

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA**

**SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO
APLICADOS NA ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO
MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO (SP).**

Ana Cristina Machado Rodríguez

**São Paulo
2005**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA**

**SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO
APLICADOS NA ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO
MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO (SP).**

Ana Cristina Machado Rodríguez

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

**São Paulo
2005**

A Deus pela minha existência, aos meus pais pela dádiva de acreditarem em mim, ao meu esposo pelo apoio, compreensão e companheirismo durante este trabalho de dissertação.

Não basta a leitura sem a unção, não basta à especulação sem a devoção, não basta à pesquisa sem maravilhar-se; não basta a circunspeção sem o júbilo, o trabalho sem a piedade, a ciência sem a caridade, a inteligência sem a humanidade, o estudo sem a graça! (São Boaventura)

AGRADECIMENTOS

Ao Orientador, Professor e Doutor Reinaldo Paul Pérez Machado pela oportunidade, motivação e incentivo no desenvolvimento desta dissertação e apoio durante meu período acadêmico na USP.

Aos Profs. Drs. Robert Toovey Walker e Cynthia Susanne Simmons do Departamento de Geografia da Universidade de Michigan pelo interesse, incentivo e envolvimento acerca desta pesquisa.

Aos Drs. Edison Crepani e Simeão Medeiros, pela contribuição e gentileza em ceder o banco de dados geográficos da área de estudo.

Ao Dr. Edison Crepani, novamente pela sua ativa e útil participação nas discussões do exame de qualificação e o acompanhamento na elaboração do tema da minha dissertação.

Aos Professores Marcelo Martinelli e Mário De Biasi, ambos do Departamento de Geografia da FFLCH-USP, pela boa vontade e carinho de ajudar através da indicação de uma publicação ou de conversas mantidas em diversas oportunidades sobre Cartografia Temática e Ambiental.

Ao Grupo de Oração *Imaculado Coração de Maria* do Instituto de Geociências em especial, as amigas Sueli, Cleide, Conceição, Ivete, Lourdes e ao amigo Mário pelo carinho e orações constantes de paz e tranquilidade durante essa fase importante de minha vida.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE pelo fornecimento das Imagens Landsat ETM+.

À grande amiga Vera Gabriel Fontes do Atendimento ao Usuário – ATUS (INPE) que sempre estava disposta em incentivar e ajudar no desenvolvimento desta dissertação.

Às amigas Rosângela, Ana Lúcia, Jurema e Cida da Secretaria da Pós-Graduação que sempre estavam a postos para ajudar e orientar nas burocracias da FFLCH.

À amiga Imaculada da Biblioteca da FFLCH pela paciente e carinhosa revisão da bibliografia.

Aos colegas Liane Welter, Elisângela Martins, Sandra Galisteu, Cristina Camolez e Jacqueline Freitas pela amizade e carinho durante a realização deste trabalho de pesquisa.

Aos amigos Oswaldo, Tião, Luciana, Marcos e Orlando da Secretaria de Graduação pelo carisma e brincadeiras que tornaram os dias mais alegres e divertidos durante esta fase importante em minha vida.

Aos amigos Maria Elvira e Mario Gonzalez, Lucy Kiba e Ricardo Azevedo, Erickson Zanon e Tania Gonçalves pela amizade e companhia durante mais esta vitória de minha vida.

À amiga Lucy Kiba, novamente pela cuidadosa e atenciosa revisão ortográfica deste trabalho de pesquisa.

Aos meus sobrinhos Alderinho, Grabiél e Gabrielly pela inspiração diária e carinho durante os últimos meses de fechamento deste trabalho de pesquisa.

A Kika, Layka e ao B.... pelo companheirismo e parceria madrugadas á fora durante todo o período de desenvolvimento desta pesquisa.

Finalmente, desculpo-me por ter esquecido alguém e agradeço aos colegas e amigos que colaboraram com esta dissertação através da troca de idéias ou simplesmente por sugestões construtivas.

RESUMO

A crescente ocupação urbana desordenada e inadequada vem acarretando sérios problemas ao meio ambiente nos últimos anos. Em algumas cidades, os assentamentos urbanos são localizados principalmente em regiões de encosta sem nenhum critério técnico ou projeto ambiental. Esse tipo de irresponsabilidade tanto da população como do próprio governo geram transgressões de leis ambientais e freqüentes acidentes nas épocas de chuvas torrenciais, resultando em grandes tragédias. Portanto, o estudo dos diversos tipos de uso do solo associado as suas características físicas é de extrema importância para o entendimento dos processos de preservação e conservação dos recursos naturais, e principalmente em relação à restrição ao uso das terras em áreas de risco de deslizamento, assegurando assim a qualidade de vida da população. Esta dissertação propõe a análise da legislação ambiental do município de São Sebastião no Estado de São Paulo através do uso do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. A área de estudo tem uma extensão de 402,3 Km² e está localizada no Litoral Norte de São Paulo. Este município apresenta uma pressão da expansão urbana que acarreta sérios problemas de deslizamentos nas épocas de chuva devido a assentamentos irregulares. A metodologia utilizada foi adaptada da proposta por CREPANI et al. (1996) e MORAES (1999). Neste trabalho foram utilizadas as imagens dos sensores TM, ETM+ e HRV dos satélites Landsat 5, 7 e Spot dos períodos de 1988 a 2002, assim como do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) de 2000. A partir das imagens orbitais gerou-se um mapa temático de uso e cobertura do solo, e da imagem de radar as isolinhas e a carta de declividade da referida área de estudo. Estes produtos foram integrados e/ou cruzados juntamente com as variáveis ambientais de geologia, geomorfologia, geotecnia e solos resultando no Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano. Este último foi integrado com o *Mapa de Legislação Ambiental* que contém as *Áreas de Preservação Permanente* (APP's) para gerar finalmente o *Mapa de Incompatibilidade ao Uso*. Todos os cruzamentos foram executados através da *Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico* (LEGAL) do software *SPRING*. Os resultados obtidos mostraram que existem poucas áreas compatíveis ao Uso, devido a Legislação Ambiental e também as características físicas da região. Existe ainda um avanço antrópico permanente em áreas de risco de deslizamentos e nas proximidades do limite do *Parque Estadual da Serra do Mar* (PESM), comprovando o desrespeito às leis ambientais. A identificação das áreas compatíveis para o assentamento urbano pode impedir a expansão do crescimento antrópico em áreas de risco, e também sobre a degradação ambiental em regiões de preservação no município de São Sebastião.

Palavras-Chave: legislação ambiental, assentamento urbano, São Sebastião, aptidão física do solo, SPRING.

ABSTRACT

In the last few years, increasing urban occupation considered inadequate and disordered is recognized to be a serious environmental problem. In some cities, the urban settlements are also located in areas of sliding land, which are occupied without any technical criterion or environmental project. Such irresponsible actions by the citizens and by the government are roots of transgressions of environmental laws always leading to land sliding accidents and tragedies during torrential rainfalls. Therefore, investigating several types of land use associated to physical soil characteristics are extremely important for understanding the actual preservation and conservation processes associated to natural resources, especially, on issues relating to the restrictions of use and occupation in areas of land slide, in order to assure life quality of the population. This dissertation intends to analyze the environmental legislation of the municipality of São Sebastião in São Paulo State, applying Remote Sensing and Geographic Information System. The study area extension is about 402.3 km² and is located in the North Coast of São Paulo State. Due to irregular settlement associated to areas of urban pressure and expansion, the municipal area is actually subjected to land-sliding problem during raining season. Method used has adapted proposed ideas of CREPANI et al. (1996) and MORAES (1999). Were used images of TM, ETM+, HRV sensors of satellites Landsat 5, 7 and Spot of period from 1988 to 2002, and also of the Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) of 2000. Using the orbital images was generated a thematic map of land use and cover, while the radar image has treated the isolines and declivity. Both products were crossed and integrated analyzed with others environmental variables of geology, geomorphology, geotechnical and soils that have resulted into a general Map of Urban Settlement considering Physical Capacity. This was linked with the *Environmental Legislation Area Map* containing the *Areas of Permanent Preservation (APP's)* for determination of *Land Use Incompatibility Map*. All the crossings procedures were made using The LEGAL language (*Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico*) of SPRING software was utilized for all crossed analyses. Final results have revealed that there are only few areas that are available relating compatible Use and to the Environmental Legislation combined with the physical characteristics of the area. However, anthropic occupation is expanding continuous in sliding risk areas and also by the boundaries of *Parque Estadual da Serra do Mar (PESM)*, where environmental laws were not obeyed. The awareness of compatible Use for the urban settlement may aid in order to assist the expansion or anthropic occupation in risk areas, and also to avoid environmental degradation where preservation is expected in the municipality of São Sebastião.

KeyWords: environmental legislation, urban settlement, São Sebastião, physical soil capacity, SPRING.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, que se constitui nessa dissertação, resulta de estudos realizados sobre o Município de São Sebastião desde o XIII Curso Internacional em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas promovido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) ao Curso de Mestrado em Geografia Humana na linha de pesquisa de Geoprocessamento Aplicado e Sensoriamento Remoto da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da Universidade de São Paulo (USP).

O Curso Internacional proporcionou intensas pesquisas acadêmicas sobre o Município de São Sebastião, como a alta tendência do crescimento urbano de forma desordenada em áreas de relevo com declividades incompatíveis à urbanização. Esse alto índice de ocupação está relacionado a grande especulação imobiliária representada pelo alto potencial turístico da região.

O potencial turístico em qualquer região pode trazer além de benefícios econômicos também impactos ambientais como o desmatamento de vegetação nativa, riscos de erosão e deslizamento de terra, assoreamento e poluição dos cursos d' água, riscos de enchentes e disposição inadequada de resíduos sólidos.

Em São Sebastião a expansão urbana tem provocado a degradação dos recursos naturais em áreas de proteção e conservação levando ao completo descaso da Legislação Ambiental. As Serras do Mar, do Dom e de Juqueriquerê presentes neste município são protegidas legalmente por regimes jurídicos. Porém, a Lei Ambiental não é cumprida prejudicando os diversos tipos de ecossistemas existentes na região e ameaçando a qualidade de vida de diversas espécies da fauna e flora, além da própria população local.

Pensando em todos estes problemas evidenciados neste Município surgiu à idéia de fazer um estudo mais completo através do Curso de Mestrado. Onde, se analisou a Legislação Ambiental visando à preservação e conservação do meio ambiente identificando as áreas favoráveis, restritas e impróprias ao Assentamento Urbano através de sua Aptidão Física e também em relação à Incompatibilidade ao Uso.

Na análise deste trabalho de pesquisa foram necessários algoritmos matemáticos presentes em SIG's que fazem a integração de Informações Geográficas com Banco de Dados, além de dados de Sensoriamento Remoto.

Assim, esta dissertação apresenta-se estruturada em sete Capítulos, sistematizados da seguinte maneira:

O primeiro introduz as considerações gerais e as justificativas sobre a área de estudo, e também os objetivos que se pretende alcançar.

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica do trabalho, onde é descrita uma pequena revisão sobre a Geografia dando se ênfase ao espaço geográfico, o

Sensoriamento Remoto e suas aplicações com destaque para os satélites LANDSAT, SPOT e também SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHIC MISSION (SRTM). Descrevem-se detalhadamente uma revisão do Uso e Ocupação da Terra dando ênfase ao Comportamento Espectral dos Tipos de Uso e Ocupação da Terra como: a Vegetação, os Solos, as Culturas Agrícolas e a Água. Comentam-se também as diversas aplicações do Sensoriamento Remoto no Uso e Ocupação da Terra utilizados atualmente pelos pesquisadores.

Em seguida, ainda no Capítulo 2, se apresenta os Sistemas de Informação Geográficas (SIG's) destacando-se o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas – SPRING seguindo com a descrição de seu Banco de Dados Geográficos. Faz-se um breve levantamento histórico sobre a Cartografia e os SIG's, onde se expõem suas aplicações integradas com o Sensoriamento Remoto.

O Processamento Digital de Imagens de Satélite também é descrita neste Capítulo, onde se detalha a Correção Geométrica e as Técnicas de Realce, revisando-se alguns artigos sobre suas diversas aplicações. Apresenta-se ainda o Modelo Linear de Mistura Espectral, a Segmentação e Classificação de Imagens Digitais juntamente com suas aplicações.

Continuando com apresentação do Modelo Numérico do Terreno seguido do cruzamento ou integração das Variáveis Ambientais com suas referidas aplicações citadas. Finalizando com a parte de Legislação Ambiental enfatizando o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM).

Já o Capítulo 3, se relata a localização geográfica, a caracterização físico-geográfica, o histórico de ocupação, caracterização sócio-econômica e as áreas de proteção do Município de São Sebastião. Onde a caracterização físico-geográfica é apresentada pelo Clima, Geologia, Geomorfologia, Geotecnia, Pedologia, Uso e Cobertura do Solo e Hidrografia.

Os dados de sensoriamento remoto e cartográfico que serão utilizados no trabalho de pesquisa são expostos detalhadamente no Capítulo 4. E também, se explica a metodologia de processamento das imagens, a integração ou cruzamento das variáveis ambientais para a obtenção dos mapas de Aptidão Física ao Assentamento Urbano, de Legislação Ambiental e de Incompatibilidade ao Uso, além da análise dos resultados.

No Capítulo 5, se comenta de forma sucinta os resultados alcançados como resultado final da metodologia desenvolvida e também sua discussão. E finalmente no Capítulo 6, se expõem as considerações finais e sugestões.

No Capítulo 7, se descrevem todas as referências bibliográficas utilizadas finalizando com dois anexos, onde no primeiro são descritas as Leis e Resoluções Ambientais e no segundo os programas em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do software SPRING envolvidos nesta dissertação de Mestrado.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
APRESENTAÇÃO	v
ÍNDICE DE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS E JUSTIFICATIVAS	1
1.2. OBJETIVO GERAL	3
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1. O ESPAÇO GEOGRÁFICO:	5
2.2. SENSORIAMENTO REMOTO (SERE)	7
2.2.1. <u>O Satélite LANDSAT</u>	9
2.2.2. <u>O Satélite SPOT</u>	10
2.2.3. <u>O Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)</u>	11
2.2.4. <u>Aplicações do SERE</u>	12
2.3. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	13
2.3.1. <u>Comportamento Espectral do Uso e Ocupação da Terra</u>	13
2.3.1.1. Vegetação	14
2.3.1.2. Solos	17
2.3.1.3. Culturas Agrícolas	19
2.3.1.4. Água e Sombra	20
2.3.2. <u>Aplicações do SERE no Uso e Ocupação da Terra</u>	21
2.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS (SIG's)	22
2.4.1. <u>Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas - SPRING</u>	22
2.4.2. <u>Banco de Dados Geográficos</u>	25
2.4.3. <u>Cartografia e o SIG</u>	25
2.4.4. <u>Aplicações Integradas do SIG com o SERE</u>	27

2.5. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITE	28
2.5.1. <u>Correção Geométrica</u>	28
2.5.2. <u>Técnicas de Realce</u>	30
2.5.3. <u>Modelo Linear de Mistura Espectral - MLME</u>	31
2.5.4. <u>Aplicações do MLME</u>	34
2.5.5. <u>Segmentação de Imagens Digitais</u>	34
2.5.6. <u>Classificação Digital de Imagens</u>	37
2.5.7. <u>Aplicações da Segmentação e Classificação de Imagens Digitais</u>	39
2.6. MODELO NUMÉRICO DO TERRENO - MNT	40
2.7. CRUZAMENTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS	48
2.7.1. <u>Mapa de Distâncias (<i>Buffer</i>)</u>	49
2.7.2. <u>Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - LEGAL</u>	50
2.7.3. <u>Aplicações através do Cruzamento de Variáveis Ambientais</u>	55
2.8. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	56
2.8.1. <u>Parque Estadual da Serra do Mar (PESM)</u>	64
3. O MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO - SP	70
3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	70
3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO–GEOGRÁFICAS	72
3.2.1. <u>Clima</u>	72
3.2.2. <u>Geologia</u>	73
3.2.3. <u>Geomorfologia</u>	76
3.2.4. <u>Geotécnica</u>	79
3.2.5. <u>Pedologia</u>	81
3.2.6. <u>Uso e Cobertura do Solo</u>	84
3.2.7. <u>Hidrografia</u>	86
3.3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO	88
3.4. CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS	91
3.5. ÁREAS DE PROTEÇÃO	92
4. MATERIAIS E MÉTODO	94
4.1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	94
4.1.1. <u>Imagens Landsat, SPOT e SRTM</u>	94
4.1.2. <u>Dados Cartográficos</u>	94

4.1.3. <u>Equipamentos</u>	95
4.2. MÉTODO	95
4.3. PROCEDIMENTOS	96
4.3.1. <u>Aquisição, Seleção e Digitalização de Informações</u>	96
4.3.2. <u>Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento</u>	96
4.3.3. <u>Trabalho de Campo</u>	107
4.3.4. <u>Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano</u>	107
4.3.5. <u>Mapa de Legislação Ambiental</u>	113
4.3.6. <u>Mapa de Incompatibilidade ao Uso</u>	114
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	117
5.1. MAPAS TEMÁTICOS OU VARIÁVEIS AMBIENTAIS	117
5.1.1. <u>Carta Hipsométrica</u>	117
5.1.2. <u>Carta de Declividade</u>	119
5.1.3. <u>Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano</u>	123
5.1.4. <u>Mapa de Legislação Ambiental</u>	127
5.1.5. <u>Mapa de Incompatibilidade ao Uso</u>	130
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	137
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
8. ANEXO I : LEIS E RESOLUÇÕES	162
9. ANEXO II : PROGRAMAS EM LEGAL UTILIZADOS	197

ÍNDICE DE FIGURAS

1 – Esquema de uma Onda Eletromagnética	7
2 – Obtenção de imagens por SERE	8
3 – Satélite Landsat 7 ETM+	9
4 – Satélite SPOT 4 HRV	10
5 – Esquema de aquisição dos dados SRTM	12
6 – Curva média típica do comportamento espectral de uma folha verde sadia	14
7 – Esquema do sistema total no SERE da vegetação	16
8 – Curva de materiais orgânicos Sápricos, Hêmicos e Fíbricos	18
9 – Curva de reflectância da água no estado líquido, gasoso e sólido	20
10 – Modelo Conceitual do Sistema SPRING	24
11 – Realce de contraste do Mínimo e Máximo, Linear e Raiz Quadrada	30
12 – Realce de contraste do Quadrado, Logaritmo e Negativa	31
13 – Imagem-Fração Solo, Vegetação e Sombra	33
14 – Imagem Original + Segmentação + Imagem Segmentada	36
15 – Exemplo de Isolinhas em Recorte de Mapa Topográfico	41
16 – Exemplos de distribuição das amostras	41
17 – Superfície com Grade Regular Retangular e Irregular Triangular	42
18 – Exemplos de Métodos de Interpolação de amostras	43
19 – Imagens Representando uma Grade Regular	45
20 (a) – Representações de Modelos com e sem textura	46
20 (b) – Imagem Temática fatiada de Modelo Digital do Terreno	47
21 – Esquema Conceitual do MNT no SPRING	48
22 – Esquema de Geração do Mapa de Distâncias	50
23 – Representação Gráfica de Reclassificação	52
24 – Exemplo de Programa em LEGAL de Reclassificação	53
25 – Representação Gráfica de Ponderação	53
26 – Representação Gráfica de Fatiamento	54
27 – Exemplo de Programa em LEGAL de Ponderação e Fatiamento	54
28 – Unidades de Conservação gerenciadas pelo Instituto Florestal	64
29 – Parque Estadual da Serra do Mar (PESM)	65
30 – Domínio da Mata Atlântica nos Estados do Brasil	66
31 – Mapa de Localização do Município de São Sebastião – SP	71
32 – Município de São Sebastião (SP) - Geologia	75
33 – Município de São Sebastião (SP) - Geomorfologia	78

34 – Município de São Sebastião (SP) - Carta Geotécnica	80
35 – Município de São Sebastião (SP) - Pedologia	83
36 – Município de São Sebastião (SP) - Uso e Cobertura do Solo	85
37 – Município de São Sebastião (SP) - Topográfico	87
38 – Procissão do Sto. São Sebastião em Frente à Igreja Matriz em 1960	88
39 – A Cadeia no Início do Século XIX	89
40 – Vista Geral do Local de Implantação da PETROBRAS	89
41 – O Terminal Marítimo da PETROBRAS em 1995	91
42 – Gráfico Representativo das Curvas Espectrais dos Alvos	97
43 – Esquema da Composição Colorida das Imagens-Fração de 1988	98
44 – Imagem-Fração Sintética RGB Segmentada de 1999	99
45 – Exemplo de Curvas de Nível do Banco “SÃOSEBASTIÃOAR”	101
46– Recorte da Área de Estudo do Mosaico SRTM da América do Sul	102
47 – Imagem em Nível de Cinza com resolução de 92,72 e 10 metros	102
48 – Isolinhas com Limite Municipal de São Sebastião - SP	103
49 – Imagem Sombreada com Azimute de 135° (A) e 225° (B)	104
50 – Composição de Imagens Sombreadas	105
51 – Escala Padrão de Avaliação de Classes ao Assentamento Urbano	112
52 – Fluxograma dos Procedimentos Empregados	116
53 – Município de São Sebastião (SP) - Hipsometria	118
54 – Município de São Sebastião (SP) - Carta de Declividade	121
55 – Composição Landsat TM 453 e Grade Retangular do SRTM de São Sebastião	123
56 – Esquema de Aquisição do Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano.....	123
57 – Município de São Sebastião (SP) - Aptidão Física ao Assentamento Urbano	126
58 – Município de São Sebastião (SP) - Legislação Ambiental	129
59 – Esquema de Aquisição do Mapa de Incompatibilidade ao Uso	130
60 – Áreas de Uso Incompatível devido a Legislação Ambiental	130
61 – Áreas de Uso Restrito que necessitam de recuperação	131
62 – Favela localizada no Morro da Topolândia	132
63 – Áreas de Uso Compatível com e sem Infra-estrutura	134
64 – Município de São Sebastião (SP) - Incompatibilidade ao Uso	135

ÍNDICE DE TABELAS

1 - Satélite LANDSAT	10
2 - Satélite SPOT	11
3 - Imagens LANDSAT e SPOT	94
4 - Documentos Cartográficos	95
5 – Classes de Declividade de De Biasi (1992) e Ross (1994)	105
6 – Classes de Declividade com Características de Relevo e Uso	106
7 – Avaliação da Vulnerabilidade das Unidades de Paisagem Natural	108
8 – Características das Unidades de Paisagem Quanto a Vulnerabilidade à Erosão	109
9 – Classes e Códigos dos Mapas Temáticos do Município de São Sebastião	110
10 – Características das Classes de Aptidão ao Assentamento Urbano	111
11 – Classificação do Tema de Uso e Cobertura do Solo, Solos, Geologia e Geomorfologia ao Assentamento Urbano	111
12 – Classificação do Tema Geotécnico e de Declividade ao Assentamento Urbano	112
13 – Escala de Valores de Aptidão Física ao Assentamento Urbano	113
14 – Características das Classes de Incompatibilidade ao Uso	115
15 – Classificação do Tema de Assentamento Urbano e Legislação Ambiental	115
16 – Escala de Valores de Incompatibilidade ao Uso	115
17 – Classes de Altitude e Área de Abrangência	119
18 – Classes de Declividade e Área de Abrangência	120
19 – Classes de Aptidão Física ao Assentamento Urbano e Área de Abrangência	124
20 – Classes de Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Área de Abrangência ...	127
21 – Áreas Desmatadas no PESM e Área de Abrangência	128
22 – Classes de Incompatibilidade ao Uso e Área de Abrangência	131

1. INTRODUÇÃO:

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS E JUSTIFICATIVAS:

A constante influência do homem no meio ambiente é uma importante problemática para a preservação e conservação dos recursos naturais. Por este motivo é necessário o conhecimento destes recursos para um planejamento racional prevendo a sua manutenção.

Segundo MAZZOCATO (1998), o uso da terra sem qualquer planejamento implica no declínio da produtividade das culturas, na agressão ao meio ambiente e na ocupação urbana desordenada em relevos com declividade não compatível à urbanização.

O planejamento do uso da terra é baseado principalmente em informações fragmentadas dos efeitos dos diversos tipos de uso da terra. Pois não existe uma maneira segura de analisar as condições adequadas de uso da terra (RIBEIRO, 1998).

MORAES (1999), afirma que para garantir a manutenção dos recursos naturais são necessárias a observação e análise destes, visando o desenvolvimento de critérios urbanísticos e de ocupação do solo.

A crescente diminuição dos recursos naturais no planeta Terra tem forçado o levantamento periódico do uso da terra com o objetivo de compreender os padrões e a distribuição de organização no espaço. Pois essa distribuição é afetada por constantes modificações em relação à ação antrópica (RODRÍGUEZ YI, 1998).

Neste contexto as informações quanto à origem e impacto das modificações sobre o uso e ocupação da terra, obtidas periodicamente através de dados de sensores orbitais integrado aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm-se mostrado particularmente útil para auxiliar na discriminação de elementos da paisagem, no planejamento e regulamentação de alterações ambientais, em levantamentos de uso e ocupação da terra, em mapeamentos dos recursos naturais, na espacialização de áreas de preservação, etc.

Segundo COUTINHO (1998), a análise do meio ambiente através da utilização de algoritmos matemáticos encontrados nos SIG's, tem se mostrado mais eficiente e rápido no auxílio da visualização e delimitação de unidades homogêneas.

A área de estudo deste trabalho de pesquisa compreende o Município de São Sebastião-SP, localizado no litoral paulista e com um alto potencial turístico que representa um grande problema de expansão urbana em áreas de risco sujeitas a movimentos de massa durante a época de chuvas. Além disso, a retirada da cobertura vegetal para novos investimentos no mercado imobiliário é o principal fator de devastação e degradação dos recursos naturais existentes nesta região.

Essa grande influência do turismo e do mercado imobiliário no Município de São Sebastião vem acarretando sérios problemas de preservação e conservação do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Este parque é dominado por remanescentes de Mata

Atlântica, a qual vêm sofrendo nos últimos anos uma fragmentação forte e contínua devido principalmente aos assentamentos desordenados da população clandestina e de baixa renda.

Segundo a SOS Mata Atlântica (2003), nas regiões da Serra do Mar a explosão demográfica advém da implantação de indústrias para a fabricação de aço, petróleo, cimento e produtos químicos desencadeando sérios problemas ambientais. Como a ocorrência de deslizamentos de terras devido ao assentamento irregular em áreas de morros, encostas, restingas e manguezais.

Em Cubatão, por exemplo, esses assentamentos irregulares ou favelas são resultantes da grande migração de pessoas sem qualificação profissional atraídas pelas indústrias. Assim, muitas favelas são construídas sobre manguezais registrando um aumento de 165 para 525 deslizamentos de terra entre os anos de 1971 e 1985 ocorridos por chuvas ácidas. As indústrias também são instaladas sem nenhum controle de risco ambiental, como em Caraguatatuba, município vizinho de São Sebastião, que por conta de um deslizamento de terra morreram mais de duzentas pessoas em 1967 (SOS Mata Atlântica, 2003).

Por isso a diminuição e degradação dos remanescentes de Mata Atlântica devido ao crescimento desordenado das cidades tornaram-se amplamente estudados por vários autores como RICHTER et al. (2003), FREITAS et al. (2003), TOLEDO et al., (2001), CARNEIRO et al. (2001) e AGAREZ et al., (2001). Esses autores defendem que os remanescentes de Mata Atlântica devem ser preservados e conservados por apresentarem uma alta concentração de espécies endêmicas, as quais sofrem grande redução de seu habitat causada principalmente pelo desmatamento que vem crescendo significativamente cerca de 5,76% ao ano localizado nas Serras do Mar e da Mantiqueira no Estado de São Paulo (MAIA et al., 2001).

Desta forma, é importante monitorar a acelerada perda de diversidade desse tipo de vegetação principalmente nas áreas de preservação e conservação ambiental como é o caso do Parque Estadual da Serra do Mar no Município de São Sebastião.

Os recursos naturais existentes, o crescimento desordenado em áreas inadequadas e a ocorrência de riscos ambientais neste município vêm sendo estudados por diversos pesquisadores, podemos citar o zoneamento urbano feito na Bacia do Rio Una por MAZZOCATO (1998), onde se evidenciou que o crescimento urbano localizava-se em áreas inadequadas para a formação de assentamentos urbanos.

Enquanto PEREIRA (2000) apresentou um diagnóstico dos problemas ambientais encontrados no município de forma genérica gerando unidades ambientais. Já TOMINAGA (2000) analisou a fragilidade com base nos fatores do relevo obtido através dos dados geomorfológicos e antrópicos. Essa autora comenta que a análise pode prevenir e adotar medidas mitigadoras em áreas de perigo de ocorrência de processos de movimento de massa.

Além destes, existe também o mapeamento multitemporal no município feito por RODRÍGUEZ (2000). Esta autora mostrou que o crescimento urbano e a diminuição dos recursos naturais têm comprometido a existência de várias espécies naturais e animais.

Desta maneira é imprescindível a constante vigilância do Município de São Sebastião situado em domínio florestal da Mata Atlântica com o intuito de preservar e conservar seus recursos naturais. Embora, exista uma Legislação Ambiental que o protege e fiscaliza, o mesmo possui problemas ambientais provindos do desmatamento e da ocupação inadequada como: a erosão acelerada, o assoreamento e poluição de rios, a degradação ambiental, a extinção dos ecossistemas da região e principalmente a queda da qualidade de vida da população local.

