054)	-22,1	-22,1	0	7, 11, 13, 14 e 19	Crítico	Média a alta
Rampas coluvionares com solos incipientes e usos urbanos	-1*(AAU*0,301 + AOU + 0,235 + ED*0,139 + Imp*0,077 + AC*0,072 + ALD*0,061 + De*0,04 + LL*0,031 + AVU*0,023 + AP*0,021)	-32,5 a -0,4	-25,3	6	7, 11, 13, 14, 16 e 19	Crítico	Muito alta, Alta, Média a baixa e Baixa
Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes com usos industriais	-1*(EAI*0,559 + AC*0,029 + Imp*0,108 + ALD*0,068 + De*0,037)	-30,3 a -29,2	-30,2	0,2	7, 11, 13, 14, 15, 17 e 19	Muito crítico	Muito alta
Escarpas e Serras com predomínio de solos jovens e incipientes com exploração mineral	-1*(Min*1)	-34	-34	0	7, 11, 13, 12, 15 e 17	Muito crítico	Muito alta
Depósitos, planícies e terraços mistos com solos hidromórficos e usos industriais	-1*(EAI*0,559 + AC*0,029 + Imp*0,108 + ALD*0,068 + De*0,037)	-30,3 a -29,2	-30,2	0,2	9, 10, 11, 13, 14, 15 e 17	Muito crítico	Muito alta
Terraços marinhos com solos hidromórficos e exploração mineral	1*(Min*1)	-34	-34	0	5, 6, 7, 11, 13, 14, 15 e 17	Muito crítico	Muito alta
Morros residuais com solos incipientes ou argiluviados e usos industriais	-1*(EAI*0,559 + AC*0,029 + Imp*0,108 + ALD*0,068 + De*0,037)	-30,3	-30,3	0	7, 11, 13, 14, 15, 17 e 19	Muito crítico	Muito alta
Rampas coluvionares com solos incipientes e usos industriais	-1*(EAI*0,559 + AC*0,029 + Imp*0,108 + ALD*0,068 + De*0,037)	-30,3	-30,3	0	7, 11, 13, 14, 15, 17 e 19	Muito crítico	Muito alta
Planície marinha atual com depósitos sedimentares inconsolidados (praia)	-	-	-	-	5 e 13	-	-

Ações de Impacto (Siglas)		
AAU - Alterações pelo Adensamento Urbano AC - Áreas contaminadas ALD - Alterações na drenagem AOR - Alterações pelo Padrão de Ocupação Rural AOU- Alterações pelo Padrão de Ocupação Urbano	AP - Áreas protegidas AVU - Áreas verdes urbanas De - Desmatamento CV - Cobertura vegetal EAA - Efluentes e atividades portuárias EAI - Efluentes e atividades industriais	EAP - Efluentes e atividades portuárias ED - Efluentes domésticos FF - Fragmentos Florestais Imp - Impermeabilização LL - Lixo nos logradouros Min - alteração severa do conjunto paisagístico por mineração

Efeitos e Consequências (enumeração)			
1- Conservação das funções geoecológicas dos componentes dos sistemas naturais 2- Manutenção de serviços ecossistêmicos 3- Manutenção de modos de vida tradicionais 4- Melhoria da qualidade ambiental e de vida	5- Erosão fluvial ou costeira 6- Assoreamento 7- Erosão acelerada 8- Compactação do solo 9- Mudanças nos canais de circulação de águas	10- Aumento da intensidade e frequência de inundações e alagamentos 11- Diminuição da biodiversidade 12- Fragmentação de ecossistemas 13- Poluição das águas 14- Poluição dos solos 15- Poluição atmosférica	16- Proliferação de vetores de doenças 17- Pressão sobre recursos hídricos 18- Recalque em fundações 19- Aumento da intensidade e frequência de movimentos de massa

Em linhas gerais, na paisagem antroponatural da Baixada Santista o estado ambiental restou definido em cinco classes (estável, medianamente estável, instável, crítico e muito crítico) conforme características médias dos sistemas ambientais, acompanhados dos dados que apresentam as amplitudes de variação (mínimo e máximo) e o desvio em torno da média (desvio padrão). Quanto maior o valor destes dois indicadores, maior a variação interna dentro de cada classe. Tais classes foram subdivididas ainda respectivamente em outras 15 subclasses com os níveis de conservação e degradação (entre baixa e muito alta).

As duas classes que contém níveis variados de conservação, definidas como estáveis ou medianamente estáveis estiveram associadas, no primeiro caso, primordialmente aos lugares com cobertura vegetal em áreas protegidas, enquanto no segundo responderam a presença menos frequente de áreas de preservação, à cobertura vegetal alterada em extensão considerável e, no caso da planície fluviomarinha, também às alterações na drenagem.

Por sua vez, as classes relacionadas a paisagem mais intensivamente antropizada foram definidas em instáveis, críticas e muito críticas e contém níveis de degradação variados. Àquelas classificadas como instáveis estiveram associadas principalmente aos usos rurais. As críticas variaram conforme as condições de urbanização, que apresentam um ínterim de questões sobrepostas e relacionadas que fizeram desta a classe com maior quantidade de níveis. Já as muito críticas resultaram da associação de trechos da paisagem modificados por atividades industriais e de mineração, além de pontos contaminados e de destinação de alta quantidade lixo e resíduos sólidos, com problemas ambientais intensos. De maneira geral, as extensões e proporções destas classes e níveis na Baixada Santista estão detalhados na Tabela 18.

Tabela 18- Área e percentual das Classes de Estado Ambiental e respectivos níveis de conservação/preservação da paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Estado Ambiental		Área (km^2)	Percentual (%)
Classes de Estado	**Nível de Conservação/Degradação**		
Estável	Muito alta	1061,62	43,61
	Alta	550,08	22,67
	Média	34,72	1,43
Medianamente estável	Muito alta	100,22	4,13
	Alta	134,85	5,56
	Média	35,13	1,45
Instável	Média a baixa	18,36	0,76
	Baixa	51,71	2,13
Crítico	Muito alta	20,86	0,86
	Alta	550,08	22,67
	Média a alta	68,07	2,80
	Média a baixa	55,62	2,29
	Baixa	14,21	0,59
Muito crítico	Muito alta	21,72	0,90
Planície marinha atual com depósitos sedimentares inconsolidados (praia)		12,42	0,51
Corpos Hídricos Continentais		70,00	2,88
Total		2430,15	100,00

Os sistemas de escarpas e serras florestadas são as áreas mais difíceis de serem ocupadas e concentram a maior parte das áreas estáveis com nível muito alto de conservação, que no total representam o estado ambiental mais significativo 43,61%. Estendendo-se aos planaltos, aos depósitos, planícies e terraços mistos e aos terraços marinhos estas áreas dão lugar ao predomínio da estabilidade com alto nível de conservação, que totaliza 22,67% da região, empatado na segunda posição em proporção com as áreas críticas com nível alto de degradação.

Posto nestes termos, é notável a dissimetria do estado ambiental da paisagem, onde dividem espaço igualmente proporcional paisagens estáveis com alto nível de conservação e críticas com alta degradação. As referidas áreas críticas com alto nível de degradação correspondem a maior parte dos usos urbanos, mais especificamente, residenciais, comerciais e de serviços, que, condicionado principalmente ao menor adensamento urbano e às condições gerais de urbanização, contém ainda áreas com níveis maiores (muito alta 0,86%) e menores (média a alta em 2,80% e média a baixa em 2,29%) de degradação, concentradas sobretudo nos municípios centrais, no primeiro caso, e nos periféricos, no segundo. Há, ainda, áreas com baixa degradação nas áreas verdes urbanas.

Representando menores extensões os sistemas com estado medianamente estável distribuem-se na planície fluviomarinha com mangues e nos morros residuais e morranias

florestados entre níveis de conservação muito alta (4,13%) onde há formações primárias em áreas protegidas, alta (5,56%) em formações secundárias ou degradadas em áreas protegidas e média (1,45%) em áreas não protegidas com formações secundárias.

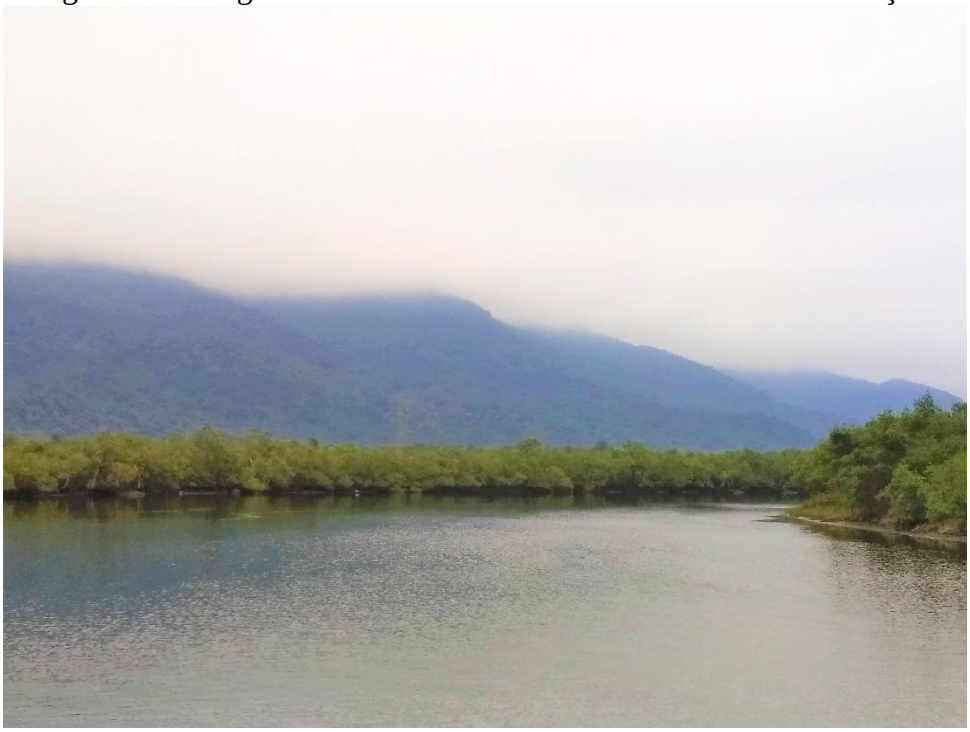
Estas áreas alternam-se em muitos trechos com sistemas instáveis, ainda menos extensos que os anteriores. Nestes, entretanto, pela instalação dos usos antrópicos, a avaliação tratou de níveis de degradação, média a baixa em 0,76% da região, associada aos lugares onde há culturas permanentes com alterações na drenagem recorrentes, mas predominantemente baixa em 2,13% nas demais áreas rurais.

Em termos de extensão e proporção as áreas menos significativas dentre todas as classes de estado são as muito críticas com nível de degradação muito alto (0,90%) complementadas por áreas pontuais. Porém, em termos ambientais estes são os lugares mais expressivos, pela instalação de impactos generalizados, concentrados principalmente nos municípios centrais da região, com destaque para o parque industrial de Cubatão.

Distribuídas em planaltos, escarpas e serras e em rampas coluvionares florestados ou em depósitos, planícies e terraços mistos e em terraços marinhos com restinga, nas áreas estáveis com nível de conservação muito alta há recorrência de áreas de proteção associadas a uma cobertura vegetal com formações predominantemente primárias. Dentre as áreas de proteção destaca-se pela extensão e importância o Parque Estadual da Serra do Mar dentre outros além das terras indígenas. Nestes casos, concordando com Souza (2018) a ocupação destes espaços pelas comunidades indígenas não constitui um fator de tensão, mas pode ser considerada uma estratégia para preservação.

Em termos ambientais representam as áreas mais positivamente impactadas, principalmente pelo regramento de uso e ocupação, que têm como efeitos e consequências a conservação das funções geoecológicas dos componentes naturais, a manutenção serviços ecossistêmicos e dos modos de vida tradicionais e a melhoria da qualidade ambiental e de vida (Figura 71).

Figura 71- Fotografia de áreas estáveis com alto nível de conservação.



Obs.: Foto feita às margens do rio Itapanhaú ilustrando em manguezais na planície fluviomarinha (primeiro plano) e em florestas nas escarpas (segundo plano). Data: 20/06/2018.

As florestas tropicais prestam diferentes serviços ecossistêmicos dos quais toda sociedade se beneficia direta ou indiretamente. Para Campos (2009), são fundamentais a conservação da biodiversidade, o sequestro e estoque de carbono (fundamental frente às mudanças climáticas), a ciclagem de nutrientes e manutenção da fertilidade do solo, a manutenção de chuvas e a regulação climática, a preservação da beleza cênica, ou mesmo a preservação cultural, pelas inúmeras possibilidades de usos de espécies variadas por povos indígenas e comunidades tradicionais com seus saberes e expressões culturais únicos.

Estas questões estão reconhecidas na legislação, quando, por exemplo, São Paulo (1985) aponta no Artigo 2º da Resolução nº 40, de tombamento da Serra do Mar, que a decisão decorreu:

> (...) do grande valor geológico, geomorfológico, hidrológico e paisagístico, a condição de banco genético de natureza tropical, dotado de ecossistemas representativos em termos de fauna e flora, sendo também região capaz de funcionar como espaço serrano regulador para a manutenção das qualidades ambientais e dos recursos hídricos da região litorânea e reverso imediato do Planalto Atlântico Paulista. A escarpa da Serra do Mar, que serviu no passado de refúgio climático" para a floresta tropical úmida de encosta, exibe hoje os últimos remanescentes da cobertura florestal original do Estado de São Paulo, fundamentais para a estabilidade das vertentes de altas declividades aí presentes, pouco vocacionadas para as atividades agropastoris em face da sua

> grande vulnerabilidade ecológica, sujeita que está aos maiores impactos pluviométricos conhecidos no país (p. 29).

Quanto às terras indígenas, nestes termos, a importância é semelhante e complementar. De acordo com a FUNAI (201_) estas beneficiam, indiretamente, a sociedade de forma geral pela proteção do patrimônio histórico e cultural brasileiro ou mesmo pela garantia e efetivação dos direitos territoriais dos povos indígenas que contribuem para a construção de uma sociedade pluriétnica e multicultural. Beneficiam-se, ademais, a sociedade nacional e mundial com estes territórios que contribuem para a proteção ambiental e da biodiversidade, uma vez que as terras indígenas representam os ambientes mais protegidos em todos os biomas brasileiros.

Neste sentido, o relatório da FAO e FILAC (2021) apontaram que os territórios de povos indígenas e comunidades tradicionais formalmente reconhecidos são instrumentos importantes na redução de taxas de desmatamento e de perda de biodiversidade, 2,5 vezes menores nestas áreas no Brasil, que, ainda, preservam boa parte das florestas intactas. No entanto, o relatório aponta a situação contraditória de tais comunidades, que apresentam grande riqueza natural e cultural e pobreza em termos de renda, acesso precário à serviços públicos, insegurança alimentar e conflitos sociais.

Também importantes no que se refere aos serviços ecossistêmicos e demais efeitos e consequências ambientais positivos, porém com níveis ligeiramente inferiores de conservação, as áreas estáveis com alta conservação distribuem-se nos mesmos sistemas ambientais, enquanto as estáveis com média conservação ocorrem restritas a pequenos trechos dos sopés das encostas e em rampas coluvionares.

No primeiro caso, as áreas estão relacionadas a lugares nos quais houve degradação da cobertura vegetal ou onde não há áreas de proteção, enquanto o segundo representa a sobreposição de áreas com degradação da cobertura vegetal fora de áreas de proteção.

