

**eCARACTERIZAÇÃO DA COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - SP A PARTIR DO USO DE IMAGENS LANDSAT 7 ETM+ E ANÁLISE MORFOMÉTRICA EM SIG**

**MARCELO DA SILVA GIGLIOTTI**

Mestrando em Geografia, Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-SP). E-mail: [gigliotti.marcelo@gmail.com](mailto:gigliotti.marcelo@gmail.com)

**PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> REGINA CELIA DE OLIVEIRA**

Professora Doutora, Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-SP). E-mail: [reginacoliveira@ige.unicamp.br](mailto:reginacoliveira@ige.unicamp.br)

**RENÊ LEPIANI DIAS**

Graduando em Geografia, Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-SP). E-mail: [rene\\_hapkido@yahoo.com.br](mailto:rene_hapkido@yahoo.com.br)

**ESTEFANO SENEMI GOBBI**

Mestranda em Geografia, Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-SP). E-mail: [emaildoestefano@gmail.com](mailto:emaildoestefano@gmail.com)

**RESUMO**

As regiões litorâneas constituem áreas de grande fragilidade e vulnerabilidade devido aos processos naturais predominantes, sendo, portanto, áreas muito instáveis naturalmente. A intensa intervenção antrópica em zonas de tamanha fragilidade, vem maximizar os níveis de instabilidade dos sistemas naturais promovendo situações de risco associados por exemplo a processos gravitacionais de movimentos de massa e mesmo a enchentes e inundações. A Região Metropolitana da Baixada Santista está inserida sobre uma estrutura de relevo bastante complexa, apresentando duas dinâmicas distintas, uma relacionada à zona de Serrania com altos índices de declividade, podendo chegar aos 45° graus, suscetível a processos gravitacionais relacionados a movimento de massa, outra dinâmica observada é aquela associada as zonas de planícies costeiras, sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes. Em virtude do cenário, este trabalho tem como proposta a execução de um estudo de Compartimentação Geomorfológica considerando o uso de imagens de satélites e análise morfométrica visando o entendimento da dinâmica física da paisagem da área de estudo em ambiente SIG. Considera-se que os resultados deste trabalho possam contribuir para subsidiar planos de uso e ocupação do solo considerando a dinâmica de funcionamento de inúmeros sistemas naturais com níveis diversos de fragilidade e um importante uso de terra que remonta o início de ocupação do território nacional

## INTRODUÇÃO

As zonas costeiras caracteriza-se como uma linha de contato entre o oceano e o continente, apresentando uma grande complexidade e fragilidade devido aos diversos processos de formação do relevo, desde fatores de ordem estrutural, climáticos e oceanográficos. A heterogeneidade dos processos resulta na configuração de formas distintas que obedecem a uma dinâmica própria de esculturação, mostrando-se vulneráveis aos processos associados a movimento de massa, deslocamento de blocos, deslocamentos, corridas de lama enchentes e inundações.

Embora a complexidade do quadro natural exija atenção quanto a forma de apropriação, observa-se que desde longa data, as faixas litorâneas correspondem a espaços ocupados pelo homem revelando-se atualmente na configuração de importantes centros urbanos que somam dois terços da população mundial, fato que remete uma atenção especial quanto aos níveis de fragilidades assistidos nos sistemas litorâneos, considerando que as ações antrópicas vem agilizar tais processos maximizando os níveis de fragilidades..

Sendo assim, em razão do comprometimento da qualidade e sustentabilidade dos sistemas ambientais que resulta diretamente na alteração negativa da qualidade de suporte da vida humana, estas áreas vem despertando na sociedade a convicção da necessidade de, através da pesquisa científica e de ações de gerenciamento, monitoramento e educação ambiental, encontrar uma situação de equilíbrio entre o uso e preservação dos sistemas ambientais (MUEHE, 2001).

Nesse sentido, o mapeamento geomorfológico se apresenta como um instrumento de análise muito importante para o planejamento, pois é possível identificar e mapear áreas e especificar feições e processos associados que podem vir a estar aliados, a depender de sua dinâmica, a situação de risco por exemplo a ocupação humana como áreas de encostas e/ou manguezais. De acordo com Cenira (2001):

“A geomorfologia, entendida como o estudo das formas de relevo e dos processos responsáveis por sua elaboração, tem na cartografia geomorfológica um dos mais importantes veículos de comunicação e análise dos resultados obtidos.” p5.

A geomorfologia é responsável por identificar, representar e interpretar as formas de relevo e sua gênese, podendo assim propor modelos e representações que possibilitem a compreensão do meio físico. Nesse sentido, Suguio (2000) discute que a geomorfologia deve fundamentar-se na identificação e descrição (geomorfologia descritiva) e, ao mesmo tempo, deve-se chegar às interpretações genéticas e evolutivas (geomorfologia evolutiva) das formas de relevo existentes em toda a superfície terrestre. Deve abranger os domínios continental e submarino, versando, portanto, sobre áreas emersas e submersas, respectivamente. Dessa forma, além de identificar e interpretar, a geomorfologia também deve se preocupar em confeccionar mapas que representem melhor as formas de relevo e sua evolução, sendo portanto de extrema importância a produção de mapas geomorfológicos.

De acordo com Silva (2000) os estudos dos fatos geomorfológicos colaboram para o conhecimento da fisionomia e estrutura da paisagem e da dinâmica, de acordo com os níveis de percepção possibilitados pelos graus de resolução do registro dos sensores remotos e dos

documentos cartográficos complementados por observações de campo.