1.2. OBJETIVO GERAL:

No presente trabalho de pesquisa se tem como objetivo geral analisar a Legislação Ambiental do Município de São Sebastião através do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, visando à preservação e conservação do meio ambiente para a manutenção do equilíbrio ecológico necessário à vida e também as condições de sustentabilidade econômica e física ao assentamento urbano.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Os objetivos específicos deste trabalho de pesquisa são:

- I. Identificar e avaliar as áreas favoráveis, restritas e impróprias ao Assentamento Urbano através da avaliação de sua Aptidão Física;
- II. Delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APP's) conforme o Código Florestal Lei N° 4.771 de setembro de 1985 com base na Resolução CONAMA N° 302 e 303, de 20 de março de 2002;
- III. Elaborar o Mapa Legislação Ambiental, onde possam ser determinadas no espaço geográfico as principais APP's de interesse legal;
- IV. Analisar o avanço do desmatamento no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) no período de 1988 a 2002 através do Mapa de Uso e Cobertura do Solo;
- V. Elaborar um Mapa de Incompatibilidade ao Uso, levando em consideração as potencialidades e restrições ambientais diagnosticadas no município com base na Aptidão Física quanto ao Assentamento Urbano e na Legislação Ambiental;

Espera-se com este trabalho contribuir nas pesquisas de cruzamento e integração de variáveis ambientais e também da pouca exploração dentro da Geografia de métodos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento inovadoras para representar, subsidiar, planejar e analisar os recursos naturais no espaço geográfico.

Pretende-se ainda apresentar a facilidade de uso dos sistemas de informação geográfica, mais especificamente do Software SPRING que é um programa gratuito desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, e também de acessos e aquisições gratuitas de imagens de satélite entre outros dados através da Internet.

Desta forma, a ampla e gratuita disponibilidade destas ferramentas e dados, vem ajudar a comunidade acadêmica e os pesquisadores da rede pública e privada no desenvolvimento e execução de projetos ambientais que antes eram limitados pelo alto custo de equipamentos, imagens e capacitação de pessoal.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

2.1. O ESPAÇO GEOGRÁFICO:

A palavra Geografia segundo os gregos significava “*escrever sobre a terra*”, hoje essa definição evoluiu e esta ciência procura compreender as transformações que ocorrem no espaço geográfico de uma forma dinâmica interagindo o homem e a natureza.

A Geografia na sua evolução histórica tem o espaço geográfico como principal objeto de estudo mediante a relação homem x natureza viabilizando interesses socioeconômicos e ambientais.

Para MORAES (1983), o objeto de estudo da Geografia é definido de várias formas, de diferentes orientações metodológicas e concepções de mundo. Dentre esses conceitos podemos destacar como objeto de estudo desta ciência o estudo da superfície da terra, o estudo da paisagem, o estudo da individualidade dos lugares, o estudo da relação homem x natureza e o estudo do espaço geográfico.

O objeto geográfico foi definido pelo cientista alemão Friedrich Ratzel como sendo o estudo da influência que as condições naturais exercem sobre a humanidade (MORAES, 2002). O homem é um agente ativo que sofre influências do meio construindo e modificando o espaço geográfico. Esse espaço é dinâmico e os elementos (naturais e antrópicos) que o compõem interagem de forma complexa nesse movimento determinando o próprio ambiente.

Segundo CORRÊA (2003), o espaço geográfico ou simplesmente espaço tem um significado muito amplo e vago, o qual está associado a uma porção específica da Terra identificada pela natureza ou pelas marcas impressas do homem ou ainda pela referência de localização geográfica.

No entanto, para SANTOS (1978), o espaço geográfico é definido como a natureza modificada pelo homem com seu trabalho. Onde, a concepção de natureza é vista num espaço sem a presença central do homem cedendo lugar à idéia de uma construção permanente da natureza artificial e/ou social, sinônimo de espaço geográfico.

Para SILVA (2001), que tomou como base os estudos realizados por Lefebvre, o espaço geográfico é definido como produto, processo e manifestação da sociedade que expressa todas as contradições geradas e também contidas nas relações sociais de produção.

Na Geografia sempre se buscou compreender os processos de construção do espaço integrando as relações sociais em diferentes tempos produzindo e reproduzindo o espaço. Para isso, utilizava-se de conceitos e categorias de análises representando o espaço geográfico, paisagem, região, lugar, território e outros (SOUZA, 2005).

A Geografia sempre se preocupou em conhecer o ambiente natural, a sociedade, o comportamento humano, as relações socioeconômicas e culturais. Pois, essa ciência está incansavelmente à procura de soluções que venham sanar questões no âmbito social, econômico e ambiental.

Na Geografia, o que interessa é saber onde ocorre o quê, suas causas e conseqüências, e também entender como se dão os processos de distribuição espacial dos fenômenos sobre a superfície da terra, e não o fenômeno em si (PEREIRA, 2000).

Essa ciência é mais capacitada para fornecer os conhecimentos necessários sobre o ambiente natural e ação humana, possibilitando a análise das mudanças ocorridas e a intervenção de impactos ambientais. Porém, necessitamos identificar os padrões de distribuição espacial visando compreender a realidade no espaço geográfico. E dentro da Geografia podemos explicitar ou representar visualmente essa realidade utilizando a linguagem da Cartografia.

A Cartografia, por meio das formas de representação do espaço, utiliza os produtos cartográficos para o conhecimento e estudo da geografia de um determinado lugar. Ou seja, esses produtos registram e armazenam informações que podem apoiar o planejamento e gestão do espaço geográfico na sociedade.

Segundo SALICHTCHEV (1988), as representações cartográficas podem ser expressas por imagens, símbolos de forma gráfica e generalizada, retratando a distribuição dos fenômenos naturais e culturais com suas relações e também mudanças no tempo e no espaço geográfico.

A necessidade crescente de representação do espaço geográfico e dos fenômenos possibilitou o surgimento de avanços tecnológicos como: a cartografia digital, o sensoriamento remoto (SERE) e o geoprocessamento (SIG's). O que permitiu uma constante análise e sistematização do conhecimento geográfico para o aprimoramento de pesquisas em Geografia, principalmente dentro do âmbito da questão ambiental.

A Geografia juntamente com a Cartografia formam um todo indissociável (LIBAULT, 1967). E quando aliadas ao SERE e também ao SIG, tornam-se poderosas armas para o conhecimento do espaço geográfico constantemente modificado e transformado pela ação humana.

A análise de mudanças ambientais ocorridas em uma região somente pode ser amplamente estudada com o emprego de imagens de satélites (SERE) que possibilitam o estudo do espaço ao longo do tempo e também do geoprocessamento (SIG), que permite a aquisição, armazenamento e manipulação de informações de forma rápida e eficiente, proporcionando a tomada de decisões e dirimindo os impactos ambientais.

2.2. SENSORIAMENTO REMOTO (SERE):

O Sensoriamento Remoto é definido como um conjunto de “hardwares” e “softwares” utilizados na coleta e tratamento de informações espectrais obtidas à distância, de alvos na superfície terrestre.

Na literatura são encontradas várias definições do que é SERE. Para LILLESAND (1987), o SERE é a ciência de obter informações de um determinado objeto, área ou fenômeno através da análise dos dados adquiridos sem o contato direto com os objetos investigados. Já NOVO (1989), define o SERE como sendo a utilização de modernos sensores, aeronaves, espaçonaves, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a Radiação Eletromagnética (REM) e as substâncias existentes na superfície terrestre em suas mais diversas manifestações.

No SERE, a maioria dos sensores utilizados para quantificar a REM proveniente dos alvos na superfície da Terra, utiliza como fonte de radiação o sol, exceto os sensores ativos (radares e laser) que possuem suas próprias fontes de radiação. Os quais podem detectar informações sobre a superfície terrestre sob qualquer condição atmosférica.

A REM é uma forma de transmissão da energia que consiste na aceleração de uma carga elétrica que provoca perturbações no campo Elétrico (E) e Magnético (M), se propagando (C) no vácuo (Figura 1) (NOVO,1989). Quando essa radiação interage com a matéria, o resultado desta interação dependerá das propriedades elétricas e magnéticas do material.

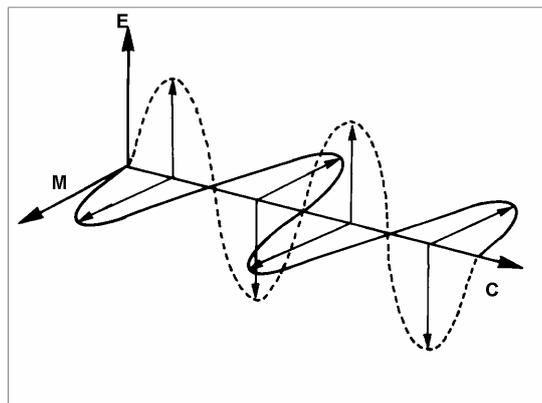


Figura 1 – Esquema de uma Onda Eletromagnética.

FONTE: MOREIRA (2001), p.20

A REM após atravessar a atmosfera atinge alvos na superfície terrestre e interage com os mesmos. Como resultado dessa interação, a energia incidente é fracionada em três componentes, ou seja; parte é absorvida, parte é transmitida e parte é refletida de volta para o espaço (Figura 2). Além disso, os alvos também emitem a REM, resultante de reações físico-químicas que ocorrem ao nível atômico e molecular de cada alvo. Assim, é possível

analisar as condições dos alvos na superfície terrestre com o emprego de sensores que captam a radiação refletida ou emitida por eles (RODRÍGUEZ, 2000).

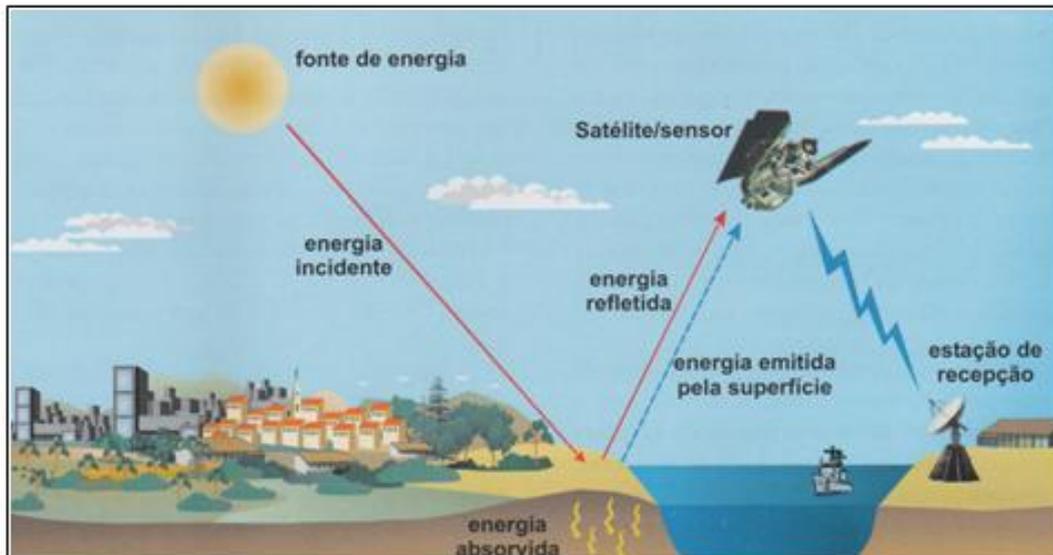


Figura 2 – Obtenção de imagens por SERE.

FONTE: FLORENZANO (2002), p.9

Através de estudos utilizando o SERE podemos destacar algumas propriedades como a visão sinóptica, que permite a observação dos alvos de forma global incluindo áreas de difícil acesso.

Outro tipo de propriedade muito importante no SERE são os tipos de resolução, como a *Espectral*, que possibilita o estudo e caracterização do comportamento espectral dos diferentes objetos encontrados na superfície; a *Espacial*, onde é determinada a menor distância entre dois objetos que o sensor é capaz de identificar como diferentes entre si; a *Radiométrica*, que define a sensibilidade do sensor, isto é, detecta a variação da energia (REM) em gradações de níveis de cinza; e finalmente a *Temporal*, referente à frequência na passagem do satélite sobre uma mesma área (SIMONETT, 1983).

O nível de aquisição dos dados em SERE está inteiramente ligado à altitude do sensor, dependendo da altitude haverá diferenças na dimensão da área detectada, na interferência dos fatores ambientais, na REM registrada pelo sensor, assim como no nível de informação (MAZZOCATO, 1998).

No presente trabalho foram utilizadas informações obtidas pelos seguintes sistemas sensores orbitais: o sensor TM (Thematic Mapper) e ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), a bordo dos satélites LANDSAT 5 e 7, e o sensor HRV (Haute Résolution Visible) do satélite SPOT (System e Probatoire d'Observation de La Terre). E também dados da Missão Topográfica por Radar Interferométrico (Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM).

2.2.1. O Satélite LANDSAT:

O programa Landsat foi desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) no início dos anos 70 com o objetivo de coletar dados sobre os recursos naturais renováveis e não-renováveis da superfície terrestre (NOVO, 1989). Este programa fez o lançamento de pelo menos sete satélites, e atualmente encontra-se em operação o Landsat 5 e o Landsat 7.

Lançado em 1º de março de 1984, o Landsat 5, apresenta uma órbita quase polar de aproximadamente 98º de inclinação, se posicionando de forma hélio-síncrona, girando em órbita da Terra a uma altitude de 705 Km. A Faixa de imageamento do sensor TM é 185 x 185 km e apresenta uma resolução temporal de mais ou menos 16 dias (CHUVIECO, 1990).

Existem dois sensores a bordo do satélite Landsat 5, o MSS (Multispectral Scanner Subsystem) e o TM (Thematic Mapper). No Brasil, quase que a totalidade dos trabalhos desenvolvidos na área de recursos naturais, utiliza dados coletados deste sensor.

O sensor TM possui uma resolução espacial de 30m nas bandas localizadas no visível (V), infravermelho próximo (IVP) e médio (IVM), e uma resolução de 120m na banda do infravermelho termal (IVT), a qual coleta energia proveniente de radiação emitida pelos alvos.

O Landsat 7 foi lançado em 15 de abril de 1999 (Figura 3). A bordo deste satélite está o sensor ETM+(Enhanced Thematic Mapper Plus) que possui bandas no visível (V), infravermelho próximo (IVP) e médio (IVM) com uma resolução de 30m, além destas possui uma banda pancromática de 15m e outra no infravermelho termal (IVT) de 60m (Tabela 1).

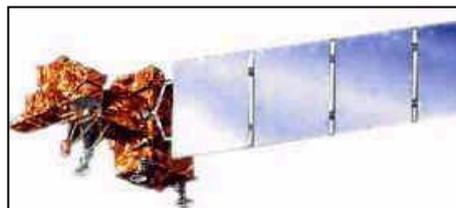


Figura 3 – Satélite Landsat 7 ETM+.

FONTE: INPE (2003).

O Landsat 7 operou corretamente até maio de 2003, quando passou a apresentar problemas de recepção na parte mecânica do espelho oscilante que gera as imagens. Porém, isso não prejudicou a coleta de dados, pois o Landsat 5 continuava operando normalmente superando em muitos anos sua vida útil prevista.

Em 2004, o Landsat 5 completou mais de 100 mil órbitas ao redor da Terra, as quais produziu a incrível coleta de 29 milhões de imagens que registraram as principais mudanças na geografia terrestre. Acredita-se que este satélite possa continuar em atividade por mais cinco anos até quando acabar sua reserva de combustível (INFOGEO, 2004).

TABELA 1 – Satélite LANDSAT

CANAL	SENSOR	FAIXA ESPECTRAL (μm)	RESOLUÇÃO
1	TM e ETM+	0,45 – 0,52 (Azul)	30 metros
2		0,52 – 0,60 (Verde)	
3		0,63 – 0,69 (Vermelho)	
4		0,76 – 0,90 (Infravermelho Próximo)	
5		1,55 – 1,75 (Infravermelho Médio)	120 e 60 metros
6		10,42 – 12,50 (Infravermelho Termal)	
7		2,08 – 2,35 (Infravermelho Médio)	30 metros
8 PAN	ETM+	0,50 – 0,90 (Visível ao Infravermelho Médio)	15 metros

FONTE: Adaptado de FLORENZANO (2002), p.27

2.2.2. O Satélite SPOT:

O programa SPOT começou a ser desenvolvido pelo CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) na França, em 1977 com a colaboração da Bélgica e da Suécia (CHUVIECO, 1990). O quarto satélite da série, o SPOT 4 (Figura 4) foi lançado em 24 de março de 1998, porém o satélite SPOT 3 ainda continua operando normalmente desde 1993.

O satélite SPOT encontra-se a uma altitude de 832 Km e apresenta uma órbita polar síncrona com o Sol mantendo uma inclinação de $98^{\circ}7'$ em relação ao plano equatorial (NOVO, 1989).

O SPOT 3 leva a bordo dois sensores de alta resolução, o HRV (Haute Résolution Visible) com 10m de resolução espacial no modo pancromático e 20m no multiespectral.

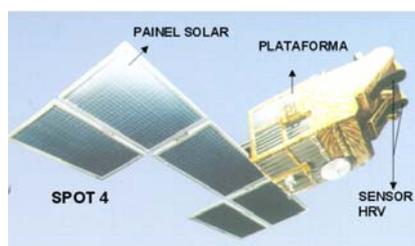


Figura 4 – Satélite SPOT 4 HRV.

FONTE: INPE (2003).

Já o SPOT 4 apresenta os sensores imagecolor HRVIR (Haute Résolution Visible et InfraRouge) e o VGT1 (Vegetation-1) que apresentam as seguintes resoluções espaciais: 10 m, 20m e de 1 Km cobrindo uma área de 2.250 Km de largura a cada 24 horas (Tabela 2).

As imagens do sensor VGT têm a finalidade de monitorar continuamente a cobertura vegetal e as culturas em nível global (FLORENZANO, 2002).

O SPOT 5 foi lançado recentemente em maio de 2002. Ele possui a bordo os sensores HRS (Haute Résolution Stereoscopique) que gera pares estereoscópicos e tem resolução espacial de 10 m; HRG (Haute Résolution Géométrique) com 10 m, 20 m e de 2,5 a 5 m de resolução e o VGT2 (Vegetation-2) com 1 Km como no SPOT 4 (Tabela 2).

A Resolução temporal do SPOT é de 26 dias podendo ser reduzida em até 2–3 dias dependendo da latitude, devido à capacidade de variação do ângulo de observação do sensor.

TABELA 2 – Satélite SPOT

BANDA	SPOT	FAIXA ESPECTRAL (μm)	SENSOR	RESOLUÇÃO
PAN	5	0,49 – 0,69 (Azul)	HRS	10 metros
			HRG	2,5 a 5 metros
B1	4	0,61 – 0,68 (Vermelho)	HRVIR	10 metros
			HRG	
B2	5	0,49 – 0,61 (Azul)	HRVIR	20 metros
			HRG	
B3	4	0,50 – 0,59 (Verde)	HRVIR	10 metros
			HRG	
B2	5	0,61 – 0,68 (Vermelho)	HRVIR	20 metros e 1 Km
			HRG	
B3	4	0,78 – 0,89 (Infravermelho Próximo)	HRVIR	20 metros e 1 Km
			HRG	
SWIR	5	1,58 – 1,75 (Infravermelho Médio)	HRG	20 metros
MIR	4		HRVIR	20 metros e 1 Km
BO	4 e 5	0,43 – 0,47 (Azul)	VGT 1 e 2	1 Km

FONTE: Adaptado de INPE (2003).

2.2.3. O Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM):

O Projeto Cooperativo entre a NASA (National Aeronautics and Space Administration), NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), DLR (German Aerospace Center) e ASI (Italian Space Agency) lançaram a Missão Topográfica por Radar Interferométrico (Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM) com o objetivo de gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE) da Terra (RABUS et al., 2003).

O Projeto SRTM é o primeiro na utilização da interferometria a bordo do Ônibus Espacial Endeavour (Space Shuttle Endeavour) e encontra-se a uma atitude de vôo de 233 km com uma inclinação de 57°. No Space Shuttle Endeavour (Figura 5) existe um conjunto formado por duas antenas que permitem a avaliação do perfil de altitude para a criação do modelo digital tri-dimensional da Terra entre as latitudes 60° N e 58° S (VALERIANO, 2004).

A Interferometria por Radar é uma técnica de imageamento ativa, onde o radar emite o sinal através de uma antena central e registra as características do retorno deste sinal. Então, esse retorno é capturado em duas outras antenas que ficam alocadas a uma certa

distância uma da outra, as quais são comparadas entre si gerando o modelo de elevação (MELGAÇO, 2005).



Figura 5 – Esquema de aquisição dos dados SRTM.

FONTE: ESTEIO (2001).

A Missão Topográfica por Radar Interferométrico foi realizada no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000, a qual coletou cerca de 12,4 Terabytes de dados brutos sobre a topografia de 80% das áreas emersas do planeta (INFOGEO, 2004).

Os dados do SRTM são disponibilizados gratuitamente pela United States Geological Survey (USGS) com resolução espacial de 92,72 metros (<http://seamless.usgs.gov>). A grade retangular original do SRTM da América do Sul encontra-se com resolução de 30 metros, até hoje nenhuma informação foi fornecida quanto à redução da densidade de pontos dessa grade para 92,72913 metros (NÓBREGA et al, 2005).

2.2.4. Aplicações do SERE:

Diversos pesquisadores concordam e defendem a aplicação e utilização dos dados de SERE no monitoramento e levantamento dos recursos naturais renováveis e não-renováveis, no planeta Terra.

Segundo FREITAS FILHO & MEDEIROS (1993) existem várias vantagens em utilizar dados de SERE nos levantamentos do uso atual das terras como, por exemplo, o acesso a áreas de relevo acidentado, o imageamento a uma grande altitude possibilitando uma visão sinóptica da superfície terrestre, a periodicidade na obtenção de imagens viabilizando o monitoramento de grandes regiões em escala global.

Os satélites de SERE cada vez mais têm evoluído em diversas escalas temporais e espaciais, tais imagens, quando obtidas em faixas espectrais adequadas, permitem que um máximo de discriminação entre os alvos e sua vizinhança seja conseguido e constituem um meio rápido, econômico e eficiente para a detecção dos diversos ambientes da superfície terrestre (RIBEIRO, 1998).

WATRIN (1998), em estudo para acompanhar a dinâmica de uso e ocupação agrícola, afirma que o SERE constitui uma das técnicas que mais deve contribuir para uma utilização

racional das áreas agrícolas e pecuárias, além de avaliar e monitorar a preservação e conservação de importantes áreas de vegetação natural.

De acordo com NIERO et al. (1982) e OLIVEIRA et al. (1984), o monitoramento crescente do desenvolvimento urbano, a partir de técnicas automáticas e interpretação visual de produtos de SERE, vem sendo eficiente no controle e planejamento urbano de grandes cidades.

Já RODRÍGUEZ (2000) afirma que através da interpretação de imagens de satélite pode-se obter de forma rápida e segura um mapeamento temático atualizado e preciso das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de uso e ocupação da Terra.

2.3. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA:

O levantamento do uso e ocupação da terra sempre foi uma importante ajuda para o conhecimento dos diversos tipos de uso existentes, objetivando preservar e conservar os recursos naturais no planeta Terra.

Os diversos tipos de uso ou alvos são facilmente identificados através da utilização dos dados de SERE. Ou seja, os comportamentos espectrais dos alvos ou objetos detectados são com auxílio dos sensores remotos (SERE).

Para o conhecimento do comportamento espectral dos alvos, o progresso técnico-científico atual exige da comunidade científica a aplicação de novos enfoques metodológicos assim como a aplicação das mais modernas ferramentas e tecnologias.

Nesse contexto, é necessário que conheçamos o comportamento espectral dos alvos ou dos tipos de uso e ocupação para entendermos suas relações e interações com o meio ambiente.

2.3.1. Comportamento Espectral do Uso e Ocupação da Terra:

O comportamento espectral dos alvos está inteiramente associado às interações da radiação eletromagnética (REM), a qual interage com o alvo ou objeto na superfície terrestre refletindo, absorvendo e transmitindo essa mesma radiação em diferentes proporções de acordo com suas propriedades bio-físico-químicas.

Existem diversos sensores que captam e registram essa radiação advinda dos alvos ou objetos presentes na superfície terrestre. Estes sensores são transportados via aérea por balões, helicópteros e aviões, ou ainda via orbital por satélites artificiais (FLORENZANO, 2002).

Existem também os espectroradiômetros que são sensores de medição no campo ou laboratório com o intuito de determinar a curva ou assinatura espectral de um determinado alvo como, por exemplo: a vegetação, os solos, a água ou sombra.

2.3.1.1. Vegetação:

Para o estudo do comportamento espectral da vegetação é preciso considerar dois aspectos: primeiro das folhas como entidades independentes e segundo como um dossel.

As propriedades espectrais da vegetação podem ser representadas por processos de absorvância, reflectância e transmitância, podendo cada uma ser hemisférica ou bidirecional (PONZONI & SHIMABUKURO, 1991).

A energia radiante incidente, ao interagir com a folha, é parcialmente absorvida, transmitida e refletida. A energia absorvida seletivamente em determinados comprimentos de onda pelos pigmentos das plantas é, em parte, dissipada na forma de calor ou fluorescência, sendo que apenas uma pequena parcela da energia é armazenada em forma de compostos orgânicos através da fotossíntese (GATES et al., 1965).

As propriedades espectrais de uma folha são função de sua composição, morfologia e estrutura interna, e podem variar com a sua idade dentro do mesmo grupo genético (KUMAR, 1972).

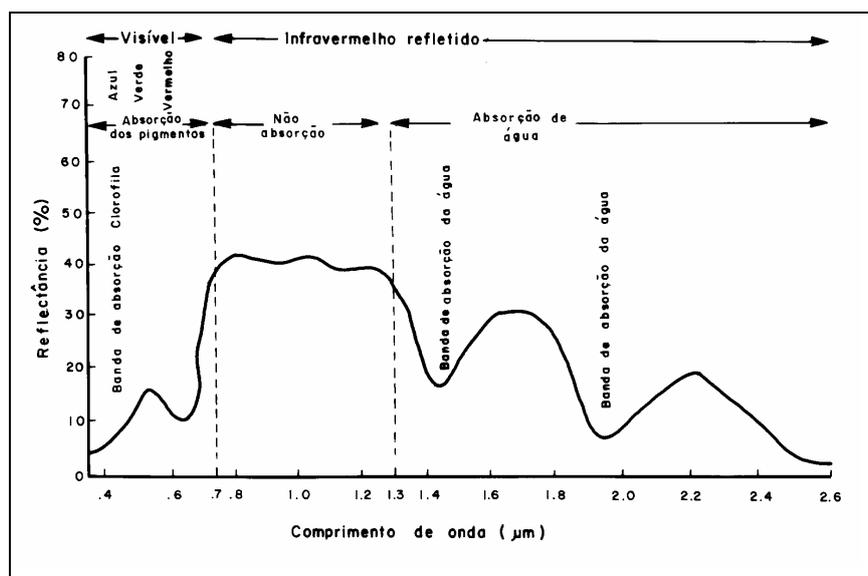


Figura 6 - Curva média típica do comportamento espectral de uma folha verde sadia.

FONTE: KUMAR (1972), p. 7.

Na Figura 6, é representada a curva média típica de uma folha verde sadia. Nessa figura, verifica-se que a região do visível ($V = 0,45-0,70\mu\text{m}$) caracteriza-se por uma alta absorção da REM por parte dos pigmentos existentes nos cloroplastos. Eles são os responsáveis pela baixa reflectância da vegetação na faixa do visível. Esses pigmentos são a clorofila, os carotenos e as xantofilas presentes nas folhas em percentagens variadas (KUMAR, 1972).

Na região do infravermelho próximo (IVP = $0,7-1,3\mu\text{m}$), a energia radiante interage com a estrutura da folha; a reflectância espectral é geralmente constante e tem valores altos, e o

espalhamento da REM pelas folhas é considerável. A absorção por parte da água é também muito baixa e tem pouca influência na reflectância das folhas (KUMAR, 1972).

A região do infravermelho médio (IVM= 1,3-2,6 μ m) é dominada pela absorvância das moléculas da água contidas na folha. Nesta região espectral a presença da água propicia três picos de maior absorção que ocorrem nos comprimento de onda de 1,4; 1,9 e 2,6 μ m (KUMAR, 1972).

Na região do infravermelho termal (IVT= 3,0-20,0 μ m), a energia resulta fundamentalmente de vibrações moleculares devido à temperatura dos corpos. Assim, a radiação termal da vegetação depende da energia emitida pelas folhas, de sua emissividade e temperatura absoluta, encontrando-se intrinsecamente relacionada com o ambiente circundante, com a fisiologia foliar e com a disponibilidade hídrica. Esta faixa é geralmente indicada para a detecção de estresse hídrico, composição de florestas e quantidade de biomassa (GATES, 1970).

O dossel é composto pelo conjunto de diferentes tipos de elementos da vegetação como: folhas, galhos, frutas, flores etc. (GOEL, 1988). A interação da REM com a cobertura vegetal é complexa devido aos próprios parâmetros que compõem a arquitetura do dossel, e o fato de ele ser geralmente composto por diferentes espécies vegetais.

O fluxo de radiação solar incidente sobre um dossel é constituído por duas partes: uma fração da radiação que não é nem absorvida nem espalhada pela atmosfera, denominada fluxo direto, e outra fração espalhada pela atmosfera na direção descendente e que incide sobre o dossel de forma difusa, denominada de radiação difusa ou do céu.