Em alguns destes trechos, esforços têm sido conduzidos ao longo das últimas décadas voltados à recuperação ambiental pela recomposição florestal em decorrência de efeitos e consequências da degradação da cobertura vegetal, como o aumento da intensidade e frequência de movimentos de massa e aceleração dos processos erosivos nas encostas da Serra do Mar em Cubatão por conta da liberação do potencial energético natural pelos impactos ambientais diretos e indiretos. Neste trecho Pompéia (2005) relata uma experiência bem-

sucedida em um dos maiores esforços para o reflorestamento no Brasil, utilizando técnicas inovadoras com a semeadura das encostas feita a partir do lançamento de sementes envoltas em gel hidromórfico por aeronaves.

Assim como estas duas áreas com níveis menores de conservação, os sistemas medianamente estáveis também representam áreas de pressão direta ou indireta dos usos antrópicos sobre os remanescentes florestais. Neste aspecto, àquelas classificadas como medianamente estáveis em conservação muito alta reúnem as melhores condições pela sobreposição entre áreas protegidas e vegetação em estágio clímax, algo frequente nos morros residuais interiores das planícies de Peruíbe e Itanhaém e também registrado em alguns trechos de morros da área central, principalmente na APA da Serra do Guararu em Guarujá.

As áreas medianamente estáveis em conservação alta respondem à sobreposição de áreas de proteção às morranias e morros residuais florestados ou à planície fluviomarinha com manguezal. No entanto, nos primeiros casos há degradação da cobertura vegetal, que têm como efeito a diminuição da biodiversidade. Já no caso dos manguezais, foram reconhecidas alterações na drenagem, causadoras ou intensificadoras de processos erosivos extrínsecos, de acordo com Tessler et al. (2006).

Estas áreas estão sob influência direta de pressões antrópicas sobre ambientes naturais de reconhecido valor ambiental, descritos em São Paulo (1985), para o caso das morranias e morros residuais, e, em Afonso (2006) para os manguezais. Neste caso, a autora aponta que se trata de um ambiente muito particular, cujo valor decorre da utilidade como local de reprodução, alimentação e refúgio de muitas espécies, como área de contenção do processo de assoreamento dos canais e de processamento de matéria orgânica, o que resulta numa alta produtividade que atrai a maior parte dos peixes de águas costeiras explorados comercialmente, que tornam o manguezal um berçário natural do mar.

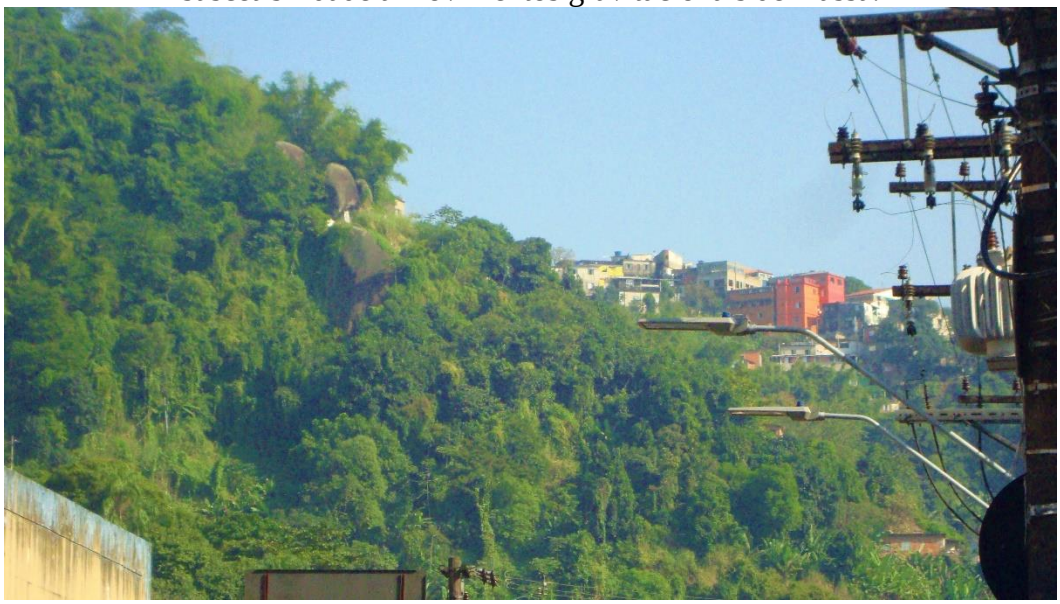
Além das pressões por intervenções diretas, há pressões para uso destas áreas que vem sendo registradas no arcabouço jurídico de proteção ambiental, que desde de 2012, com a promulgação do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), vêm sofrendo enfraquecimento, como apontou Souza (2018). Em caso recente, ilustrativo do aprofundamento das ameaças à regulamentação jurídica aplicadas aos manguezais, na 135º reunião do CONAMA no dia 28/09/2020 houve a revogação Resolução CONAMA nº 303 (BRASIL, 2002) em decisão posteriormente cancelada.

Além dos possíveis impactos diretos com usos mais intensivos destes ambientes reconhecidamente frágeis, demais consequências poderiam reverberar nos sistemas estuarinos, que representam 11,14% da região, com possíveis ameaças ao ciclo de vida de diversas espécies, com consequências para as populações de peixes, incluindo espécies comercialmente exploradas, o que afetaria a pesca e os que praticam ou dependem dela, além da diminuição do efeito de contenção de assoreamentos dos canais.

Por sua vez, as áreas medianamente estáveis em conservação média representam aquelas mais diretamente afetadas e com menor nível de conservação e que, por conseguinte, apresentam efeitos positivos de menor intensidade se comparado às demais. As alterações decorrem de modificações na cobertura vegetal com repercussões nos estágios sucessionais nas morranias e morros residuais fora de áreas de proteção.

Nas morranias em Peruíbe as pressões sobre estes ambientes decorrem de atividades rurais. No caso dos morros residuais as pressões estão associadas a urbanização, principalmente nos morros centrais das ilhas de São Vicente e Santo Amaro, e, por associarem alta suscetibilidade ao adensamento urbano do entorno, criam inúmeras situações de riscos e que tornam a infraestrutura e população vulneráveis à desastres (Figura 72).

Figura 72- Fotografia ilustrando a relação da degradação da cobertura vegetal com a alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa.



Obs.: Fotografia feita a partir da Praça do Andradas (Santos) destacando a suscetibilidade demonstrada em cicatrizes de escorregamentos, que impõe riscos a infraestrutura e comunidade do entorno. Data: 20/06/2018.

Passando dos lugares considerados em seus níveis de conservados para os considerados nos níveis de degradação, o estado ambiental resultou instável nos sistemas com

áreas rurais. Esta classe distribui-se em todos os sistemas naturais com níveis de degradação predominantemente baixos, relacionados aos usos rurais diversificados e aos cultivos permanentes. No caso das áreas de cultivos permanentes e de pastagens em que há sobreposição principalmente com alterações na drenagem reconheceu-se a intensificação da degradação, passada ao nível média a baixa.

Em alguns casos as áreas rurais coincidem com aldeamentos dentro de terras indígenas e com algumas de suas lavouras. Portanto foi reconhecida a importância destas áreas para a preservação dos modos de vida tradicionais.

Em decorrência do desmatamento manifestam-se como efeitos a diminuição da biodiversidade e a fragmentação dos ecossistemas, ainda que os fragmentos florestais sejam pontos menos alterados em relação ao entorno. Se estas são consequências gerais da utilização rural, há consequências associadas exclusivamente a determinados aspectos, como no caso das culturas permanentes que exercem pressão sobre os recursos hídricos nos sistemas onde ocorrem, de acordo com o consumo listado em CBH-BS (2016).

Nas morranias, morros residuais, rampas coluvionares e escarpas e serras com usos rurais são comuns a erosão acelerada, que contribui para degradação dos recursos hídricos do entorno, e o aumento da intensidade e frequência de movimentos gravitacionais de massa, principalmente rastejos. Isto se deve a retirada da cobertura vegetal em áreas suscetíveis, com agravo pelo pisoteio de animais onde há pastagens (Figura 73).

Em decorrência desta dinâmica de processos acelerados resulta o assoreamento de corpos d’água do entorno, onde também há também intervenções diretas nos canais fluviais, que associadas ao desmatamento nas margens, promovem pontos de erosão fluvial. Associados, estes processos diminuem a qualidade da água e assoreiam às calhas dos cursos d’água, podendo ter consequência no aumento da intensidade e frequência das inundações à jusante. Outra questão relacionada a qualidade da água envolve o lançamento de efluentes domésticos, com ocorrência em todas as áreas rurais, mas cujos efeitos inferem-se muito restritos.

Figura 73- Fotografia nas morranias da área rural de Peruíbe em área instável.

Obs.: Degraus causados por movimentos gravitacionais de massa (rastejo), compactação do solo pelo pisoteio do solo e erosão acelerada em sulcos com repercussões no assoreamento do corpo d'água imediatamente ao lado. Data: 16/01/2019.

No que diz respeito aos lugares em que houve a alteração quase total das características originais o estado ambiental foi classificado como crítico. Nestes sistemas de escarpas e serras, depósitos, planícies e terraços mistos, planícies fluviomarinhas, terraços marinhos, morros residuais e rampas coluvionares os usos se deram pela urbanização e em alguns casos pelas estruturas portuárias. Nestas áreas houve maior diversidade dos níveis de degradação: muito alta, alta, média a alta, média a baixa e baixa.

Nos sistemas com estado crítico condicionados pela urbanização, com suas áreas residenciais, comerciais e de serviços, áreas de expansão e equipamentos urbanos, o adensamento urbano, os padrões de ocupação e as questões sanitárias ligadas ao esgotamento e ao lixo foram mais relevantes na diferenciação dos níveis de degradação, cujos menores valores couberam a classe baixa, associada às áreas verdes urbanas que entremeiam as cidades.

Nestes casos, de acordo com Afonso (2006), houve a completa eliminação da cobertura vegetal principalmente de restinga nos terrenos preferenciais para ocupação urbana (terraços marinhos). As proximidades das praias já quase não conservam as características naturais, onde foram eliminadas dunas e depressões alagadas, que junto a orla formaram principalmente loteamentos pela demanda do turismo. Ainda conforme a autora, nas partes interiores da planície costeira os remanescentes florestais foram alterados por desmatamento e

extração de areia ou foram eliminados para expansão urbana. Por conta destas questões em todo trecho urbano da paisagem há diminuição generalizada da biodiversidade.

Em decorrência do padrão genérico da expansão, algumas questões relacionadas ao desmatamento, às alterações na drenagem e à impermeabilização são comuns a todas as áreas urbanas, mas têm seus efeitos magnificados conforme aumentam os níveis de degradação. As três ações impactantes associadas aceleram os processos erosivos e aumentam a frequência e intensidade de movimentos gravitacionais de massa ou das inundações e alagamentos, acompanhando os padrões de suscetibilidade.

Nesta escala, a impermeabilização é um componente sensível. Nos relevos dissecados e suscetíveis agrava os processos gravitacionais de massa pelo aumento da velocidade e concentração dos fluxos de escoamento superficial. Na planície costeira, junto ao assoreamento advindo da erosão acelerada intrínseca e extrínseca, aumenta a frequência e intensidade das inundações, problema frequente onde há influência fluvial e fluviomarinha, e alagamentos, associados aos pontos mais baixos das áreas urbanas e/ou onde a infraestrutura de drenagem é insuficiente.

Os trechos classificados como críticos com degradação média a baixa representam áreas de expansão urbana nas quais as infraestruturas características de áreas consolidadas são escassas, mas também praticamente inexiste qualquer tipo de adensamento urbano. Por este motivo, os efeitos ambientais sobre estas áreas concentram-se principalmente na aceleração dos processos erosivos e em alterações da drenagem, como pela abertura de canais de escoamento.

Boa parte das áreas nesta classe estão em Itanhaém onde, de acordo com AGEM (2014), há um plano de expansão rodoviária que prevê uma ligação direta com a capital paulista, que se efetivado tende a acelerar as áreas de expansão e todas outras associadas a malha urbana sobre as restingas ou mesmo sobre áreas rurais atuais, já liberadas em algum aspecto para uso.

Os equipamentos urbanos também foram classificados como críticos com degradação média a baixa, mas isto resultou de uma impossibilidade de estabelecer indicadores proficientes por conta da elevadíssima diferenciação interna entre os objetos. Nestas áreas têm-se consequências igualmente variadas, como poluição do ar pelos automóveis em vias com grande movimento, poluição da água e do solo em alguns pontos, mas também há pontos que resultam em consequências positivas, como as estações de tratamento de água e esgoto.

Onde a degradação das áreas críticas foi registrada média a alta há adensamento urbano muito baixo ou baixo em lugares sem rede formal coletora de efluentes domésticos, usualmente destinados para fossas sépticas ou assépticas ou lançados em valas e canais, com pontos com acúmulo de lixo em logradouros, causando a poluição do solo. Assim como nos demais trechos residenciais, comerciais e de serviços a abertura de valas e canais para escoamento de água e rebaixamento do lençol freático para construção de fundações são comuns por conta da hidromorfia generalizada e é neles que muitas vezes são lançados os efluentes das residências, incrementando a poluição hídrica.

Acompanhando a distribuição espacial da degradação média a baixa, as áreas críticas média a alta são encontradas basicamente sobre os terraços marinhos, mas ocorrem também sobre depósitos, planícies e terraços mistos e em pequenos trechos na planície fluviomarinha e em morros residuais. Apenas nas escarpas e serras há somente uma dessas classes, com nível de degradação média a baixa onde fica Vila da Light em Cubatão.

Entretanto, foram as áreas críticas com degradação alta que restaram com maior extensão, ocupando quase ¼ da extensão regional. Conforme atestam os valores mínimos e máximos e os valores de desvio padrão, trata-se da área mais heterogênea nos parâmetros considerados, cuja distribuição ocorre sobretudo nos terraços marinhos e nos depósitos, planícies e terraços mistos, mas também estão presentes em escarpas e serras, morros residuais e pontos da planície fluviomarinha.

Estes altos níveis de degradação acompanham principalmente o adensamento urbano médio e alto, categoria mais extensa, mas também distribuem-se onde há adensamento muito alto com boas condições de infraestrutura, em cenários excepcionais mais valorizados pelo turismo próximos às orlas praianas. Via de regra, são lugares nos quais manifestam-se problemas variados, com frequente poluição dos solos e das águas por conta das condições sanitárias.

Nas áreas críticas com degradação alta que respondem ao adensamento urbano médio e alto, ocorrem situações variadas quanto ao padrão de ocupação urbana, que inclui alguns assentamentos precários, e muitas áreas sem rede formal coletora de resíduos domésticos e com lixo acumulados nos logradouros, onde há proliferação de vetores de doenças.

Embora tal sobreposição de impactos não tenha alcançado os valores de um nível superior de degradação, reconhece-se que são áreas bastante problemáticas. Neste caso estão

incluídos alguns pontos dos morros residuais santistas como o Morro Fontana (Figura 74), onde a relação de ocupação com a alta suscetibilidade impõe situações de risco às construções e aos habitantes.

Figura 74- Fotografia em área crítica com alto nível de degradação e adensamento urbano alto em Santos.

Obs.: Morro Fontana em Santos onde os assentamentos precários se sobrepõe à falta de rede formal de coleta de resíduos domésticos e ao acúmulo de lixo, impondo, ao lado de outras condições, situações de riscos de deslizamentos. Data: 20/06/2018.