Assim a geomorfologia pode representar em seu mapeamento diferenças altimétricas como fundos de vales e tanto quanto a morfologia associada por exemplo a topos, áreas deposicionais como leitos de rios ou planícies aluviais, escoamento superficial conforme declividade e direcionamento da encosta, além de identificar e classificar as diferentes formas presentes no relevo como vertentes côncavas, convexas e retilíneas, drenagem e áreas de contato de diferentes domínios. Nesse sentido o mapeamento geomorfológico serve tanto como um estudo detalhado da área pesquisada como uma ferramenta para o planejamento, uso e ocupação do solo, pois permite orientar o sentido de expansão da ocupação e minimizar danos para o meio ambiente e também para o próprio ser humano.

De acordo com Argento (1994) a utilização de mapas geomorfológicos contribuirá, certamente, para a elucidação de problemas erosivos e deposicionais que, porventura, venham a ocorrer em áreas de grande extensão, assim como viabilizará, mediante entrecruzamentos com outros mapeamentos temáticos, a elaboração de cenários ambientais, como, por exemplo, áreas de instabilidade de taludes e de erodibilidade, e ainda áreas de risco de movimento de massa e inundação.

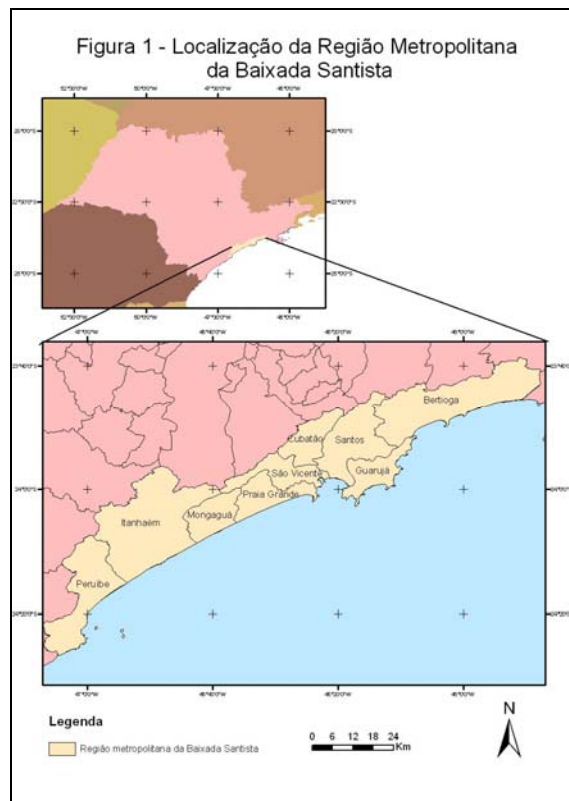
A análise geomorfológica vem corroborar na compreensão da dinâmica dos processos que regem o funcionamento da paisagem, dentre as escalas de análise geomorfológica a compartimentação do relevo em unidades de características, gênese e formas semelhantes vem contribuir na especialização das análise dos processos.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de compartimentação geomorfológica da região da baixada santista, delimitando as unidades geomorfológicas e identificando os processos de gênese e estruturação do relevo, buscando o entendimento da dinâmica física da paisagem, através da análise morfométrica e análise de imagens de satélites em ambiente digital a partir do uso de ferramentas do sistema de informação geográfica.

## **ÁREA DE ESTUDO**

A Região Metropolitana da Baixada Santista foi instituída em 30 de julho de 1996, pela lei complementar nº 815. Em termos populacionais é a terceira maior do estado de São Paulo, com cerca de 1,7 milhões de habitantes distribuídos em nove municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, localizado na faixa central do litoral paulista (figura 1). Situa-se na área fronteira entre o litoral sul e norte do estado de São Paulo.



A Baixada Santista segundo Muehe (2002) situa-se entre Macrocompartmento Litoral das Escarpas Cristalinas Norte, caracterizada por um litoral de pequenas praias de enseada, do tipo *pocket beach*, separadas por pontões de embasamento cristalino. E o Macrocompartmento Litoral das Planícies Costeiras e Estuário, onde deixa de existir o entrelaçamento entre os pontões de embasamento cristalino e pequenas enseadas, para o aparecimento de grandes e extensas planícies, devido ao afastamento da Serra do Mar da zona litorânea

A Região Metropolitana da Baixada Santista situa-se no litoral do estado de São Paulo, que segundo Almeida (1964), encontra-se na unidade geomorfológica da Província Costeira onde pode ser observado duas estruturas de relevo, uma caracterizada pela formação serrana escarpada denominada Escarpas da Serra do Mar, e a outra estrutura de bacia sedimentar onde se encontra as planícies costeiras compostas por depósitos flúvio-marinhos. Para Ross e Moroz (1997) a área de estudo está situada em duas unidades, a primeira denominada de Planícies Litorâneas ou Costeiras pertencentes a Unidades Morfoestruturais Bacias Sedimentares Cenozóicas, enquanto a segunda, que esta inserida na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico, seria zona definida por Escarpas/Serra do Mar e Morros litorâneos.

Um agravante encontrado na Serra do Mar são as condições climáticas características da Baixada Santista, que é definida por um clima tropical quente úmido. Onde segundo Santos (2004) os maiores índices pluviométricos são registrados nas cotas mais altas da Serra (médias anuais em torno de 4.000 mm), e as menores no sopé da escarpa (médias anuais em torno de 2.500mm), aumentando a dinâmica dos processos erosivos nesta região.

As regiões das Planícies Litorâneas da Baixada Santista são composta basicamente por

Planícies Costeiras, Terraços Marinhos entre o município de São Vicente e Praia Grande e Áreas de Mangues.