Segundo GOEL (1988), o fluxo solar incidente sobre um dossel e sua radiância, ou seja, o fluxo que atinge o sensor, depende não só das propriedades de absorção ou espalhamento dos elementos que compõem a vegetação, como também da orientação e densidade dos elementos.

O sensor recebe vários tipos de fluxos:

1. Fluxo espalhado por um elemento único da vegetação (espalhamento simples) num instante determinado de tempo;
2. Fluxo espalhado por diferentes elementos da vegetação em diferentes momentos de tempo (espalhamento múltiplo) que não atingiu o solo;
3. Fluxo refletido pelo solo que não é interceptado por outro elemento da vegetação, ou é interceptado e espalhado na direção do sensor.

Na Figura 7 é representado o sistema total envolvido no SERE da vegetação, a partir de sua reflectância, é constituído pela fonte de radiação (a_i), pela atmosfera (b_i) que representa o meio de propagação, pelo dossel (c_i), pelo solo (d_i) e pelo sensor (r_i). As características radiométricas do sensor são determinadas pelo detetor (e_i) (GOEL, 1988).

A reflectância do dossel é produto da interação entre a radiação solar, a atmosfera, os elementos da vegetação e o solo. A análise da reflectância proveniente do dossel é muito complexa devido ao grande número de variáveis envolvidas (KUMAR, 1972; PINTER et al., 1985; GOEL, 1988; CURRAN & WARDLEY, 1988;).

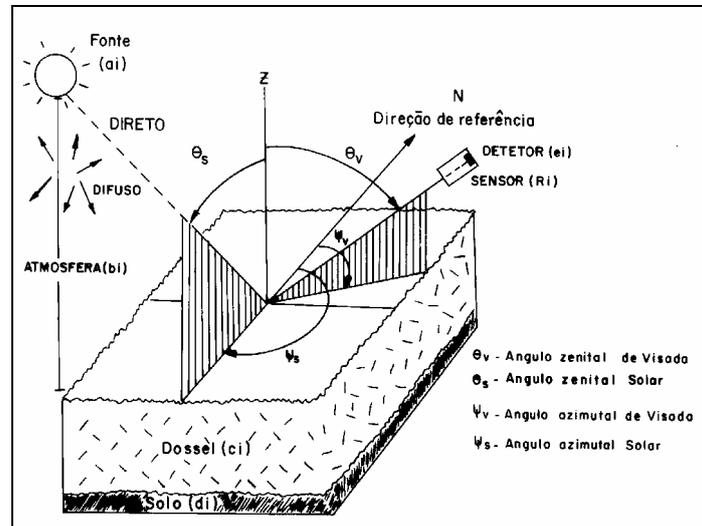


Figura 7 - Esquema do sistema total no SERE da vegetação.

FONTE: Modificada de DANSON (1985), p.41 e GOEL (1988), p.3.

Segundo COLWELL (1974), o fator de reflectância espectral bidirecional de folhas é o parâmetro fundamental para a caracterização do dossel. Outros parâmetros são: transmitância das folhas, quantidade e arranjo do dossel (galhos, frutos etc.), características do solo, ângulo zenital solar, ângulo de visada e ângulo azimutal relativo (da fonte e do sensor).

Para a melhor compreensão da importância e influência de cada um destes parâmetros, no sinal que finalmente atinge o sensor, foram desenvolvidos diferentes modelos matemáticos baseados na interação da radiação com o dossel. Existem, assim, numerosos modelos que descrevem esta interação como, por exemplo, os modelos de EGBERT (1977), JACKSON et al. (1979), OTTERMAN (1981 & 1984), JUPP et al. (1986), entre outros, destacando-se o modelo SAIL proposto por VERHOEF & BUNNIK (1981) e posteriormente por GOEL (1988). Este modelo enfatiza a Distribuição Angular das Folhas (DAF), considerando a reflectância do dossel como dependente da geometria de iluminação e dos parâmetros arquitetônicos e espectrais de seus elementos constituintes (PONZONI, 1993).

O modelo de reflectância do dossel fornece a conexão lógica entre as características botânicas e biofísicas do dossel, a geometria da interação radiométrica e as mudanças resultantes da radiação refletida (GOEL, 1988).

As folhas constituem o elemento dominante no processo de transferência de energia do dossel. Segundo KIMES & KIRCHNER (1983), a estrutura do dossel pode ser

matematicamente descrita por diferentes parâmetros físicos como: a distribuição das plantas sobre o terreno, o Índice de Área Foliar (IAF), a densidade espacial das folhas e a distribuição da inclinação azimutal das folhas. Para o SERE, a estrutura do dossel é de grande importância, pois descreve como é espalhada ou refletida a radiação por cada elemento (folha) individualmente.

2.3.1.2. Solos:

Os principais parâmetros que influenciam o comportamento espectral dos solos são os seguintes:

- **Umidade:** geralmente os solos se apresentam mais escuros quando úmidos do que quando secos. Ou seja, em tons de cinza escuro (solos úmidos) e claro (solos secos) na imagem.

Os solos úmidos têm uma coloração mais escura, pois a absorção da REM é maior devido à presença de água que apresenta uma diminuição da reflectância na região do visível e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético, o que os difere completamente em relação aos solos secos.

Segundo FORMAGGIO (1999), isso é devido às reflexões internas dentro do fino filme de água que recobre as partículas do solo. Uma parte da energia não seria refletida, mas sim novamente refletida entre a superfície da partícula e a superfície do filme de água.

A curva espectral não muda de formato quando se umedece o solo e a diminuição da reflectância é maior quando são umedecidos solos com pouca matéria orgânica (MO) do que solos com alto conteúdo MO.

As bandas de absorção de água afetam a forma das curvas de reflectância dos solos. Existem as faixas principais (IVM= 1,45-1,95 μ m) e as secundárias ou fracas (IVP= 0,97; 1,20 μ m e IVM= 1,77 μ m), onde as quais são combinações das três frequências vibracionais fundamentais da molécula de água, que ocorrem fora de 2,5 μ m.

- **Matéria orgânica:** na medida em que o conteúdo de MO aumenta, a reflectância do solo diminui, no intervalo entre 0,4 e 2,5 μ m (Visível ao Infravermelho Termal).

Existem materiais orgânicos em diferentes estágios de decomposição, o que nos mostra através da Figura 8 que quanto mais é decomposto o material orgânico maior será a absorção da REM e conseqüentemente menor será a reflectância deste. Podemos exemplificar os Sápricos, Hêmicos e Fíbricos, os quais são altamente, moderadamente e fracamente decompostos, respectivamente (MOREIRA, 2001).

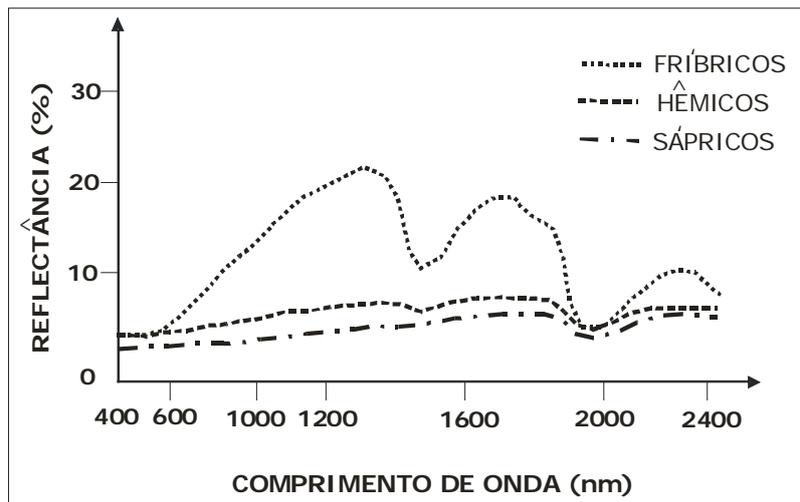


Figura 8 – Curva de materiais orgânicos Sáprios, Hêmicos e Fíbricos.

FONTE: MOREIRA (2001), p.59.

Os constituintes orgânicos (ácidos húmicos, úlvico e compostos não-específicos, incluindo resíduos de plantas em decomposição) influenciam a reflectância do solo em diferentes graus, embora a contribuição de cada um seja difícil de quantificar.

Segundo FORMAGGIO (1999), a reflectância entre 0,60 e 1,10 μm tem as melhores correlações com certos constituintes orgânicos; porém, há necessidade de melhores técnicas para determinar os constituintes orgânicos (Visível ao Infravermelho Próximo).

O intervalo entre 0,90 e 1,22 μm é o melhor para mapear carbono orgânico dos solos.

Os comprimentos de onda até 1,2 μm são os melhores para separar níveis de MO dos solos, isto é, a discriminação é maior na faixa do visível (V) e do infravermelho próximo (IVP).

- **Granulometria:** o tamanho e a forma das partículas, bem como o tamanho e a forma dos agregados do solo (resultantes de uma trituração branda) parecem influir na reflectância do solo de várias maneiras.

FORMAGGIO (1999), encontrou que as partículas finas preenchem um volume mais completamente e formavam uma superfície mais plana. Agregados grossos (tendo uma forma irregular) formavam uma superfície complexa, com um grande número de espaços interagregados. À medida que a luz incide nos agregados grandes (de formas irregulares), grande parte do fluxo incidente penetra nas "armadilhas" de luz e é completamente extinto.

- **Óxidos de Ferro:** são muito importantes para solos tropicais altamente intemperizados. O tipo e a quantidade relativa de óxidos de ferro influenciam as cores dos solos, que variam de vermelhos a amarelos, os quais são ricos em argilas sesquioxídicas.

Os solos com elevado conteúdo de ferro poderiam ser facilmente distinguidos pela inflexão característica dada pelo Fe_2O_3 (FORMAGGIO, 1999).

O conteúdo de óxido de ferro livre do solo é significativo (em termos de influência espectral) tanto no visível (V) quanto no infravermelho (IV). Porém, a significância aumenta com o aumento dos comprimentos de onda e a presença de MO não diminui a contribuição do ferro para a reflectância do solo.

- **Mineralogia de argila:** nos espectros dos minerais de argila dos grupos Montmorilonita e Caulinita, as principais feições de absorção se devem à presença de água.

As bandas de absorção no Infravermelho Médio de 1,4 e 1,9 μ m (absorção muito forte) ocorrem devido à presença de água molecular confinada, típica das Montmorilonitas. E no intervalo centrado no Infravermelho Médio em 1,4 e 2,2 μ m (absorção forte) são típicas da reflectância da Caulinita, enquanto que a falta de água confinada em quantidade apreciável resulta em somente uma banda de absorção em 1,9 μ m (absorção fraca).

- **Material de origem:** as curvas de reflectância para solos desenvolvidos de calcários, de argilitos e de arenitos exibem formas características contrastantes.

O Latossolo vermelho escuro da região de Barretos - SP (proveniente de arenito Bauru sem cimento calcário) apresenta comportamento espectral distinto de Latossolo vermelho escuro da região de Leme – SP, proveniente de argilitos (FORMAGGIO, 1999).

As intensidades de reflectância das rochas ígneas diminuem a partir das formas ácidas, passando pelas intermediárias, pelas básicas e até as ultrabásicas, as quais sempre mostram uma banda de absorção bem definida de ferro-ferroso próximo de 1,0 μ m (IVP).

Portanto, áreas geográficas de material de origem similar podem ser mais bem estudadas separadamente quando se objetiva relacionar a reflectância com outros parâmetros do solo como: a cor, a capacidade de troca catiônica, as condições de drenagem interna do solo, a temperatura, a localização (condições de umidade macro-regional) e as condições de superfície, entre outros.

2.3.1.3. Culturas Agrícolas:

O comportamento espectral das culturas agrícolas é bastante distinto devido às suas próprias propriedades específicas e também as suas condições físicas como: déficit hídrico, senescência, floração, estresse, doenças, ataque de pragas, etc.

As culturas agrícolas apresentam uma baixa reflectância no período de plantio, pois como ainda são muito jovens e tem poucas folhas, o solo é quem reflete mais REM do que a cultura. Esta condição é modificada quando a cultura atinge seu ápice no desenvolvimento e cobre todo o solo passando a ter uma alta reflectância.

Porém, segundo MOREIRA (2001) existem culturas que devido sua estrutura foliar não cobrem todo o solo e também têm sua forma de plantio com grande espaçamento como

é o caso da cultura do café e citrus. Os quais se apresentam com seu comportamento espectral específico adicionada com a contribuição da reflectância do solo.

O déficit hídrico é um outro fator que afeta muito o comportamento espectral das culturas. Podemos citar como exemplo a soja, onde segundo SHORT (2003), a REM é progressivamente diminuída na faixa do infravermelho próximo (IVP) e aumentada no infravermelho médio (IVM) evidenciando não somente a perda de água, mas também o desarranjo do tecido intercelular diminuindo assim a concentração de clorofila nas folhas.

2.3.1.4. Água e Sombra:

Segundo NOVO (1989), o comportamento espectral da água é caracterizado em seus diferentes estados físicos: líquido, gasoso (nuvens) ou ainda sólido (neve). E em cada um destes estados físicos a REM é absorvida de forma diferente uma da outra (Figura 9).

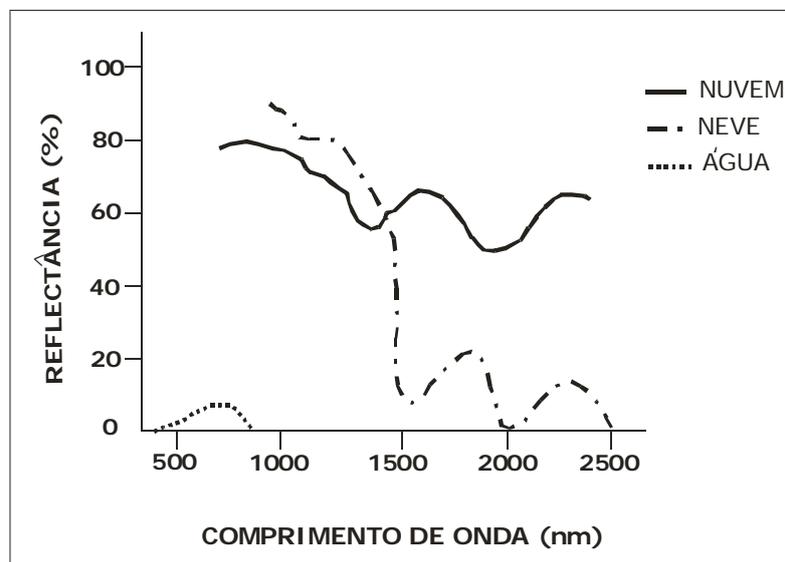


Figura 9 – Curva de reflectância da água no estado líquido, gasoso e sólido.

FONTE: Adaptada de BOWKER et al. (1985).

No estado líquido, a água apresenta uma baixa reflectância ($V= 0,38$ a $0,70\mu\text{m}$), devido a sua alta absorção da REM em quase todas as faixas do espectro eletromagnético (MOREIRA, 2001).

A nuvem apresenta uma altíssima reflectância da faixa do Visível até o Infravermelho Termal ($0,38$ a $2,5\mu\text{m}$), e a neve apresenta reflectância ainda maior que as nuvens (IVP= $0,7$ a $1,2\mu\text{m}$ e IVM= $1,2$ a $1,4 \mu\text{m}$).

O comportamento espectral das sombras tanto topográficas como de nuvens se apresenta de forma linear com valores de ND (número digital) ou nível de cinza próximo a zero, não se obtendo informações devido à presença de pouquíssima radiação solar

(CRÓSTA, 1992). No entanto para o estudo de formas de relevo e feições geológicas, as sombras topográficas são de grande utilidade para a análise das estruturas geológicas.

A pouca REM refletida das áreas sombreadas e representada em tons de cinza escuro podem ajudar como auxílio na separação de diferentes tipos de vegetação. Ou ainda ter um fator negativo devido a difícil identificação e delimitação dos limites dos talhões dos diferentes alvos de uso e ocupação do solo.

2.3.2. Aplicações do SERE no Uso e Ocupação da Terra:

O conhecimento do uso e ocupação da terra tem contribuído para estudos de áreas que apresentam uma grande variedade de usos da terra e cobertura vegetal, conforme afirmam ALENCAR et al. (1996). Esses autores relatam que existem regiões onde a migração de europeus incentivados pela política agrícola brasileira levou à transformação total da paisagem.

ALVES et al. (1998), comentam que o levantamento do uso e cobertura da terra permitiu estimar o aumento de áreas desflorestadas, onde extensões significativas de floresta não poderiam ser monitoradas facilmente sem o recurso dos satélites de SERE.

VALENTE (1996), afirma que para que se possa caracterizar e monitorar os variados tipos de uso é necessário informações atualizadas e confiáveis referentes ao uso e ocupação da terra. Desta forma, essas informações são importantes para que os órgãos governamentais possam ter conhecimento da situação atual dos recursos naturais e assim lançar diretrizes para a elaboração de novas políticas ambientais.

Para RIBEIRO (1998), o conhecimento e o mapeamento do uso da terra é fundamental para o entendimento dos processos de mudanças globais, especialmente em regiões de grande extensão que podem demandar muito tempo e custo. Por este motivo as técnicas de SERE aliado aos SIG's constituem-se elementos indispensáveis ao planejamento das atividades agropastoris, na elaboração de projetos de engenharia, no levantamento e conservação de solos, nos mapeamentos multitemporais, na discriminação do uso e ocupação da terra, etc.

O levantamento das diferentes formas de ocupação e cobertura da superfície terrestre através da utilização de novas técnicas de SERE que envolve algoritmos matemáticos tem mostrado grande eficiência, que segundo COUTINHO (1998), consiste num grande avanço no mapeamento de uso da terra e dos recursos naturais.

A utilização de classificações automáticas e mapeamentos têm demonstrado uma grande contribuição para os estudos de áreas desflorestadas em formações florestais tropicais (DUARTE et al., 1999). Pois, a demanda cada vez mais crescente do estudo dos recursos naturais e a sua rápida diminuição em escala global têm imposto o levantamento periódico pelos órgãos governamentais.

A crescente pressão da ocupação humana tem proporcionado a análise das mudanças na cobertura vegetal através da utilização de dados multiespectrais, favorecendo de maneira sustentável tanto para o meio ambiente como para o homem (WATRIN, 1998). Desta forma, o controle da ocupação desordenada sem qualquer tipo de planejamento urbano e ambiental poderá ser monitorada e evitada.

O levantamento do uso atual da terra, necessário para fins de planejamento urbano e ambiental (preservação e conservação), pode ser obtido a partir da utilização de dados orbitais de alta resolução, fornecidos por satélites de SERE associados às novas técnicas de classificação e mapeamento automático (RODRÍGUEZ, 2000).

2.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG's):

Os SIG's servem-se das mais variadas fontes para a observação e captura de dados e informações, tais como: aerolevantamentos, levantamentos cadastrais, levantamentos via satélites, censos, levantamentos topográficos, etc. (QUINTANILHA, 1995).

Segundo RIBEIRO (1998), o objetivo principal de um SIG é o de combinar dados de mapas temáticos, de imagens de satélite, de aerolevantamentos etc., e obter mapeamentos que forneçam subsídios para tarefas como: monitoramento dos recursos ambientais, geração automática de mapas cartográficos, cadastramento rural e urbano etc.

Os SIG's têm superado o problema da manipulação de grandes volumes de dados que os métodos convencionais não resolveram. ARONOFF (1989) complementa que os SIG's foram projetados para coleta, armazenamento, análise de objetos e fenômenos, onde a localização geográfica é uma característica importante ou crítica nas análises geo-espaciais.

Já CÂMARA et al. (1996) dizem que os SIG's comportam diferentes tipos de dados e aplicações em várias áreas de conhecimento como, por exemplo, cartografia, administração dos recursos naturais, monitoramento costeiro, planejamento regional e urbano entre outras.

Outras aplicações com os SIG's são relatados por diversos autores como MOREIRA (2001), MEDEIROS (1999), MAZZOCATO (1998), CÂMARA (1993), SCHOLTEN & STILLWELL (1990) que afirmam a importância destes sistemas de relação espacial com objetos geográficos (topologia) facilitando assim a manipulação e análise de diversos estudos ambientais.

2.4.1. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas - SPRING:

O SPRING foi produzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e é distribuído gratuitamente através da Internet no site: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>> bastando apenas se cadastrar, o que constitui um grande avanço em relação aos programas (SIG's) utilizados no levantamento de recursos naturais.

Este SIG é um sistema de processamento de imagens gratuito que permite o intercâmbio de informações com outros softwares como, por exemplo: ENVI, PCI, IDRISI, Maptitude, Erdas, Ermapper, Ilwis entre outros (RODRÍGUEZ, 2000).

O SPRING é um conjunto de ferramentas voltadas ao tratamento de informações espaciais. Além da geração de saídas como mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, e outros. Promovendo assim, recursos para armazenamento, gerenciamento, manipulação e análise de dados (INPE, 1999).

Este software opera com um banco de dados geográficos, armazenando a geometria dos mapas em arquivos e os atributos dos dados em um sistema gerenciador de bancos de dados (SGDB). Esse banco tem uma estrutura do tipo convencional como Dbase, Access, Oracle ou MySQL que utiliza um modelo de dados geo-relacional com os componentes espacial e descritivo do objeto geográfico armazenado separadamente.

Os atributos convencionais no SPRING são guardados em seu banco de dados através de tabelas e os dados espaciais são identificados por uma conexão que é feita pelos identificadores chamados "id".

O modelo de dados utilizado dentro do SPRING tem como princípio os conceitos de **geo-campo e geo-objeto**.

Geo-campo representa a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica. E Geo-objeto é o único elemento que possui atributos não espaciais e está associado a múltiplas localizações geográficas e representações gráficas, as quais a sua localização é exata e seu objeto distinguível do entorno (MEDEIROS, 1999).

Segundo INPE (1999), algumas das principais características do SPRING são:

- ◆ Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de fontes cartográficas, dados de censo, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno.
- ◆ Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos matemáticos de manipulação e análise, além de ferramentas para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.

Além destas características, o banco de dados do SPRING pode suportar um grande volume de dados em diversas escalas, projeções e fusos, com a capacidade de assegurar a identidade dos objetos geográficos.

O Banco de dados do SPRING é onde se armazena todos os dados geográficos manipulados através de projetos, os quais são compostos por todos os dados disponíveis neste banco.

Nos projetos os dados são organizados por categorias, as quais podem ser de seis tipos diferentes: Imagem, Temático, Numérico, Objeto, Cadastral e Não-Espacial. Os dados

podem ainda ser dividido em modelos como geo-campo em categorias de Imagem, Temático e Numérico, e como geo-objeto em categorias do tipo Objeto, Cadastral e Não-Espacial, onde os mesmos são armazenados e visualizados por planos de informação (PI's) (Figura 10).

Este programa tem a possibilidade de trabalhar com dados vetoriais e matriciais, permitindo a integração dos mesmos com dados de SERE num SIG.

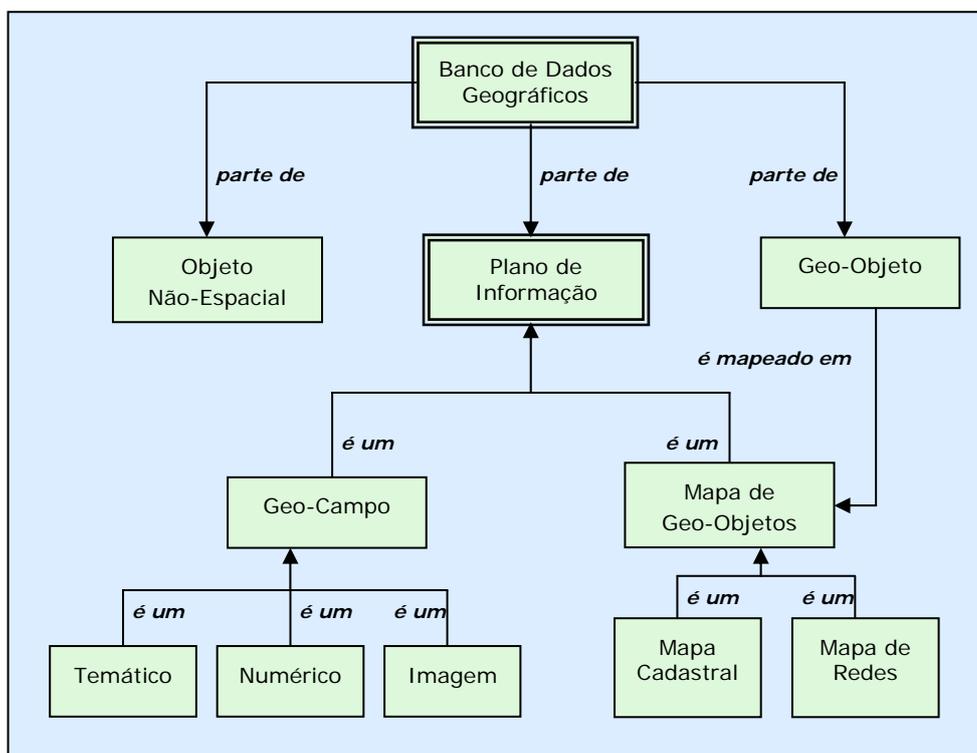


Figura 10 – Modelo Conceitual do Sistema SPRING.

FONTE: CÂMARA (1995), p. 63.

O SPRING é um programa criado fundamentalmente para aplicações ambientais, integrando dados de imagens de satélites, mapas temáticos, cadastrais e modelos numéricos de terreno.

Este sistema constitui-se de quatro aplicativos ou programas executáveis, o *IMPIMA*, utilizado para leitura de imagens e conversões de formatos; o *SPRING*, programa principal do sistema onde são modelados e processados os dados; *SCARTA*, que permite a elaboração de cartas a partir de dados previamente tratados no programa SPRING e também o *IPLOT* responsável pela impressão dos mapas ou cartas (INPE, 2000).

Segundo MOREIRA (2001) o SPRING evoluiu a partir do programa SITIM/SGI, o qual é conhecido pelo conjunto significativo de projetos ambientais envolvidos como o levantamento dos remanescentes da Mata Atlântica Brasileira pela SOS Mata Atlântica, a cartografia fito-ecológica de Fernando de Noronha realizada pelo NMA/EMBRAPA e o mapeamento das áreas de risco para plantio de toda a Região Sul do Brasil com culturas de milho, trigo e soja realizado pelo CPAC/EMBRAPA.

Podemos citar ainda, o estudo das características geológicas da bacia do Recôncavo com a integração de dados geofísicos, altimétricos e de SERE conduzido pelo CENPES/Petrobrás e também estudos nas áreas agrícolas realizado por ASSAD & SANO (1993).

2.4.2. Banco de Dados Geográficos:

Segundo HANSEN (1989), o banco de dados (BD) é uma estrutura que guarda registros de forma integrada ou partilhada, e permite que itens de dados individuais sejam usados por diferentes programas e faz a combinação de diversos conjuntos de dados.

Um sistema de BD é um programa computacional normalmente de grande complexidade e que permite ao usuário mudanças de dados, atualizações, correções de erros, etc. O BD opera com dados: numéricos, alfanuméricos, datas entre outros.

O BD possui linguagens para descrição, manipulação de dados e pesquisas de elementos espaciais da informação. Além disso, provê ferramentas de programação e tem estruturas particulares (HANSEN, 1989).

Segundo MOREIRA (2001) um BD é um conjunto de arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso a determinadas informações que descrevem certas entidades do mundo real. Porém, existem autores que afirmam que o BD Geográfico é muito diferente de BD Convencional, devido ao armazenamento de dados alfanuméricos e também de dados sobre a localização geográfica das entidades (CÂMARA, 1995; MEDEIROS, 1999 & SILVA, 1999).

2.4.3. Cartografia e o SIG:

Desde os tempos remotos a Cartografia já era utilizada como comunicação gráfica pela humanidade. A história documenta que os povos egípcios, babilônicos, chineses, indígenas, entre outros, buscavam de uma forma geral que os mapas o localizassem ou mesmo representassem alguma feição do ambiente em que viviam.

O mapa mais antigo conhecido está gravado em um tablete de argila cozida com tamanho de 7 x 8 cm e foi descoberto nas escavações das ruínas da cidade de Ga-Sur (2400 a.C) localizado a cerca de 300 Km ao norte de Babilônia. Este mapa representa um vale que talvez seja o do Rio Eufrates, o qual tem 4.500 anos de idade e conserva-se no Museu Semítico da Universidade de Harvard (SILVA, 1999).

A Cartografia vem a ser um vocábulo criado pelo historiador português Visconde de Santarém numa carta escrita em Paris datada de 08 de dezembro de 1839. Esta carta foi dirigida ao historiador brasileiro Adolfo de Varnhagen, pois naquele tempo costumava-se chamar de Cosmografia (OLIVEIRA, 1993b).

A Cartografia trata-se de um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseadas em resultados de observações diretas ou de análise de documentação, visando à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão.

A progressiva especialização e diversificação das realizações da Cartografia Científica operada desde os séculos XVII e XVIII, e cristalizada no século XIX, em atendimento às crescentes necessidades práticas culminaram com a definição de dois importantes ramos: o Topográfico e o Temático.

O Topográfico descrevia informações detalhadas do terreno permitindo a determinação da posição planimétrica e altimétrica de qualquer ponto em uma região. Ou segundo MENEGUETTE (1987) tinha como objetivo principal retratar e identificar as feições da superfície terrestre tão fielmente quanto possível, dentro das limitações impostas pelas escalas.

Segundo OLIVEIRA (1993b) os mapas Topográficos são elaborados mediante um levantamento original ou compilação de outras topográficas existentes, e que inclui os acidentes naturais e artificiais permitindo a determinação de alturas, como no caso de cartas de acidentes planimétricos e altimétricos que são geometricamente bem representados.