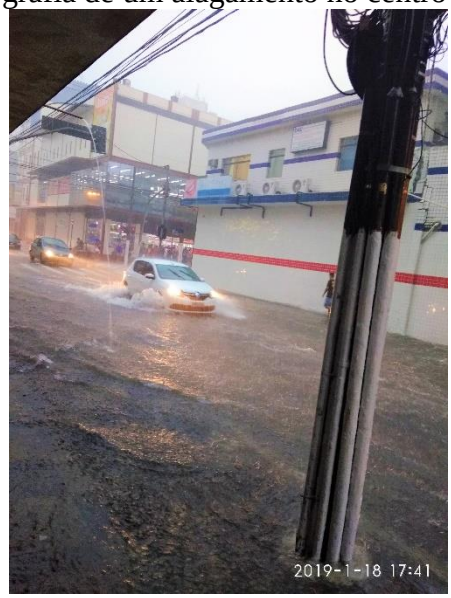
Numa relação baseada na divisão regional entre municípios centrais e periféricos, há, grosso modo, maior adensamento urbano com melhores condições de infraestrutura na referida classe nos municípios centrais, enquanto nos periféricos há menor adensamento e piores condições, principalmente quanto ao atendimento da rede de esgotamento sanitário. No entanto estas condições variam bastante principalmente nos municípios centrais, onde as melhores situações estão associadas aos setores mais valorizados, enquanto nos demais bairros sobrepõe-se adensamento urbano e problemas sanitários (Figura 75).

Em ambos os casos sobre terraços marinhos e depósitos, planícies e terraços mistos são frequentes os problemas com enchentes e alagamentos em determinados pontos e bairros que nas porções mais interiores decorrem de eventos pluviométricos (Figura 76) e da influência fluvial e fluviomarinha e, na linha costeira, das ressacas.

Figura 75- Fotografia de um canal artificial poluído e eutrofizado em área crítica com alta degradação.

Obs.: Demonstração dos efeitos do lançamento de direto de efluentes domésticos nos canais do Bairro Balneário Praia do Perequê em Guarujá. Data: 21/01/2019.

Figura 76- Fotografia de um alagamento no centro de São Vicente.



Obs.: Registro de alagamento condicionado pela drenagem deficiente durante evento de alta quantidade de precipitação em curto intervalo de tempo. Data: 18/01/2019.

São nas áreas de terraços marinhos próximos às praias que se concentra a maior demanda e disponibilidade de casas e apartamentos para turistas, que recebem numerosa população flutuante. Tal população aumenta bruscamente o consumo de serviços, de energia elétrica e de água e da produção de resíduos sólidos, causando a interrupção de fornecimento ou problemas com a armazenagem e destinação do lixo.

Nos municípios centrais o turismo ocupa parte considerável da orla verticalizada, que em alguns pontos não é atendida pela rede formal de esgotamento e apresenta pontos com acúmulo de lixo em logradouros. Nestes casos, dentre outros, tais áreas foram considerados

como críticas com degradação muito alta, pela alta concentração de demanda e consumo de serviços e recursos ambientais e ausência de estrutura básica. Isto ajuda ilustrar que se nas áreas críticas com degradação alta os problemas são mais extensos, nas com degradação muito alta eles são mais intensos.

Entretanto a maior parte das áreas classificadas como críticas com degradação muito alta são as que sobrepõe falta de estrutura e concentração populacional muito alta. Mais especificamente, é onde há adensamento muito alto e assentamentos precários em locais sem rede coletora de efluentes domésticos e, na maioria dos casos, com acúmulo de lixo em logradouros.

Estes são os lugares com as piores condições de vida na região, por vezes insalubres, que pela ausência de estrutura básica impõe impactos ambientais cujos efeitos são intensos (Figura 77) e que, por outro lado, são as populações mais diretamente atingidas pelas consequências de tais impactos.

Figura 77- Imagem de satélite do Bairro Saboó em Santos em área crítica com degradação muito alta.

Obs.: Efeitos ambientais da falta de infraestrutura aliada à concentração populacional muito alta em assentamentos precários na poluição do solo, com resíduos sólidos, e na poluição hídrica, com lançamento direto de efluentes domésticos. Fonte: Google Earth, imagens de 06/11/2018.

Neste locais, para onde são impelidas comunidades socioeconomicamente periféricas, registram-se inúmeros acidentes e desastres tecnológicos, como o incêndio da Vila Socó em Cubatão em 24/02/1984 causado por vazamento de combustível em oleoduto que vitimou mais de 500 pessoas[20], ou por processos como inundações e deslizamentos, que

[20] https://cetesb.sp.gov.br/analise-risco-tecnologico/grandes-acidentes/vila-soco-cubatao/.

periodicamente atingem trechos de alta suscetibilidade ocupados nos referidos padrões (Figura 78).

Figura 78- Deslizamento em Santos e inundação em Cubatão em áreas críticas com degradação muito alta.

Obs.: A imagem 1 é do Morro São Bento em Santos dois dias após séries de deslizamentos que ocorreram no dia 03/03/2020 em diversos pontos da Baixada Santista e causaram cerca de 50 mortes. A imagem 2 é de uma inundação no bairro Água Fria às margens do rio Cubatão no município de mesmo nome ocorrida no dia 04/02/2019. Fonte: G1 SANTOS (2019; 2020).

Estas áreas são mais extensas e populosas nos municípios centrais metropolitanos com destaque para a concentração e agravo do quadro ambiental no entorno do rio Piaçabuçu, na parte interiorana de Praia Grande e continental de São Vicente, município onde cabe destacar ainda a porção centro norte e áreas do entorno insular, além da porção noroeste santista na mesma ilha. Ainda, convém destacar os morros residuais centrais da ilha de São Vicente e Santo Amaro, o distrito de Vicente de Carvalho em Guarujá e as periferias oeste e noroeste de Cubatão e entre a cidade e os acessos a ilha vicentina.

Nos casos da parte interiorana de Praia Grande, da parte insular centro norte de São Vicente, da parte insular noroeste de Santos, oeste de Cubatão e no distrito de Vicente de Carvalho estas extensas periferias dividem espaço com pontos muito críticos com níveis muito alto de degradação em lugares onde se fazia ou se faz acondicionamento (transbordo) e destinação de resíduos sólidos. Tratam-se de aterros controlados, na maioria dos casos em antigos lixões. As condições atuais destes lugares evidenciam os graves problemas de gestão dos resíduos sólidos na região, bem como a baixa capacidade de reciclagem e de logística reversa, entre outras questões.

Estas condições geraram grandes problemas em todos os municípios metropolitanos com consequências na saúde pública, nos recursos hídricos, balneabilidade de praias e graves problemas sociais (ZÜNDT, 2006). Do ponto de vista ambiental, os aterros mais problemáticos verificados foram os de Sambaiatuba (São Vicente), da Vila Sônia (Praia Grande), da Alemoa

(Santos) e de Morrinhos (Guarujá), por conta da convivência de grande contingente populacional em condições precárias nas adjacências (Figura 79).

Figura 79- Pontos muito críticos com níveis muito alto de degradação em lugares onde se fazia ou se faz acondicionamento e destinação de resíduos sólidos.

Obs.: 1: Aterro controlado e área de transbordo de Praia Grande; 2: Aterro controlado e área de transbordo de Sambaiatuba, em São Vicente; 3: Aterro controlado de Morrinhos, em Vicente de Carvalho, Guarujá; 4: Antigo lixão e áreas de transbordo da Alemoa, em Santos. Fonte: Google Earth, imagens de 06/11/2018.

Sambaiatuba e seu entorno constituem uma das áreas mais degradadas de toda Baixada, com a sobreposição do acesso precário à moradia e aos serviços públicos e de saneamento à um ambiente suscetível a inundações em áreas de mangues, intensamente poluído, contaminado pela disposição de resíduos sólidos e com concentração elevada de vetores de proliferação de doenças.

Condições semelhantes foram observadas no aterro da Vila Sônia e da Alemoa, onde o material foi depositado sem infraestrutura adequada de impermeabilização e tratamento dos subprodutos da degradação dos resíduos, com entorno urbanizado e bastante degradado, também em ambiente transicional entre a planície fluviomarinha e os terraços marinhos ou depósitos, planícies e terraços mistos. Tais condições representam um grande problema diante das condições naturais destes ambientes, nos quais a alta permeabilidade, a ausência de argila e o lençol freático raso potencializam a dispersão da poluição e de contaminantes.

Por sua vez, o aterro de Morrinhos, à cerca de 300 metros do bairro de mesmo nome, foi construído na vertente sul num prolongamento de um morro residual. Na área do aterro, as inúmeras cicatrizes de escorregamentos visualizadas em campo evidenciam a alta suscetibilidade a deslizamentos, que já ocorreram inclusive nos taludes de células do aterro e causaram a contaminação da planície adjacente. No entorno do aterro a poluição é intensa nos rios Crumaú (desagua no canal de Bertioga) e Santo Amaro (desagua no estuário) e, associada à dinâmica natural de cheias e à precariedade da infraestrutura e das habitações, impõe riscos à saúde da população.

Nestes pontos nos municípios centrais a população flutuante costuma exercer periodicamente muita pressão sobre as estratégias de gerenciamento dos resíduos sólidos, superando em muito a capacidade de armazenamento e transporte das áreas de transbordo. Isto decorre do aumento vertiginoso da produção de resíduos e do congestionamento das vias de circulação, que muitas vezes impedem o transporte para os lugares de disposição final.

No caso dos municípios periféricos de Itanhaém e Mongaguá foram feitos processos de recuperação ambiental com a remoção de quase todo material das áreas dos antigos lixões, instalados nas porções mais interiores dos municípios sem qualquer infraestrutura para contenção dos danos ambientais. Já em Bertioga, onde havia condições semelhantes a área foi convertida em lugar de acondicionamento e transbordo.

Em Itanhaém a deposição dos resíduos era feita nos sopés de um morro residual e em Mongaguá sobre terraços marinhos muito próximos a um morro residual. No entorno de ambos populações com renda vinculada ao lixão permaneceram em residências com padrão construtivo muito baixo, por vezes em barracos. Em Itanhaém a proporção de ocupação do entorno é muito menor e em Mongaguá ainda há expansão em assentamentos precários em direção a área do antigo lixão.

Em Cubatão os dois pontos de deposição de resíduos sólido, Pilões e Areais, foram desativados. Em Pilões muitos reassentamentos de populações que ocupavam áreas muito suscetíveis a inundações tem sido feitas, como no bairro Água Fria.

O lixo do município, assim como quase todo da Baixada têm sido enviado para o Aterro Sanitário Sítio das Neves, instalado em antiga pedreira nos sopés das escarpas e serras em Santos. Apesar de já terem sido registrados acidentes de escorregamento nas células do aterro, a infraestrutura da área é adequada, com impermeabilização, coleta e tratamento dos

produtos da decomposição dos resíduos, mas a capacidade máxima está próxima de ser atingida, o que tem exigido do poder público novas áreas e novas estratégias (Figura 80).

Figura 80- Fotografia aterro sanitário Sítio das Neves em Santos.

Data: 22/06/2018.

No caso de Peruíbe há também um aterro sanitário (Figura 81), com infraestrutura incompleta, principalmente pela ausência da geomanta, o que permite a percolação dos resíduos da decomposição nas áreas de terraços marinhos, terrenos onde este processo é facilitado. Vestígios da degradação decorrente das condições do aterro são observáveis no entorno, sobretudo em pequenos canais artificias. Nas adjacências há também ocupação por residências precárias.

Figura 81- Degradação ambiental no entorno do Aterro sanitário de Peruíbe com vestígios de poluição nos canais de drenagem do entorno.

Data: 16/01/2019.

Como mencionado, estes aterros e lixões estiveram associados às periferias, urbanas e sociais. Os resíduos que chegavam ou chegam a estes locais respondem a um consumo que majoritariamente acontece em outros lugares da região, associados ao turismo e

à maior renda. O que há, em verdade, é o afastamento destes resíduos dos centros onde ocorre o consumo.

Perto das áreas de deposição instalaram-se comunidades, que pela possibilidade restrita de consumo, não são as maiores responsáveis pela degradação local, mas são as que convivem diretamente com os problemas ambientais, configurando um exemplo em escala local do que Porto-Gonçalves (2006) chamou de uma geografia desigual dos proveitos e rejeitos do consumo, concretizada no espaço regional.

Além destas áreas, também merecem destaque como pontos muito críticos com degradação muito alta as demais áreas contaminadas especificadas como pontos na representação cartográfica do estado ambiental. Estas representam ocorrências fora dos limites das tipologias identificadas nos sistemas antrópicos, mas que pelas características e riscos mereceram menção.

Tratam-se de pontos impactados por atividades extrínsecas, contaminados com resíduos tóxicos da atividade industrial cubatense, sobretudo oriundos da Rhodia-Brasil. Enterrados no solo e/ou dispostos sobre o solo, estes pontos concentram-se na porção interior de Itanhaém e continental de São Vicente, compostos principalmente por hexaclorobenzeno e hexaclorobutadieno e outros produtos mais tóxicos, como o cloreto de vinila (AVANZI et al. 2015).

Considerada pela CETESB (2001) como a principal fonte de contaminantes químicos em diversidade e volume para o estuário santista, e pelos danos com a contaminação do solo, da cadeia trófica e da cobertura vegetal, poluição atmosférica e hídrica, ou ainda pelos danos à saúde da população (GUTBERLET, 1996; CETESB, 2015), as áreas industriais foram classificadas como de estado ambiental muito crítico e com nível muito alto de degradação, distribuída nas escarpas e serras, rampas coluvionares, morros residuais e depósitos, planícies e terraços mistos.

De maneira geral, por conta da natureza das atividades e dos lançamentos de efluentes, as áreas industriais poluíram as águas, os solos e a atmosfera, e impactaram a biodiversidade como um todo nestes sistemas e em demais do entorno. O CBH-BS (2016) também aponta as áreas industriais como uma das maiores responsáveis pela pressão sobre os recursos hídricos regionais, pela alta demanda.

Nas áreas de escarpas e serras e dos morros residuais, pela intervenção direta ou indireta na cobertura vegetal estas atividades provocaram a aceleração dos processos erosivos e aumentaram a intensidade e concentração dos movimentos de massa. Enquanto nas áreas de depósitos, planícies e terraços mistos e na planície fluviomarinha, promoveram modificação dos canais e das próprias características dos solos, pelos aterramentos, colaborando por meio destas e da impermeabilização para o aumento da frequência de inundações e alagamentos.

Estado ambiental comparável, com a mesma classificação das áreas utilizadas pela indústria, foi atribuído às áreas de mineração onde há alteração completa das características naturais da paisagem, com consequências na diminuição da biodiversidade, aceleração de processos erosivos, assoreamentos, poluição das águas, solos e atmosfera, além da pressão que exercem sobre os recursos hídricos para atividade produtiva.

Por outro lado, a outra parte do complexo industrial-portuário da Baixada Santista, nas estruturas portuárias, nos depósitos, planícies e terraços mistos, terraços marinhos, planície fluviomarinha e nos morros residuais, teve o estado ambiental classificado como crítico com níveis de degradação média a alta. Isto decorreu, principalmente, dos menores valores associados aos efluentes e atividades portuárias.

Nas áreas portuárias manifestam-se como efeitos das ações impactantes nos diferentes ambientes a aceleração de processos erosivos e a erosão fluvial, com consequente assoreamento, por material advindo também das áreas lindeiras, que ao lado da modificação dos canais e da impermeabilização, alteraram os padrões de sedimentação e aumentaram a intensidade e frequência de inundações e alagamentos. Também como resultado houve a diminuição da biodiversidade pela retirada e alteração da cobertura vegetal e daquela aquática pela poluição hídrica e pelo transito de embarcações.