As Planícies Costeiras são caracterizadas por terrenos mais ou menos planos e próximos ao nível do mar. E sua drenagem possui um padrão meandrante, com baixa densidade. Segundo Ross e Moroz (1997) as planícies costeiras apresentam altimetria entre 0 a 20 m e declividades inferiores a 2%. São formadas por sedimentos inconsolidados e sedimentos fluviais arenosos/argilosos também inconsolidados e cascalho e os solos são do tipo Podzol Hidromórfico e Hidromórficos.

Os Terraços Marinhos também possuem um relevo mais ou menos plano, porém ficam poucos metros acima das planícies e são marcadas pela ausência da drenagem superficial. Há também a presença de antigos cordões.

As áreas de Mangues são caracterizadas por terrenos baixos, praticamente horizontais, ao nível de oscilação das marés, caracterizadas por sedimentos tipo vasa (lama e vegetação típica). Sua drenagem possui um padrão difuso. A ocorrência de áreas de mangues segundo Walsh (1974 apud Ross e moroz 1997), está intimamente associada a cinco condicionantes básicos:

- 1 - as temperaturas tropicais e a amplitude térmica anual baixa, em torno dos 5 °C.
- 2 - substrato aluvial onde predominem materiais finos (silte, argila e matéria orgânica).
- 3 - Áreas de baixa energia, caracterizadas pela ausência de ventos fortes e marés violentas
- 4 - Presença de água salgada, uma vez que por serem as espécies de mangue “halofitas facultativas”.
- 5 – Grande amplitude de maré, que associada a uma redução de declividade do terreno.

Na Baixada Santista as planícies de Mangue ou de Maré ou Intertidal são encontradas na foz dos rios Cubatão e Mogi.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Revisão Teórica e Metodológica.**

Este trabalho tem como referencial teórico a abordagem sistêmica da paisagem, em que o entendimento da paisagem deve passar pela a compreensão de seus elementos, as correlações e interações destes entre si e com o todo, e entendimento de sua dinâmica de funcionamento como um sistema. Mattos e Perez Filho (2004, p12) definem sistema como:

“Um sistema pode ser definido como um todo organizado composto de elementos que se inter-relacionam. A idéia de sistema só ganha sentido se forem considerados conjuntamente esses três conceitos: todo, partes e inter-relação. A simples interação não forma um sistema se não forem capazes de criar algo que funcione como um todo integrado. Por outro lado, não é possível compreender

totalmente esse todo se não entendermos quais são suas partes e como elas se relacionam.”

Dentro da visão sistêmica, o relevo pode ser compreendido como um sistema dinâmico, que sobre influencia de diversos fatores, sejam eles de natureza climática, geológica, biótica e antrópica, busca a estabilidade, não uma estabilidade estática, mas uma que representa a capacidade de manter seu padrão de funcionamento sob qualquer tipo de distúrbio, tendendo portanto ao equilíbrio dinâmico.

Ross (1990) discute a importância do equilíbrio dinâmico nas pesquisas geomorfológicas de detalhe, principalmente quando se desenvolvem estudos para ambientes e processos atuais. Ross e Moroz (1997, p.15) diz que:

“(…) as formas diferenciadas de relevo decorrem portanto da atuação simultânea e desigual das atividades climáticas de um lado e da estrutura da litosfera de outro, bem como as clarezas de que tanto o clima quanto a estrutura não se comportam permanentemente sempre iguais, ou seja ao longo de tempo e no espaço ambos continuamente se modificam. Estes elementos nos permite considerar que o relevo, como os demais componentes da natureza são dinâmicos e portanto em constante estado de evolução.”

Os autores (op. cit.), ainda no debate sobre a taxonomia do relevo, discutem os conceitos Geotextural, Morfoestrutural e Morfoescultural como conceitos chaves para análise e compreensão da morfologia e morfodinâmica do relevo, onde tal discussão resulta em uma ordem taxonômica de classificação do relevo considerando tais elementos. A geotextura corresponde as grandes feições da crosta, como deriva de continentes e movimentações das placas tectônicas estando, portanto, associado às grandes movimentações da crosta.

A Morfoestrutura constitui em extensões menores relacionadas com as características estruturais, litológicas e geotectônicas associadas à gênese de formação sendo dividida em três categorias: crátons ou plataformas, cinturões orogênicos e bacias sedimentares.

Crátons ou plataformas caracteriza-se pelo intenso desgaste sofrido pelos processos erosivos atuantes ao longo do tempo, normalmente são datados do Pré-Cambriano inferior. E no território brasileiro são representadas pelas Plataformas Amazônicas (Escudo das Guianas e Sul Amazônico) e do São Francisco (Norte de Minas Gerais e Bahia).

Os cinturões orogênicos são representados por faixas de dobramento ocorridos no Pré-Cambriano médio e superior. Essas morfoestruturas possuem características estruturais, genéticas, idade e macromorfológicas específicas como paralelismo de serras, intrusões ígneas associados aos dobramentos e grande variação altimétrica. O Cinturão Orogrênico do Atlântico, de Brasília (Goias-Minas Gerais) e do Paraguai-Araguaia (Mato Grosso - Góias) são os exemplos brasileiros de morfoestruturas.

As bacias sedimentares apresentam gênese de formação, macro-morfológicas e características genéticas específicas e as ações dos processos erosivos em diferentes fases

climáticas foram atuando e configurando essas bacias. Em decorrência da movimentação das placas tectônicas e da diversidade dos processos erosivos ao longo do tempo em virtude das ações climática (biostasia e resistasia) atualmente essas bacias encontram-se em diferentes níveis altimétricos e de desgaste. No Brasil são encontrados as seguintes bacias sedimentares: do Paraná, Piauí-Maranhão, do Parecis, Amazônia e do Acre.