Já o Temático oferecia informações pertinentes a diversos fenômenos ou temas específicos de determinada área, cidade, estado ou país. O Temático representa conjuntos espaciais resultantes da classificação dos fenômenos que integram o objeto de estudo.

Podemos exemplificar os mapas temáticos como: os de densidade demográfica, temperatura, fusos horários, mapa de vegetação natural, uso da terra e cobertura do solo, mapa geoidal do Brasil, entre outros.

Nos anos 70, com o aumento significativo da produtividade e da rentabilidade da produção cartográfica foi necessário automatizar a Cartografia. Facilitando assim, não somente as atualizações dos mapas e cartas, mas também suprimindo as necessidades específicas dos usuários.

A automatização da Cartografia provocou uma melhor elaboração dos mapas, originando os tridimensionais com um maior grau de complexidade, promovendo assim facilidade na análise e criação dos mapas a partir de dados estatísticos, reduzindo o grande volume de dados armazenados, além da rapidez e acessibilidade de recuperação de dados.

Essa grande tecnologia da automatização da Cartografia deu início também aos SIG's. Segundo SILVA (1999), sem nenhum exagero, os SIG's estão inteiramente ligados e auxiliados através da Cartografia Moderna.

Para se ter uma idéia, os SIG's surgiram na década de 60 através de um grupo de pesquisadores canadenses ligados ao Governo com intuito de gerenciar informações de recursos naturais e ambientais.

Segundo BÄHR (1993) é impossível existir um SIG sem estar intimamente ligado à Cartografia. E os SIG's foram tecnologicamente melhorados de uma Cartografia com soluções matemáticas e gráficas para a representação de feições naturais, artificiais e de área (BRANDALIZE, 1993).

A principal diferença de um software de Cartografia para um SIG é a capacidade de armazenar a topologia de um mapa e de tratar diversas projeções cartográficas (CÂMARA, 1994).

2.4.4. Aplicações Integradas do SIG com o SERE:

Segundo NASCIMENTO (1997), o conhecimento atualizado das formas de utilização e ocupação da terra, bem como a identificação das unidades de paisagem através do uso do SERE integrado com o SIG, tem sido de grande valia ao estudo dos recursos naturais. Desta maneira, é fundamental o uso de novas tecnologias que visem melhorar os métodos tradicionais de levantamento de uso da terra utilizados antigamente. Assim, o levantamento dos diversos tipos de uso da terra se tornará mais confiável, rápido e principalmente acarretará poucos custos.

O SERE é sem dúvida, uma ferramenta que auxilia de maneira importante na caracterização do meio físico, biótico e antrópico. A ótima integração do SIG com esta ferramenta tem levado, nestes últimos anos, ao desenvolvimento de trabalhos que aproveitam estas qualidades, onde a atividade humana e os recursos naturais constituem os alvos principais de atenção (MAZZOCATO, 1998).

VALENTE (1996) mostrou a utilidade das técnicas de SERE e SIG na determinação de áreas de risco a partir de um estudo realizado na região metropolitana de Porto Alegre, marcando também a importância da atualização contínua e multitemporal dos dados, permitida por esta ferramenta.

MEDEIROS (1999) utilizou o SIG juntamente com SERE e redes neurais para definir unidades básicas de informação do território do sudoeste do estado de Rondônia, gerando sínteses referentes à potencialidade social e econômica, a sustentabilidade do ambiente e também aos subsídios para ordenação do território.

Já SOUSA (1999) também integrou o SIG com o SERE e elaborou uma carta de vulnerabilidade à erosão como subsídio ao Zoneamento Ecológico-Econômico para auxiliar no planejamento urbano, tendo em vista a intensa antropização no Médio Vale Paraíba – SP.

Como podemos perceber, os SIG's juntamente com o SERE têm contribuído ativamente nas pesquisas científicas, projetos ambientais, gerenciamento de reservatórios, estudos de impactos ambientais e também no planejamento regional e urbano das cidades.

Os trabalhos de pesquisa de OKIDA (1996), KUNTSCHIK (1996) e RODRÍGUEZ (2000) utilizaram estas ferramentas, o que demonstrou a alta eficácia e utilidade nos estudos ambientais, proporcionando a integração de um grande volume e diversidade de informações.

2.5. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITE:

As imagens geradas por sensores remotos captam de forma seqüencial a radiância média de uma área do terreno, equivalente ao tamanho do pixel (*picture element*). Estas são constituídas por um conjunto de pixels arranjados de forma matricial, onde cada um tem uma localização definida em um sistema de coordenadas (linha e coluna) representada por “x” e “y” (CRÓSTA, 1992).

Cada pixel assume um atributo numérico que representa o nível de cinza, variando de preto ao branco chamado de número digital (ND). Este ND está relacionado com a média da intensidade da energia eletromagnética (REM) refletida ou emitida pelos diferentes materiais existentes na área da superfície da Terra, que correspondem ao tamanho do pixel.

As imagens apresentam várias distorções espaciais causadas pelos movimentos dos satélites, não tendo nenhuma precisão cartográfica em relação ao posicionamento dos objetos (x e y) na superfície terrestre. A aplicação de técnicas de processamento digital de imagens permite gerar novos arranjos numéricos que possibilitam a extração de informações confiáveis das imagens.

As técnicas de processamento de imagens orbitais têm como função corrigir, restaurar, realçar e individualizar feições de interesse presentes nas imagens coletadas da superfície terrestre (SCHOWENGERDT, 1983; LILLESAND & KIEFER, 1994).

A aplicação destas técnicas proporciona as imagens orbitais uma melhor qualidade tanto visual como de localização dos dados. Neste Capítulo destacaremos o pré-processamento das imagens como: a correção geométrica, o realce de contraste e também a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral, da Segmentação e da Classificação digital.

2.5.1. Correção Geométrica:

A retificação geométrica visa compensar ou corrigir erros causados pelo movimento do satélite (varredura) e da Terra (curvatura), variações na plataforma (altitude e velocidade) e efeitos panorâmicos (efeitos causados nos tamanhos dos "pixels" coletados em varredura fora do nadir).

Já a correção geométrica terá a finalidade de ajustar ou corrigir erros causados pelo movimento do satélite (varredura) em relação à Terra, e também aos efeitos panorâmicos (tamanho dos “pixels” coletados fora do nadir) (RODRÍGUEZ, 2000).

Basicamente, a retificação pode ser feita de forma específica, ou seja, aplicando modelos matemáticos para a correção específica do tipo de fonte de erro, ou através do

relacionamento matemático entre a localização do "pixel" e a coordenada deste ponto em um sistema de coordenadas geográficas (MATHER, 1987 & RICHARDS, 1993).

Segundo CRÓSTA (1992), a correção geométrica é definida como a transformação de uma imagem de modo que ela assuma as propriedades de escala e de projeção de um mapa. Essa correção calcula a relação entre dois sistemas de coordenadas através da definição de pontos de controle no terreno em um mapa.

Os autores acima relacionam três etapas de procedimento na correção geométrica:

1. A escolha de um sistema de coordenadas geográficas entre um mapa conhecido e uma imagem original;
2. Escolha e coleta de um conjunto de pontos de controle entre o mapa conhecido e a imagem para a definição da posição dos "pixels" na imagem corrigida, onde este conjunto definirá um "grid" ou malha com as propriedades cartográficas do mapa;
3. Cálculo dos valores de intensidade dos "pixels" na imagem corrigida através de interpolação das intensidades dos "pixels" da imagem original.

O Cálculo dos valores de intensidades dos "pixels" é feito através da aplicação de uma transformação que modela as coordenadas, pode-se utilizar o polinômio linear. Onde o polinômio pode ser de primeira, segunda ou terceira ordem dependendo do número de pontos de controle coletados. Ou seja, quanto maior o número de pontos de controle adquiridos maior será o grau do polinômio utilizado para o ajuste (RICHARDS, 1993).

Segundo MATHER (1987) o polinômio é ajustado através do método dos mínimos quadrados (MMQ) o qual está inteiramente interligado com o ajuste dos pontos de controle na imagem e no mapa.

Após a aplicação do polinômio, os "pixels" obterão novos valores de localização em relação às coordenadas geográficas dos pontos de controle existentes. Precisando apenas da reamostragem através da interpolação para a definição dos novos valores dos números digitais da imagem corrigida. A interpolação pode ser por *vizinho mais próximo*, *bilinear* e *convolução cúbica* dependendo de qual estudo se pretende executar com a imagem corrigida (CRÓSTA, 1992).

Segundo este autor, o método do *vizinho mais próximo* é um método simples que preserva o número digital (DN) original, porém gera uma imagem de estética pobre e com um deslocamento espacial de até meio "pixel" na imagem corrigida.

O *Bilinear* é baseado nos valores de quatro "pixels" mais próximos ao centro do novo "pixel", onde se calcula a intensidade do "pixel" da imagem corrigida. Este método suaviza a imagem de saída e a corrige geometricamente, porém não preserva o valor do DN dos "pixels" originais.

Já a *Convolução cúbica* se ajusta a uma superfície polinomial de terceiro grau, ou seja, bidimensional à região circundando o “pixel” coletado. Utiliza-se neste método dezesseis (16) vizinhos mais próximos para determinar o valor do “pixel” de saída tornando o método muito complicado em relação aos outros, porém são imagens esteticamente melhores apesar de ocorrerem perdas de feições de alta frequência.

2.5.2. Técnicas de Realce:

Normalmente numa imagem original (bruta), os valores de níveis de cinza se encontram concentrados apenas em uma parte da variação tonal permitida pela resolução radiométrica do sensor (de 0 a 255 níveis de cinza). A imagem é apresentada com pouco contraste, o que prejudica a diferenciação dos alvos nas imagens de satélite.

Essa diferenciação tem uma grande importância para a interpretação das imagens, pois melhora a qualidade visual e enfatiza as características de interesse para um determinado estudo específico. A manipulação do contraste em uma imagem corrige os efeitos da má iluminação, defeitos do sensor ou as características da cena imageada pelo sensor (INPE, 2000).

A principal vantagem desta técnica é que este procedimento de processamento não altera o padrão de resposta do histograma original, simplesmente expande suas extremidades (CRÓSTA, 1992).

Segundo o INPE (2000), a manipulação do contraste é feita através de várias operações como: *Mínimo e o Máximo*, *Linear*, *Raiz Quadrada*, *Quadrado*, *Logaritmo*, *Negativa* e *Equalizações* (Figura 11).

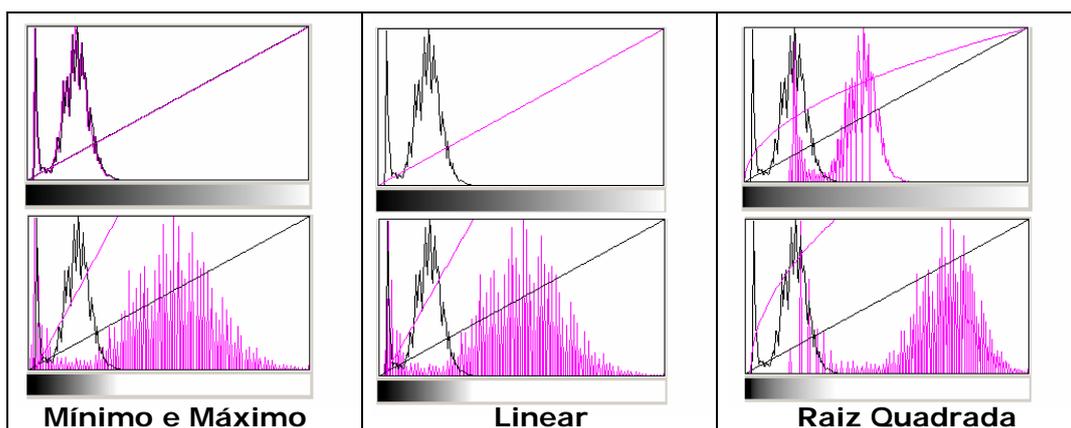


Figura 11 – Realce de contraste do Mínimo e Máximo, Linear e Raiz Quadrada.

O *Mínimo e o Máximo* representam os valores de DN na imagem original transformados pela função de mapeamento $f(x)$, onde o x corresponde ao nível de cinza original e o y é o novo valor do “pixel”. O *Linear* representa funções lineares da forma

$y=f(x)=ax+b$, onde a e b são calculados de tal maneira que a média e o desvio padrão das linhas sejam iguais.

A *Raiz Quadrada* é descrita pela função $y=f(x)= a\sqrt{x}$, onde essa função faz um realce maior nas áreas escuras da imagem. O *Quadrado* é descrita pela função $y=f(x)= ax^2$ e seu realce é maior nas áreas de intensidade média e alta da imagem. O *Logaritmo* é descrita pela função $y=f(x)= a\log(x+1)$ e é semelhante ao contraste da raiz quadrada realçando apenas um intervalo bastante pequeno de valores escuros.

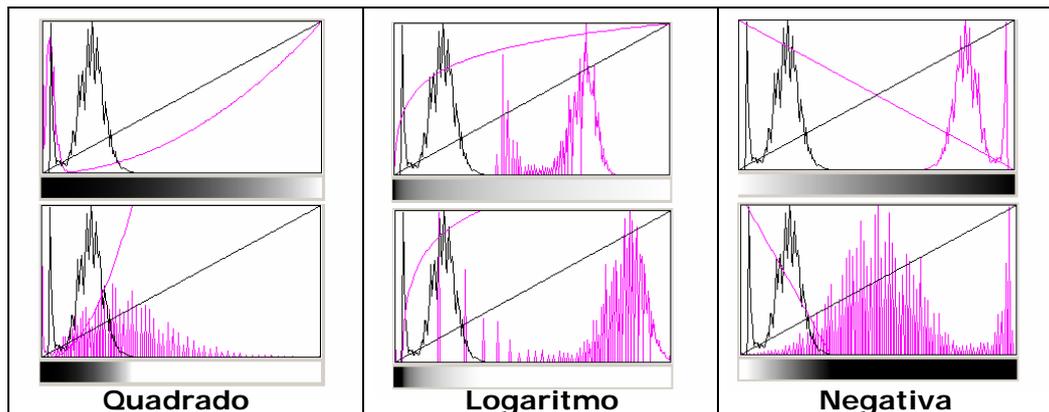


Figura 12 – Realce de contraste do Quadrado, Logaritmo e Negativa.

Já a *Negativa* é dada pela função $y=-(ax+b)$, o mesmo realiza o mapeamento inverso dos níveis de cinza, ou seja, os “pixels” com intensidade clara serão mapeados para escuro e vice-versa. Existe ainda a *Equalização* do histograma, onde todos os números digitais apresentam a mesma freqüência na imagem.

Todos estes tipos de contraste citados são classificados como modificações da escala de cinza, ou seja, operações pontuais. Existem também as filtragens que fazem parte das operações locais que podem ser divididas em: *Lineares* e *Não-lineares*. E em cada um destas operações existem subdivisões que podem proporcionar a eliminação de ruídos sem muita alteração nas imagens, realçar suas características, suas direções e feições através da utilização de máscaras entre outras funções.

2.5.3. Modelo Linear de Mistura Espectral - MLME:

Nas imagens de satélite de SERE orbital são coletados dados através de um sistema sensor que capta a radiância dos objetos contida dentro de cada elemento de resolução do sensor chamado “pixel” (*picture element*).

Dentro do pixel, essa radiância é resultado basicamente das características dos sensores e das características espectral e espacial dos objetos imageados pelo sensor (SHIMABUKURO & SMITH, 1988). Entretanto, a radiância coletada de uma determinada área da superfície terrestre é a soma das radiâncias de todos os objetos dentro do campo de visada instantânea (Instantaneous Field of View - IFOV) do sensor.

A integração ou soma dessas radiâncias provenientes de diferentes objetos dentro do IFOV representa na verdade uma combinação linear de diversos tipos de cobertura do terreno no pixel. Isto é, o valor do pixel não representa o valor de apenas um objeto e sim da interação de vários (VERONA, 2002).

Cada objeto registrado pelo IFOV na superfície terrestre apresenta suas características físico-químicas próprias, definindo-se assim uma assinatura espectral única à radiação eletromagnética (REM). Portanto, a radiação detectada pelo sensor no pixel será sempre a mistura de diferentes assinaturas espectrais como: solo, água, vegetação, área urbana, etc., mais a contribuição atmosférica (SHIMABUKURO & SMITH, 1988).

A mistura espectral está relacionada diretamente com a resolução espacial do sensor. Isto é, os objetos que tiverem um tamanho menor que a resolução espacial ou o IFOV sobrepor limites entre dois ou mais objetos extensos, terão problemas de mistura espectral.

Os problemas de mistura identificados no pixel determinam que ele não é representativo de nenhum objeto detectado na superfície. Portanto, o pixel é considerado como uma combinação linear de assinaturas espectrais de cada componente ou objeto existente na mistura (WATRIN et al., 2003).

Devido a essa combinação linear espectral é difícil encontramos pixels totalmente puros nas imagens de satélite (RODRÍGUEZ YI et al., 1998). Por isso, necessitamos identificar as proporções das diferentes assinaturas espectrais que compõem um pixel. Desta forma, para obtermos corretamente a estimativa dessas proporções ou frações destes pixels puros, precisamos utilizar técnicas baseadas em um modelo linear de mistura espectral (INPE, 2003).

O modelo linear de mistura espectral (MLME) estima as proporções dos componentes existentes no pixel como: solo, vegetação e água ou sombra a partir de suas assinaturas espectrais identificadas nas imagens de satélite, gerando imagens-fração solo, vegetação e sombra (SHIMABUKURO & SMITH, 1988).

Segundo SHIMABUKURO et al. (1999a), o modelo linear de mistura espectral (MLME) pode ser expresso do seguinte modo:

$$r_i = a * vege_i + b * solo_i + c * sombra_i + e_i \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

r_i é a resposta do pixel na banda i ;

a , b e c são as proporções de vegetação, solo e sombra (ou água), respectivamente;

$vege_i$, $solo_i$ e $sombra_i$, são as respostas espectrais das componentes “vegetação, solo e sombra (ou água)”, respectivamente;

e_i é o erro na banda i , e i indica a banda do sensor.

Para a análise e obtenção das respostas espectrais de componentes de mistura é necessária a criação de bibliotecas de curvas espectrais ou ainda a captura através do cursor do mouse dos valores de assinatura espectral na própria imagem.

As bibliotecas de curvas espectrais podem ser criadas através de medidas de campo, laboratório ou ainda de imagens orbitais multitemporais (SOUSA, 1998).

Segundo o INPE (2003), quando se utiliza à biblioteca de curvas espectral preexistente em algum software, é indicada a conversão da imagem original (DN) em valores de reflectância, escalonando-se em intervalos de [0 a 255]. Isto é, os números digitais das imagens brutas devem ser transformados em valores de radiância a partir de parâmetros orbitais do satélite e de calibração do sensor, e posteriormente convertidos em reflectância aparente (WATRIN et al., 2003).

Se as bibliotecas de curvas espectrais forem utilizadas sem a conversão dos valores digitais em reflectância, a estimação de proporções utilizando a imagem original acarretará erros de estimação. Porém, se os valores das curvas espectrais forem obtidos na própria imagem original, através da obtenção de pixels puros, não será necessário realizar a conversão (INPE, 2003).

Os principais métodos para estimar as proporções das componentes (vegetação, solo e sombra) dentro de um pixel baseado no critério de Mínimos Quadrados são: o dos **Mínimos Quadrados com Restrições**: que é simples e rápido, utilizado quando o número de componentes é igual a três; o dos **Mínimos Quadrados Ponderado**: que é mais geral e **Combinação entre Transformação de Principais Componentes e Mínimos Quadrados**: que diminui o número de equações no sistema aplicando primeiramente uma transformação de principais componentes seguida pelo método de estimação por Mínimos Quadrados. Este critério apresenta como vantagem a rapidez computacional para um número de componentes diferente de três (INPE, 2003).

Após a estimação das proporções de cada componente dentro dos pixels, gera-se como produto novas bandas a partir das originais referentes às imagens-fração vegetação, solo e sombra (Figura 13).

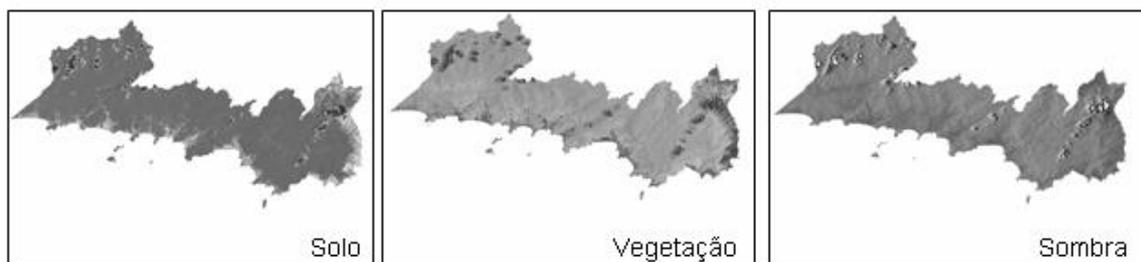


Figura 13 – Imagem-Fração Solo, Vegetação e Sombra.

O MLME apresenta como objetivos básicos **(1)** reduzir o volume de dados a serem utilizados no processamento digital de imagens, e **(2)** realçar os alvos de interesse de um determinado estudo.

2.5.4. Aplicações do MLME:

As aplicações do MLME no estudo da vegetação e cobertura do solo têm sido desenvolvidas amplamente nas pesquisas científicas nos últimos anos. Segundo SHIMABUKURO et al.(1987), no estudo de áreas florestais a componente sombra tem mostrado resultados significativos devido à indicação de variações na idade, tipo e forma das copas das árvores.

Outros autores como PEREIRA et al. (1998), VERONA (2002), MELLO et al. (2003), HAYASHI et al. (2003) e SHIMABUKURO et al. (1999b) também utilizam a componente sombra para estudar o desflorestamento na Amazônia, pois o grande contraste entre áreas florestadas, de média quantidade de sombras e as áreas desflorestadas, com baixa quantidade de sombras permitiu o mapeamento e o levantamento da estimativa de áreas desflorestadas em regiões complexas como a Amazônia Brasileira.

Já na agricultura, o MLME também tem sido muito importante como, por exemplo, no mapeamento de áreas de soja e milho no Estado de Minas Gerais (MOREIRA et al., 1998), no levantamento de áreas extensas ocupadas pelo cultivo de soja e pastagens no Município de Sapezal – MT (RODRÍGUEZ YI et al., 1998) e também na classificação de áreas cafeeiras no Município de Três Pontas - MG (MOREIRA et al., 2001).

Na literatura encontramos vários autores como: VERONA et al. (2001), FERREIRA et al. (2003) e BLOISE et al. (2003) utilizando o MLME. Outros autores comentam que o MLME aplicado antes de uma classificação reduz de modo significativo o tempo de processamento digital gasto no mapeamento de polígonos quando comparados a classificações sem a utilização desta técnica (SHIMABUKURO et al., 1997b).

A imagem-fração sombra é a que apresenta maior importância em relação à contribuição na delimitação de áreas de culturas agrícolas, de floresta, zonas rurais e urbanas (RODRIGUEZ YI et al., 1998).

Em áreas de grande extensão de floresta é utilizada há muito tempo à imagem-fração sombra, como no caso do PRODES (Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia) que monitora as áreas desflorestadas na Amazônia, (MELLO et al., 2003).

2.5.5. Segmentação de Imagens Digitais:

Antes de aplicar uma classificação digital em uma imagem é necessário inicialmente identificar as regiões homogêneas dentro desta através da segmentação.

A segmentação é basicamente uma técnica de processamento de análise de imagens digitais, onde estas são divididas em regiões espectralmente homogêneas que correspondem a áreas de interesse de uma pesquisa. Essa técnica pode ser realizada das seguintes formas: *Crescimento de Regiões, Detecção de Bordas e Bacias*.

O *Crescimento de Regiões* divide a imagem em um número de regiões homogêneas sendo cada uma identificada por um rótulo que originará uma imagem final rotulada. Essas regiões são agrupadas em áreas espacialmente adjacentes através de um critério de similaridade contendo um *pixel* ou um conjunto de *pixels* (INPE, 2000).

Na verdade este método consiste na agregação de *pixels* com propriedades similares em conjuntos denominados regiões, cujas bordas definem os seus contornos. A extração destas bordas é realizada através do algoritmo de ERTHAL et al. (1991).

Desta forma, uma região é um conjunto de *pixels* adjacentes que exibe uma homogeneidade com relação aos seus atributos (número digital), tais como: média, variância, área, perímetro, excentricidade e linearidade médias das bordas.

A segmentação de crescimento de regiões é realizada nas imagens em níveis de cinza baseado em suas características intrínsecas como a *descontinuidade* e a *similaridade* entre as regiões. A *descontinuidade* está relacionada com a mudança dos níveis de cinza enquanto que a *similaridade* está ligada à união dos pixels em função de sua semelhança nos níveis de cinza em relação aos seus pixels vizinhos (ERTHAL, 1998).

Segundo BINS (1996), o método de crescimento de regiões considera a similaridade dos valores de nível de cinza dos pixels de uma imagem supondo que sendo \mathbf{R} o domínio de toda uma imagem e \mathbf{R}_i as sub-regiões da imagem. Com isso, se pressupõe que:

a) A região deve ser conectada, ou seja, para qualquer par de pixels pertencentes à região, \mathbf{x}_i e \mathbf{x}_j , devendo haver uma seqüência $\{\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_k, \mathbf{x}_{k+1}, \dots, \mathbf{x}_j\}$ tal que \mathbf{x}_k e \mathbf{x}_{k+1} são vizinhos e todos os vizinhos da seqüência pertencem a região;

b) $\mathbf{I} = \bigcup_{k=1}^m \mathbf{R}_k$, em que \mathbf{I} é a imagem inteira e \mathbf{R}_k é a $k^{\text{ésima}}$ região;

c) $\mathbf{R}_i \cap \mathbf{R}_j = \emptyset$, para todo i e j , $i \neq j$;

d) Supondo a função booleana $\mathbf{H}(\mathbf{R})$, que muda a homogeneidade de uma região se tem:

$\mathbf{H}(\mathbf{R}_k) = \text{verdadeiro}$, para $k = 1, 2, \dots, m$;

$\mathbf{H}(\mathbf{R}_i \cup \mathbf{R}_j) = \text{falso}$, para $i \neq j$;

Este autor, ainda comenta que existem diferentes implementações do algoritmo, onde se considera os pressupostos acima apresentados, agora duas regiões, \mathbf{R}_i e \mathbf{R}_j serão agregadas se os seguintes critérios forem satisfeitos:

a) $\mathbf{R}_j = \text{vizinho mais próximo}(\mathbf{R}_i)$;

b) $\mathbf{R}_i = \text{vizinho mais próximo}(\mathbf{R}_j)$;

c) $\text{dist}(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_j) < \text{limiar de similaridade}$;

Onde:

$\text{dist}(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_j)$ é a distância euclidiana entre duas médias espectrais de \mathbf{R}_i e \mathbf{R}_j ;

$\mathbf{R} = \{\mathbf{R}_k | \text{dist}(\mathbf{R}, \mathbf{R}_k) = \min(\text{dist}(\mathbf{R}, \mathbf{R}'), \mathbf{R}' \text{ pertence ao vizinho mais próximo de } \mathbf{R}\}$.

Assim, para a aplicação desse algoritmo se necessita definir dois limiares:

1 - Limiar de Similaridade:

Este representa o limiar abaixo do qual duas regiões são consideradas similares, e então agrupadas em uma única região. Este limiar é definido pela distância Euclidiana mínima entre as médias das regiões consideradas (ERTHAL et al., 1991).

Esse limiar é muito importante, pois é ele quem determina a precisão da segmentação. Caso este limiar seja muito baixo, o segmentador atribuirá muitos pixels às regiões de igual condição, porém se ele for muito alto, os pixels serão incorretamente agregados em diferentes regiões (MOURA, 2000).

2 - Limiar de Área:

É o valor de área mínima, dado em número de *pixels*, para que uma região seja individualizada. Ao final da segmentação, se obtém uma representação simbólica da imagem: uma lista de regiões com seus atributos, uma lista de arcos (fronteira entre duas regiões) com seus atributos (força e orientação média das bordas) e uma lista de nós (ponto de encontro de três ou mais regiões) (ERTHAL et al., 1991).

A Figura 14 mostra os contornos das regiões extraídas de uma imagem obtida através do algoritmo de crescimento de regiões sobrepostos à imagem original.

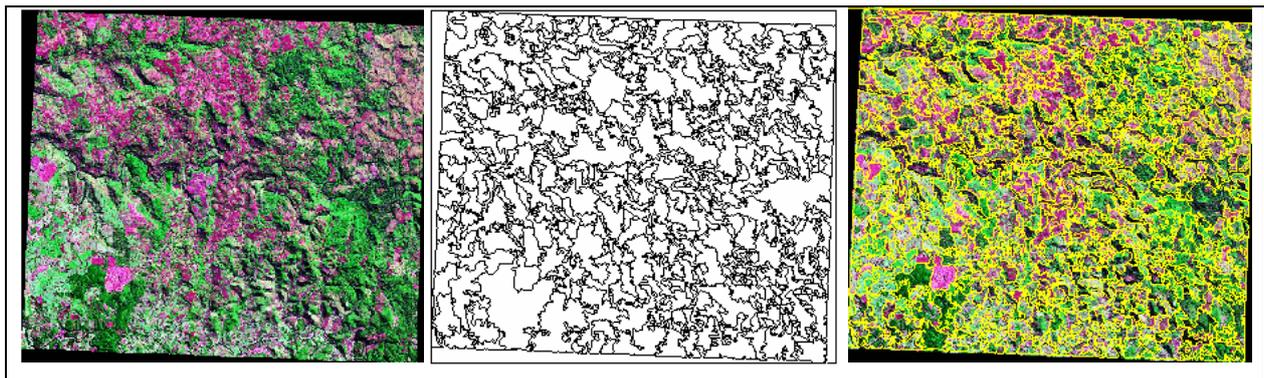


Figura 14 – Imagem Original + Segmentação + Imagem Segmentada.