As atividades do complexo industrial-portuário e a ocupação no entorno causaram no estuário santista elevada poluição das águas e muitas modificações na diversidade biológica, pela eliminação de espécies e proliferação de outras invasoras (AFONSO, 2006). Para a autora, no que se refere às águas costeiras há intensa poluição com esgoto doméstico o que gera inadequação da balneabilidade das praias, causando inúmeras doenças aos banhistas. Além destas questões, na planície marinha também são reconhecidos os efeitos na erosão costeira, com decisiva atuação antrópica na eliminação das condições naturais dos terraços imediatamente posteriores às praias e pela alteração da dinâmica fluvial das águas interiores, como apontado por Tessler et. al (2006).

Por todo exposto, o estado ambiental da paisagem da Baixada Santista predomina como estável ou medianamente estável em níveis variados de conservação, associados principalmente à ambientes legitimamente protegidos, cujos benefícios não se restringem aos espaços com tais condições. A proteção justifica-se pela intensa dinâmica natural, pelo papel de conservação das funções geoecológicas, de manutenção serviços ecossistêmicos e de modos de vida tradicionais e da melhoria da qualidade ambiental e de vida, diante das pressões para expansão dos usos da terra, típicas de uma metrópole num contexto de mundialização, como discutido em Cheliz e Oliveira (2020).

Pela ótica dos serviços ecossistêmicos, a preservação destas áreas torna-se fundamental para as demais onde o exercício de funções sociais predomina, como as áreas urbanas e industriais, que utilizam os recursos ambientais produzidos nos trechos conservados. Um exemplo bastante característico é a captação de água, feita nos mananciais conservados e distribuída para as indústrias e abastecimento público.

Narrada em Drummond (1988), a experiência da diminuição da disponibilidade de água que abastecia o Rio de Janeiro no século XIX, causada pelo desmatamento para o cultivo de café no maciço da Tijuca, ambiente semelhante às áreas de morros, serras e escarpas da Baixada em termos naturais, é bom exemplo da necessidade de preservação e recuperação da cobertura vegetal para manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados por estes tipos de sistemas.

Nas áreas urbanas, principalmente na planície costeira sobre terraços marinhos, predominam áreas críticas sobretudo com níveis altos de degradação, num padrão que se interioriza rumo às escarpas serranas nos municípios centrais da região, onde também se concentra a maior parte dos lugares com degradação muito alta.

É nas cidades que está a grande maioria da população regional, que em diversos trechos ocupa áreas muito suscetíveis criando inúmeras situações de risco que frequentemente se convertem em acidentes e desastres. Todo o tecido urbano metropolitano manifesta a desigualdade social, de acesso à infraestrutura e à serviços públicos sobreposta ao acesso também desigual a um ambiente equilibrado, denotando inúmeros problemas ambientais, como é característico das metrópoles brasileiras.

Os lugares mais problemáticos do ponto de vista do estado ambiental, os muito crítico e com degradação muito alta, têm seus problemas reconhecidos por extensa bibliografia

e se concentram principalmente nos municípios centrais onde estão a maior parte das indústrias, que neste caso desenvolvem atividades altamente impactantes, com consequências agravadas pelas condições naturais. Isto além de pontos com estado ambiental e níveis de degradação igualmente intensos que acumulam problemas por conta da armazenagem de rejeitos do consumo e de atividades produtivas extrínsecas, parte de uma lógica ambiental perversa.

Nestes moldes, a paisagem da Baixada Santista apresenta um grande contraste entre conservação e degradação na qual os efeitos e consequências positivos ou negativos não se restringem à espacialidade delimitada para cada classe. Estas condições muitas vezes se apresentam em transições bruscas na paisagem e seus limites e relações demonstram uma situação de conflito permanente entre as vocações regionais: urbana, portuária e industrial, turística e conservacionista.

Capítulo 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A perspectiva sistêmica, paisagística e geoecológica adotada possibilitou analisar os aspectos naturais e antrópicos por uma ótica funcional, reunidos nas unidades de paisagem representadas pelos sistemas ambientais, por meio das quais foi possível diagnosticar o estado ambiental da paisagem da Região Metropolitana da Baixada Santista em escala regional (1:100.000).

O ponto de vista adotado sobre a Geoecologia da Paisagem guiou o percurso teórico-metodológico do trabalho e alicerçou adaptações e complementações. Isto demonstrou que tal abordagem não corresponde a um método fechado, mas a uma valorosa contribuição sobre a aplicação de conjuntos teóricos da Ciência da Paisagem na pesquisa. No entanto, como identificado ao longo da revisão histórico-analítica, faz-se necessária a ampliação da divulgação e das discussões sobre a história e os fundamentos da Geoecologia da Paisagem. Uma revisão ampla na bibliografia internacional e nacional sobre as teorias e métodos empregados na geoecologia pode contribuir nestes aspectos.

As bases teóricas e os procedimentos metodológicos utilizados permitiram validar a hipótese do trabalho. Portanto, foi possível compreender e representar a paisagem, o estado ambiental e os níveis de conservação/degradação em escala regional, considerando a dinâmica natural e a dinâmica antrópica nos sistemas ambientais, enfocando as relações e as causalidades, manifestadas em níveis variados (poliescalar).

Como reconhecido pela literatura, na interação entre os sistemas naturais e antrópicos foi identificada uma relação subordinada, uma vez que mesmo os lugares mais modificados pelos seres humanos não são independentes das características, ritmos e funcionamento naturais, como observado principalmente ao longo da planície costeira da Baixada. Por outro lado, os sistemas antrópicos demonstraram o poder transformador, que tem intensificado os processos naturais e que promoveram a criação de novos estados da paisagem, sobretudo concentrados na parte central da região. As intervenções manifestam-se principalmente na biota, nos solos e recursos hídricos, com modificações que alteraram a dinâmica da paisagem regional, já totalmente voltada ao atendimento das demandas socioeconômicas e culturais, regidas e gerenciadas pela política.

A metrópole santista contém os primeiros quadros urbanos brasileiros e forma parte de um dos principais complexos industriais-portuários latino americanos, instalados sobre sistemas naturais com alta complexidade, que comportam processos naturais vigorosos, cada vez mais intrincados aos usos da terra. Nas suas formas diversas, apresenta as graves contradições ambientais das metrópoles de países subdesenvolvidos, distribuída entre a planície costeira e a Serra do Mar, alongada paralela à linha de costa e centralizada na Ilha de São Vicente e entorno.

A paisagem regional é marcada por transições abruptas, comportando o que já foi chamado de Vale da Morte Brasileiro, em Cubatão, ao lado de alguns dos trechos mais preservados de uma das florestas mais ameaçadas do mundo, na Mata Atlântica. Isto diante de um contexto conflituoso entre as vocações urbana, portuária, industrial, turística e conservacionista, que embora sejam incompatíveis sob diversos aspectos, foram historicamente complementares na dinamização da ocupação regional e formatação dos atuais usos e impactos ambientais.

Tratada como sistema complexo, foi necessário recorrer a diferentes escalas de tempo, na elucidação da gênese e estruturação, e a uma abordagem poliescalar sobre a paisagem. A escala regional, neste sentido, não enrijeceu ou imobilizou o objeto de estudo, mas controlou as escolhas dos níveis de análise sobre os aspectos da paisagem.

Nesta perspectiva, os sistemas ambientais foram abordados pretendendo apreender a totalidade e a relação, apresentadas ao longo das discussões e representadas principalmente na cartografia, com a proposição de legendas ordenadas. As implicações imediatas disto refletem na leitura e compreensão dos componentes e processos da paisagem, que coexistem pela relação. Altera-se um componente ou um processo, altera-se a dinâmica e o conjunto ou a totalidade.

A síntese nos sistemas ambientais e a sistematização de uma metodologia quali-quantitativa, permitiram o diagnóstico do estado ambiental e de níveis de conservação/degradação da paisagem. Portanto, os objetivos foram alcançados.

Os procedimentos propostos para o diagnóstico do estado ambiental alicerçaram-se na definição: do grau das alterações, ponderado pela importância das ações de impacto ambiental em indicadores selecionados; e da amplitude dos processos degradantes, avaliada por

sistema ambiental com auxílio da AHP, conforme valor médio e como resultado direto da soma ponderada.

Para avaliação da importância das ações de impacto ambiental foi necessário estabelecer e explicitar os critérios qualitativos e quantitativos utilizados para ponderação da intensidade, extensão e persistência. Quanto à intensidade, a inserção de uma etapa prévia, designada incidência, que considerou as alterações das funções geoecológicas dos componentes naturais, foi importante por auxiliar o contato com a bibliografia especializada para avaliação do potencial de modificação pelos indicadores adotados. Novas pesquisas utilizando esta ótica podem permitir um inventário geral destes potenciais e dar corpo a outros trabalhos cada vez mais integrados, que permitam correlações e comparações.

Por sua vez, para avaliação da amplitude dos processos degradantes, foi necessário atribuir pesos aos indicadores das ações de impacto por sistema ambiental, com emprego da AHP. Como pressupõe esta técnica, as avaliações dos pesos de cada indicador por área foram feitas aos pares. Assim decomposto, entre a ponderação da importância e a atribuição dos pesos aos pares, resolveu-se o problema de valorar o estado ambiental considerando de uma só vez muitos indicadores por área.

Outra contribuição muito importante proporcionada pela AHP foi a normalização que a técnica realiza, escalonando os valores finais entre a importância máxima e mínima atribuída pelo pesquisador, independentemente da quantidade de indicadores utilizados para cada unidade. Assim, áreas com quantidades diferentes de indicadores têm seus resultados com valores dentro de um mesmo intervalo, o que permite a comparação entre elas.

Os valores resultantes de tais etapas permitiram o refinamento quantitativo para a classificação do estado ambiental. Nestes moldes, a organização e os procedimentos sistematizados podem ser objetivamente aplicados em diferentes contextos, o que torna esta proposta replicável.

Entretanto, este encaminhamento possui como desvantagem o caráter subjetivo das ponderações, que podem envolver imponderabilidades imprevistas. Porém, admite-se que em maior ou menor proporção a subjetividade sempre perpassa pesquisas desta natureza pelo caráter complexo e multifacetado do objeto de estudo.

No que se refere às ponderações das ações de impacto ambiental, faz-se necessária a ampliação das discussões sobre os critérios, parâmetros, classes e definições. Em particular, a extensão pode ter sua avaliação cada vez mais alinhada a critérios de análise espacial.

Quanto à cartografia, alguns indicadores importantes para a compreensão do estado ambiental podem não responder a espacialidade determinada pela aplicação de parâmetros quantitativos aos sistemas ambientais, o que torna importante a utilização de outros recursos para representação, com a inclusão de outras feições como as pontuais, por exemplo. Seria ideal a padronização das simbologias de representações destas feições a partir de experiências variadas.

Já, considerando as vantagens desta sistematização, pode ser destacada a liberdade dada ao pesquisador, que pode trabalhar conjuntos diferentes de indicadores e novas percepções, conforme a área de estudo ou os objetivos, sem que se altere a estrutura lógica. Tal estrutura foi apresentada minuciosamente nos procedimentos metodológicos e atividades de pesquisa.

Tratando dos resultados obtidos neste caso, intencionou-se representar áreas de prioridade máxima nas classes com degradação muito alta, com vistas a subsidiar mais apropriadamente o planejamento e gerenciamento destas questões. Se estas áreas não representam grandes extensões ou proporções em relação ao total regional, representam àquelas que mais demandam políticas e intervenções no que se refere à melhoria das condições ambientais, com reflexos imediatos na qualidade de vida.

Nestas áreas, principalmente nas impactadas pelas atividades industriais e portuárias, faz-se necessário o fortalecimento do regramento ambiental e dos institutos e agências governamentais de monitoramento e fiscalização, para haver controle o ambiental mais eficiente, uma vez que tratam-se de problemas com fortes repercussões sociais e econômicas. É importante que haja o fortalecimento de medidas de controle das atividades industriais e portuárias poluidoras e da armazenagem, transporte e destinação final de produtos tóxicos ou potencialmente danosos à saúde. Ainda, nas áreas contaminadas, são necessários o controle, a fiscalização e reparações às pessoas e ambientes afetados.

Nos lugares em que a pobreza e a miséria estão associadas à alta degradação e aos riscos ambientais, pondo em evidência um modelo político, social, econômico e ambiental excludente, devem ser implementadas intervenções abrangentes, que envolvam programas de

transferência de renda, de acesso à infraestrutura adequada, à moradia, à serviços públicos, à oportunidades de mobilidade social, entre outras.

Por sua vez, nas áreas estáveis e medianamente estáveis os esforços devem ser concentrados na manutenção e efetivação dos mecanismos de proteção, constantemente ameaçados pelas demandas locais ou por decisões tomadas em outras escalas, para garantir o bem estar de indivíduos e comunidades, dentro e fora dos limites desses espaços.

O regramento ambiental como um todo precisa ser mantido, consolidado e aprofundado, baseado em planejamentos sólidos regionalmente integrados. Uma possibilidade é adotar a estratégia de preservação com o reconhecimento e demarcação dos territórios indígenas e de comunidades tradicionais, onde podem ser estabelecidas parcerias para gerenciamento e monitoramento. Políticas de compensação por serviços ambientais são sugeridas como forma de reconhecimento e de incentivo para o cuidado com a conservação, além de fornecerem recursos para fazê-lo. Nas comunidades, tais recursos podem contribuir com a atenuação da pobreza e para promoção da segurança alimentar.

Nas demais áreas, são necessários esforços na mitigação das ações de impacto, sobretudo relativas ao saneamento ambiental, o que por certo refletirá na melhoria da qualidade ambiental e de vida. Num contexto geral, é preciso investir numa mudança da lógica para lidar com resíduos sólidos e efluentes líquidos, privilegiando medidas de tratamento em detrimento das de afastamento. No caso dos resíduos, são prementes investimentos em coleta seletiva, reciclagem, reutilização e logística reversa, que podem representar oportunidades econômicas. Quanto aos efluentes, os investimentos devem concentrar-se na universalização do acesso ao saneamento básico, incluindo coleta e tratamento. Estas duas questões representam uma das demandas mais urgentes para região, pelo agravo das condições ambientais, de saúde coletiva e pelos prejuízos econômicos relacionados aos impactos ambientais.

A educação ambiental em uma perspectiva crítica pode ser estimulada na rede formal de ensino, visando aumentar a resiliência pela reflexão e conscientização dos problemas coletivos que atingem todos os estratos sociais com diferentes nuances.

Por fim, através do conjunto teórico-metodológico e procedimental adotado foi possível responder as questões inicialmente levantadas, validar a hipótese assumida e atingir os objetivos apontados, que tornaram possível realizar o diagnóstico do estado ambiental da paisagem em escala regional (1:100.000) na Região Metropolitana da Baixada Santista – SP.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. A evolução geomorfológica. *In*: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Aspectos Físicos. Volume I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

AB'SABER, A. N. Contribuição à Geomorfologia do Litoral Paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, n. 1, p. 3-48, 1955.

AFONSO, C. M. **A Paisagem da Baixada Santista:** urbanização, transformação e conservação. São Paulo: EdUsp, 2006.

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA (AGEM). **Plano de Desenvolvimento Estratégico da Baixada Santista 2014-2030**. 2014. Disponível em: <https://www.agem.sp.gov.br/?portfolio=pmde>. Acessado em: jan. de 2020.

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA (AGEM). **Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista PRGIRS/BS**. 2018. Disponível em: <https://www.agem.sp.gov.br/?portfolio=prgirs-bs>. Acessado em: jan. de 2020.

AJIBADE, F. O.; OLAJIRE, O. O.; AJIBADE, T. F.; NWOGWU, N. A.; LASISI, K. H.; ALO, A. B.; OWOLABI, T. A.; ADEWUMI, J. R. Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian state. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 3, n. 4, p. 1-14, 2019.

ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências (suplemento)**, v. 48, 1976.

ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. **Origem e evolução da Serra do Mar.** v. 28, n. 2, p. p. 135-150, 1998.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R.; Inundação e enchentes. *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. 1ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2011.

AMBRÓSIO, R. P.; PEDRASSOLI, J. C.; SANTOS, A. R.; VAZQUEZ, D. A. Organização social do território e formas de provisão de moradia na RMBS. *In:* BRANDÃO, M. V. M.; MORELL, M. G. G.; SANTOS, A. R. (org.); RIBEIRO, L. C. Q. (coord.). **Baixada Santista:** Transformação na ordem urbana. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles. 2015.

AMORIM, R. R. A Representação de mapas de paisagens na escala regional: o exemplo da Região da Costa do Descobrimento (Bahia). **Revista da Anpege**, v. 12, n. 17, p. 257-292. 2016.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012.

ANDRADE, M. A. B.; LAMBERTI, A. A vegetação. *In*: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Aspectos Físicos. Volume I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

ARAÚJO FILHO, J. R. **A Baixada do Rio Itanhaém**. 74 p. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade de São Paulo. São Paulo. 1950.

ARAÚJO FILHO, J. R. A Expansão Urbana de Santos. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Santos e as Cidades Balneárias. Volume 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965a.

ARAÚJO FILHO, J. R. As Áreas Funcionais de Santos. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Santos e as Cidades Balneárias. Volume 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965b.

ARAÚJO FILHO, J. R. **Santos, o Porto do Café**. 200p. Tese (Livre docência – Geografia), Universidade de São Paulo, USP. Fundação IBGE: série A, publicação n. 24. 1969.

AVANZI, I. R.; GRACIOSO, L. H.; BALTAZAR, M. P. G.; PERPÉTUO, E. A.; NASCIMENTO, C. A. O. Uma reflexão aos danos causados por acidentes de organoclorados. **UNISANTA BioScience**, Santos, v. 4, n. 3, p. 169-178, 2015.

AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Volume I, II, III e IV. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

BARREIROS, A. M. **Da paisagem como objeto da Geografia:** repasse teórico e sugestão metodológica. 2017, 116f. Tese (Doutorado em Geografia)**.** Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BARROWS, H. H. Geography as Human Ecology. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 13, n. 1, p. 1-14, 1923.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1975. 351 p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, v. 13, p. 141-152, 1972.

BITAR, O. Y. **Relatório Técnico das Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**. [S.I.]: IPT e CPRM, 2014.

BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. O clima e sua influência na distribuição da floresta ombrófila densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 589-598, 2011.

BORRERO, J. C. Field Survey of Northern Sumatra and Banda Aceh, Indonésia after the Tsunami and Earthquake of 26 December 2004. **Seismological Research Letters**, v. 76, n. 3, p. 312-320, 2005.

BRASIL**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 5 de out.1988.

BRASIL. Decreto n. 1.775, de 8 de janeiro de 1996. Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 de janeiro de 1996.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § Iº, incisos I, II, III e Vll da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2006, Seção 1, p. 4.

BRASIL. **Novo Código Florestal**. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 10 de dezembro de 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e Implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de fev. 1986.

BRASIL, Resolução Conama n. 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União** n. 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68.

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. **Mata Atlântica:** manual de adequação ambiental. Brasília: MMA/SBF, 2010. 96p.

CAMPOS, M. T. **Aprendendo sobre Serviços Ambientais:** Forest Trend 2009. The Katoomba Group‘s, 2009.

CAVALCANTI, L. C. D. S.; CORRÊA, C. D. B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, 2016.

CAVALCANTI, L. C. S. **Da abordagem de áreas à teoria dos Geossistemas:** uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas. 2013. 218 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.

CHELIZ, P. M.; OLIVEIRA, R. C. Mundialização, riscos e impactos ambientais no litoral brasileiro: a Baixada Santista. *In:* CARPI JUNIOR, S.; DAGNINO, R. S. (orgs). **Risco e vulnerabilidade ambiental**: métodos e experiências. Tupã: Editora ANAP, 2020.

CHIN, A; BEACH, T.; LUZZADDER-BEACH, S.; SOLECKI , W. D. Challenges of the “Anthropocene” (Editorial). **Anthropocene**, v. 20, p. 1-3, 2018.

CHRISTENSEN, A. A.; BRANDT, J.; SVENNINGSEN, S. R. Landscape Ecology. In: RICHARDSON, D., et al. **The International Encyclopedia of Geography:** People, the Earth, Environment, and Technology. New Jersey: Wiley, 2017. p. 1-10.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC: editora da USP, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAIXADA SANTISTA (CBH-BS). **Minuta Preliminar do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 7**. CETEC: Lins, 1999.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAIXADA SANTISTA (CBH-BS). **Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2027 do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista**. Volume I – Diagnóstico. VM Engenharia de Recursos Hídricos: São Carlos, 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Biomonitoramento da vegetação na região de Cubatão**: fluoreto, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel 2012-2013. MODESTO, R. P. (coord.). São Paulo: CETESB, 2015. 98p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Sistema Estuarino de Santos e São Vicente**. LAMPARELLI, M. (coord.). Diretoria de Controle da Poluição, Diretoria de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia e Diretoria de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental. Relatório Técnico. 2001. 184p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO (CDHU). **Mosaico de ortofotos da Região Metropolitana da Baixada Santista (1:5.000).** Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo. 2007. Disponível em: http://datageo.ambiente.sp.gov.br/. Acesso: 3 de março de 2018.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Folha única, escala 1:750.000, 2006.

CONESA, V. F. V. **Guia Metodologica para evaluacion del impacto ambiental**. Madrid: Ediciones Munci-Prensa, 1993. 279p.

CONTI, J. B. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, Santa Maria, Edição Especial, p. 239-245, 2014.

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CPLA); SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIMA). **Sub-bacias do Estado de São Paulo**. 2013. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/cessao-de-dados/. Acesso: 02 fev. 2018.

CUNHA, C. L.; OLIVEIRA, R. C. **Baixada Santista:** uma contribuição à análise geoambiental. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. p. 253.

CUNHA, J. M. P.; FARIA, L. A. C. (org.). **Região Metropolitana da Baixada Santista:** diversidades socioespaciais na virada para o século XXI. Campinas: Librum Editora, 2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Banco de dados hidrológicos**: postos pluviométricos por município. 2017. Disponível em: http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/. Acesso em: 04 de maio de 2017.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Novas Considerações sobre Geossistema e Organizaçãoes Espaciais em Geografia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 29, n. 3, 2017. 409-421.

DRUMMOND, J. A. O Jardim Dentro da Máquina: Breve história ambiental da Floresta da Tijuca. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 276-298, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. EMBRAPA: Brasília. 2018.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO (EMPLASA). **Investimentos estruturadores – Região Metropolitana da Baixada Santista**. São Paulo: Emplasa, 1997. 77 p. + mapas anexos.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ARCGIS Desktop 10.6**, 2018.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA); UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Imagens multiespectrais Sentinel 2B sensor MSI**: nível de processamento 1C, 2018. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov. Acesso em: 05 nov. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO); FUND FOR THE DEVELOPMENT OF THE INDIGENOUS PEOPLES OF THE LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN (FILAC). **Forest governance by indigenous and tribal peoples**: An opportunity for climate action in Latin America and the Caribbean. Santiago: FAO, 2021. 148 p.

FOLHARINI, S. O.; FURTADO, A. L. S.; OLIVEIRA, R. C. Estado Ambiental: Magnitude, alcance temporal e espacial de impactos ambientais no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. *In*: FERREIRA, M. I. P.; BARRETO, G. S.; JUNIOR, J. L.; SILDA, J. A. F.; BARROS, M. P. **Engenharia e ciências ambientais:** constribuições à gestão ecossistêmica. Campos dos Goytacazes: Essentia Editora, 2019. p. 333- 346.

FRANÇA, A. População e Uso da Terra: O Uso da Terra. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Povoamento e População. Volume 2. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Demarcação de terras**: Por que demarcar terras indígenas? 201_. Disponível em: http://www.funai.gov.br/index.php/2014-02-07-13-25-20#. Acesso: 02 de dezembro de 2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Terras indígenas do Brasil**: situação fundiária. Diretoria de Proteção Territorial. 2020. Disponível em: http://www.funai.gov.br/index.php/shape. Acesso em: 05 de setembro de 2020.

G1 SANTOS. Chuva causa mortes e deslizamentos na Baixada Santista; veja fotos. **TV Tribuna Santos e Região**, Santos, 03 mar. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2020/03/03/chuva-causa-alagamentos-em-sao-paulo-veja-fotos.ghtml. Acesso em: 02 de janeiro de 2021.

G1 SANTOS. Temporal causa alagamentos e provoca transtornos na Baixada Santista. **TV Tribuna Santos e Região**, Santos, 04 de fev. de 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2019/02/04/temporal-causa-alagamentos-e-provoca-transtornos-na-baixada-santista.ghtml. Acesso em: 02 de janeiro de 2021.

GIANNINI, P. C. F. **Sedimentação Quaternária na Planície Costeira de Peruíbe-Itanhaém**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade de São Paulo, São Paulo. 1987.

GIGLIOTTI, M. S. **Mapeamento dos sistemas naturais do litoral paulista:** uma proposta de sistematização de procedimentos e métodos para a análise geoecológica. 2018. 161 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2018.

GIGLIOTTI, M. S. **Zoneamento Geoambiental da Região da Baixada Santista-SP como subsídio ao uso e ocupação das terras.** 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010.

GIGLIOTTI, M. S.; OLIVEIRA, R. C. Zoneamento geoambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista. *In*: CUNHA, C. L.; OLIVEIRA, R. C. **Baixada Santista:** uma contribuição à análise geoambiental. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. p. 253.

GLAZOVSKIY, N. F. et al. State of the world environment mapping project. **Mapping Sciences and Remote Sensing**, London, v. 36, n. 3, p. 215-222, 1999.

GOLDENSTEIN, Léa. Cubatão e sua área industrial. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Cubatão e suas indústrias. Volume 4. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

GOMES, R. D.; VITTE, A. C. Geossistema e complexidade: sobre hierarquias e diálogo entre os conhecimentos. **Ra'e Ga**, Curitiba, v. 42, p. 149-164, 2017.

GREGORY, J. K. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GRISI, B. M. **Glossário de Ecologia e Ciências Ambientais**. 3ª ed. João Pessoa. 2007.

GUTBERLET, J. **Cubatão**: Desenvolvimento, Exclusão Social e Degradação Ambiental. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base temática vetorial 1:250.000** - Brasil - Geomorfologia. Catálogo de metadados. Rio de Janeiro, 2018. Metadados de: amostragem em campo, área, forma de relevo linear e forma de relevo pontual. Disponível em: http://www.metadados.geo.ibge.gov.br. Acesso em: 05 de agosto de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil:** compatível com a escala 1:250 000. IBGE: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 2019a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas topográficas**. Escala: 1:50.000. Folha Rio São Lourencinho SG-23-V-A-II-2, Pedro de Toledo SG-23-V-A-II-4. 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas topográficas**. Escala: 1:50.000. Folha Salesópolis SF-23-Y-D-V-3, Salesópolis SF-23-Y-D-V-1, Mogi das Cruzes SF-23-Y-D-IV-2, Santos SF-23-Y-D-IV-3, Santos SG-23-V-B-I-1, Embu-Guaçú SF-23-Y-C-VI-3, Riacho Grande SF-23-Y-C-VI-4. 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Climas do Brasil**. 2002. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=acesso-ao-produto. Acessado: 10 de dezembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE cidades:** Contagem populacional. 2019b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 junho 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Infraestrutura de Transportes (1:250.000)**. 2017. Disponível em: geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250. Acesso: 05 de junho de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malhas digitais municipais**. 2015. Disponível em: https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais. Acesso: 05 de junho de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Geologia**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. IBGE: Rio de Janeiro, 1998. 306 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2000**. *In*: IBGE, Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial. Acesso em: 10 de julho de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. *In*: IBGE, Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial. Acesso em: 10 de julho de 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Cubatão - SP. Rio de Janeiro, 2015a. 1 mapa, color. Escala 1:25.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Guarujá - SP. Rio de Janeiro, 2015b. 1 mapa, color. Escala 1:25.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Itanhaém, SP. [S.I.]: CPRM, 2017a. Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**: município de Mongaguá, SP. [S.I.]: CPRM, 2017b. Escala 1:25.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Peruíbe - SP. Rio de Janeiro, 2015c. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Praia Grande - SP. Rio de Janeiro, 2015d. 1 mapa, color. Escala 1:25.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Santos - SP. Rio de Janeiro, 2015e. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de São Vicente - SP. Rio de Janeiro, 2015f. 1 mapa, color. Escala 1:25.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT); SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Bertioga, SP. São Paulo: IPT; CPRM, 2017. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Monografias, 2 v., 1981.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Instituto Florestal: Imprensa Oficial, 2010.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (IGC-SP). **Hidrografia RM São Paulo e Baixada Santista 1:25.000** (PRELIMINAR). Gerência de Cartografia. 2010.

INSTITUTO PÓLIS. **Projeto Litoral Sustentável – Desenvolvimento com inclusão social**: resumo executivo de Mongaguá. 2013b. 40p. Disponível em: <https://polis.org.br/publicacoes/resumo-executivo-de-mongagua-litoral-sustentavel-desenvolvimento-com-inclusao-social/>. Acessado: jan. de 2020.

INSTITUTO PÓLIS. **Projeto Litoral Sustentável – Desenvolvimento com inclusão social**: resumo executivo de Bertioga. 2013a. 44p. Disponível em: <https://polis.org.br/publicacoes/resumo-executivo-de-bertioga-litoral-sustentavel-desenvolvimento-com-inclusao-social/>. Acessado: jan. de 2020.

INSTITUTO PÓLIS. **Projeto Litoral Sustentável – Desenvolvimento com inclusão social**: resumo executivo da Baixada Santista. 2014.

INTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (IGC). **Cartas Topográficas**. Escala 1:50.000. Folha Itanhaém SG-23-V-A-III-1, Itanhaém SG-23-V-A-III-3. 1972.

INTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (IGC). **Cartas Topográficas**. Escala 1:50.000. Folha Mongaguá SG-23-V-A-III-2, Bertioga SF-23-Y-D-IV-4. 1971.

INTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (IGC); AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA (AGEM). **Sistema Cartográfico Metropolitano da Baixada Santista**: cartas topográficas. 128 folhas de 1022 a 6346, escala 1:10.000, 2002. Catálogo disponível em: https://www.agem.sp.gov.br/?page_id=1130. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

ISACHENKO, A. G. Fifty years of soviet landscape science. **Soviet Geography**, Moscow, v. 9, n. 4, p. 402-407, 1968.

ISACHENKO, A. G. **Principles of Landscape Science and physical-geographic regionalization**. Melbourne: Melbourne University Press, 1973.

JAKOB, A. A. E. Vetores de expansão urbana e fluxos migratórios na Baixada Santista. *In:* VAZQUEZ, D. A (org.). **A questão urbana na Baixada Santista:** políticas, vulnerabilidades e desafios para o desenvolvimento. São Paulo: Editora Universitária Leopoldianum, 2011, p. 35-62.

LAVROV, S. B. Geoecology: Theory and some pratical issues. **Soviet Geography**, Moscow, v. 30, n. 8, p. 670-679, 1989.