A morfoescultura é associada aos produtos morfológicos de influência climática atual e pretérita, sendo representada pelo modelado ou tipologia das formas geradas sobre diferentes morfoestruturas.

De acordo com Ross e Moroz (1997):

“A morfoescultura é marcada por padrões de fisionomias de relevo desenvolvidas ao longo de muito tempo através das atividades climáticas que se sucederam no tempo e no espaço, que imprimiram e continuam a imprimir no relevo suas marcas. É, portanto a morfoescultura decorrente de um contínuo processo natural de esculturação por climas quentes e úmidos, secos e quentes, frios, temperados entre outros, e por sucessões alternadas destes dependendo de cada região do globo terrestre...Assim sendo, a morfoescultura é produto climático de longa duração, agindo em determinada estrutura (litologia e seu arranjo estrutural).”(pp.16-17)

O fator climático, por ser determinante na esculturação do modelado do relevo e possui grande importância para o estudo da morfoesculturação. Segundo Christofolletti (1980, p.10) “O sistema climático que, através do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustentam e mantém o dinamismo dos processos”.

Devido a escala adotada no trabalho foi adotado os conceitos de morfoescultura e morfoestrutura para a elaboração do mapa de compartimentos.

### **Procedimentos Operacionais.**

A compartimentação geomorfológica da região de baixada santista foi baseada nos conceitos de Morfoestrutura e Morfoescultura sendo elaborada através da interpretação e mapeamento das zonas homólogas e de morfologia semelhante, utilizando a ferramenta SIG no software ArcGis 9.2

Essas zonas homólogas e de morfologia semelhantes podem ser descritas na ferramenta SIG de maneiras espacial em duas formas. Através de estruturas vetoriais podendo ser classificadas em três formas básicas:

- Elementos pontuais: são as entidades geográficas que são posicionadas por um único par de coordenadas, porém deverá ser relacionado outro dado para indicar seu atributo.
- Linhas: são constituídas de pelo menos dois pontos devendo armazenar informações que indique o atributo que ela está associada.

- Polígonos: a função da estrutura poligonal é descrever as propriedades topológicas das áreas de maneira que os atributos relacionados aos elementos areais sejam manipuláveis.

Para a delimitação dos compartimentos foi utilizado a forma poligonal, no qual foi identificado as áreas de morfologias semelhantes através da interpretação da imagem de Satélite, modelo digital de terreno (MDE), cartas morfométricas, geológica.

As Imagens de Satélite provem do Projeto Landsat, que foi desenvolvido pela Agência Espacial Norte Americana (NASA), composta por sete satélites conforme a tabela 1. E Foram obtidas através do site do INPE (<http://www.dgi.inpe.br>). Foram utilizadas as seguintes imagens:

- Landsat 7 ETM+ 03/05/2001 orbita: 219/076 e 219/077

**Tabela 1 - Projeto Landsat**

Missão	Land Remote Sensing Satellite (Landsat)						
Satélite	LANDSAT 1	LANDSAT 2	LANDSAT 3	LANDSAT 4	LANDSAT 5	LANDSAT 6	LANDSAT 7
Lançamento	27/01/1972	22/01/1975	5/03/1978	16/07/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/04/1999
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (25/02/1982)	Inativo (31/03/1983)	Inativo (1993)	em atividade	Inativo (05/10/1993)	Inativo (2003)
Órbita	Polax, Circular e heliossíncrona	Polax, Circular e heliossíncrona	Polax, Circular e heliossíncrona	Polax, Circular e heliossíncrona	Polax, Circular e heliossíncrona	-	Polax, Circular e heliossíncrona
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	-	705 km
Inclinação	99°	99°	99°	98,20°	98,20°	-	98,3°
Tempo de Duração da Órbita	103,27 min	103,27 min	103,27 min	98,20 min	98,20 min	-	98,9 min
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	-	16 dias
Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+

Fonte: INPE (<http://www.dgi.inpe.br>)

Após a obtenção das imagens em meio digital, foi realizado um pré-processamento destas, através do método do pixel escuro, com intuito de atenuar os efeitos atmosféricos. Após o pré-processamento foi realizado um tratamento das imagens utilizando o programa ENVI 4.5, em que se utilizou o filtro linear de 2%. Posteriormente, foi realizado o georreferenciamento das imagens através da plotagem de pontos conhecidos. Para o georreferenciamento adotou-se a Projeção UTM e o Datum de Córrego Alegre. Ainda no Programa ENVI 4.5.

Posteriormente ao tratamento das imagens foi transferido essas imagens para o software ArcMap 9.2 sendo realizado a identificação dos compartimentos através da rugosidade apresentado nas imagens e delimitação de polígonos.

A organização e digitalização da carta geológica referentes a Região Metropolitana da Baixada Santista ocorreu pelo uso de material pré-existente proposto por Suguio e Martin (1978) em escala 1:100.000. Na sequência foram digitalizadas as formações litológicas e estratigráficas a partir da vetorização de polígonos. A carta geológica auxiliou nas delimitação dos compartimentos através da identificação dos materiais litológicos e suas feições.

Além da carta geológica e as imagens, a análise morfométrica possui uma grande importância para a identificação e entendimento dos compartimentos, devido a esta análise permitir a compreensão da dinâmica da paisagem através da interpretação dos índices de



altimetria e hierarquia de drenagem.

Para a confecção das cartas morfométricas, foi utilizado como base o material topográfico fornecidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e o modelo digital de terreno (MDE) gerado através do uso de imagens SRTM, utilizando o programa ArcGis 9.2.