A *Detecção de Bordas* é caracterizada através dos contornos dos objetos, o que é muito importante para a segmentação e identificação de objetos ou alvos nas cenas das imagens digitais. Quando estes objetos apresentam uma transição entre si, a qual os leva a diferenciá-los, eles são chamados de pontos de borda. Ou seja, os objetos podem ser entendidos como as posições dos pixels com variações abruptas de níveis de cinza.

Segundo INPE (2000) a segmentação baseada em bordas pode ser executada através de várias técnicas que são detectadas pelos operadores gradiente como: Sobel, Roberts e Laplaciano. Estes são os mais simples seguidos de uma limiarização.

A *Detecção de Bacias* somente é realizada sobre uma imagem resultante da extração de bordas (mapa de bordas). Ou seja, é necessário que a extração de bordas seja realizada através de um algoritmo de detecção de bordas, como por exemplo, um filtro Sobel. O qual considera os gradientes de nível de cinza da imagem original para resultar em uma imagem gradiente ou de intensidade de borda (INPE, 2000).

Esse algoritmo calcula um limiar para perseguir as bordas e quando o encontra com um valor superior ao estipulado se inicia o processo de perseguição de borda. Observando também a vizinhança com o intuito de encontrar o pixel de maior valor de nível digital seguindo nesta direção até outra borda ou fronteira da imagem. Assim, gera-se uma imagem binária com valores digitais iguais a 1 (um) quando forem referentes às bordas e 0 (zero) para as regiões interiores.

A *Detecção de Bacias* assume a representação topográfica de uma imagem, pois em uma imagem gradiente o valor de nível digital de cada pixel equivale a um ponto de elevação no terreno. O que vem a significar uma superfície topográfica propriamente dita com feições de relevo ou uma região com bacias de diferentes profundidades (INPE, 2000).

2.5.6. Classificação Digital de Imagens:

A Classificação Digital de imagens vem a ser os procedimentos utilizados para separar e identificar os objetos na superfície terrestre detectado pelos sensores dos satélites. Ou seja, cada pixel ou região presente em uma imagem digital é associada a uma determinada classe que descreve um determinado tipo de cobertura ou uso no terreno como a área urbana, tipos de florestas, tipos de solos, agriculturas e outras feições de interesse.

Segundo CRÓSTA (1992) a classificação digital é um processo que extrai informações das imagens digitais para o reconhecimento de padrões espectrais e objetos homogêneos com o auxílio da inspeção visual humana. Para RODRIGUES YI (1998) esse processo de classificação consiste como fase final do processamento digital de imagens que agrega um conjunto de classes com diferentes respostas ou assinaturas espectrais dos objetos de uma determinada área de estudo.

O INPE (2000) descreve que o processo de classificação pode ser basicamente dividido em dois tipos de classificadores: *classificadores por pixel* e os *por região*.

Os *classificadores por pixel* utilizam as informações espectrais isoladas referentes a cada pixel para agregar as regiões homogêneas, podemos citar os mais comuns como: Máxima Verossimilhança (MAXVER), Distância Mínima e Método do Paralelepípedo.

Enquanto que os *classificadores por região* utilizam não somente as informações espectrais de cada pixel, mas também as informações espaciais que envolvem a relação entre os pixels e seus vizinhos. Esse classificador tenta simular o comportamento de um fotointérprete em relação ao reconhecimento das regiões homogêneas na imagem através das propriedades espectrais e espaciais de cada cena (INPE, 2000).

A classificação por regiões é feita primeiramente com a partição em regiões da imagem digital através da segmentação. E posteriormente, em cada região é feita associação de uma classe, onde todos os pixels existentes em uma determinada região são agrupados a uma mesma classe.

Assim, para um melhor entendimento do processo de classificação por regiões abaixo são descritos os passos a serem seguidos para este procedimento:

I - Extração de Regiões

Esta etapa se extrair as informações de média e variância de cada região, definida na segmentação, considerando as bandas a serem utilizadas na classificação (BINS et al., 1992).

II - Treinamento

É necessário quando a classificação é supervisionada. Consiste em obter amostras de regiões representativas de cada classe de interesse. Essas amostras representam retângulos ou polígonos que delimitam uma determinada região pertencente a uma classe ou tema (INPE, 1999).

III - Análise das Amostras

A análise permite verificar a qualidade das amostras adquiridas, com base nas matrizes de confusão (INPE, 1999).

IV - Classificação

A classificação por regiões consiste em identificar e rotular uma classe determinando um grupo de regiões, e atribuindo uma determinada cor. Existem dois tipos classificadores por regiões implementados no SPRING: o classificador ISOSEG (não-supervisionado) e o BHATTACHARRYA (supervisionado).

O ISOSEG é um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado que é aplicado em um conjunto de regiões caracterizadas por seus atributos estatísticos de média, matriz de covariância e área. Essas regiões são agrupadas levando em consideração uma certa medida de similaridade entre si, utilizando a distância de Mahalanobis entre as classes e as regiões candidatas a uma relação de pertinência com essas respectivas classes.

Já o classificador BHATTACHARYA utiliza as amostras de treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para as classes apontadas. Depois, avalia cada região através da distância de Bhattacharya para cada classe candidata. Então, a classe que apresentar a distância menor será atribuída ou agregada à região avaliada (INPE, 1999).

V - Mapeamento para Geoclasses

Neste mapeamento as classes resultantes da classificação são associadas as geoclasses previamente definidas pelo fotointérprete. Segundo INPE (1999), o mapeamento permite transformar a imagem classificada (modelo imagem) para uma imagem raster do modelo temático, onde as geoclasses utilizadas são as correspondentes às informações identificadas na superfície terrestre.

O modelo temático é o mapa temático propriamente dito, o qual é representado por símbolos gráficos ou cores. Onde, cada cor estará relacionada unicamente a uma única classe pré-definida pelo usuário ou fotointérprete durante o Treinamento.

2.5.7. Aplicações da Segmentação e Classificação de Imagens Digitais:

A segmentação de imagens digitais veio para otimizar a tradicional interpretação visual segundo NASCIMENTO & FILHO (1996). Estes autores avaliaram satisfatoriamente a segmentação por substituir inúmeras etapas da interpretação visual restando ao fotointérprete apenas a associação dos polígonos gerados pelo segmentador com suas respectivas classes temáticas.

Assim, podemos citar vários trabalhos que utilizaram a segmentação e classificação digital para monitorar ou mapear áreas de uso do solo, vegetação, culturas agrícolas, entre outras (SHIMABUKURO et al., 1997b; RODRÍGUEZ YI et al., 1998; MOREIRA et al., 1998; RODRÍGUEZ, 2000; RODRÍGUEZ & MOREIRA, 2001; MOREIRA & SOUZA, 2001; MELLO et al., 2003).

CARVALHO (2003) empregou a segmentação de imagens e também a classificação não-supervisionada por regiões para mapear a sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo entre os municípios de Areia Branca (RN) e Fortim (CE). Este autor criou um banco de dados geográficos contendo as principais informações sobre os recursos biológicos e socioeconômicos, o que resultou em um Atlas das áreas mais atingidas por acidentes com derrame de óleo no mar, visando à prevenção de diversos impactos ao meio ambiente e as comunidades biológicas.

Já OLIVEIRA (2003) utilizou a segmentação e também a classificação com objetivo de estimar áreas agrícolas, o que proporcionou uma maior precisão e menor custo quando comparados aos resultados obtidos através das técnicas convencionais. As previsões de safra realizadas nos municípios de Ipuã, Guará e São Joaquim da Barra no norte do estado

de São Paulo, tornaram-se mais objetiva e confiável utilizando as novas técnicas de processamento de imagens digitais que proporcionam um grande avanço para a agricultura.

DUARTE et al. (2004) utilizaram a mesma metodologia desenvolvida pelo PRODES através do uso da segmentação e classificação para mapear a vegetação de 248.000 Km² do Estado de São Paulo. Estes autores utilizaram a segmentação de imagens por regiões empregando o classificador ISOSEG com o intuito de obter o mapeamento temático dos tipos de vegetação e também criando um banco de dados digitais representativo com as áreas ocupadas com a vegetação no referido estado.

2.6. MODELO NÚMÉRICO DO TERRENO - MNT:

O MNT é uma função que permite o cálculo de declividade, volume, cortes transversais, linhas de visada entre outros. Esta função segundo MOREIRA (2001) é fundamental nas aplicações de engenharia para a determinação de mapas de contorno (isolinhas), de declividade e de aspecto, em visualização 3D, cálculo de volumes e também análises de perfis.

Já para CÂMARA & MEDEIROS (1996) os modelos numéricos do terreno consistem na representação matemática da distribuição espacial de um parâmetro vinculado à superfície real. Ou seja, o MNT é uma representação quantitativa de grandeza que varia continuamente no espaço, os quais segundo INPE (2001) são associados a altimetria podendo modelar unidades geológicas (teor de minerais), ou propriedades do solo ou subsolo (aeromagnetismo).

O MNT pode representar vários fenômenos como os dados de relevo, informações geológicas, levantamentos de profundidade de mar ou rio, meteorológicas, geofísicas e geoquímicas (INPE, 2001).

FELGUEIRAS & ERTHAL (1988) relacionam ainda que cada ponto ou amostra de uma porção do terreno representa as diversas características modeladas como: temperatura, altimetria ou relevo, batimetria, velocidade dos ventos, concentração de teores geoquímicos e geofísicos.

Para BURROUGH (1986) existem vários usos para o MNT, como por exemplo:

- a. Armazenamento de dados de altimetria resultantes em mapas topográficos;
- b. Análises de corte-aterro para projetos de estradas e barragens;
- c. Geração de mapas de declividade e exposição para análises de geomorfologia e de erodibilidade;
- d. Análises de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- e. Representação em 3D (Tridimensional).

Qualquer superfície real pode ser representada por um MNT, a partir de algoritmos com um conjunto de pontos ou coordenadas X e Y, com um referencial qualquer e atributos denotados por Z, descrevendo a variação contínua de uma determinada superfície.

O MNT representa uma superfície terrestre através de isolinhas, ou seja, curvas de isovalor. As isolinhas apresentam em um mapa topográfico os valores altimétricos de uma determinada superfície (Figura 15). E estas são descritas nos mapas topográficos com a utilização de equipamentos chamados “stereoplotters” sobrepostos a uma base composta de fotografias em estéreo obtidas por aerolevantamentos (INPE, 2001).

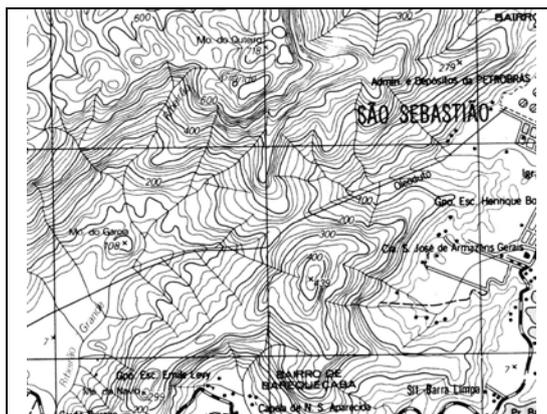


Figura 15 – Exemplo de Isolinhas em Recorte de Mapa Topográfico.

O processo de modelagem digital do terreno envolve pelo menos três etapas: a **Amostragem**, a **Modelagem** e **Aplicação**. A **Amostragem** é adquirida através de amostras do fenômeno (curvas de isovalor ou pontos cotados) por digitalização manual ou processo automático com o “scanner” obtendo-se uma matriz de pontos. Pode-se ainda ser adquirida através da vetorização o que implica em muito custo operacional.

As amostras são distribuídas de acordo com sua aquisição podendo ser de amostragem por pontos ou isolinhas. A amostragem por pontos pode ser Regular e Semi-regular com amostragem do tipo Regular e de Aerolevantamento, e Irregularmente Espaçadas com amostragem a partir da Drenagem e também Irregular (Figura 16).

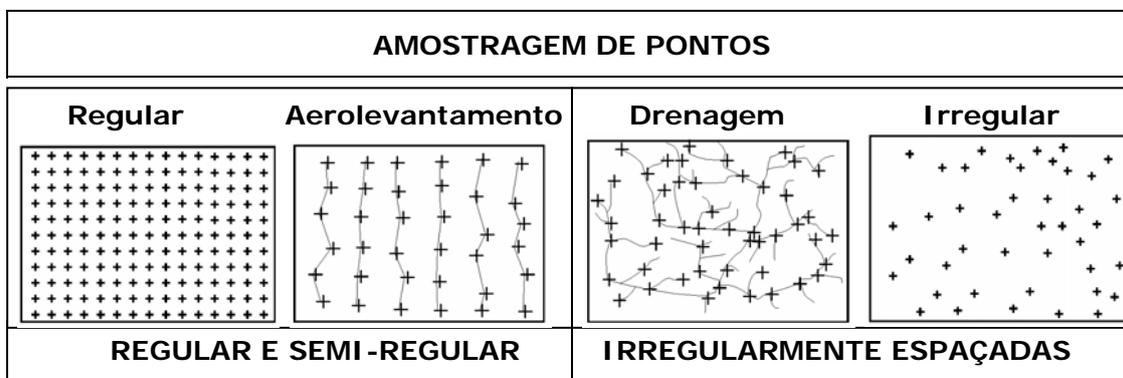


Figura 16 – Exemplos de distribuição das amostras.

FONTE: INPE (2000), p. 31.

A **Modelagem** envolve a criação da estrutura de dados e a definição das superfícies de ajuste com o intuito de obter uma representação contínua do fenômeno a partir das amostras (grade regular retangular e irregular triangular).

A criação de estruturas tem com objetivo gerar uma função para toda área que se deseja modelar. Essa função nem sempre é contínua e diferenciável entre os pontos de coordenadas espaciais (x, y e z). Os modelos podem ser globais que utiliza uma função para todo o conjunto de amostras ou local que aplica funções com coeficientes definidos por raios de influência ou quantidade de amostras vizinhas na região de interesse (INPE, 2000).

A modelagem utiliza estruturas de grades para representar as informações de elevação localizadas na superfície do fenômeno (3D). As grades são malhas de polígonos que cobrem toda a área de interesse.

As superfícies de ajuste são efetuadas quando as informações referentes a superfície a ser modelada estão localizadas em pontos diferentes das vértices da grade triangular gerada. Assim, torna-se necessário o ajuste de cada retalho da grade permitindo estimar o valor da cota z em uma posição x y qualquer.

Já a **Aplicação** são análises executadas no modelo digital podendo ser qualitativas (visualização) e quantitativas (cálculo de volumes e declividades).

Para um SIG os dados de um modelo digital do terreno podem ser representados por Pontos 3D, Isolinhas, Grade Regular Retangular, Grade Irregular Triangular e Imagens. Os Pontos 3D definem o máximo e mínimo em um mapa topográfico através de coordenadas espaciais x, y e z. As Isolinhas que representam as curvas de nível (relevo), isothermas (temperaturas), isóbaras (pressão), entre outros, são um conjunto ordenado de pontos bidimensionais definidos por x e y.

A Grade Regular Retangular é matricial com pontos 3D regularmente espaçados no plano x e y, onde seus principais atributos são os números de linhas e colunas; resolução horizontal e vertical; e retângulo envolvente (Figura 17).

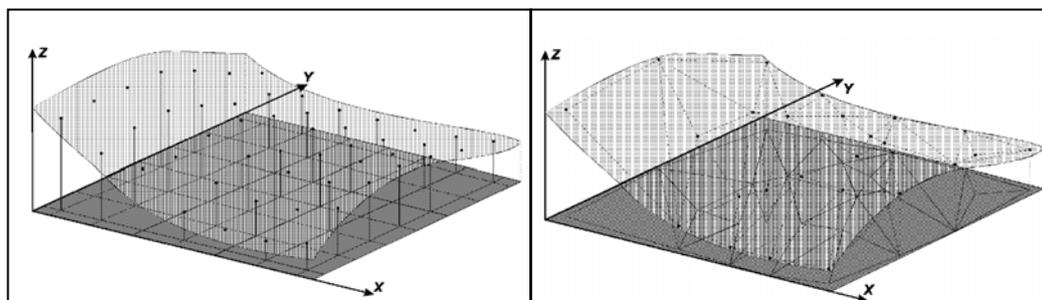


Figura 17 – Superfície com Grade Regular Retangular e Irregular Triangular.

FONTE: NAMIKAWA (1994).

A geração desta grade é efetuada quando os dados amostrados na superfície não são obtidos com espaçamento regular. Assim, as informações contidas nas isolinhas ou nos pontos amostrados resultarão em uma grade que represente de maneira fiel à superfície (PETTINATI, 1983).

Existem três métodos importantes de geração de grades regulares retangulares: os de *grade regular a partir de amostras irregulares*, os de *grade retangular a partir de grade retangular* que faz o refinamento de uma grade e os de *grade retangular a partir de grade triangular irregular (TIN)*.

Esse TIN é necessário quando se deseja uma forma matricial para o MNT, onde as informações do terreno são modeladas através de um interpolador de grade triangular analisada por outras informações do tipo matricial.

A modelação destas amostras pode ser feita por vários métodos de interpolação como: *Método do Vizinho mais Próximo*, *Método dos Vizinhos mais Próximos*, *Método dos Vizinhos mais Próximos considerados por Quadrante*, *Método dos Vizinhos mais Próximos considerados por Quadrante e Cota* (Figura 18).

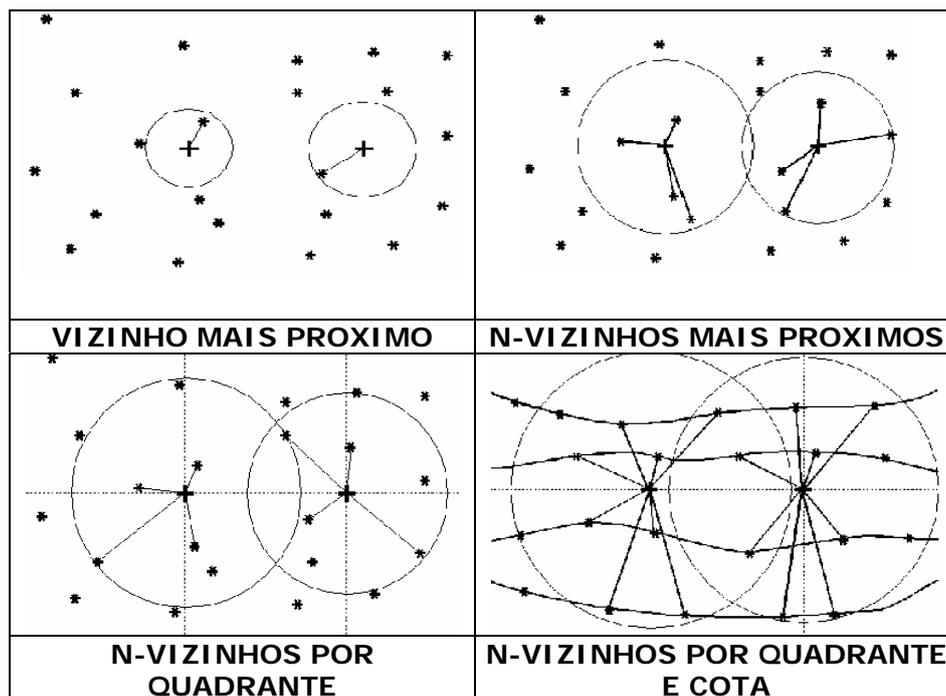


Figura 18 – Exemplos de Métodos de Interpolação de amostras.

FONTE: INPE (2000), p. 50 e 51.

O *Método do Vizinho mais Próximo* atribui para cada ponto x e y uma cota da amostra mais próxima ao ponto. Esse tipo de interpolador é muito utilizado quando se deseja manter os valores das cotas das amostras na grade sem gerar valores intermediários. Diferindo do *Método dos Vizinhos mais Próximos* que calcula os valores das cotas através da média das cotas dos n vizinhos mais próximos a este ponto.

Já o *Método dos Vizinhos mais Próximos considerados por Quadrante* se considera uma amostra por quadrante num total de quatro amostras, onde estas são interpoladas por igualmente quatro amostras. O *Método dos Vizinhos mais Próximos considerados por Quadrante e Cota* é igualmente ao método anterior sendo que se utiliza a cota da isolinha mais próxima. Existe neste método, além da restrição de quadrante, uma restrição de números limitados de amostras por valor de elevação. Ou seja, não é permitido repetição de cotas, o qual é muito recomendado para amostras do tipo isolinhas.

A Grade Regular Retangular apresenta restrições que inviabiliza o seu uso como a dificuldade de alterações locais, ou seja, toda vez que um ponto for inserido ou retirado do conjunto de amostras a grade tem que ser totalmente refeita. Além desta restrição há outra a respeito da impossibilidade de representar acidentes pontuais, isso é suavizado através da utilização da interpolação.

A Grade Irregular Triangular é uma estrutura poliédrica com elementos básicos formados por triângulos, onde cada vértice do triângulo é um ponto amostrado na superfície sendo que três arestas interligam estes vértices. É também conhecida como TIN ou *Triangular Irregular Network* (Figura 17).

Segundo PREPARATA & SHAMOS (1985) o TIN é uma triangulação definida como garfo planar constituído sobre n pontos (vértices) de um espaço tri-dimensional, projetados no espaço bi-dimensional x e y com uma união por segmentos de reta (arestas) que não se interceptam.

Os Triângulos formados pelo TIN têm seus pontos interligados em um SIG através da Triangulação de Delaunay. Essa triangulação é mais equilateral possível de modo que o menor ângulo interno de dois triângulos adjacentes é máximo. Ela não faz uso de interpoladores, mas sim de algum tipo de ajuste como o *linear* ou ajuste *quântico* necessário para a extração de informações (FALCIDIENO & SPAGNUOLO, 1991).

O ajuste *linear* assume um comportamento linear dentro de cada triângulo podendo-se estimar com facilidade o valor de qualquer ponto da superfície definido pela malha triangular. E o ajuste *quântico* é uma função polinomial a ser ajustada ao triângulo com vértices no sistema cartesiano x , y e z .

A dualidade da Triangulação de Delaunay é chamada de Diagrama de Voronoi que particiona o plano em polígonos sendo que cada polígono tem um ponto interno e um externo ao longo de suas arestas. Onde, a distância entre este ponto interno ou externo e as arestas, são completamente iguais (INPE, 2000).

O TIN utiliza os próprios pontos de amostra para modelar a superfície e apresenta um número reduzido de redundâncias, ou seja, a malha fina ou densa é devida à variação do terreno. As discontinuidades da superfície de um TIN podem ser modeladas através de linhas e pontos característicos (linhas de quebra). A principal desvantagem deste método são

os procedimentos para a obtenção de dados, os quais são sempre derivados de grades triangulares tendendo a ser mais complexos e conseqüentemente mais demorados (PEUCKER et al., 1978).

E finalmente, Imagens são formadas pela mesma estrutura da grade regular diferindo basicamente no seu valor associado em cada ponto da estrutura. A partir do MNT as imagens podem ser geradas em níveis de cinza e também imagens sombreadas.

Segundo INPE (2000) as imagens em nível de cinza são geradas diretamente através do mapeamento dos valores de cota do modelo para os valores de nível de cinza. Ou seja, cada pixel da imagem digital de nível de cinza é representada por oito (8) bits com valores na escala de nível de cinza igual de (zero) a 255 (Figura 19).

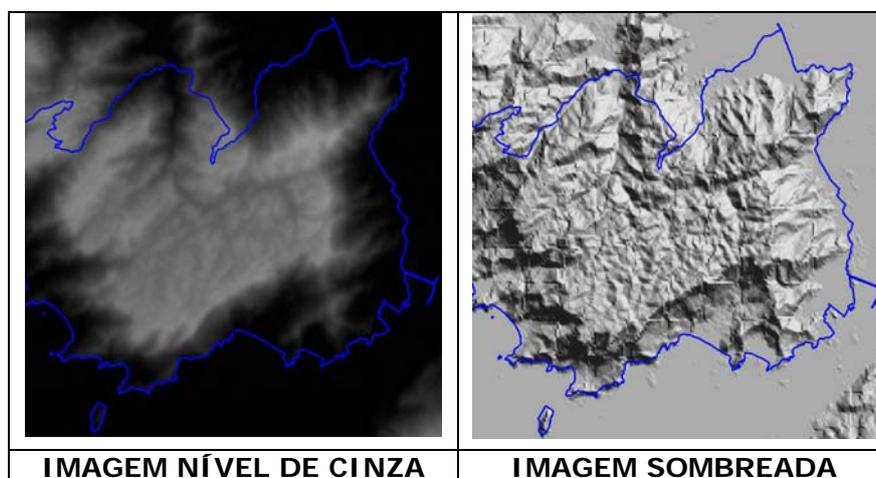


Figura 19 – Imagens Representando uma Grade Regular.

Já a imagem sombreada de MNT é gerada através da modelagem e do posicionamento em relação a uma superfície com uma fonte de iluminação local. Assim, para cada ponto desta superfície são determinados um vetor normal à superfície N e também um outro vetor determinante da iluminação I , que parte do ponto da superfície e é indicado para a fonte de iluminação. Ou seja, a imagem sombreada é gerada a partir dos valores de N e I que resultam em um único valor de intensidade de iluminação utilizando-se, por exemplo, o modelo de iluminação de reflexão difusa (Figura 19).

Existe também a visualização em 3D que consiste no mapeamento do modelo em um espaço tri-dimensional para o espaço bi-dimensional através da utilização de um plano de projeção. Onde, as projeções mais usualmente utilizadas são a em *perspectiva* que visualiza imagens realísticas e a *paralela* que faz a visualização em aramado (INPE, 2000).

Os modelos podem ser visualizados sem inclusão de textura como na Figura 20(a) com uma grade regular retangular resultante em um aramado. Ou ainda, a visualização integrada com uma imagem no processo de perspectiva planar com inclusão de textura.

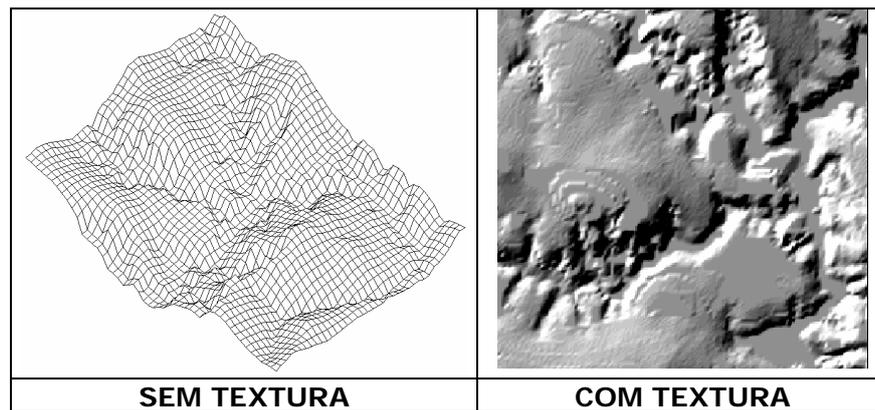


Figura 20(a) – Representações de Modelos com e sem textura.

FONTE: INPE (2000), p. 89 e 91.

Existem ainda os produtos dos modelos como o mapa de contorno, o mapa de declividade e exposição, o fatiamento do próprio modelo para uma melhor compreensão qualitativa e quantitativa, a análise de perfis, a análise de visibilidade e também o cálculo de valores (INPE, 2000).

Os mapas de contorno são gerados automaticamente necessitando apenas da definição do modelo e das curvas a serem geradas podendo ser na forma individual ou de espaçamento constante. As linhas de contorno que compreendem este tipo de mapa são curvas que conectam pontos da superfície com mesmo valor de elevação. Estas são obtidas através de interseções com as arestas dos elementos básicos com o triângulo ou retângulo do próprio modelo.

Há dois métodos de geração de mapas de contorno a partir do modelo de grade: o *método de seguidor de linhas* e o *método de segmentos*. O primeiro gera cada linha de contorno em um único passo e depois pára até que encontra as extremidades para formar uma curva de nível fechada, ou então quando as duas extremidades já encontraram as bordas da região de interesse. Já o *método de segmentos* realiza uma primeira etapa onde determina todos os segmentos pertencentes a um valor de cota predefinido e a segunda etapa conecta esses segmentos a fim de formar as curvas de nível pertencentes a essas cotas preestabelecidas com seus respectivos valores.

A declividade de uma superfície é definida como sendo um plano tangente a aquela modelada pelo MNT, a qual é composta por duas importantes componentes: o *gradiente* que pode ser chamado também de *declividade* e a *exposição*. A declividade é a máxima razão de variação de cota z podendo ser expressa em graus que variam de 0 (zero) a 90 (noventa) ou ainda em porcentagem (DE BIASI, 1970). A exposição que vem a ser a direção dessa máxima razão de variação de cota pode ser expressa apenas em graus que variam de 0 (zero) a 360 (trezentos e sessenta)(BURROUGH, 1986).