LECOCQ-MULLER, N. População e Uso da Terra: A população Regional. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Povoamento e População. Volume 2. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

LIMA, R. G.; OLIVEIRA, R. C. Notas sobre o planejamento público na Baixada Santista. *In*: CUNHA, C. M. L.; OLIVEIRA, R. C. **Baixada Santista:** uma contribuição à análise geoambiental. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. p. 253.

LIPORACI, S. R.; ROHM, S. A.; PEDRO, F. G.; CEREDA JUNIOR, A. Comparação entre Diferentes Técnicas Digitais para Elaboração do Modelo Digital do Terreno e da Carta de Declividades com Aplicação em Mapeamento Geológico-Geotécnico e Análise Ambiental. **Holos Envieronment**, Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 85-102, 2003.

MAGALHÃES, E. A. Praia Grande e Mongaguá. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Santos e as Cidades Balneárias. Volume 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

MANENT, M. B.; SANTANA, J. R. H.; LINARES, A. P. M. The state of the environment in Mexico. **Central European Journal of Geosciences**, v. 6, n. 2, p. 219-228, 2014.

MARTELOZZO, F.; AMATO, F.; MURGANTE, B.; CLARKE, K. C. Modelling the impact of urban growth on agriculture and natural land in Italy to 2030. **Applied Geography**, n. 91, p. 156-167, 2018.

MARTINELLI, M. Técnicas de Cartografia Temática. *In:* VENTURI, L. A. B. (org.). **Geografia**: Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2011. P. 523.

MARTÍNEZ, A. A. A.; RODRÍGUEZ, J. M.; HERNÁNDEZ, A. C. Los paisajes de humedales, marco conceptual y aspectos metodológicos para su estudio y ordenamiento. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 169-191, 2014.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MEDEIROS, D. B. Bertioga. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Santos e as Cidades Balneárias. Volume 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965a.

MEDEIROS, D. B. Guarujá. *In:* AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Santos e as Cidades Balneárias. Volume 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965b.

MENÉNDEZ, P.; LOSADA, I. J.; TORRES-ORTEGA, S.; NARAYAN, S. BECK, M. The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. **Nature: Scientific Reports**, v. 10, 2020.

MESSAGING EXTRATERRESTRIAL INTELLIGENCE (METI); NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **ASTER GDEM:** Global Digital Elevation Model. 2011. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 01 de novembro de 2019.

MILKOV, F. N. A Defense of Anthropogenic Landscape Science. **Soviet Geography**, Mocow, v. 17, n. 3, p. 226-231, 1976.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Limites das Unidades de Conservação (todas)**. 2018. Disponível em: http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm#. Acesso em: 06 de junho de 2019.

MONTEIRO, C. A. D. F. **Geossistema:** a história de uma procura. 2ª. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

MORAIS, S. M. (ORG.). **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil:** Integração Geológica da Folha Santos. Escala 1:250.000. SF-23-Y-D. Estado de São Paulo: CPRM (nota explicativa). 1999. 26p.

MORELL, M. G. G.; BRANDÃO, M. V. M.; SOUZA, F. G.; SABINO, W.; SANTOS, A. R. Estrutura social e organização social do território da Região Metropolitana da Baixada Santista. *In:* BRANDÃO, M. V. M.; MORELL, M. G. G.; SANTOS, A. R. (org.); RIBEIRO, L. C. Q. (coord.). **Baixada Santista:** Transformação na ordem urbana. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles. 2015.

MORIN, E. **O Método:** a natureza da natureza. Tradução de Ilana Heineberg. Volume I. Porto Alegre: Sulina, 2016.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia:** Uma atualização de bases e conceitos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

NEVES, C. E.; MACHADO, G.; HIRATA, C. A.; STIPP, N. A. A importância dos Geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Sociedade & Natureza**, Uberlandia, v. 26, n. 2, p. 271-285, 2014.

NEVES, C. E.; SALINAS, E. A Paisagem na Geografia Física Integrada: Impressões sobre sua pesquisa no Brasil entre 2006 e 2016. **Revista do Departamento de Geografia USP**, São Paulo, v. Especial - XVII SBGFA/I CNGF, p. 124-137, 2017.

NUNES, L. H. **Distribuição espaço-temporal da pluviosidade no Estado de São Paulo:** variabilidade, tendências, processos intervenientes. 1997, 192 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes). Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.

OLIVEIRA, R. C. D. Dinâmica de funcionamento da paisagem e relações de ocupação e risco de movimentos de massa e inundações: Cenários da Região da Baixada Santista no Estado de São Paulo e das Costas do Cacau e do Descobrimento no Estado da Bahia, Brasil. **Territorium**, Coimbra, v. 17, p. 151-160, 2010.

OLIVEIRA, R. C. Desafios metodológicos no planejamento ambiental: costa sul do estado da Bahia e Baixada Santista no estado de São Paulo. *In*: LIMA-GUIMARÃES, S. T., et al. **Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais**. Rio Claro: IGC/UNESP/Rio Claro, 2012. p. 256-284.

OLIVEIRA, R. R.; SOLÓRZANO, A. Três Hipóteses Ligadas à Dimensão Humana da Biodiversidade da Mata Atlântica. **Fronteiras**: Journal of Social, Technological and Environmental Science, Anápolis, v. 3, n. 2, p. 80-95, 2014.

PASSOS, M. M. **A Raia Divisória:** Geossistemas, Paisagem e Eco-história. Maringá: Eduem, v. 1, 2006.

PELECH, A. A.; NUNES, B. T. A. GATTO, L. C. S.; BOTELHO, R. G. M. Considerações sobre o mapeamento geomorfológico do território brasileiro: algumas abordagens na representação regional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 30, n. 3, p. 681-690, 2019.

PEREZ FILHO, A. Sistemas Ambientais e Sociedade. *In*: OLIVEIRA, M. P.; COELHO, M. C. N.; CORRÊA, A. D. M. **O Brasil, a América Latina e o Mundo:** espacialidades contemporâneas. Rio de Janeiro: Lamparina: Anpege, Faperj, 2008. p. 444p.

PEREZ FILHO, A. Sistemas Naturais e Geografia. *In*: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. **Panorama da Geografia Brasileira**. São Paulo: Annablume, 2007. p. 333-336.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, A. A. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 12, n. 3, p. 83-90, 2011.

PETRONE, P. O Povoamento Antigo e a Circulação. *In*: AZEVEDO, Aroldo (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Povoamento e População. Volume 2. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

PINTO, E. J. A.; AZAMBUJA, A. M. S.; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil:** isoietas anuais. Brasília: CPRM, 2011. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9>. Acesso em: janeiro de 2019.

PINTO, E. J. A.; AZAMBUJA, A. M. S.; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil:** isoietas anuais. Brasília: CPRM, 2011. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9>. Acesso em: janeiro de 2019.

POMPEIA, S. **Recuperação da vegetação da Serra do Mar em áreas afetadas pela poluição atmosférica de Cubatão: uma análise histórica.** *In:* GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V (Orgs.). Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso. Embrapa Floresta: Colombo. 2005.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM. **Plano de combate a erosão do Município de Itanhaém. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente**. 2017. Disponível em: <http://www2.itanhaem.sp.gov.br/combate-erosao/Plano-Combate-Erosao-de-Itanhaem.pdf>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2020.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para Entender a Terra**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2018. Disponível em: http://mapbiomas.org/. Acesso em: 05 de setembro de 2019.

QGIS Development Team. **QGIS User Guide,** Long Term Release 2.18: QGIS Project, 2016. Disponível em: https://www.qgis.org/en/site/. Acesso em: 02 fev. 2018.

QUEIROZ NETO, J. P.; KUPPER, A. Os solos. *In*: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Aspectos Físicos. Volume I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

RAFFO, J. G. G. O Processo Analítico Hierárquico e seu uso na modelagem do espaço geográfico. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, volume especial de 30 anos, p. 26-37, 2012.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S.B.; CÔRREA, G.F. **Pedologia:** base para distinção de ambientes, 4 ed. Viçosa: NEPUT, 2002.

RIBEIRO, A. S.; MINCATO, R. L.; CURI, N.; KAWAKUBO, F. S. Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 1, p. 16-31, 2016.

RIBEIRO, A. S.; OLIVEIRA, R. C. A Cartografia Geomorfológica em Escala Regional: o caso da Região Metropolitana da Baixada Santista –SP. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 80, no prelo. 2021.

RIBEIRO, M. B. **A Expansão Urbana de Peruíbe:** aspectos legais e a realidade do uso e ocupação da terra**.** 2006, 130f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RIBEIRO, R. R. **Evolução geomorfológica da Serra de Cubatão, em São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

RODRIGUES, C. A teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 69-77, 2001.

RODRIGUES, J. C. As Bases Geológicas. *In*: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Aspectos Físicos. Volume I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento Ambiental: bases conceituais, níveis e métodos. *In*: CAVALCANTI, A. P. B. **Desenvolvimento Sustentável e Planejamento:** bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC, 1997. p. 9-26.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. La Geoecologia del Paisage como fundamento para el analisis ambiental. **Rede - Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 77-98, 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental**. Fortaleza: Editora Universidade Federal do Ceará - UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Teoria dos Geossistemas**: o legado de V. B. Sochava. Volume I Fundamentos Teórico-metodológicos. Fortaleza: Edições UFC, 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: UFC, 2004.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5ª. ed. Fortaleza: Editora Universidade Federal do Ceará - UFC, 2017.

ROSS, J. L. S. A Serra do Mar e a Planície Costeira em São Paulo: morfogênese, morfodinâmica e as suas fragilidades. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 100, p. 17 – 38, 2018.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia:** ambiente e planejamento. 9 ed. São Paulo: Contexto, 2012.

ROSSI, M. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo:** revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, v. 1, 2017.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Géosystèmes et Paysagens:** Bilan et Méthodes. Paris: Armand Colin, 1991.

SAATY, R. W. The Analytic Hierarchy Process – What it is and how is used. **Math Modelling**, Pittsburgho, v. 9, n. 3, p. 161-176, 1987.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. Models, methods, concepts & applications of the Analytic Hirarchy Process (2 ed., International Series in Operations Research & Management Science, 175). New York: Springer. 2012. 345 p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental:** conceitos e métodos. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no estado de São Paulo: a Variabilidade pluvial nos últimos 100 anos**. *In*: Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000. 259 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 43-60. 2005.

SANT'ANNA NETO, J. L. Dinâmica Atmosférica E Caráter Transicional Do Clima Na Zona Costeira Paulista. **Revista Do Departamento De Geografia**, v. 8, p. 35-49, 2011.

SANTOS, A. P. S. **Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP) de Topo de Morros**. *In:* Capítulo 17 do Material de Cartografia Digital II do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

SANTOS, A. R. O processo histórico de ocupação no município de Santos: a expansão a partir do centro. *In:* VAZQUEZ, D. A. (org.). **A questão urbana na Baixada Santista:** políticas, vulnerabilidades e desafios para o desenvolvimento. São Paulo: Editora Universitária Leopoldianum, 2011, p. 35-62.

SANTOS, B. B. O. **Pluviosidade e limiares de estabilidade:** uma revisão para a região Metropolitana da Baixada Santista. 2017, 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2017.

SANTOS, D. D.; MORAES, S. L.; GALVANI, E. Variação da temperatura do ar média, mínima e máxima do perfil topoclimático da Trilha Caminhos do Mar (SP). **Equador**, Teresina, v. 5, n. 5, p 01-19, 2016.

SANTOS, E. O. Características Climáticas. *In*: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista:** Aspectos Geográficos. Aspectos Físicos. Volume I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1965.

SANTOS, M. C. F. **Análise Geoambiental da Região da Costa do Cacau - Bahia.** 2012, 215f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil:** território e sociedade no início do século XXI. 9ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2006.

SÃO PAULO (Estado). **Comissão Pró-Índio: Terras Indígenas em São Paulo**. 2020. Disponível em: https://cpisp.org.br/indios-em-sao-paulo/terras-indigenas/terras-indigenas-em-sao-paulo/. Acesso: 01 de fevereiro de 2021.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 10.251, de 30 de agosto de 1977. Cria o Parque Estadual da Serra do Mar e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Executivo, São Paulo, SP, 31 ago. 1977, p. 19.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Nº 59.263, de 5 de junho de 2013. Regulamenta a Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Executivo, São Paulo, SP, 6 de jun. 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Instituto Florestal: Imprensa Oficial, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Lei Complementar n.º 815, de 30 de julho de 1996. Cria a Região Metropolitana da Baixada Santista e autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista, a criar entidade autárquica e a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da Baixada Santista, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo. São Paulo, 1996.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução Condephaat nº 40, de 6 de junho de 1985.** Dispõe sobre o tombamento da Serra do Mar, do arquipélago de Ilhabela e outras ilhas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Executivo, São Paulo, 1985.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Meio Ambiente Paulista: **Relatório de Qualidade Ambiental 2019**. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. LIMA, N. G. B.; FERREIRA, T. C. M. (org.). São Paulo, SIMA, 2019. 402p.

SÃO PAULO (Estado). **Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo Urbano**. CPLA/IG. São Paulo, 6p. 2014.

SERVIÇO DE DISCRIMINAÇÃO DE TERRAS. **Planta dos terrenos devolutos do bairro de Peruhybe:** entre o divisor do Azeite Peixe, Rio Branco, Alto da Serra do Mar e Praia de Peruhybe. Folha única, escala 1:50.000, 1915.

SILVA, A. B. A renovação da Geografia na Alemanha nas primeiras décadas do século XX. **Revista Acta Geográfica**, Roraima, v. 1, p. 29-44, 2007.

SILVA, O. R.; GOMES, M. B. M. Impactos das atividades portuárias no sistema estuarino de Santos. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 64-81, 2012.

SILVEIRA, J. D. Morfologia do litoral. *In*: Azevedo, A. (ed). Brasil: a terra e o homem. Vol. 2. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964.

SIMENSEN, T.; HALVORSEN, R.; ERICKSTAD, L. Methods for landscape characterisation and mapping: a systematic review. **Land Use Policy**, Amsterdã, n. 75, p. 557-569, 2018.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e Ecologia da Paisagem: Pontos para Discussão. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2013.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL (SICAR). **Reserva Legal**. Versão 3.0.0. Ministério da Agricultura. Serviço Florestal Brasileiro. 2020. Disponível em: https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index. Acesso: 01 de fevereiro de 2021.

SOCHAVA, V. B. Geography and Ecology. **Soviet Geography**, Moscow, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOCHAVA, V. B.; KRAUKLIS, A. A.; SNYTKO, V. A. Toward a Unification of Concepts and Terms Used in Integral Landscape Investigations. **Soviet Geography**, Moscow, v. 16, n. 9, p. 616-622, 1975.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, v. 16, p. 1-52, 1977.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria da classificação de geossistemas da vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, v. 14, p. 1-24, 1978.

SOUZA, C. R. G. **As Células de Deriva Litorânea e a Erosão nas Praias do Estado de São Paulo**. 1997. 2v. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, C. R. G. Erosão Costeira. *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. 1ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2011.

SOUZA, C. R. G. Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, volume especial 30 anos, p. 307-371, 2012.

SOUZA, C. R. G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 6, n. 1, p. 45 – 61, 2005.

SOUZA, C. R. G. The Bertioga Coastal plain: an example of Morphotectonic Evolution. *In*: VIERA, B. C.; SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C. (eds.). **Landscape and Landforms of Brazil, Word Geomorphological Landscapes**. Springer Science+Business Media Dordrecht: Springer Netherlands, 2015.

SOUZA, C. R. G.; HIRUMA, S. T.; SALLUN, A. E. M.; RIBEIRO, R. R.; SOBRINHO, J. M. A. **"Restinga":** Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 104 p.