O modelo digital de terreno foi obtido através do uso das imagens SRTM fornecidas pelo Embrapa. Primeiramente foi feito um tratamento das imagens no software Envi 4.5 a fim de retirar os dados falhos (nodata) que são os pixies da imagem que não apresenatm dados de leitura e com aqueles com leitura negativa, ou seja, áreas abaixo do nível do mar. Após o tratamento foi montado o mosaico e o recorte das imagens referente a área de estudo produzindo assim o modelo digital de terreno. Na sequencia foi transferido o mosaico das imagens para o software ArcMap 9.2, sendo produzido uma classificação de intervalo a cada 200 metros gerando a carta hipsométrico.

A carta de hierarquia de drenagem foi confeccionada a partir da vetorização da drenagem dos corpos hídricos por elementos lineares e poligonais com o uso das cartas topográficas em escala 1:50.000 fornecidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) e IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo). Na seqüência, considerando a proposta de Shrahles (1952), delimitou-se a hierarquia da drenagem.

Posteriormente a confecção das cartas morfométricas foi feita a correlação destas com a compartimentação geomorfológica, visando o detalhamento da dinâmica de formação e processo encontrada em cada compartimento.

## RESULTADOS E DISCUSÕES

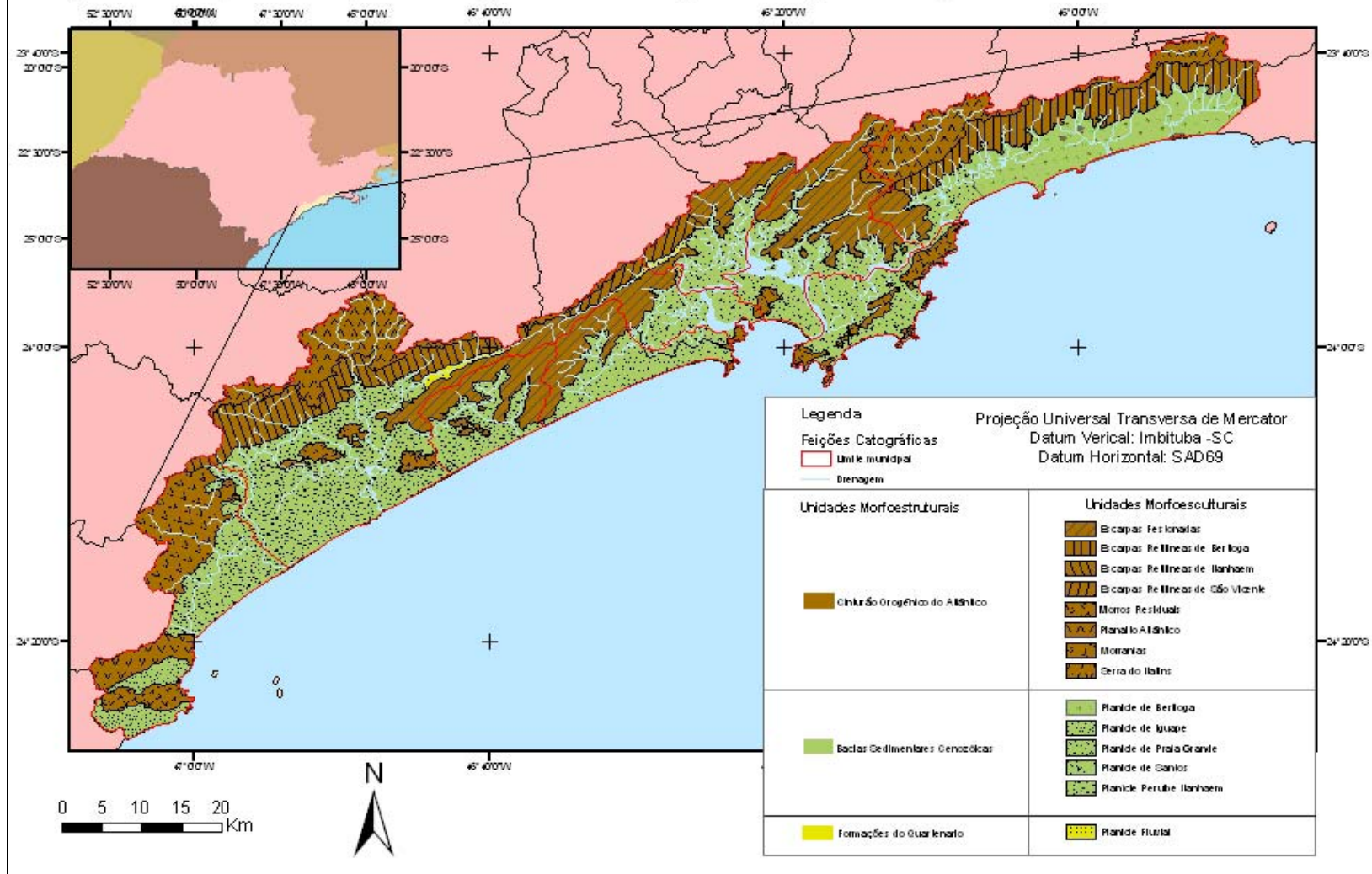
Considerando a escala da análise escolhida para representar a região Metropolitana da Baixada Santista, sendo no caso uma escala regional de 1:100.000, a dinâmica da paisagens tem que ser compreendida pela estruturação e esculturação do relevo, não apresenatndo um detalhamento de formas de vertente ou de processos atuantes, mas sim uma visão mais ampla buscando o entendimento da dinâmica geral dos processos atuantes na área. Com isso foram identificados três unidades morfoestrutural sendo compartimentadas em outras 14 unidades referente a sua esculturação.