O fatiamento de um modelo consiste na definição de intervalos ou fatias de cotas com o intuito de representar uma imagem temática a partir do modelo (Figura 20(b)). No fatiamento cada tema ou classe temática estará associada a um intervalo de cotas dentro dos valores atribuídos ao especificado fenômeno modelado. Esses intervalos ou fatias e também a associação destas são previamente definidas pelo usuário de acordo com sua determinada aplicação. A utilização do fatiamento em modelos digital do terreno é utilizada em análises espaciais como operações lógicas de interseção e também união (INPE, 2000).

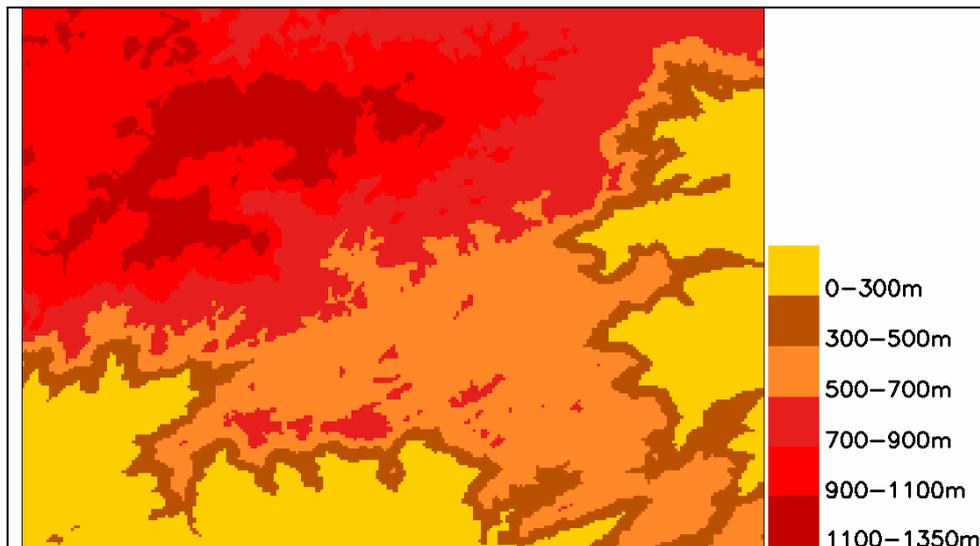


Figura 20 (b) – Imagem Temática fatiada de Modelo Digital do Terreno.

A análise de perfis sobre determinado modelo tem a aplicação na determinação das melhores trajetórias de construção de uma estrada, distribuição de antenas de transmissão e também de recepção de sinais de telecomunicação, o que possibilita uma melhor transmissão entre regiões para melhorar as chamadas de longas distâncias.

Essa análise de perfis é expressa através de um gráfico que representa as curvas dos perfis da variação de um determinado fenômeno estudado ao longo de uma trajetória a partir de um modelo de grade regular ou irregular. Este gráfico é função da distância planar percorrida em uma trajetória predefinida, onde seus pontos são determinados pela intersecção da trajetória com as arestas do modelo digital do terreno.

A análise da visibilidade é feita através de um mapa de áreas visíveis em relação a uma ou várias posições do terreno. Esse tipo de análise exige que o usuário forneça o modelo a ser utilizado e também determine as posições no terreno, os quais são importantes para a geração de perfis entre qualquer ponto do terreno e nas posições predefinidas. Essa análise proporciona uma aplicação muito importante na área de telecomunicações de telefonia celular como a altura da antena, potência de transmissão e recepção (INPE, 2000).

O cálculo de volumes é determinado a partir de um modelo digital do terreno dentro de uma região do espaço predeterminada pelo usuário, onde se delimita uma área dentro desta

região se definindo um plano horizontal de corte. Pode-se, então, calcular o volume de corte e de aterro referente a este plano desde que $Z=Z_b$. Onde, Z_b é a cota de referência ou cota base, ou seja, os valores de cota acima da cota base são pertencentes ao volume de corte e os valores abaixo dessa cota são do volume de aterro. Calcular-se também uma cota ideal para o plano horizontal que iguala os volumes de corte e aterro nos estudos de terraplanagem de uma área ou ainda para o cálculo do volume de água represado por uma barragem.

Segundo INPE (2000) o MNT pode ser executado e analisado através da manipulação do software SPRING a partir do esquema conceitual apresentado na Figura 21.

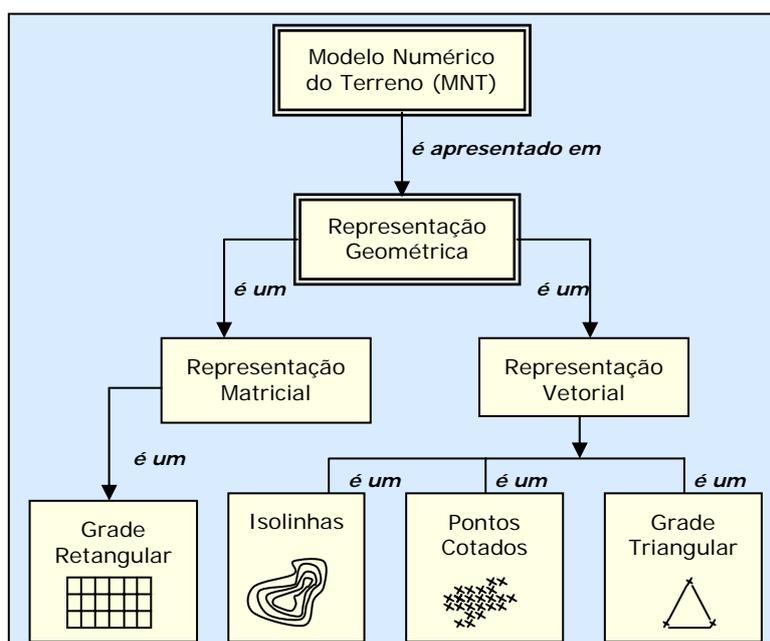


Figura 21 – Esquema Conceitual do MNT no SPRING.

FONTE: Adaptado de INPE (2000), p. 6.

2.7. CRUZAMENTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS:

A grande maioria dos cruzamentos ou integrações de variáveis ambientais têm sido executados em ambientes computacionais, ou seja, dentro dos SIG's. Esse avanço tecnológico tem proporcionado aos pesquisadores uma enorme facilidade nas análises dos fenômenos ambientais envolvendo não somente seus componentes como também as relações entre eles. O que traz aos pesquisadores uma visão integrada da questão ambiental como um todo em conjunto com a interferência humana resultante na questão social.

Os estudos ambientais apoiados nos SIG's podem proporcionar uma caracterização e entendimento da organização do espaço com o intuito de estabelecer relações de base na forma de ações e estudos futuros. Por exemplo, a criação de novos projetos que envolvem a ocupação do espaço (cidades, rodovias, indústrias e hidroelétricas) exige uma ação de

planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço atrelado à análise dos diferentes componentes do ambiente (solo, vegetação, geologia, geomorfologia, declividade, clima, entre outros) e também da ocupação antrópica.

Desta forma, as análises efetuadas através do cruzamento de variáveis ambientais dentro de um SIG podem gerar Mapeamentos Temáticos, Diagnósticos Ambientais, tendo em vista os estudos para estabelecimento de áreas de Preservação Ambiental, Avaliação de Impactos Ambientais, como o monitoramento do desflorestamento dos recursos naturais, Ordenamentos Territoriais que racionalizam a gestão territorial com visão do desenvolvimento sustentado e também em Prognósticos Ambientais (MEDEIROS & CÂMARA, 2001).

Assim, as análises neste trabalho de pesquisa envolvem a criação do mapa de Legislação Ambiental (mapa de distâncias), de Aptidão Física ao Assentamento Urbano e também de Incompatibilidade ao Uso através da utilização da integração ou cruzamento de variáveis ambientais (geologia, geotécnico, geomorfologia, declividade, solos e uso e cobertura do solo) através da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL.

2.7.1. Mapa de Distâncias (*Buffer*):

Um mapa de distâncias é uma análise de proximidade (medida de distância entre objetos com unidade de comprimento) que apresenta zonas com larguras especificadas (distâncias) em torno de um ou vários elementos do mapa (INPE, 2000).

A análise de proximidade também é conhecida como análise de corredores ou operação de *Buffer*, essa análise consiste em gerar subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, onde os limites externos apresentam uma distância x e os internos são formados pelos limites da expressão geográfica em exame (SILVA, 1999)

A análise de proximidade é composta por duas formas: a **simples** para uma única faixa ou a **múltipla** para várias faixas. Por exemplo, um ponto que represente uma explosão nuclear em Angra dos Reis (RJ), a análise de proximidade pode definir vários círculos em torno do ponto (Usina Nuclear), cujos raios definirão os raios de contaminação radioativa da explosão por todo a região. Se um uma linha representa um rio, podemos determinar faixas de cada lado do rio, onde à distância entre o limite exterior da faixa e o eixo do rio definindo a área legal para preservação de mata ciliar. Ou ainda, se um polígono define lotes urbanos, podemos delimitar a distância em metros destes a uma determinada rua que transporta cargas contendo material químico perigoso.

Na Figura 22, apresenta-se um esquema para a geração do Mapa de Distâncias, onde se têm como referência elementos na forma de pontos, linhas ou polígonos resultando em uma grade de distâncias (PI numérico), que posteriormente é fatiada gerando uma imagem temática (raster).

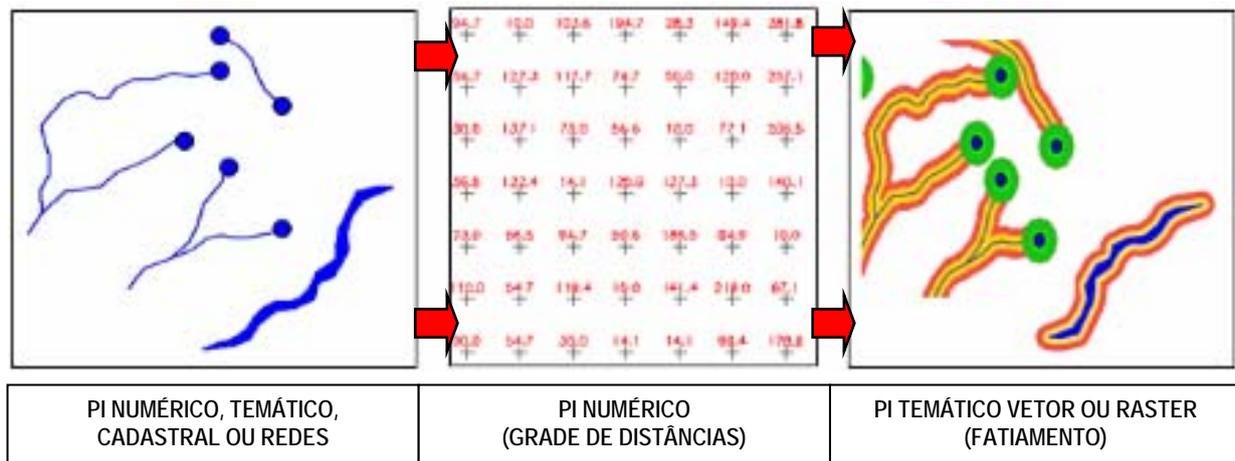


Figura 22 – Esquema de Geração do Mapa de Distâncias.

Para a criação de um mapa de distância se necessita seguir os seguintes procedimentos:

- Em qual representação (vetor ou raster) será executado o mapa de distâncias;
- Identificar o elemento (ponto, linha ou polígono), classe ou objeto que será usado na geração da grade de distâncias (apenas em PI's temáticos, cadastrais, redes ou numéricos);
- Criar uma grade numérica com valores de distância em torno do elemento selecionado (PI numérico);
- Fatiar a grade em relação às distâncias e classes desejadas (PI temático).

2.7.2. Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - LEGAL:

A linguagem de programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SPRING é utilizada em análises como: mapa de distâncias, mapa de aptidão, cálculo de áreas, medidas geográficas e integração ou cruzamento de mapas.

Dentro de um Projeto em um Banco de Dados do SPRING executam-se operações com expressões algébricas do tipo Temático, Numérico, Imagem, Cadastral, Objeto e Reais através do programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL.

O LEGAL está inteiramente associado ao Modelo de Dados, onde as representações de dados dos Modelos Numéricos como: as Grades Regulares; dos Modelos Temáticos como: os mapas temáticos; dos Modelos de Imagem como: as imagens de satélite; dos Modelos Cadastrais e também Objetos que permitem a espacialização de atributos de tabelas em mapas cadastrais, são modelos que fazem parte da seqüência de operações descritas por sentenças que envolvem operadores, funções e dados espaciais (CÂMARA, 1995).

Essa linguagem utiliza um editor de textos em formato ASCII do próprio sistema operacional, que descreve as sentenças através de diagramas sintáticos representando sentenças válidas no LEGAL.

Nestas sentenças podem existir símbolos ($\{$, $($, $;$, $,$), operadores ($+$, $*$, $\&\&$, $\|$, $<$, $<=$, $!=$), palavras reservadas escritas com palavras em **negrito com inicial maiúscula** sem acentos (**Novo**, **Temático**, **Nome**, **ResX**, **Atribua**, **Reclassificacao**, **Fatie**, **Pondere**), nomes de variáveis com palavras em **minúsculo** (solos, vegetação, declividade, etc), nomes de dados com palavras entre **aspas** que correspondem aos nomes de itens do banco de dados (planos de informação (PI's), categorias, classes temáticas, etc) e também com palavras em **itálico** que são itens sintáticos descritos por um diagrama (INPE, 1999).

A estrutura da linguagem de um programa em LEGAL é constituída de sentenças organizadas segundo regras gramaticais e estão divididas em quatro partes: as *declarações* e *instanciações* de variáveis, as *operações* da álgebra de mapas e também os *comandos* de controle (CÂMARA, 1995).

As *declarações* descrevem as variáveis de trabalho, onde cada variável deve ser declarada explicitamente contendo um nome e também a associação a uma determinada categoria no modelo conceitual caracterizado em um plano de informação (PI). Uma variável pode ser do modelo Temático, Numérico, Imagem, Cadastral e Objeto, ou ainda do tipo auxiliar associado a uma Tabela, que é declarada de modo similar aos outros.

Segundo CÂMARA (1995), as variáveis do modelo Temático, Numérico e Imagem são definidas como **variáveis de campo** correspondendo ao conceito de campo que no modelo de dados são referentes a dados com extensão espacial. Já o modelo Cadastral também é considerado como uma variável de campo com a diferença principal de oferecer um suporte para extensão espacial dos objetos.

Os objetos são chamados de variáveis de campo quando envolvem operações através da associação de objetos com feições vetoriais representadas por pontos, linhas e polígonos (Mapa Cadastral). Porém, é possível definir um grande número de expressões algébricas com os objetos e também seus atributos sem nenhum envolvimento de dados espaciais como os mapas (INPE, 2001).

A declaração de variáveis de Tabelas definem operações baseadas em variáveis de campo de diferentes categorias do modelo de dados como: Temático-Temático, Numérico-Temático e Temático-Numérico. Na declaração de Tabela necessita saber o tipo de transformação envolvida como: **Reclassificação**, **Fatiamento** ou **Ponderação**, onde as categorias e os valores ou pesos dessa variável (Tabela) são descritos nas *instanciações*.

As *instanciações* recuperam os dados existentes do banco de dados (**Recupere**) ou ainda os cria em novos planos de informação (PI's) ou tabelas (**Novo**), o qual será utilizado na associação do resultado das operações realizadas com o programa.

Na criação de novos PI's ou tabelas se necessita da descrição de parâmetros que estejam de acordo com a variável do modelo de dados (Temático, Numérico ou Imagem) envolvido no programa como: a resolução espacial do plano (**ResX e ResY**), a escala dos planos (**Escala**), faixa de valores estimados em grade numérica a ser criada (**Min e Max**), representação a ser considerada podendo ser no formato *Raster* ou *Vetor* (**Repres**), número de bits em imagens (**Bbits**) e modo de interpolação para a geração de grades ou imagens podendo ser do tipo *Bilinear* ou *Vizinho Mais Próximo* (**Interpolador**) (BARBOSA, 1997).

Nas instanciações de variáveis do tipo Tabela, utilizam-se de palavras chaves como: **Categorialni** e **CategoriaFim**, as quais indicam as categorias relacionadas com as operações de transformação que já foram citadas anteriormente em *declarações*, como: a **Reclassificação**, o **Fatiamento** ou a **Ponderação**.

Na Reclassificação apenas duas categorias devem ser fornecidas através da representação de uma Tabela que contém as classes temáticas de um mapeamento entre duas categorias também temáticas. Já o Fatiamento indica o mapeamento através de classes temáticas em intervalos de valores numéricos de uma categoria temática, e a Ponderação também em classes temáticas, mais em vez de intervalos de valores utiliza valores numéricos de pesos associados em cada classe temática (INPE, 2001).

Para representar graficamente uma Reclassificação, na Figura 23 apresentamos um mapa com variação de cobertura vegetal contendo as Categorias A (classes temáticas: 1-cultura agrícola, 2-floresta decídua, 3-solo exposto, 4-coníferas, 5-pasto e 6-reflorestamento) e B (1-coníferas, 2-floresta decídua e 3-reflorestamento). A Reclassificação foi executada da Categoria A para a B, as quais contém apenas áreas destinadas à preservação de florestas.

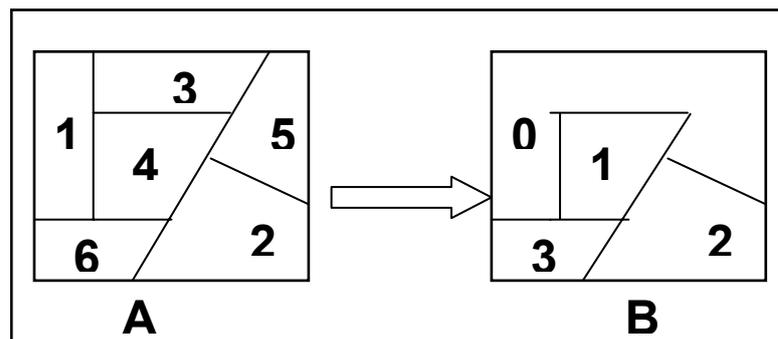


Figura 23 – Representação Gráfica de Reclassificação.

FONTE: Adaptado de SILVA (1999), p. 169

Utilizando o mesmo mapa de variação da cobertura vegetal da Figura 23, podemos descrever um programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL. Onde a Categoria A e B são temáticas com resolução espacial de 30 metros e escala de 100.000 metros (Figura 24).

```

{
  Tematico varveg, recl ("Categoria A");
  Tabela juntar (Reclassificação);

  varveg = Recuperar (Nome ="Categoria A");
  recl = Novo (Nome = "Categoria B", ResX=30, ResY=30, Escala = 100000);
  juntar= Novo (Categorialni = "Categoria A", Categoria Fim ="Categoria B",
  "1-culturaagricola" : "0",
  "2-florestadecidua" : "2- florestadecidua",
  "3-soloexposto" : "0",
  "4-coniferas" : "1-coniferas",
  "5-pasto" : "0",
  "6-reflorestamento" : "3-reflorestamento");

  recl=Reclassifique (varveg, juntar);
}
    
```

Figura 24 – Exemplo de Programa em LEGAL de Reclassificação.

FONTE: Adaptado de INPE (2001), p. 15

Na Figura 25 apresentamos graficamente uma Ponderação de um mapa de solos contendo a Categoria Temática C (Lt-Latossolo, Pz-Podzólico, LI-Litossolo e Hd-Hidromórfico) e Categoria Numérica D (Lt=1, Pz=2, LI=3 e Hd=4). Os solos foram classificados conforme sua importância em relação à estabilidade ou conservação quanto a assentamentos urbanos. Ou seja, os Latossolos são solos profundos, planos e estáveis; os Podzólicos apresentam relevo suave ondulado e também com boa profundidade; os Litossolos são solos de encostas com propensão a deslizamento e os Hidromórficos são solos de várzeas e muito úmidos.

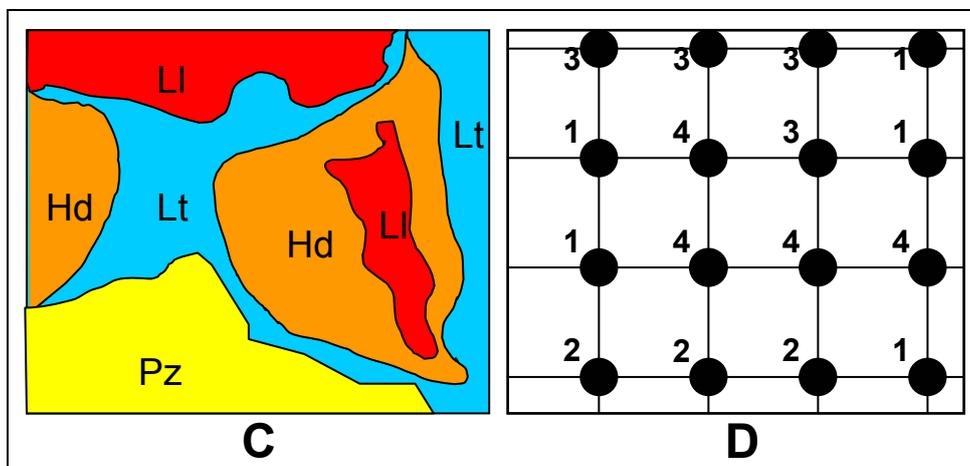


Figura 25 – Representação Gráfica de Ponderação.

FONTE: Adaptado de INPE (2001), p. 13

Na Ponderação, a Categoria Numérica D corresponde a uma Imagem (Nível de Cinza) com diferentes graduações e também uma grade numérica contendo os pesos dos tipos de solo. O Fatiamento é executado nessa imagem gerando uma Categoria Temática E. Assim, ao fatiarmos a Imagem da Categoria D em relação à estabilidade dos tipos de solos teremos as seguintes classes temáticas: 1-Baixa (Litossolos e Hidromórficos), 2-Média (Podzólicos) e 3-Alta (Latosolos) (Figura 26).

Na Figura 27 descrevemos o programa em LEGAL utilizado para Ponderar e Fatiar um mapa de solo com resolução de 30 metros, escala de 250.000m e pesos de 1 a 4 (solos).

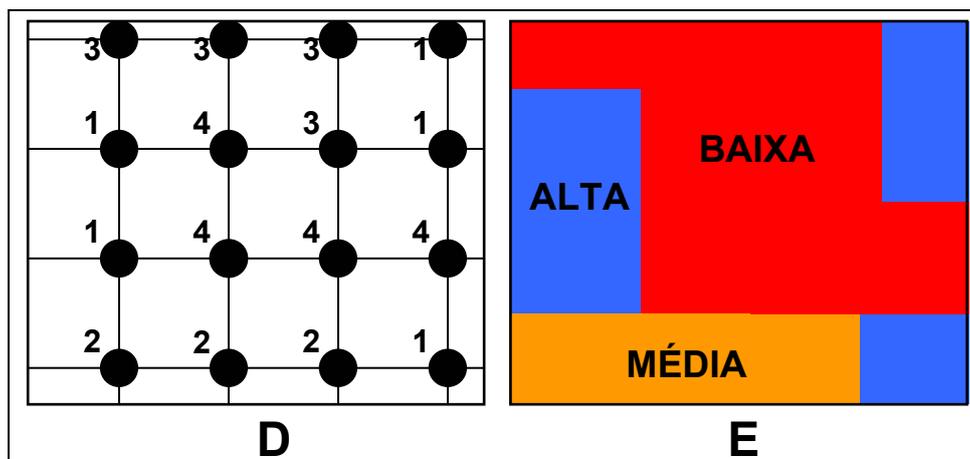


Figura 26 – Representação Gráfica de Fatiamento.

FONTE: Adaptado de INPE (2001), p. 12

<pre>{ Tematico solo ("Categoria C"); Numerico grade("Categoria D"); Imagem cinza ("Imagem"); Tabela pond (Ponderação); solo = Recuperar (Nome = "Categoria C"); grade = Novo (Nome = "Categoria D", ResX=30, ResY=30, Escala = 250000, Min=1, Max=4); cinza = Novo (Nome = "Categoria D", ResX=30, ResY=30); pond= Novo (Categorialni = "Categoria C", CategoriaFim ="Categoria D", "Lt": "1", "P": "2", "LI": "3", "H": "4"); grade=Pondere (solo, pond); cinza=Imagem (grade); }</pre>	<pre>{ Numerico grd ("Categoria D"); Tematico fat("Categoria E"); Tabela fati (Fatiamento); grd = Recuperar (Nome = "Categoria D"); fat = Novo (Nome = "Categoria E", ResX=30, ResY=30, Escala = 250000); fati= Novo (Categorialni = "Categoria D", CategoriaFim ="Categoria E", [1] : "3", [2] : "2", [3, 4] : "1"); fat=Fatie (grd, fati); }</pre>
--	---

Figura 27 – Exemplo de Programa em LEGAL de Ponderação e Fatiamento.

FONTE: Adaptado de INPE (2001), p. 12 e 13

As *operações* realizam as operações de álgebra dos mapas através do programa LEGAL. Estas operações utilizam transformações do tipo booleana, matemática, classificação contínua, vizinhança e reclassificação de atributos.

As operações booleanas envolvem todos os tipos de expressões, onde o valor resultante da expressão deve ser verdadeiro (TRUE) ou falso (FALSE). Esse tipo de operação faz a comparação entre pixels de imagens ou valores de grade, ou ainda entre classes de PIs temáticos (INPE, 2001).

Todos os operadores envolvidos em expressões no LEGAL, como por exemplo, as Booleanas, são definidos como operadores Locais. Podemos citar: os operadores aritméticos (+, -, *, / e ^) as funções matemáticas (sin, cos, log, exp, entre outras), as transformações

por tabelas (**Reclassifique, Fatie ou Pondere**), os operadores booleanos de comparação (>, ≥, ==, !=, <=, <) e lógicos (&&, ||, |, !), operador condicional (?), operador de atribuição condicional (**Atribua**) e também outros operadores definidos na linguagem.

Os *comandos* de controle constituem uma classe de operadores que são responsáveis pelo controle do fluxo do processamento, e tem como base uma condição dada por expressão booleana. Esses comandos fazem a modelagem de situações que envolvam execuções de forma alternativa, condicional ou repetitiva de conjuntos de operações baseados na construção da linguagem: **Se** e **Senão** é o resultado da avaliação de uma expressão booleana (**Verdadeiro** ou **Falso**) determinando qual dentre as duas alternativas, a operação deverá ser processada. E **Enquanto**, é uma seqüência de operações que deverá ser executada enumeras vezes até que a avaliação da condição seja verdadeira.

Na elaboração da declaração juntamente com a instanciação de uma variável ambiental é necessário definir as ações relacionadas sobre cada uma delas. Ou seja, a variável receberá o nome resultante e relacionado ao tipo de processamento envolvido.

Todos os operadores aritméticos e também as funções matemáticas são reconhecidos como sendo pontuais ou locais podendo atuar sobre cada elemento de representação matricial (imagens) ou grades numéricas (MNT), ou ainda sobre o elemento vizinho localizado nas proximidades do elemento referência (INPE, 2001).

2.7.3. Aplicações através do Cruzamento de Variáveis Ambientais:

O Cruzamento utilizado por GUIMARÃES (1999) entre as unidades de vegetação, de pedologia e declividade permitiu estabelecer áreas de co-ocorrência entre si. O que indicou uma grande influência destas tais variáveis sobre as formações florestais na Região de Vitória da Conquista (BA).

CATELANI et al. (2003) utilizaram o cruzamento dos mapas de Uso do Solo e das Áreas de Preservação Permanente (APP's) para fazer um estudo sobre a adequação do Uso da Terra em função da Legislação Ambiental no Município de Santo Antonio do Pinhal (SP).

Já para a elaboração da carta de vulnerabilidade à erosão em uma área intensamente antropizada do Médio Vale do Paraíba em São José dos Campos, SOUSA (1999) sobrepôs ou cruzou unidades de paisagem natural com as de uso e cobertura vegetal resultando em unidades territoriais básicas baseadas em temas como geologia, pedologia entre outros.

PEREIRA et al. (1998) realizaram cruzamentos dos mapas de Uso Atual do Solo, Pedologia e também Declividade através do LEGAL para obter o mapa de Aptidão Agrícola de Terras, o qual foi cruzado com o mapa de Uso Atual do Solo resultando em um novo mapa chamado de Incompatibilidade de Usos no Município de Engenheiro Paulo de Frontin (RJ).

IPPOLITI-RAMILO et al. (1998) executaram os mesmos cruzamentos de PEREIRA et al. (1998) com intuito de avaliar as discrepâncias entre o Uso Atual e o Uso Potencial das Terras nos municípios de Sumaré e Hortolândia (SP).

PENIDO et al. (1998) também utilizaram o cruzamento de dados de uso e cobertura da terra, geomorfologia e declividade para qualificar a aptidão física de uma área da Região Metropolitana de São Paulo para a locação do trecho oeste do Rodoanel. Estes autores afirmam a grande importância da aplicação de cruzamentos de variáveis ambientais no início da fase de reconhecimento de projetos rodoviários devido ao grande fornecimento de informações úteis à tomada de decisão na implementação do traçado rodoviário.

Assim, existem vários autores como SESTINI (2000); MORO & RODRIGUES (2001); PARISE & MORELLI (2001) que já utilizaram em suas pesquisas o cruzamento de variáveis ambientais para a identificar áreas de deslizamentos através de variáveis geomorfológicas, para gerar um mapa analítico de áreas de risco de erosão a partir de mapas de Uso do Solo e Declividade, ou ainda para determinar que o cruzamento se apresenta eficaz quando existem mais de três variáveis, quando se trata de impacto ambiental.