SOUZA, R. S. R. **O papel da legislação e das instituições para a conservação das diversidades ambiental e cultural na Baixada Santista.** 2018, 307f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SOUZA, S. O. **Proposta de zoneamento geoambiental como subsídio ao planejamento do uso e da ocupação na Região Costa das Baleias (Bahia).** 2017, 236f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul-fluminense**. Internacional Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. São Paulo: Universidade de São Paulo. 1978. p. 1-52.

SUGUIO K. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Boletim Geologia USP: Série Didática**, v. 2, n. 1, p. 1 - 40, 2003.

TAVARES, R. Clima, tempo e desastres. *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. 1ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2011.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C.; YOSHIKAWA, P. S.; HURTADO, S. N. Erosão e progradação no litoral brasileiro: São Paulo. *In*: MUEHE, D. (org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006.

THEODOROVICZ, A.; MACEDO, A. B.; MATELO, M. J.; FERNANDES, N. A.; ALGARTE, J. P.; CHIODI FILHO, C. Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais. Folha SG.23-V-A Iguape, escala 1:250.000, volume I. São Paulo: CPRM, Superintendência Regional de São Paulo, 1984.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. 1ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2011.

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

TROFIMOV, V. T. Paradoxes of Modern Geoecology. **Moscow University Geology Bulletin**, Moscow, v. 64, n. 4, p. 203-213, 2009.

TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. **Espaço e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 1-7, 1997.

TROLL, C. Ecología del paisaje. **Investigación ambiental**, v. 2, n. 1, p. 94-105, 2010.

TROLL, C. Landscape Ecology (Geoecology) and Biogeocenology - a terminological study. **Geoforum**, Nottingham, v. 8, p. 43-46, 1971.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

VALE, C. C. Teoria Geral do Sistema: Histórico e Correlações com a Geografia e com o Estudo da Paisagem. **Entre-Lugar**, Dourados, v. 3, p. 85-108, 2012.

VALERIANO, M. M. INPE. **Topodata - Banco de dados Geomorfométricos do Brasil**, 2008. Disponivel em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>. Acesso em: junho 2018.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento Sistêmico:** O novo paradigma da ciência. 3ª. ed. Campinas: Papirus, 2002.

VAZQUEZ, D. A. Tendências demográficas e socioeconômicas nos municípios da Baixada Santista. *In:* VAZQUEZ, D. A. (org.). **A questão urbana na Baixada Santista:** políticas, vulnerabilidades e desafios para o desenvolvimento. São Paulo: Editora Universitária Leopoldianum, 2011, p. 35-62.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323-344, 2003.

VINAGRADOV, B. V.; GERENCHUK, K. I.; ISACHENKO, A. G.; RAMAN, K. G.; TSESEL'CHUK, Y. N. Basic principles of landscape mapping. **Soviet Geography**, v. 3, n. 6, p. 15-20, 1962.

VITTE, A. C. Da metafísica da natureza à gênese da geografia moderna. **GEOgrafia**, Niteroi, v. 8, n. 15, p. 23-50, 2006.

ZÜNDT, C. BAIXADA Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação de rede urbana regional e metropolização. *In*: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas:** população, vulnerabilidade e segregação. Campinas, SP: Nepo/Unicamp, 2006. p. 305-336.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Ficha de levantamento de Campo

Ficha de Campo

Número do Ponto: **Data**: / / **Horário:**

Município: **Altitude:** **Lat.:**
Long.:

Ponto de Referência:

Relevo		
Vertentes		
Clinometria:		
Grau de dissecação vertical ( ) Alto; ( ) Médio; ( ) Baixo		
Grau de dissecação horizontal ( ) Alto; ( ) Médio; ( ) Baixo		
Topo ( ) Plano; ( )Arredondado; ( ) Anguloso		
Tipo (forma original)		
( ) Planície marinha	( ) Terraço marinho	( ) Colinas
( ) Planície fluvial	( ) Terraço fluvial	( ) Morranias
( ) Planície fluviomarinha	( ) Terraço lagunar	( ) Escarpa
( ) Planície fluviomarinholagunar	( ) Campos dunares ativos	( ) Planalto
( ) Planície fluviolacustre	( ) Campos dunares inativos	( ) Rampa de colúvio
( ) Cordões litorâneos	( ) Morros residuais	( ) Depósito de tálus
Observações (ex: formas tecnológicas):		

Solos	
Material Originário	
( ) Eluvionar; ( ) Coluvionar; ( ) Sedimentação; ( ) Tecnológica; ( ) não identificada	
Tipo	
( ) Hidromórfico	( ) Gleissolos sálicos
( ) Argissolo ou Latossolo ou Nitossolo	( ) Solos tecnogênicos
( ) Cambissolo	( ) Afloramentos Rochosos
( ) Neossolo	( ) Não Identificado
( ) Espodossolo	
Observações:	
Hidrografia Local	

( ) Lagos; ( ) Reservatórios; ( ) Canais; ( ) Pequenos Afluentes;			
Observações (ex. obras tecnológicas):			
Vegetação			
( ) Floresta	( ) Montana	( ) Mangue	
	( ) Submontana	( ) Restinga	
	( ) De terras baixas	( ) Vegetação de brejo de água doce	
( ) Não se aplica	( ) Não identificada		
Observações (ex. transição, extratos, etc.):			
Uso da terra			
( ) Agricultura permanente	( ) café; ( ) banana; ( ) cítricos. Outra:	( ) Solo Exposto Detalhamento:	
( ) Agricultura temporária	( ) cana-de-açúcar; ( ) milho; ( ) mandioca; ( ) arroz. Outra:	( ) Resíduos sólidos	( ) Aterro C. ou Lixão; ( ) Aterros sanitário; ( ) terreno com descarte de lixo e entulho
( ) Silvicultura	( ) Pinos; ( ) Eucalipto	( ) Área Urbana	( ) Predomínio Residencial
( ) Floresta	( ) Em regeneração		( ) Predomínio Comercial
	( ) Climax		( ) Mista
( ) Porto	( ) Campo sujo		( ) Expansão
( ) Mineração	( ) Instalação Náutica		( ) Equipamentos de lazer e áreas verdes
( ) Área Industrial	( ) Armazéns	( ) Pastagem	( ) Área desmatada
Observações (ex. áreas urbanas residenciais de veraneio, tipos de industrias, predomínio vertical, horizontal...):			
Suscetibilidade aparente			
( ) Deslizamento Atual	( ) Erosão	( ) Sulcos	( ) Laminar Intensa
( ) Cicatriz de deslizamento		( ) Ravinas	
( ) Rastejo		( ) Voçorocas	
( ) Material inconsolidado Descrição:		( ) Praia	
		( ) Terraços e orla	

	( ) Fluvial
	( ) Inundação
	( ) Alagamento
Observações (ex. relação natural e de uso):	

Vulnerabilidade Aparente	
Qualidade geral da infraestrutura: ( ) urbana; ( ) rural ( ) boa; ( ) mediana; ( ) ruim	Perfil econômico da ocupação ( ) alto; ( ) médio; ( ) baixo
Materiais das edificações ( ) Alvenaria ( ) Madeira ( ) Barracos em palafita ( ) Barracos	( ) Patrimônio histórico e arquitetônico ( ) Favelização ( ) Cortiços
Observações (ex. riscos, infraestrutura):	

Ações de Impacto Ambiental		
( ) Conservação	( ) Desmatamento	( ) Alterações na drenagem
( ) Proteção	( ) Lançamento de esgoto	( ) Abertura de canais e valas
( ) Lixo	( ) Efluentes industriais	( ) Resíduos industriais
( ) Erosão de praia	( ) Efluentes portuários	( ) Mineração
( ) Assoreamento	( ) Grande circulação de veículos	( ) Poluição da praia
Observação (ex. outras ações importantes e os efeitos e consequências locais):		

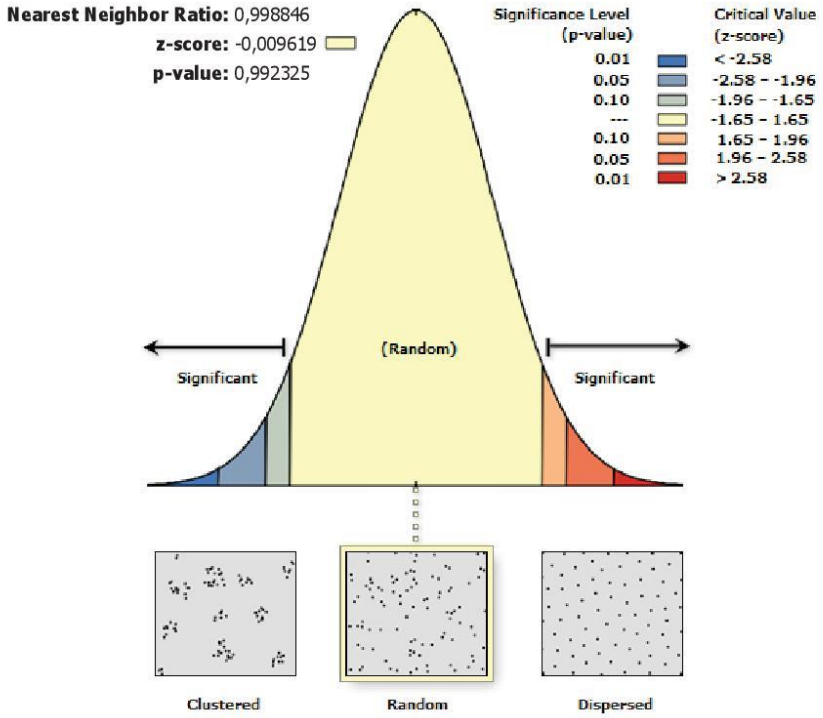
Demais observações:

APÊNDICE B - Acúmulo anual de pluviosidade nos postos pluviométricos (em mm) e média do acúmulo de pluviosidade (em mm) entre 1986 e 2015.

Ano	Postos Pluviométricos																		
	E2-046	E2-112	E2-136	E3-040	E3-041	E3-042	E3-043	E3-056	E3-070	E3-228	E3-243	E3-254	F3-005	F3-005	F3-010	F4-006	F4-011	F4-027	F4-028
1986	1941,0	1909,0	2675,9	4175,9	4496,5	5367,0	2866,5	2916,5	2897,5	2956,1	1868,6	1827,9	3599,7	3189,3	3677,4	2247,1	2398,8	2713,8	1969,7
1987	1560,0	1470,6	2236,4	2631,0	3319,3	3768,6	1973,5	2158,6	2209,9	2221,2	1663,1	1697,2	2321,6	1996,0	2565,1	1760,8	1835,2	1968,1	1839,0
1988	1875,0	1493,9	2745,7	3786,1	4564,4	5013,7	2512,8	2724,1	2559,7	3272,2	1755,5	1641,6	3172,7	2499,0	3408,7	1836,8	1949,9	2047,9	1924,2
1989	1469,5	1450,6	1627,0	3121,1	3939,1	4255,1	2541,2	2307,4	2261,2	2611,3	1877,8	1654,7	2589,7	2183,3	2978,3	1974,1	2388,5	2042,7	2108,4
1990	1523,2	1473,9	1564,2	2894,2	3160,0	3740,6	1881,3	1855,1	1836,2	1911,0	1434,6	1365,9	2702,9	1946,3	2552,9	1615,5	1504,5	1553,4	1898,4
1991	1645,9	1499,1	1789,5	3098,2	3579,3	4449,5	2320,4	2243,1	2027,9	2697,5	1784,2	1877,1	2499,4	1766,9	2706,4	1687,9	1757,4	1876,9	2015,8
1992	1541,7	1138,3	1961,6	3261,2	3899,0	4533,3	2194,9	1885,8	1649,2	2018,4	1474,8	1529,3	2526,1	1772,2	2486,6	1304,4	1356,7	1557,2	1489,2
1993	1544,3	1304,1	1648,5	2343,9	4179,4	3158,7	2516,2	1580,2	1891,5	1480,1	1534,2	1401,8	2042,8	2108,3	2022,7	1689,7	1937,3	1922,5	1798,5
1994	1813,1	1141,6	2698,3	2897,3	3583,9	4324,2	1994,5	2264,7	2024,8	2196,4	1517,6	1142,4	2674,3	2163,6	2678,1	1868,5	2089,7	2140,3	2180,6
1995	2164,1	1567,6	2379,5	3273,5	4309,5	4725,0	2295,9	3087,4	2928,1	2979,6	1703,5	2359,5	4129,2	2592,3	3827,0	1835,9	2120,6	2577,4	2711,8
1996	2305,5	1502,3	2522,8	3490,8	3350,7	4773,2	2275,1	2643,8	2030,9	2351,8	1981,4	2263,9	3422,9	2763,0	3164,8	2498,9	1796,1	2582,6	2299,2
1997	1826,0	1232,4	1981,5	2599,0	2842,5	4099,7	1539,8	1927,4	1756,6	1867,0	1769,6	2045,4	2578,3	1994,8	2284,4	1685,4	1841,6	1896,5	2098,2
1998	2076,8	1342,4	2422,8	3612,2	3334,1	5121,3	2031,7	2338,0	2056,4	2275,4	1578,8	1433,8	3633,9	2730,0	3289,7	1678,8	2133,7	2412,5	2117,9
1999	1707,1	1075,9	2106,7	3228,5	3374,6	4363,4	1834,2	1896,0	2083,7	1890,4	1294,1	2070,5	3094,2	2024,3	2943,7	1652,5	1601,6	1977,6	2181,3
2000	1537,2	1498,8	2023,7	3057,3	3083,0	3811,3	2142,4	2501,4	2143,1	2745,5	1474,3	1494,1	2719,1	1855,5	2537,2	1421,9	1467,3	1714,5	1485,0
2001	1399,7	1288,7	1347,0	2312,2	1946,8	1758,2	1718,9	1534,4	1741,4	1425,5	1528,8	1481,8	1863,1	1520,0	2056,9	1384,6	787,6	1207,7	1715,4
2002	1412,9	1353,7	2400,4	3553,3	3024,7	4301,9	1613,5	1885,0	1599,6	1870,7	1252,9	1615,1	1656,1	1669,2	2456,5	1504,9	1517,5	1521,0	1745,2
2003	1463,8	1060,0	1855,1	2195,7	2832,4	3621,4	1987,9	1831,4	1977,0	1909,2	1258,0	1439,4	1930,4	1620,5	2178,1	1457,0	1177,9	1310,5	1804,7
2004	1584,0	1448,3	2223,3	3252,1	3280,9	4142,2	1996,2	2139,5	2000,2	1962,2	1460,7	1747,7	2751,1	2485,4	3016,1	2121,2	2269,1	2184,9	2501,1
2005	2236,5	1258,2	3086,8	3986,9	3877,2	4995,4	2265,0	2975,3	2386,6	2879,8	1595,5	1841,2	2507,5	1997,3	2521,3	1768,4	1965,6	1372,4	2163,5
2006	1782,7	1192,2	2166,1	3040,3	2951,6	4182,1	2104,2	2327,8	2211,7	2139,9	1500,4	1676,5	2124,8	2038,3	2553,3	1528,8	1952,5	1678,5	1589,1
2007	1411,5	1188,8	1700,0	2585,7	2501,3	3605,4	1954,4	1645,8	1944,5	1714,8	1366,6	1805,9	1789,4	1602,7	2068,6	1422,3	1569,3	1427,4	1666,1
2008	1564,9	1444,2	3107,9	2783,8	3019,4	4108,7	1862,9	1891,5	1962,3	2056,2	1326,3	1685,1	2327,8	2195,3	2273,7	1723,7	1783,1	1992,7	2310,8
2009	2059,1	1544,4	2524,9	3327,1	3417,4	4797,7	2242,5	2037,6	2199,0	2002,3	2008,4	2412,8	3123,7	2907,6	2487,2	2242,2	2758,4	2519,8	2881,3
2010	1783,1	1434,1	2472,6	3321,8	4242,8	6149,3	2848,4	2761,1	2813,8	2655,8	1777,7	2745,7	3533,2	3251,4	3570,2	1940,0	2499,5	2577,7	2433,6
2011	1898,1	1145,8	2505,5	3187,8	4157,9	4825,9	2196,1	2344,5	2219,8	2303,7	1425,1	1977,4	2770,8	2435,0	2485,2	1624,7	1941,4	1979,3	2261,0
2012	1646,3	1293,7	3022,0	2472,0	2850,3	3669,3	2034,0	2707,2	2054,9	2019,9	1637,0	2553,8	2301,3	1750,4	2516,9	1496,9	1493,6	1560,9	1917,7
2013	1887,8	1348,9	1457,7	3190,9	3766,4	4844,3	2206,2	2609,7	2209,4	2600,2	1495,6	2191,8	2680,3	2055,4	3127,2	1971,2	2169,4	1975,2	1912,0
2014	1176,4	893,6	441,4	2471,4	2923,2	3863,7	2077,1	1884,5	2243,0	2117,7	1235,8	1351,5	2212,0	1723,1	2344,6	1642,4	2048,2	1732,6	1503,8
2015	1619,9	1512,8	1104,9	3173,0	3888,4	4966,5	2616,6	3393,5	2621,2	2747,9	1725,0	3061,1	3414,5	2605,9	3372,0	1910,9	2375,7	2295,4	2264,6
Média	**1715,2**	**1350,3**	**2126,7**	**3077,5**	**3456,5**	**4311,2**	**2154,8**	**2276,6**	**2151,4**	**2262,7**	**1576,9**	**1846,4**	**2689,8**	**2181,4**	**2738,4**	**1749,9**	**1882,9**	**1944,0**	**2026,2**

APÊNDICE C – Relatório de distribuição aleatória dos postos pluviométricos no ArcGIS 10.6 ®

Average Nearest Neighbor Summary



Given the z-score of -0.00961934380269, the pattern does not appear to be significantly different than random.