A primeira unidade é o Cinturão Orogênico do Atlântico localizada na porção norte de toda baixada santista (Figura 2) tem sua formação vinculada a vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismo regionais, falhamentos e extensas intrusões. As diversas fases orogenéticas do Pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão. O processo epirogenético pós-Cretáceo que perdurou pelo menos até o Terciário Médio gerou o soerguimento da Plataforma Sul Americana. Em relação a morfoescultura o Cinturão Orogênico encontrado na região da baixada santista apresenta cinco unidades distintas. A unidade morfoescultural do *Planalto Atlântico*, que segundo Ab'Saber (1970) esta inserida no domínio de Mares de morros, apresentando um modelado de formas de topos convexos, com elevada densidade de canais e vales profundos, com índices altimétricos superiores a 700 metros e declividade suavizada por representar regiões de topos, sendo o divisor de águas entre as que correm para o continente e as seguem para o Oceano Atlântico.

A unidade morfoescultural das *Escarpas Festonadas*, um dos subdomínio da unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico, foi identificada em duas áreas (a primeira entre os municípios de Santos e Cubatão, e a segunda está localizadas nos municípios de Praia Grande e

Mongaguá), que segundo IPT (1981) são caracterizadas por serem escarpas abruptas e festonadas, desenvolvendo-se ao longo de anfiteatros sucessivo, separados por espigões, possuindo uma drenagem encaixada nas falhas tectônicas de padrão dentritico possuindo direção NE-SW podendo chegar a quarta ordem de hierarquia.

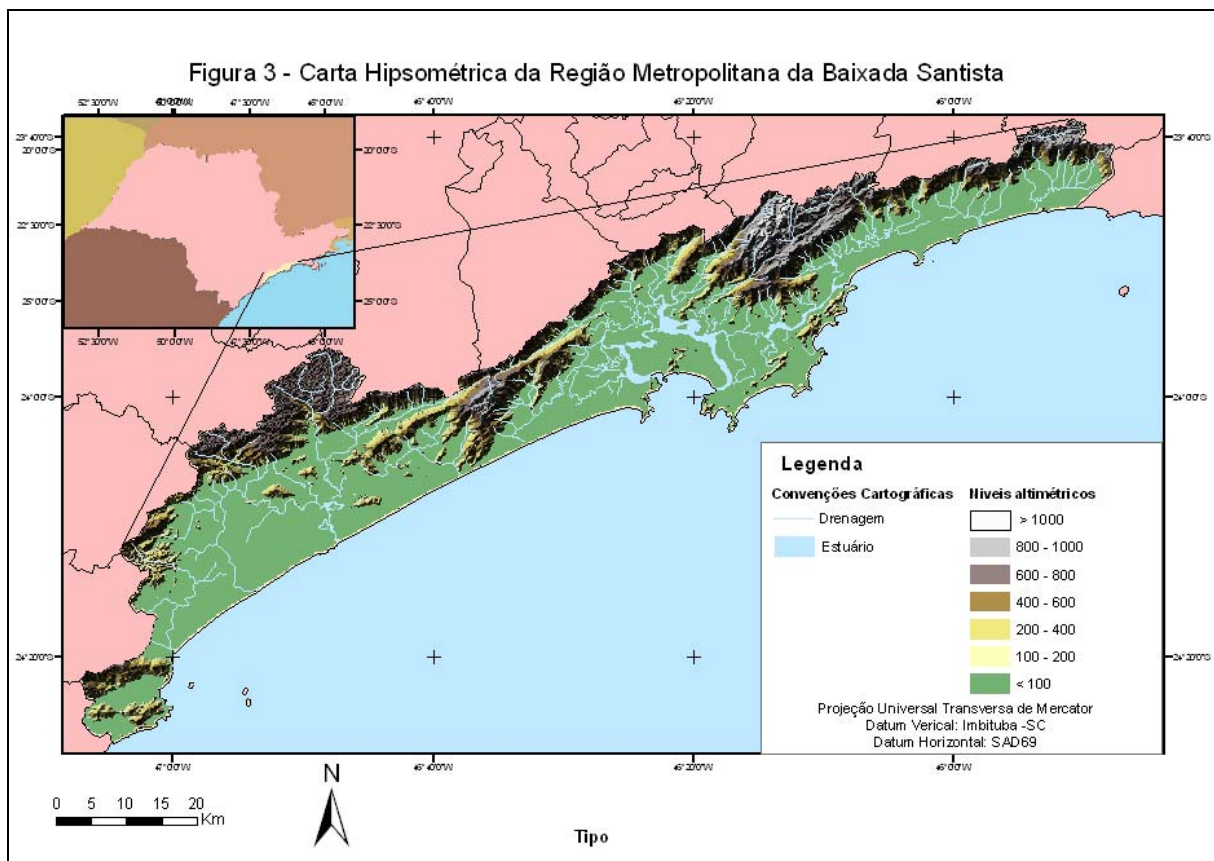
Figura 2 - Mapa de Compartimentação Geomorfológica da Região Metropolitana da Baixada Santista



A unidade morfoescultural das *Escarpas Retilíneas* apresenta-se por grandes espigões subparalelo, com topos angulosos, vertentes com perfil retilíneos, drenagem com alta densidade com um padrão sub-paralelo com vales fechados e declividades superiores 30%. Essa unidade foi encontrada nos município de Itanhaem, Bertioga e São Vicente.

Dentro da planície litorânea foram observados alguns morros com baixos índices altimétricos, não passando do patamar de 300 metros, sustentados por uma litologia composta basicamente por embasamentos cristalinos, possuindo um alinhamento SW-NE, indicando um processo de afastamento da linha de costa, ocorrido pelo desgaste e erosão do embasamento cristalinos, deixando alguns morros testemunhos. Este compõe a unidade morfoescultural dos *Morros Residuais*, como o espigão de Santo Amaro e o Monte Serrat.