2.8. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL:

A proteção dos recursos ambientais é de extrema importância para a manutenção dos diversos ecossistemas existentes. Por isso, a legislação ambiental brasileira em nível municipal, estadual e federal apresenta disposições legais em termos de restrições de usos levando-se em conta as questões ambientais (MORAES, 1999).

A Legislação Ambiental Brasileira é rígida através de decretos, resoluções, portarias e leis que ordenam o espaço geográfico garantindo a preservação, conservação e o desenvolvimento urbano sob certas restrições de uso. A utilização do espaço pelos cidadãos deve se limitado de maneira a nortear um ordenamento sem qualquer interesse político ou econômico.

Existem diferentes usos como o turismo, urbanização, agricultura, industrialização ou conservação e preservação ambiental que podem ser implantados respeitando as condições físicas ambientais e socioeconômicas de cada região.

A preservação consiste em um conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem à proteção em longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas fazendo a manutenção dos processos ecológicos e também prevenindo a simplificação dos sistemas naturais (Lei nº 9.985 de 18/07/00 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC).

Os limites de um parque ambiental, uma reserva florestal ou uma estação ecológica devem ser respeitados através do auxílio da legislação objetivando a preservação e conservação de um ecossistema vital. Essa legislação possibilitará também a população que

vive em entorno desta área uma relação com seu próprio espaço tentando compreendê-lo e organizá-lo de forma correta sobre o processo de ocupação terrestre, costeiro ou marinho.

A intensa preocupação com o controle de construções urbanas ou industriais em áreas costeiras é de grande prioridade para proteger e conservar os ecossistemas costeiros e marinhos, os quais estão mais propícios ao impacto ambiental (POLETTE, 1993).

A legislação ambiental não prover apenas a garantia de segurança de ambientes frágeis, tais como os manguezais, a restinga, a mata atlântica, mas também o desenvolvimento adequado de áreas urbanas. Por este motivo foram criadas as Unidades de Conservação (UC's) que regulamenta a preservação e conservação dos ambientes naturais.

As UC's de acordo com o Art. 2º da Lei nº 9.985 do SNUC (18/07/00), compreende o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluído as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos sob regime especial de administração aplicando garantias adequadas de proteção ambiental (SILVA, 2004).

O SNUC é o conjunto organizado de áreas naturais protegidas pelo Poder Público (Federal, Estadual ou Municipal), que planejado, manejado e gerenciado como um todo será capaz de viabilizar os objetivos nacionais de conservação.

O Poder Público aplica garantias de proteção aos recursos naturais através de regimes especiais de administração, os quais segundo BRUCK et al. (1995) tem como objetivo:

1. Proteger amostras de toda a diversidade dos ecossistemas do País visando garantir o processo evolutivo das espécies da fauna e flora;
2. Preservar bancos genéticos de fauna e flora com intuito de conservar as pesquisas para a utilização racional pela sociedade;
3. Acompanhar a área protegida e também seu entorno através de monitoramento ambiental, as principais alterações que ocorram via ação antrópica e natural tentando correlacionar as mudanças externas de grande impacto com as internas, evidenciando parâmetros que possam conduzir o uso do solo ou reabilitar áreas degradadas;
4. Proteger os recursos hídricos principalmente as cabeceiras dos rios e também as áreas ao longo de bacias hidrográficas que apresentem pressões demográficas;
5. Preservar paisagens de grande beleza cênica e incluir também áreas de valores culturais, históricos e arqueológicos com intuito de pesquisas e turismo;
6. Prover de maneira apropriada e consciente a educação ambiental;
7. Estabelecer condições apropriadas para o desenvolvimento de pesquisas científicas que visem simples observações sem nenhum dano aos ecossistemas, assim como alterações nos mesmos. Os produtos destas pesquisas devem atender como

- prioridade as áreas de entorno das UC's que tenham ecossistemas similares aos estudados visando uma melhor condução destes recursos naturais pela sociedade;
8. Preservar áreas particulares que contenham grandes números de espécies faunísticas e também florísticas;
 9. Proporcionar garantias de preservação de áreas com utilização racional do uso do solo e realizar o fomento do uso racional dos recursos naturais com aplicação de áreas de uso múltiplo.

Entretanto, as UC's possuem um Programa de Uso Público que corresponde a um plano de manejo da unidade através de sub-programas nos setores da educação, relações públicas e extensão, recreação, turismo e interpretação. Este programa cumpre com os seguintes objetivos nas UC's (TABANEZ & HERCULANI, 1990):

- a. Oferecer lazer florestal á população;
- b. Realizar a interpretação dos aspectos naturais, históricos, arqueológicos, culturais e também sociais;
- c. Estimular a participação da população nas discussões sobre os problemas ambientais;
- d. Possibilitar uma percepção integradora dos meios natural e urbano;
- e. Propiciar condições aos professores na utilização de áreas de florestas em aulas e também atividades práticas;
- f. Oferecer e ministrar cursos de educação ambiental com enfoque interdisciplinar aos professores;
- g. Desenvolver programas de educação ambiental contínuos, permanentes e sistemáticos;
- h. Formar e reciclar monitores, vigias, guias e funcionários sobre a área ambiental;
- i. Estabelecer intercâmbio e desenvolver programas de educação ambiental em todos os segmentos da comunidade com intuito de apoiar a conservação e preservação dos recursos naturais existentes;
- j. Promover eventos especiais em datas comemorativas;
- k. Planejar e executar atividades recreativas e educativas com orientação aos diferentes grupos de visitação;
- l. Sistematizar as informações ecológicas, sociais, econômicas, culturais, históricas da área florestal e também da comunidade;
- m. Divulgar meios pedagógicos de divulgação e compreensão dos conceitos e informações ecológicas;

- n. Organizar debates, palestras, cursos, encontros e outros eventos com as comunidades locais;
- o. Repassar informações ambientais nos meios de comunicação;
- p. Planejar instrumentos sistemáticos para avaliação dos programas de uso público e
- q. Desenvolver pesquisas e experimentação de programas de uso público em áreas florestais.

O Programa de Uso Público é uma atividade importante, pois pode gerar recursos financeiros que apóiam a manutenção e sustentação das UC's. Ou seja, os ingressos cobrados na realização dos eventos solucionam a escassez de recursos por parte dos órgãos administrativos governamentais (GALLO JR, 2001).

Desta forma, as UC's são classificadas de acordo com os objetivos de manejo adotado pela **União Mundial para a Conservação (UMC)** e podem ser divididas em: *usos indiretos, diretos e reservas de destinação*.

A classe de uso indireto que restringe a exploração e ao aproveitamento dos recursos naturais, exceto ao aproveitamento indireto de seus benefícios. A classe de uso direto que define a ocupação pela sociedade do espaço considerado em sua plenitude racional, ou seja, trata-se das UC's com utilização sustentável, e finalmente sobre as reservas de destinação que mantêm o espaço considerado inteiramente protegido para futuramente ser utilizado de maneira racional (RONDON, 1995).

Para as UC's de uso indireto, segundo IBAMA (2001), se estabeleceu um novo processo de planejamento motivado principalmente pelos seguintes pontos:

1. A necessidade da criação do maior número possível de UC's com diretrizes atualizadas para manejo que cumpram com seus objetivos;
2. A otimização de recursos financeiros e humano na elaboração do planejamento das UC's.
3. A necessidade da obtenção de forma processual dos conhecimentos específicos e gerais para o manejo de uma UC;
4. A obtenção do maior número de apoios de diversos atores ou colaboradores relacionados direta ou indiretamente com a unidade através de processo participativo envolvendo o planejamento e implantação das UC's.

Além destes pontos indicados pelo IBAMA (2001), as UC's apresentam outros objetivos mais específicos como: explicitar as áreas de preservação permanente, contribuir para o estabelecimento de corredores protegidos que permitam a migração da fauna (ecossistemas), incentivar a conscientização ambiental nas comunidades do entorno,

identificar os pontos de atividades conflitantes com os objetivos de UC's, identificar e proteger os ecótopos significantes do entorno (GALLO JR, 2001).

Para BRUCK et al. (1995) a classe de uso indireto se divide em quatro categorias: Reserva Científica, Monumento Natural, Santuário de Vida Silvestre e também Parques.

A Reserva Científica tem como finalidade a proteção da natureza e manutenção dos processos naturais de estado intacto para matrizes representativas de determinado tipo de ecossistema, enquanto que o Monumento Natural visa proteger e preservar os ambientes naturais em relevância ao seu valor cultural, histórico e arqueológico com o intuito de interpretar, educar, investigar e implantar o turismo como, por exemplo: as quedas d'água espetaculares, cavernas, formações rochosas, espécies únicas da fauna e da flora, dunas, cachoeiras, sítios arqueológicos, etc.

O Santuário de Vida Silvestre pretende proteger e preservar áreas específicas de populações, sítios de alimentação, reprodução e habitats críticos com o objetivo de garantir a segurança de espécies de fauna ou flora raras, ou ainda em perigo de extinção.

Os Parques visam à proteção de áreas naturais e cênicas de importância nacional ou internacional de pesquisas científicas, educacionais e recreativas, e também o de perpetuar as espécies através de seu estado natural, mostras representativas de regiões fisiográficas, comunidades bióticas, recursos genéticos e espécies em perigo de extinção para prover estabilização e diversidade dos ecossistemas existentes (BRUCK et al., 1995).

O Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros (RPNB) criado pelo Decreto nº 84.017 de 21/09/79 considera os Parques como áreas geográficas extensas e delimitadas dotadas de atributos naturais e excepcionais como objeto de preservação permanente submetida à condição que não pode ser alienada e nem disposta no seu todo.

O RPNB estabelece que o plano de manejo é um projeto dinâmico através de técnicas de planejamento ecológico que determina o zoneamento de uma UC, caracteriza cada uma de suas zonas e propõem seu desenvolvimento físico de acordo com suas finalidades, o que estabelece as principais diretrizes básicas para o manejo das unidades (SMA, 1998).

Os planos de manejo ambiental tem por obrigação tornar ágil e viável a administração das UC's e para que isso ocorra, a SMA (1998) estabelece uma metodologia diferenciada de forma elaborada e caracterizada principalmente pelo envolvimento participativo e aberto a todos da área social, pela elaboração em fases e também pela preocupação com os aspectos mais próximos da gestão ambiental.

Desta forma, os planos de manejo devem atender as seguintes exigências: melhorar a gestão das UC's, avaliar os impactos (positivos e negativos) de qualquer intervenção em áreas naturais ou antrópicas de cunho interno ou externo, utilizar a unidade para fins educativos e de ecoturismo, elaborar seu próprio zoneamento e registrar as decisões no sentido de normalizar o uso das estruturas e principalmente dos recursos naturais.

A partir do RPNB tem como objetivo principal a preservação dos ecossistemas naturais englobados contra quaisquer alterações ou modificações que o depreciem.

O Decreto Estadual nº 25.341/86 considera como Parque as áreas que possuem as seguintes exigências:

- I. Possuam um ou mais ecossistemas totalmente inalterados ou parcialmente alterados pela ação antrópica, onde as espécies animais e vegetais, os sítios arqueológicos e os habitats ofereçam interesse de caráter científico, cultural, educativo e recreativo, ou ainda onde existir paisagens naturais de grande valor cênico;
- II. Tenham sido áreas ameaçadas de extinção, mesmo com aplicação de diversas medidas do poder público para proteger efetivamente os valores biológicos, geomorfológicos ou cênicos que determinaram sua criação;
- III. Condicionem a visitação pública a restrições específicas, mesmo que seja para propósitos científicos, culturais, educativos ou recreativos.

A criação dos Parques se deu inicialmente através da Lei nº 4.771 que instituiu o Código Florestal em 15/09/65 modificada posteriormente pelas Leis nº 7.511 em 07/07/86 e nº 7.804 em 18/07/1989. Essa Lei é criada através de Decreto Federal promulgado pelo Presidente da República e estabelece que o Poder Público crie Parques Nacionais, Estaduais, Municipais e Reservas Biológicas com a finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da fauna, flora e das belezas naturais através da utilização com fins científicos, educacionais e recreativos. Onde, deixa claro no parágrafo único deste artigo que todas as formas de exploração de seus recursos naturais são proibidas (RONDON, 1995 e FARIAS & LIMA, 1991).

A criação de Parques e Reservas são estratégias políticas utilizadas para a proteção de áreas naturais com intuito de preservar os ecossistemas. Nessas áreas não é permitida a moradia de pessoas, mas as riquezas naturais e estéticas existentes podem ser apreciadas e visitadas pelo público (DIEGUES, 1994).

A Lei de criação dos Parques do Código Florestal – Lei nº 4.771/65, também protege as florestas reconhecidas de utilidade às terras que revestem e as declara como bens de interesse comum a todos os habitantes do país.

As florestas e as demais formas de cobertura vegetal, também chamadas de matas ciliares visam proteger a beira (as laterais) dos córregos, rios, nascentes e demais cursos d'água evitando os assoreamentos, desmoronamentos e outras formas de degradação das condições ambientais, dando principal atenção a proteção e conservação das águas das nascentes ou correntes nesses locais (SILVA, 2004).

De acordo com o artigo 2º do Código Florestal, as florestas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) quando se situarem:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1. de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2. de 50 (cinquenta) metros para cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - 3. de 100 (cem) metros para cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4. de 200 (duzentos) metros para cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura.
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou parte destas, com declividade superior a 45° equivalente a 100° na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- h) em altitudes superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

As APP's são áreas de proteção instituídas nos termos dos artigos 1º, 2º e 3º do Código Florestal coberta ou não por vegetação nativa com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da humanidade (SILVA, 2004).

Para MORAES (1997 e 1999), as Áreas de Preservação Ambiental (APA's) foram instituídas pela Política Ambiental Federal e se constituem em unidades geográficas declaradas de interesse para a proteção ambiental, com a finalidade de assegurar o bem estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais (art. 8º da Lei Federal nº 6.902/81).

O artigo 10º do Código Florestal trata da proibição da derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25º a 45º com exceção da extração de toras quando em regime de utilização racional vise o rendimento permanente (VENTURA & RAMBELLI, 1999).

As alterações de Lei nº 5.106 de 02/09/66 e Decreto-Lei nº 1.134 de 16/11/70 incluíram os seguintes conceitos sobre florestas no Código Florestal (URBAN, 1998): a

flexibilização da proibição das queimadas, a possibilidade de substituição de florestas nativas por reflorestamentos homogêneos, a possibilidade de sobreposição de APP's e de Reserva Legal, a não obrigatoriedade da averbação da Reserva Legal e a não inclusão dos mangues como APP. Assim, com o intuito de incluir os mangues e outras formações florestais foram criadas novas Resoluções aprovadas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) de nº 302 e 303 de 20/03/02, que instituíam a disposição de novos parâmetros, definições e limites de APP's de florestas, reservatórios e regime de uso do entorno (RESENDE, 2002).

O artigo 2º da Resolução de nº 303 de 20/03/02 esgota as definições sobre o que se entende por nível mais alto de um rio ou de qualquer curso d'água, nascente ou olho d'água, vereda, morro, montanha, base de morro ou montanha, linha de cumeada, restinga, manguezal, duna, tabuleiro ou chapada, escarpa e área urbana consolidada. E o 3º artigo desta mesma Resolução fixa em faixa marginal as metragens para os cursos d'água, assim como critérios de declividade e altitude em relação aos morros, montes e montanhas. Assegura a proteção dos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias ou de exemplares da fauna ameaçada de extinção que constem da lista do poder público federal, estadual ou municipal (SILVA, 2004).

O licenciamento ambiental é obrigatório nas atividades antrópicas no entorno de APA's mesmo sem o prejuízo de outras licenças legalmente exigidas. A apresentação do processo de Estudo de Impacto Ambiental com o Relatório de Impacto do Meio Ambiente (EIA-RIMA) de obediência á Resolução CONAMA nº 13 de 06/06/90 e a criação de programas educativos na prevenção de incêndios em áreas naturais, também são de máxima importância para a preservação e conservação dos recursos naturais (GALLO JR., 2001).

Para CÔRTE (1997) a APA é um instrumento usado no território nacional para fins de correção ou contenção da degradação ambiental, porém a criação destas não fornece garantias seguras de controle desse processo de degradação. Na verdade, o que se necessita é de um conjunto de ações de planejamento e gestão ambiental.

Esse autor alerta que a grande dificuldade de gestão ambiental nas APA's está relacionado com a forma pela qual são elaborados os decretos de criação, quando são pouco específicos englobam objetivos gerais e quando são muito restritivos impossibilitam a própria identidade desse tipo de UC.

A situação dos dispositivos legais que protegem os recursos naturais não tem se alterado muito nestes últimos anos. Além, da Lei de nº 9.985 de 18/07/00 que instituiu o SNUC foram criados os Decretos nº 3.384 de 05/06/2001 que trata da reavaliação das unidades existentes que não foram descritas na Lei de nº 9.985 e o Decreto de nº 4.340 de 22/08/02 que define diversos aspectos, como os procedimentos para a criação de novas UC's, os conselhos de gestão, planos de manejo, remanejamento de moradores tradicionais

e compensação de empreendimentos que impliquem em impacto ambiental dentre outros (RESENDE, 2002).

Atualmente, o Brasil com uma área territorial de 8.511.996,3 km² apresenta cerca de 8,13% de ocupação de áreas protegidas. Onde, mais de 5,5% representam áreas de conservação de uso direto e apenas 2,6 com áreas de uso indireto. Conforme dados do BRASIL (1998) a União gerencia um total de 184 UC's perfazendo cerca de 39.068.211 ha, o que correspondendo na verdade a 5% do território brasileiro.

Os Parques Nacionais correspondem a 360.325 ha, onde 45.000 ha pertencem ao Estado do Rio de Janeiro e 100.000 ha ao Estado de São Paulo (Figura 28). No Estado de São Paulo, o maior Parque existente com cerca de 85.219,41 ha é o **Parque Estadual da Serra do Mar**, e está sob a responsabilidade da Secretaria do Meio Ambiente (SMA).

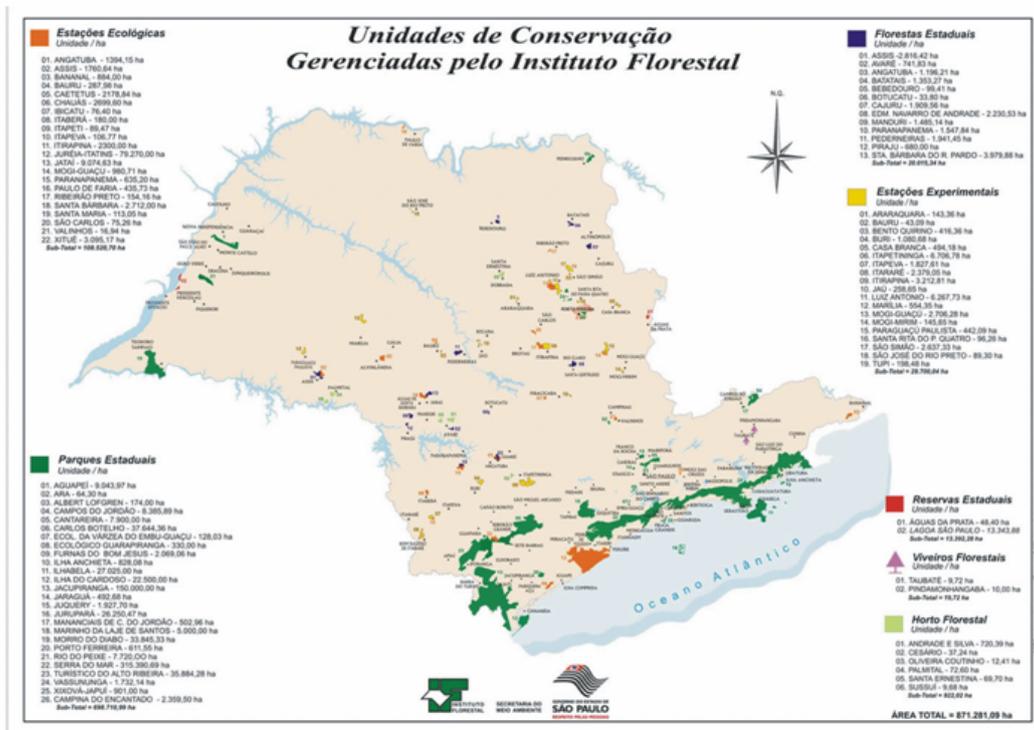


Figura 28 – Unidades de Conservação gerenciadas pelo Instituto Florestal.

FONTE: <http://www.iflorestsp.br> (2005).

2.8.1. Parque Estadual da Serra do Mar (PESM):

O Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) compreende toda a faixa litorânea do Estado de São Paulo abrangendo desde o Litoral Norte a partir da divisa com o Estado do Rio de Janeiro até o Litoral Sul com os municípios de Peruíbe e Pedro de Toledo (Figura 29).

Este Parque que representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica do Brasil abrange 28 municípios como: Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião, São Vicente, Bertioxa, Santos, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe, Cunha, São Luiz do

Paraitinga, Natividade da Serra, Paraibuna, Mogi das Cruzes, Suzano, Salesópolis, Biritiba Mirim, Santo André, São Bernardo do Campo, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, São Paulo, Embu-Guaçú, Pedro de Toledo, Juquitiba e Barueri (São Paulo, 1998).

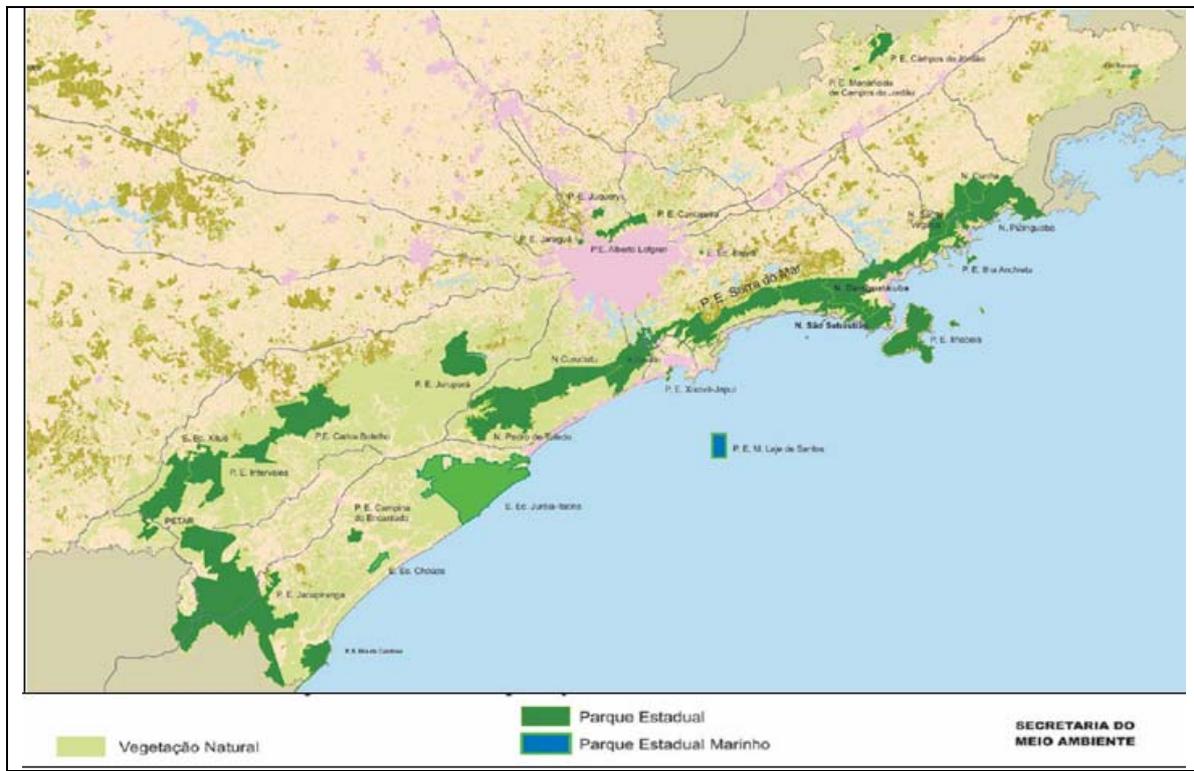


Figura 29 – Parque Estadual da Serra do Mar (PESM).

FONTE: Secretaria do Meio Ambiente – SMA (1998).

O PESM é coberto pelas cabeceiras das bacias dos Rios Paraíba do Sul, Tietê e Ribeira de Iguape em suas porções territoriais no Planalto Atlântico. E da área total do Parque apenas 30% das terras pertencem ao domínio do Estado, os restantes 70% estão sob ação discriminatória por iniciativa da Procuradoria Geral do Estado (PGE) e Instituto de Terras (ITESP).

O PESM é uma unidade de conservação com a maior área de florestas do domínio da Mata Atlântica associada a outros diversos ecossistemas, a qual contribui para a manutenção da diversidade biológica através dos bancos genéticos da flora e da fauna no Estado de São Paulo. Ela é considerada como um ambiente de grande reposição da biodiversidade brasileira, porém vem sendo ameaçada pelo reflexo da ocupação e exploração desordenada de seus recursos naturais (Meio Ambiente, 2004).

A Mata Atlântica é uma floresta localizada em grandes altitudes sobre as enormes montanhas litorâneas ao longo do Oceano Atlântico começando no Rio Grande do Sul e terminando no Nordeste. Esta mata é encontrada nas Serras do Mar e da Mantiqueira localizada nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, onde

em seu arredor se encontra segundo RIZZINI (1979) numerosas dependências mediterrâneas com formas de capões e matas de galeria.

Os ecossistemas associados à Mata Atlântica e ela própria chegam a cobrir cerca de 1.290.692,46 km² correspondendo a 15% do território brasileiro englobando num total de 17 Estados como: RS, SC, PR, SP, GO, MS, RJ, MG, ES, BA, AL, SE, PB, PE, RN, CE e PI (Figura 30). Porém, com o processo de ocupação desordenada em áreas de Proteção Ambiental no Brasil, a vegetação natural foi sendo reduzida drasticamente restando apenas algumas áreas de Mata Atlântica dispersos ao longo da costa brasileira e no interior das regiões sul e sudeste. E também, alguns fragmentos localizados no sul do Estado de Goiás, em Mato Grosso do Sul e no interior dos Estados do Nordeste (SOS Mata Atlântica, 2003).

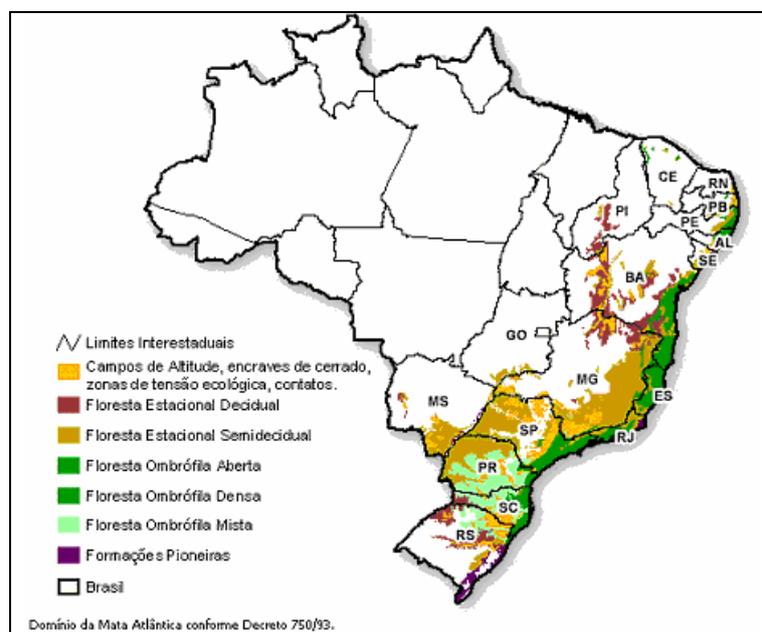


Figura 30 – Domínio da Mata Atlântica nos Estados do Brasil.

FONTE: SOS Mata Atlântica (2003).

Segundo dados da SOS Mata Atlântica (2003) através do estudo do Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados, a área ocupada por domínio da Mata Atlântica e seus ecossistemas era de 8.682.412 ha em 1990 e de 8.182.095 ha em 1995, correspondendo a uma redução de 500.317 ha dos remanescentes, o que mostra uma taxa de desmatamento em torno de 5,76% ao ano.

O Decreto de nº 750 de 10/02/93, além das Leis da Constituição Federal e Estadual menciona a disposição sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou nos estágios avançados, e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dão outras providencias. Pois, a Mata Atlântica mesmo em seus estágios de recuperação e regeneração deve ser arduamente preservada permanentemente devido ao seu grande caráter de natureza ecológica e paisagística.

Entretanto, no Decreto de nº 750 de 10/02/93 a Mata Atlântica é considerada como Patrimônio Nacional se evidenciando uma lei de sentido formal e material que pode possibilitar a utilização das florestas deste ecossistema. Desta forma, é necessário que o Congresso Nacional aprove leis para disciplinar o uso e a exploração racional e sustentável das florestas transformadas em Patrimônio Nacional, como é o caso da Mata Atlântica.

Neste sentido, a Câmara dos Deputados aprovou e encaminhou ao Senado Federal em 9/12/03 o Projeto de Lei nº 3.285, que dispõe sobre a utilização e proteção do bioma Mata Atlântica. Este projeto acolhe muitos princípios, conceitos e definições do Decreto de nº 750 de 10/02/93 e confere maior dimensão ao conceito do bioma Mata Atlântica (SILVA, 2004).