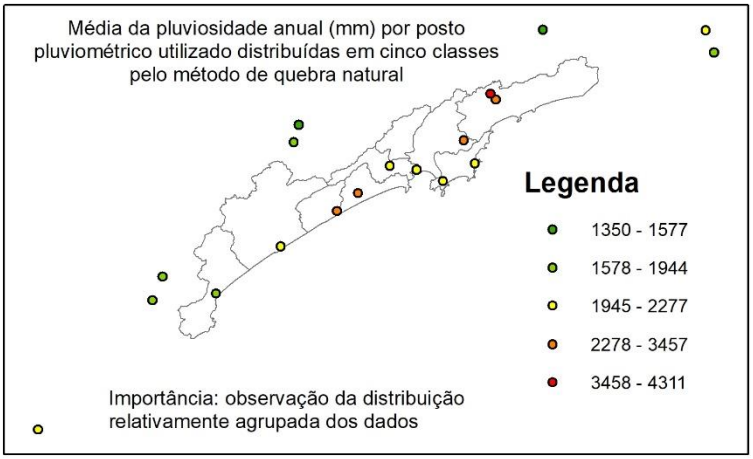
Average Nearest Neighbor Summary

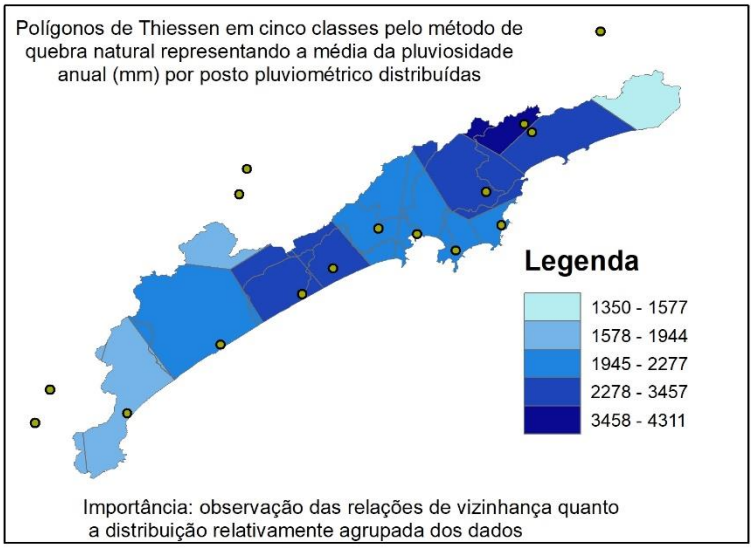
Observed Mean Distance:	12020,0587 Meters
Expected Mean Distance:	12033,9405 Meters
Nearest Neighbor Ratio:	0,998846
z-score:	-0,009619
p-value:	0,992325

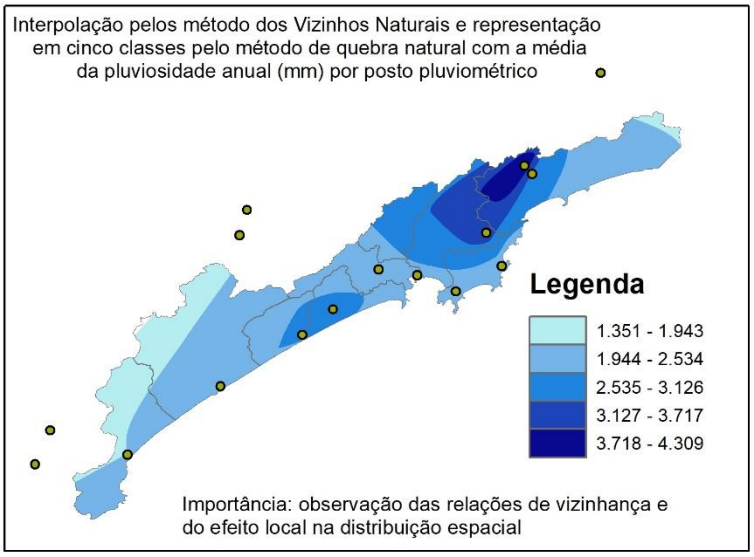
Dataset Information

Input Feature Class:	Pluviosidade_1986_2015_BS
Distance Method:	EUCLIDEAN
Study Area:	11005995076,319643
Selection Set:	False

APÊNDICE D – Análise exploratória da variabilidade espacial dos dados de média do acúmulo de pluviosidade (em mm) entre 1986 e 2015 no ArcGIS 10.6® pelo método de quebras naturais "*jenks*", polígonos de Thiessen e pelo interpolador de vizinhos naturais.

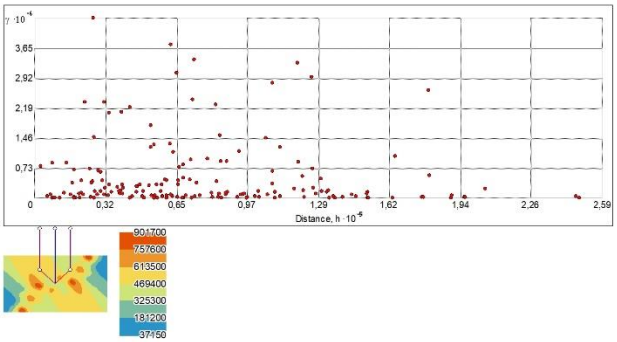






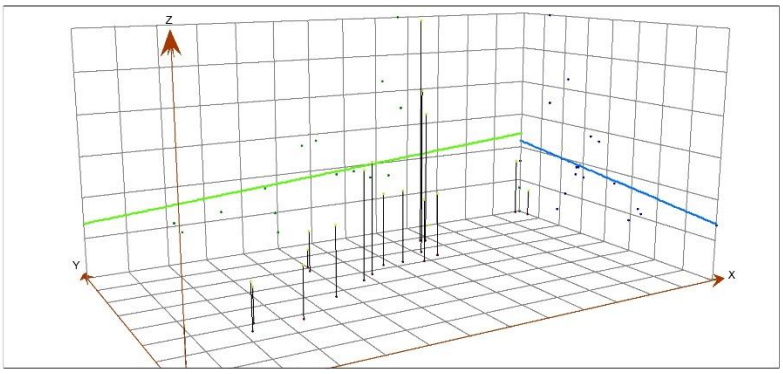
APÊNDICE E – Análise exploratória dos dados de média do acúmulo de pluviosidade (em mm) entre 1986 e 2015 no ArcGIS 10.6®: verificação da hipótese da estacionaridade e da ordem de remoção do efeito global pelo *Trend analysis*; ajuste da normalidade da distribuição de frequência pela nuvem de covariância do semivariograma e histograma.

Semivariogram/Covariance Cloud



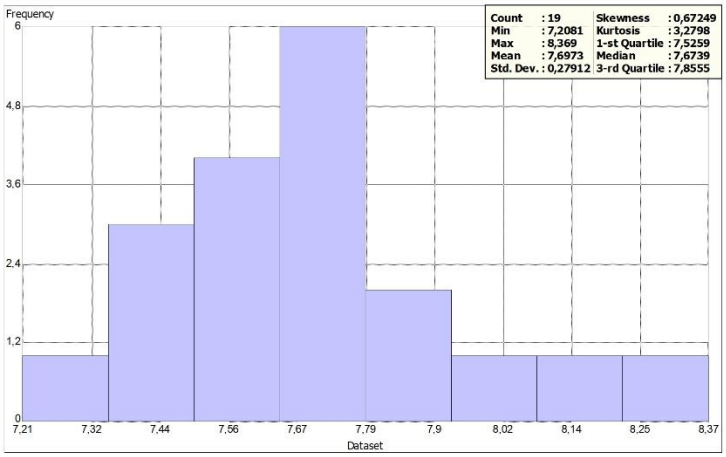
Dataset : Pluviosidade_1986_2015_BS Attribute: media

Trend Analysis



Dataset : Pluviosidade_1986_2015_BS Attribute: media

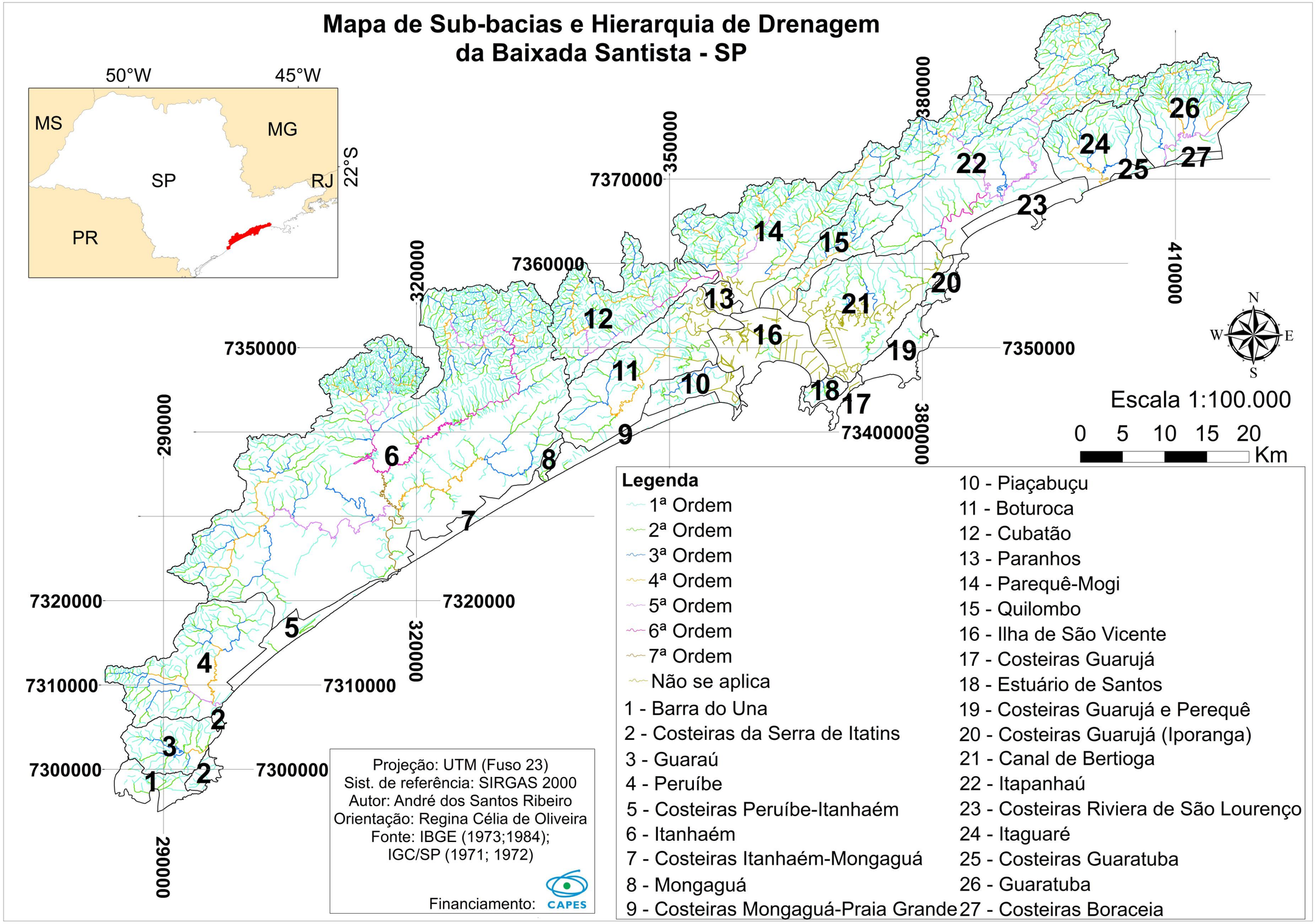
Histogram
Transformation: Box-Cox, Parameter: 0



Dataset : Pluviosidade_1986_2015_BS Attribute: media

APÊNDICE F – Relatório da Krigagem dos dados de média do acúmulo de pluviosidade (em mm) entre 1986 e 2015 no ArcGIS 10.6®.

Input datasets

⊟ **Dataset** C:\Geoprocessamento\Dados_Tese\Clima\Pluviosidade_1986_2015_BS	
Type	Feature Class
Data field 1	media
Records	19
⊟ **Method**	**Kriging**
Type	Ordinary
Output type	Prediction
⊟ **Dataset #**	1
Trend type	First
⊟ **Transformation**	BoxCox
Parameter	0.1
⊟ **Trend removal**	Local Polynomial Interpolation
Power	1
Bandwidth	238.750.91571088083
Kernel function	Exponential
Output type	Prediction
Spatial condition number threshold	15.820030115839
Exploratory trend surface analysis	17
⊟ **Searching neighborhood**	Standard
Neighbors to include	1,000
Sector type	Full
Major semiaxis	298,438.64463860105
Minor semiaxis	298,438.64463860105
Angle	0
⊟ **Searching neighborhood**	Standard
Neighbors to include	5
Include at least	2
Sector type	Eight
Major semiaxis	32,273.128317756593
Minor semiaxis	48,409.69247663489
Angle	11.07421875
⊟ **Variogram**	Semivariogram
Number of lags	12
Lag size	4,034.141039719574
Nugget	0.120043795714
Measurement error %	100
⊟ **Model type**	Stable
Parameter	2
Range	32,273.128317756593
Anisotropy	Yes
Minor range	48,409.69247663489
Direction	11.07421875
Partial sill	0.204125874264

APÊNDICE G – Unidade de Gestão de Recursos Hídricos da Baixada Santista - UGRHI 7 (CBH-BS, 2016) com as sub-bacias hidrográficas e hierarquia da drenagem.