No Extremo sul foi delimitado duas unidades morfoesculturais, a da *Serra do Itatins*, que possui um relevo predominantemente serrano em forma de espigão com altimetria até os 800 m (figura 3), e a unidade dos *morránias*, que possui altimetria próxima dos morros residuais, e um padrão de drenagem dendritico sem qualquer tipo de orientação.



A unidade morfoestrutural das Bacias Sedimentares Cenozóicas são constituídas principalmente por sedimentos continentais e costeiros datados do período Cenozóico, sendo caracterizada na área da Baixada Santista como uma sub-unidade que foi definida por Ross e Moroz (1997) como Planícies Litorâneas, estando diretamente relacionada com as interações oceano-continente e o posicionamento da linha de costa.

Dentro desta unidade, foi identificado e delimitado, com o auxílio da carta topográfica e a imagem de satélite, quatro unidades morfoesculturais. Ao norte da região da baixada santista encontra-se a *planície litorânea de Bertioga*, que é formada por terrenos planos e de pouca extensão, com sedimentos flúvio-marinhos, tendo padrão de drenagem meândrico, com ordem de drenagem não ultrapassando a terceira ordem (Figura 4), caracterizando-se por bacias hidrográficas pequenas. Na região central localiza-se duas unidades morfoesculturais, a *planície de Praia Grande* e a *planície Santista*, caracterizada pela presença de mangues e estuários apresentando baixa altitude (no máximo 20 metros), solos hidromórficos e pozol hidromórficos, declividade baixa (inferior a 2%), apresentando extensas áreas alagadiças em toda a planície e, sobre a litologia, encontra-se sedimentos marinhos e fluviais inconsolidados (areias, argilas e cascalhos) (Figura 5). Ao sul encontra-se a planície de maior extensão da baixada santista, denominada *Planície Peruíbe Itanhaém*, apresentando depósitos marinhos do holoceno (formação Cananéia) e pleistoceno devido a variação do nível do mar durante o quartenário, .

Por fim, a unidade morfoestrutural definida como Formações do Quartenário Continental são compostas por pequenas planícies fluviais. Sua formação na área de estudo está relacionada principalmente a deposição de sedimentos fluviais do Quartenário, estando localizadas nos vales encaixados do Cinturão Orogênico. Em relação a morfoescultura, nesta unidade foram mapeados as zonas de *planícies fluviais* caracterizadas por serem terrenos planos com pouca extensão, de declividade inferiores a 2%, tendo um posicionamento em diferentes níveis altimétricos ao longo do Cinturão Orogênico.



Figura 4 - Carta de Hierarquia de Drenagem da Região Metropolitana da Baixada Santista

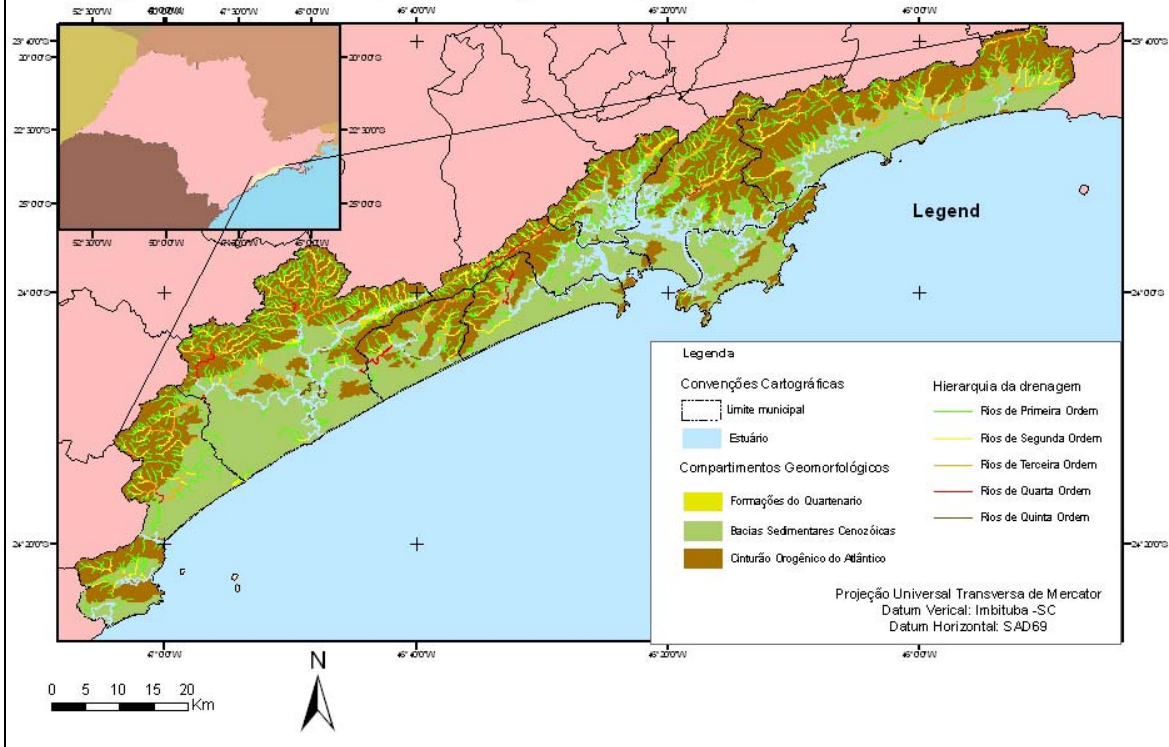
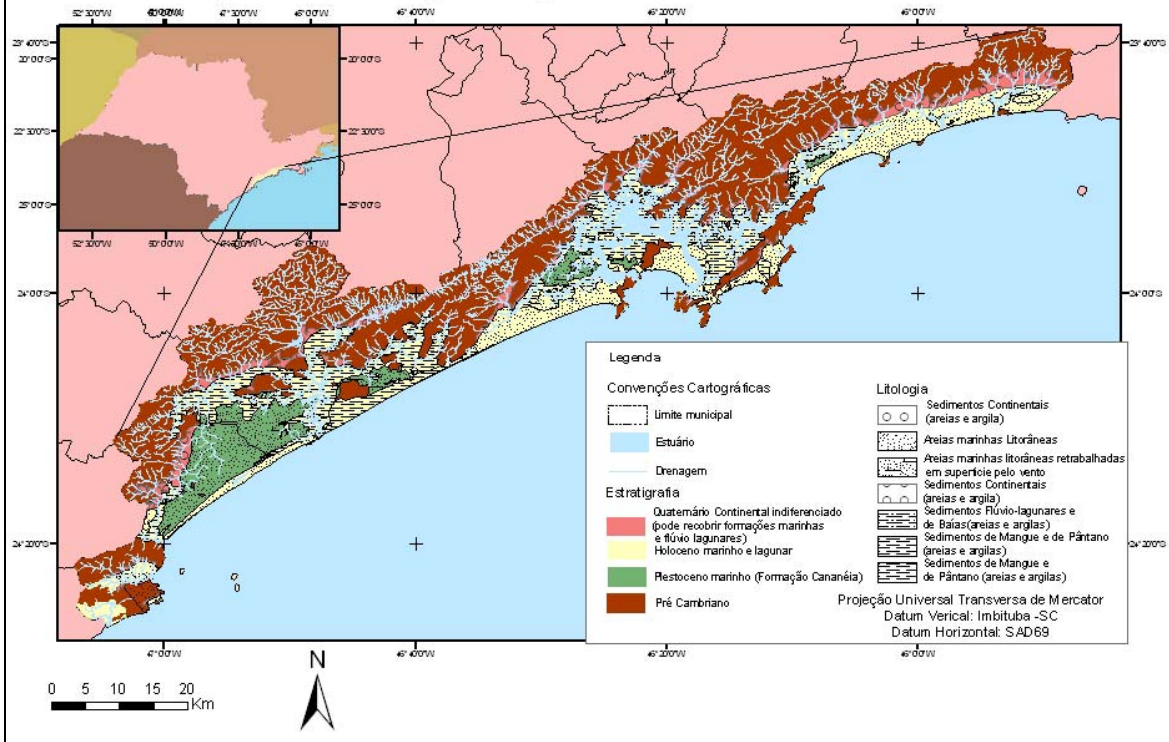


Figura 4 - Carta Geológica da Região Metropolitana da Baixada Santista



## Considerações Finais

A compartimentação geomorfológica e análise morfométrica da baixada santista possibilita o aprofundamento da análise e caracterização da paisagem e da compreensão da dinâmica dos processos naturais vigentes.

A área de estudo apresenta três unidades estruturais distintas, que possui uma esculturação de relevo variada a depender dos processos e dinâmicas atuantes. Nesse sentido, a região da Baixada Santista apresenta níveis de fragilidade diferenciados de acordo com suas características físicas. Tendo áreas relacionadas as zonas de escarpas da Serra do Mar sujeitas a eventos como rolamento de blocos, movimentos de massa e corrida de lamas, e áreas relacionadas a zonas de planícies litorâneas sujeitas a inundações.

Portanto, faz-se necessário a compartimentação geomorfológica, pois este corrobora na compreensão da dinâmica dos processos que regem o funcionamento e os níveis de fragilidades do relevo, vindo contribuir no auxílio do planejamento ambiental e nas políticas públicas referentes a região da Baixada Santista.

## Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A.N. **Províncias geológicas e domínios morfo-climáticos no Brasil**. São Paulo: IGEOG/USP. 26p, 1970.
- ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. Boletim Geológico n 41, São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 1964.
- ARGENTO, Mauro Sérgio Fernandes. **Mapeamento Geomorfológico** IN GUERRA, <sup>a</sup> J. T. E CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1994.
- CENIRA, M. L. C. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. Tese. Unesp, Rio Claro. 128f, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, A, **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1980.
- IPT- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Monografias, n. 6, v. I-II, 1981.
- MATTOS, S. H. V. L. e PEREZ FILHO, A. **Complexidade e Estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema**. Revista Brasileira de Geografia, 2004.
- MUEHE, G. de C. (2001) O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação IN: CUNHA, S. B. e GUERRA, A. **Geomorfologia do Brasil**, Rio de Janeiro, Bertrand Brasileiro, 2001.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo, Contexto, 1990.
- ROSS, J.L.S e MOROZ I. C. **Mapas geomorfológicos do estado de São Paulo**. IPT, São Paulo 64p, 1997.
- SANTOS, A. R. **A Grande Barreira da Serra do Mar: da trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes** Editora Nome da Rosa, São Paulo (SP), 2004.
- SILVA, T. C. **Indicadores Geomorfológicos de Sustentabilidade Ambiental – Aplicabilidade no Brasil**. In Revista Brasileira de Geomorfologia V. 1, n 1 pp 73 a 79, 2000.
- SUGUIO, K. **A Importância da Geomorfologia em Geociências e Áreas Afins**. Revista brasileira de geomorfologia, União da Geomorfologia brasileira, 2000.