Entretanto, não basta existirem leis, decretos e resoluções elaboradas pelos governantes para a preservação das florestas, precisa-se de investimento financeiro e empenho do governo federal, estadual e municipal, e também conscientização da população no sentido de frear a degradação do bioma Mata Atlântica. Pois, levantamentos feitos pela organização SOS Mata Atlântica indicam que somente cerca de 8,8% da área original ainda remanesce revestidos com floresta preservada (ISA, 1995).

E Segundo a Revista de Pesquisa FAPESP (2004), a Mata Atlântica voltou a crescer através da regeneração da vegetação natural ao longo de dez anos, estes dados são do Instituto Florestal de São Paulo. Esse aumento representa cerca de 2,86% correspondendo a uma área de 808 km² encontrado no Vale do Paraíba e no litoral.

O bioma da Mata Atlântica tem sido exaustivamente pesquisado por diversas instituições através de projetos ligados à conservação e gestão de seus recursos naturais para a geração de ações como o caso da Aliança para a Conservação da Mata Atlântica. A qual visa concretizar os esforços da Organização da Fundação SOS Mata Atlântica e também da Conservation International do Brasil (CI-Brasil) no sentido de preservar e conservar a biodiversidade.

Essa Aliança foi inspirada na visão do “Desmatamento Zero” e “Perda da Biodiversidade Zero” que tem como finalidade principal reverter o quadro de desmatamento e da perda de biodiversidade do bioma da Mata Atlântica.

O PE da Serra do Mar foi criado pelo Decreto Estadual nº. 10.251 de 30 de agosto de 1977 e modificada por outro de nº. 13.313 de 06 de março de 1979. Esta alteração incluiu algumas áreas do Município de Ubatuba ao seu limite anterior, próximo a divisa com o Estado do Rio de Janeiro, onde se sobrepõem parcialmente ao Parque Nacional da Serra da Bocaina (SÃO PAULO, 1998).

No interior do Parque existem cinco (5) aldeias Guaranis: Aldeia Boa Vista do Sertão do Prómirim no Município de Ubatuba, Rio Silveira em São Sebastião, Rio Branco em Itanhaém e também as aldeias do Aguapeú e do Bananal.

Devido às extensas dimensões do PESH, o Instituto Florestal implementou bases ou núcleos com infra-estrutura em áreas estratégicas e prioritárias com intuito de planejar, fiscalizar, educar ambientalmente, visitar, fazer a regularização fundiária e também de pesquisa. Esses núcleos representam áreas com características em função do uso do solo e dos programas de manejo passíveis de desenvolvimento acarretando uma maior atuação das administrações e envolvendo o domínio das terras públicas ou mesmo fundiária (SÃO PAULO, 1998).

O PESH é administrado por cerca de oito (8) núcleos, os quais são: Núcleo Cunha-Indaiá, Picinguaba, Santa Virgínia/Natividade da Serra, Caraguatatuba, São Sebastião, Cubatão/São Bernardo, Curucutu e Pedro de Toledo (Pesquisa FAPESP, 2003).

O histórico da implementação dos núcleos citados anteriormente consolidou bases para o planejamento integrado de toda a área do PESH relacionando o zoneamento desta unidade de conservação através de ações integradas e complementares entre os próprios núcleos de desenvolvimento partindo de diversos tipos de manejos, criação de novos núcleos e também a otimização das atividades administrativas nos referidos núcleos.

Considerando o Município de São Sebastião como área de estudo desta pesquisa iremos nos concentrar apenas no Núcleo de São Sebastião. Antes da criação e implantação deste núcleo, o Município de São Sebastião pertencia ao Núcleo de Caraguatatuba para fins de fiscalização.

O Núcleo de Caraguatatuba abrangia uma área extremamente extensa envolvendo distâncias de mais de 100 Km desde a Sede Administrativa até áreas localizadas ao sul de São Sebastião. Onde se presenciava dificuldades de tráfego nas estradas decorrentes da intensificação do fluxo turístico nas épocas de finais de semana e feriados, além do grande aumento de ocupação de áreas limítrofes do PESH.

O principal tipo de ocupação desordenada no PESH foi ocasionado pela implantação de favelas por migração de mão-de-obra barata no desenvolvimento da construção civil no setor imobiliário. Este processo se intensificou ao longo dos anos necessitando de ações do Instituto Florestal nesta região com intuito de efetivar a proteção do patrimônio ambiental do PESH (SÃO PAULO, 1998).

Assim, já no ano de 1995, o próprio Núcleo de Caraguatatuba enviou um técnico para intensificar a fiscalização e o desenvolvimento de estratégias de mobilização social que envolvia a sociedade civil visando à implantação da participação da comunidade através da busca e do estabelecimento de parcerias para a preservação e conservação do PESH.

Na elaboração do Plano Operativo Anual (POA) pelo Núcleo de Caraguatatuba para o ano de 1997, foi decidido como meta principal a instalação de um Posto Avançado em Juquey em São Sebastião. Logo, em abril do mesmo ano foi criado o Núcleo de São Sebastião fortalecendo a ação institucional numa região de 27.615,24 ha do PESH.

De acordo com a ação de nº 196/94 da comarca de São Sebastião, cerca de 2.090,53 ha foram incorporados ao patrimônio do Estado. E o restante das terras do PESM são consideradas de domínio indefinido por falta da realização de ação discriminatória, ou seja, existem algumas ações de desapropriação em tramitação.

A principal diminuição dos remanescentes de Mata Atlântica em São Sebastião no PESM é o alto crescimento desordenado de ocupação de terras nas cidades atrelado a grande especulação imobiliária no litoral para a construção de casas de veraneio. O investimento imobiliário ligado à implantação de grandes complexos turísticos sem um planejamento, a pressão demográfica, além da ocupação desordenada em áreas de restinga e matas de encostas intensificam a degradação ambiental.

A Lei de nº 225/78 do Município de São Sebastião por meio de seu art. 1º diz que: “Todo e qualquer parcelamento de terras, inclusive o efetuado pelo particular ou por entidades públicas a qualquer título ou condomínio, as construções, as reformas, as ampliações de edifícios; a ocupação de edifícios ou terrenos; a publicidade; os desmatamentos; e o desmonte de morros, cortes e aterros são regulados pela presente Lei, observadas, no que couberem, as disposições de Leis Federais e Estaduais pertinentes”.

Já a Lei nº 848/92, Capítulo IV – *D.O.*, chama a atenção do controle da poluição ambiental de cargas, produtos, resíduos e substâncias perigosas em áreas que põem em risco a população e os recursos naturais.

3. O MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO - SP:

3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA:

O Município de São Sebastião está localizado no Litoral norte do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil, entre as coordenadas 23°38'52" e 23°50'30" de latitude Sul e 45°23'44" e 45°50'00" de longitude Oeste (Figura 31).

A região de estudo contém uma área territorial de 403 km² (IBGE, 2006) e cerca de 70% deste território é ocupado pelo Parque Estadual da Serra do Mar que possui uma área de 282 km² de Mata Atlântica (AFONSO, 1999).

O Município de São Sebastião é limitado ao Norte pelo Município de Caraguatatuba, ao Sul pelo Oceano Atlântico, a Oeste pelo Município de Bertioga, a Oeste-noroeste pelo Município de Salesópolis, a Leste-nordeste pelo Canal de São Sebastião.

Este município se encontra concentrado numa estreita faixa de terra entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, onde possuem mais de 30 praias como: Boracéia, Juréia, Engenho, Una, Juquei, Preta, Sahy, Baleia, Camburi, Boiçucanga, Brava, Maresias, Paúba, Santiago, Toque-Toque Pequeno, Calhetas, Toque-Toque Grande, Brava (Costão do Navio), Guaecá e Barequeçaba na Costa Sul. No Centro, o Canal de São Sebastião com Ilhabela e as praias Segredo, Pitangueiras, Zimbro, Cabelo Gordo, Grande, Preta, Araçá (mangue), Porto Grande, Pontal da Cruz, Arrastão, Portal da Olaria, São Francisco, Cigarras e Enseada na Costa Norte.

O Município de São Sebastião se encontra ligado a outras regiões do Estado através da rodovia Rio-Santos (BR-101), destaca-se também a rodovia Dom Paulo Rolim Loureiro (SP-98) que une Moji das Cruzes à Bertioga e a rodovia dos Tamoios (SP-99) ligando as cidades de São José dos Campos e Caraguatatuba.

A influência turística no Município de São Sebastião é muito forte devido as exuberantes praias da zona costeira, ao clima e também a proximidade a metrópole de São Paulo. Porém, todos estes fatores favorecem a contingência populacional, principalmente em finais de semana, feriado ou férias. Muitas casas são construídas como segunda residência representando de 50% a 30% de domicílios municipais (AFONSO, 1999).

Os serviços de rede de esgoto e saúde entre outros não conseguem acompanhar o aumento dos domicílios pela população flutuante gerando sérios problemas de escassez em outros serviços essenciais como o abastecimento de água.

A população caiçara também é afetada pelo movimento turístico da região deixando a agricultura e vinculando-se a outras atividades ligadas à construção civil, produção de artesanato ou empregando-se no serviço público municipal.

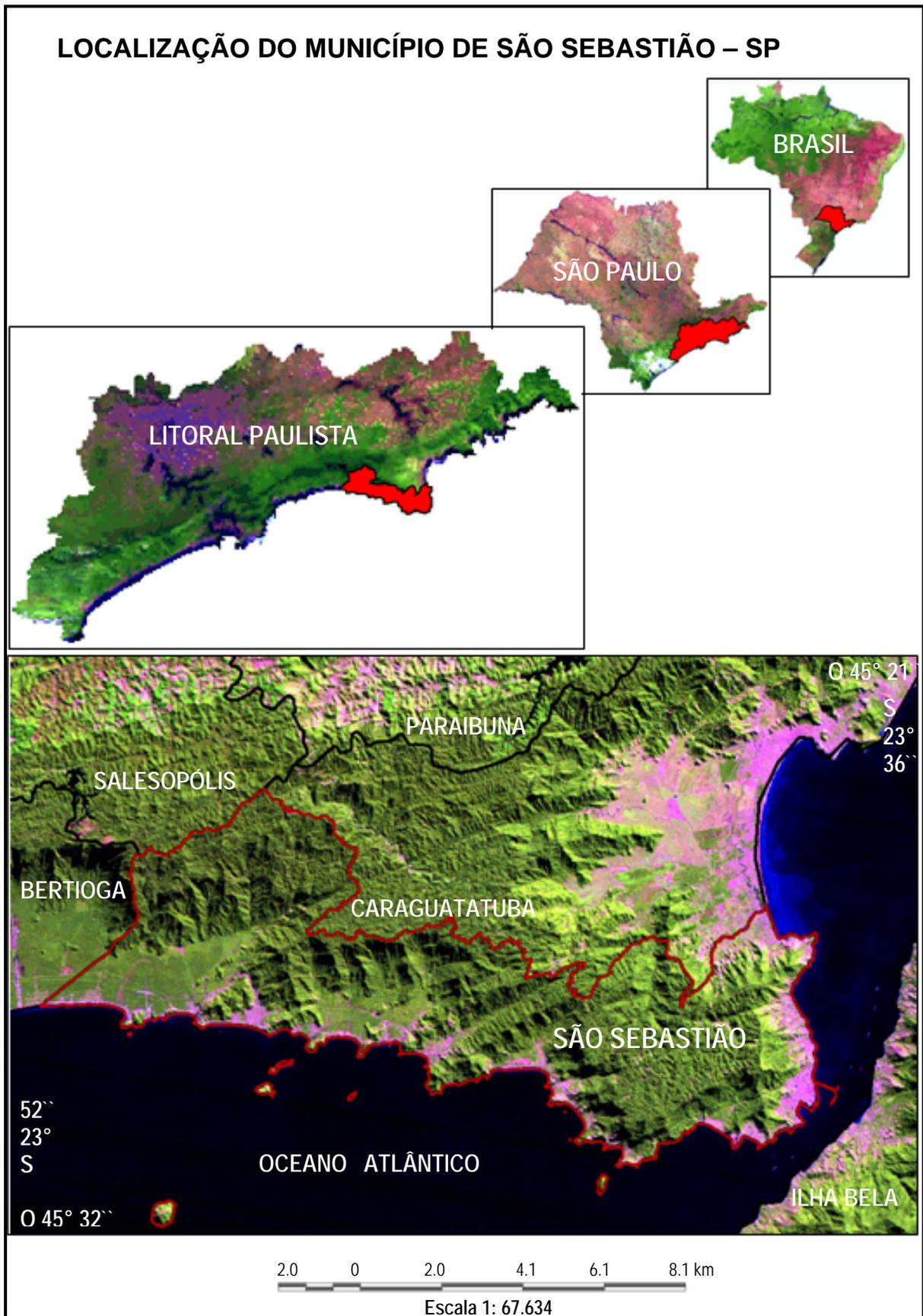


Figura 31 – Mapa de Localização do Município de São Sebastião - SP.

3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS:

3.2.1. Clima:

A Zona Costeira é dividida em dois climas zonais: ao sul controlado por Massas Tropicais e Polares, e ao norte por Massas Equatoriais e Tropicais (MONTEIRO, 1973). Em São Sebastião predomina as massas equatoriais e tropicais com clima úmido das encostas expostas à Massa Tropical Atlântica.

A presença da Serra do Mar próxima à costa marítima proporciona uma acentuada pluviosidade em torno de 1.700 mm. São Sebastião, entre o Município de Bertioga e a Praia de Maresias se apresenta de maior pluviosidade devido à orientação leste-oeste da Serra do Mar de frente às vertentes polares (Frente Polar Atlântica) (SANT'ANNA NETO, 1990).

Segundo dados coletados em um período de 21 anos (1973-1993), PEREIRA & NUNES (1997) dividiram o Município de São Sebastião em três regiões quanto ao total de chuvas:

- I. **Alta Pluviosidade** (2.219 mm) localizada a oeste-sudoeste compreendendo Boracéia e Maresias apresentando 5% de amplitude pluviométrica.
- II. **Média Pluviosidade** (1.702 mm) localizada ao norte da área urbana até o Município de Caraguatatuba e amplitude de 3%.
- III. **Baixa Pluviosidade** (1.463 mm) correspondente à área urbana de São Sebastião e entorno e 9% de amplitude.

No Município de São Sebastião os meses mais chuvosos são: janeiro, fevereiro, março e dezembro. Já os menos chuvosos são: junho, julho, agosto e setembro (NUNES & MODESTO, 1992).

Para SANT'ANNA NETO (1990) a região ao sul da Serra de Juqueriquerê é a que apresenta maior índice pluviométrico (anual e mensal) enquanto que ao norte o menor índice, devido à situação de "sombra de chuva" definida pela Serra de Juqueriquerê e a Ilha Bela. Ou seja, a área urbana de São Sebastião até Caraguatatuba está a barlavento dos fluxos atmosféricos do quadrante sul e conseqüentemente da ação unificadora dos ventos oceânicos.

Segundo SETZER (1966) os principais tipos de clima do município são:

Af – clima quente e úmido, sem estação seca. O mês mais seco tem mais de 60 mm de precipitação e a temperatura do mês mais frio é acima de 18°C. Este tipo climático restringe-se à baixada litorânea até o início da Serra do Mar, onde sofre mutação para o clima mesotérmico, devido a amenização da temperatura pela altitude.

Cfa – Clima subtropical de altitude, úmido, sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio varia de 3°C a 18°C. Apresentam no mês mais

seco precipitações superiores a 30 mm. Localiza-se entre a escarpa da Serra do Mar e a planície litorânea.

3.2.2. Geologia:

O Município de São Sebastião está representado por duas unidades geológicas. A primeira unidade é o Complexo Costeiro com idade arqueana, muito heterogênea, onde as rochas sofreram metamorfismo de fácies granulito e anfibolito, assim como migmatização e granitização em graus variados. A segunda unidade é a cobertura Cenozóica com depósitos mais recentes, como baixos terraços marinhos, mangues, aluviões, coluviões e cordões litorâneos arenosos (MAZZOCATO, 1998).

No Complexo Costeiro prevalecem as rochas do tipo migmatíticas com grande variedade de paleomas, como: xistosos, anfibolíticos, gnáissicos, etc. Existem rochas graníticas no Município de Caraguatatuba que se encontram na forma de pequenos bolsões no Município de São Sebastião, ou ainda fortemente migmatizados ao leste do Município de Bertioga (HASUI, 1981).

Segundo PIRES NETO et al. (1988), esse município está localizado em uma região de Baixadas Litorâneas que é caracterizada predominantemente pelas planícies costeiras. Estudos realizados pelo referido autor demonstraram que existe uma discriminação de distintos tipos de depósitos, como planícies de origem mista, depressões úmidas alagadiças, cordões arenosos, planícies aluviais, planície de maré e praias.

Conforme o Mapa de Geologia do Estado de São Paulo (Pró-Minério) elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1981), o Município de São Sebastião apresenta as seguintes unidades litológicas (Figura 32): Depósitos Litorâneos Atuais (Dla), Depósitos de Encostas (Den), Sedimentos Continentais (Sdc), Sedimentos Marinhos (Sma), Sedimentos Flúvio-Lagunares (Sfl), Rochas Granitóides (Rgr) e Migmatitos (Mig) e Granulitos (Grn).

Os Depósitos Litorâneos Atuais são sedimentos ligados à deriva litorânea situada entre os níveis de preamar e baixa-mar. Os sedimentos arenosos e cascalhos são relativamente comuns em zonas litorâneas abertas, enquanto que em zonas mais protegidas se encontram os depósitos arenosos finos e síltico-argilosos. Já os depósitos litorâneos pleistocênicos correspondem a níveis marinhos mais baixos do que o atual encontrado principalmente em plataformas continentais (TOMINAGA, 2000).

Segundo MAZZOCATO (1998) essa unidade litológica também é chamada de Depósitos atuais de praia compreendida por sedimentos do tipo areia com granulometria variável conforme o tipo de praia, onde as praias de bolso se apresentam com areias de granulometria média a grossa e as praias mais amplas e abertas possuem areias mais finas com melhor seleção (Instituto Geológico - IG, 1996).

Os Depósitos de Encostas são distribuídos à meia encosta, nos sopés das escarpas e em áreas com declives suficientes para transportar o material por ação da gravidade. Apresenta granulometria variada constituída principalmente pelos materiais das rochas circundantes (MAZZOCATO, 1998).

Os Sedimentos Continentais são também conhecidos como aluviões, pois estão associados às planícies de inundação, várzeas e terraços dos rios atuais. Os sedimentos apresentam grande variação na granulometria, composição, distribuição e também arranjo, e estão condicionados por fatores como declividade do terreno e composição do substrato da área drenada. Estes sedimentos são constituídos por silte, argilas de alta plasticidade e cascalho (IPT, 1981).

Os Sedimentos Marinhos são formados por areias com grau de seleção de média a fina formada principalmente por quartzo. Esses sedimentos são apresentados por terraços atrás de praias atuais e podem ser cobertos por cordões litorâneos em cristas e praias parcialmente preservadas (MAZZOCATO, 1998).

Já os Sedimentos Flúvio-Lagunares são constituídos principalmente por cascalhos, areias e siltes inconsolidados, e argilas arenosas compreendendo os depósitos aluviais quaternários. Estão presentes em planícies de inundação ou várzeas, terraços fluviais e leitos de rios de margem dupla de grande extensão.

Os Granitóides são rochas com textura gnáissica características com alternância de bandas de minerais claros com escuros, existindo nos setores claros agregados de cristas porfiroblastos de formas arredondadas. Essas rochas compreendem os migmatitos granitóides porfiroblásticos e migmatitos homogêneos. Onde, os granitóides porfiroblásticos são constituídos por porfiroblastos tabulares de feldspato ou feldspato ocelares e os migmatitos granitóides homogêneos por uma estrutura nebulítica formado por feldspato claro, quartzo e alguma biotita. As Rochas Granitóides tem tamanhos de cristais variáveis, onde os megacristais de feldspatos com diâmetro superior a 4 cm são localizados rodeados por uma matriz de cristais menores (MAZZOCATO, 1998)

Os Migmatitos são rochas extensamente migmatizadas de estruturas predominantemente estromáticas ou flebíticas. Essas rochas são em sua maioria migmatitos heterogêneos cujo paleossoma é uma biotita gnaisse, o anfíbolito gnaisse bandado e o neossoma é quartzo-feldspático. Os corpos de gnaisse granítico podem ocorrer entre as camadas de biotita gnaisse e também do migmatito, enquanto que o neossoma pode estar representado por leptinitos.

Os Granulitos são constituídos de quartzo, plagioclásio, piroxênio ou diopsídio, anfibólio ou tremolita e alguma granada. São encontrados intercalados com anfíbolitos e muitas vezes associados com leptinitos.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

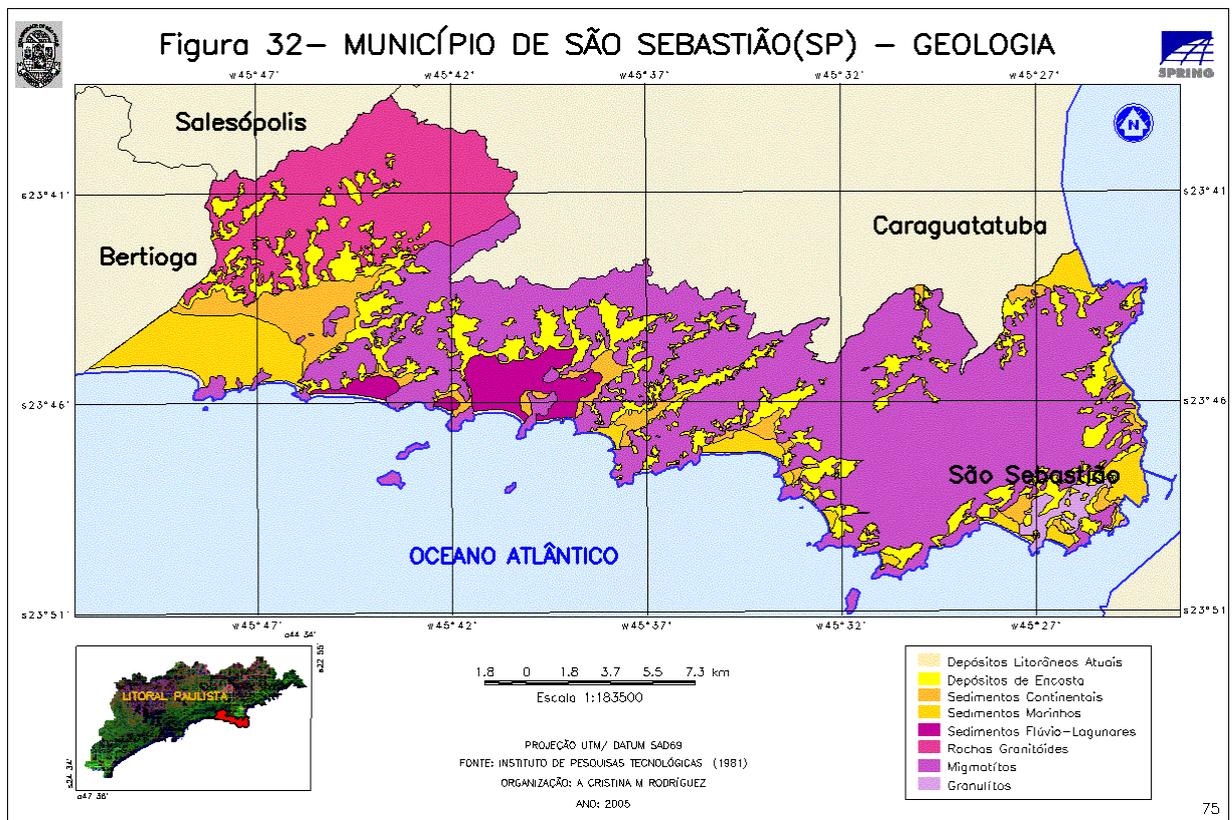


Figura 32 –Município de São Sebastião (SP) - Geologia.

3.2.3. Geomorfologia:

Conforme o levantamento bibliográfico feito pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT), a subdivisão do relevo desta região se baseia nos conceitos de províncias, zonas e subzonas geomórficas. E segundo ALMEIDA (1964), as províncias geomorfológicas são divididas em: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental.

Na área de estudo a geomorfologia é caracterizada por duas unidades, uma Província Costeira, incluindo a zona de serra (parte pertence à subzona Serra do Mar) e outra a Zona de Baixadas Litorâneas. Além, destas existem também uma pequena porção do Município de São Sebastião localizada no Planalto Atlântico que pode ser chamada de Planalto Paulistano, onde se limita ao sul pela Serra de Juqueriquerê e pela Serra do Mar através das cristas com uma inclinação de rumo NE e SW.

A Província Costeira funciona como um rebordo do Planalto Atlântico, e está delimitada por escarpas abruptas com forma quase linear da Serra do Mar (condicionadas por linhas de falhas). Apresentando cotas altimétricas que variam de 1200 m (pico do Papagaio - 1183 m) até cota zero metros na beira da praia (MAZZOCATO, 1998).

A Serra do Mar inclusa na província costeira apresenta um frontão serrano, o que limita as planícies constituído uma extensa escarpa erosiva com perfis mais ou menos retilíneos de grandes declives e altitudes topográficas que podem chegar a 1000 metros. As escarpas encontram-se cortadas por cursos d'água, o que as divide em espigões avançando em direção as baixadas (CRUZ, 1974).

Segundo AB'SABER (1954) a Serra do Mar é destacada como um alinhamento de escarpas e maciços costeiros que margeiam o planalto paralelamente ao litoral na direção de nordeste a sudoeste. Já as planícies costeiras são descontínuas formadas por colmatagem flúvio-marinha recente que se desenvolvem nas reentrâncias dos sopés das escarpas de falhas de recuo. E no Litoral Norte os esporões da Serra do Mar, os pequenos maciços e morros litorâneos isolados podem atingir diretamente as águas oceânicas dominando costas altas e jovens. Enquanto, que no Litoral Sul as planícies costeiras são mais largas e de maior extensão formando também as extensas praias-barreiras.

A Serra Juqueriquerê é chamada como uma denominação local da Serra do Mar compreendida entre Salesópolis e São Sebastião. E segundo a divisão geomorfológica de ALMEIDA (1964) a Serra Juqueriquerê foi inserida no Planalto Atlântico como uma zona independente devido apresentar níveis altimétricos mais baixos em relação às zonas adjacentes (PONÇANO et al., 1981)

Devido à variabilidade das extensões das planícies litorâneas em todo o Estado de São Paulo, é necessário fazer uma separação entre áreas norte e sul. Na área Norte

encontra-se o Município de São Sebastião apresentando morros litorâneos que chegam a atingir diretamente as águas oceânicas, dominando costas altas intercaladas por pequenas planícies e enseadas que formam "praia de bolso" (PIRES NETO et al., 1988).

Segundo a classificação taxonômica do relevo de ROSS (1991), os padrões de formas morfológicas do Município de São Sebastião se dividem em dois tipos: *Acumulação*, representado por planícies de distintas gêneses e *Denudação*, representado por morros, colinas, serras e formas aplainadas entre outras.

Conforme o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo elaborado pelo Instituto Geológico – IG (1998), a área de estudo é dividida pelas seguintes unidades (Figura 33): Planaltos (Pln), Escarpas da Serra do Mar (Esm), Morros e Morrotes Litorâneos (MMI), Tálus, Colúvios e Cones de Dejeção (TCCd), Planície Flúvio-Marinha (Pfm), Planície Marinha (Pm) e Praia (Pr).

Os Planaltos são superfícies mais ou menos planas e elevadas em relação às áreas próximas e delimitadas por escarpas com altitudes entre 900 a 1100 metros com suscetibilidade a processos de queda de blocos, rastejos e escorregamentos.

As Escarpas da Serra do Mar apresentam altitudes de 100 a 900 metros em altas declividades com a presença de blocos e paredões rochosos nos setores íngremes. Na Serra do Mar existe uma grande variação de espessura dos solos, ou seja, quanto maior for a inclinação, menor ou nula será a espessura do solo. Porém, nas bases da Serra que são constituídas por depósitos de Talús, Colúvio e Cones de Dejeção, onde a inclinação é menor a espessura do solo é maior (MAZZOCATO, 1998).

Os Talús, Colúvios e Cones de Dejeção são blocos de rochas e matações de rochas com dimensões até métricas envoltas por uma matriz areno-silto-argilosa (Instituto Geológico – IG, 1996).

Os Morros e Morrotes Litorâneos se apresentam com altitudes entre 20 a 160 metros e muito degradados pela intensificação dos processos morfodinâmicos, essas áreas correspondem ao setor das encostas da Serra do Mar mais rebaixado, ou seja, a planície (MAZZOCATO, 1998).

As planícies são superfícies mais ou menos planas de natureza sedimentar com predomínio de processos de deposição sedimentar. As planícies podem ser costeiras junto ao litoral ou continentais no interior dos continentes.

A Planície Flúvio-Marinha faz parte da baixada litorânea com uma altitude entre 4 a 12 metros e é sujeita a inundações periódicas em função do regime pluviométrico. Já a Planície Marinha também faz parte das baixadas litorâneas com altitudes entre 1 a 8 metros e sofre influência da dinâmica marinha, regime de marés e também erosão costeira. Todas as duas planícies são ameaçadas por agentes exógenos (Instituto Geológico - IG, 1996).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

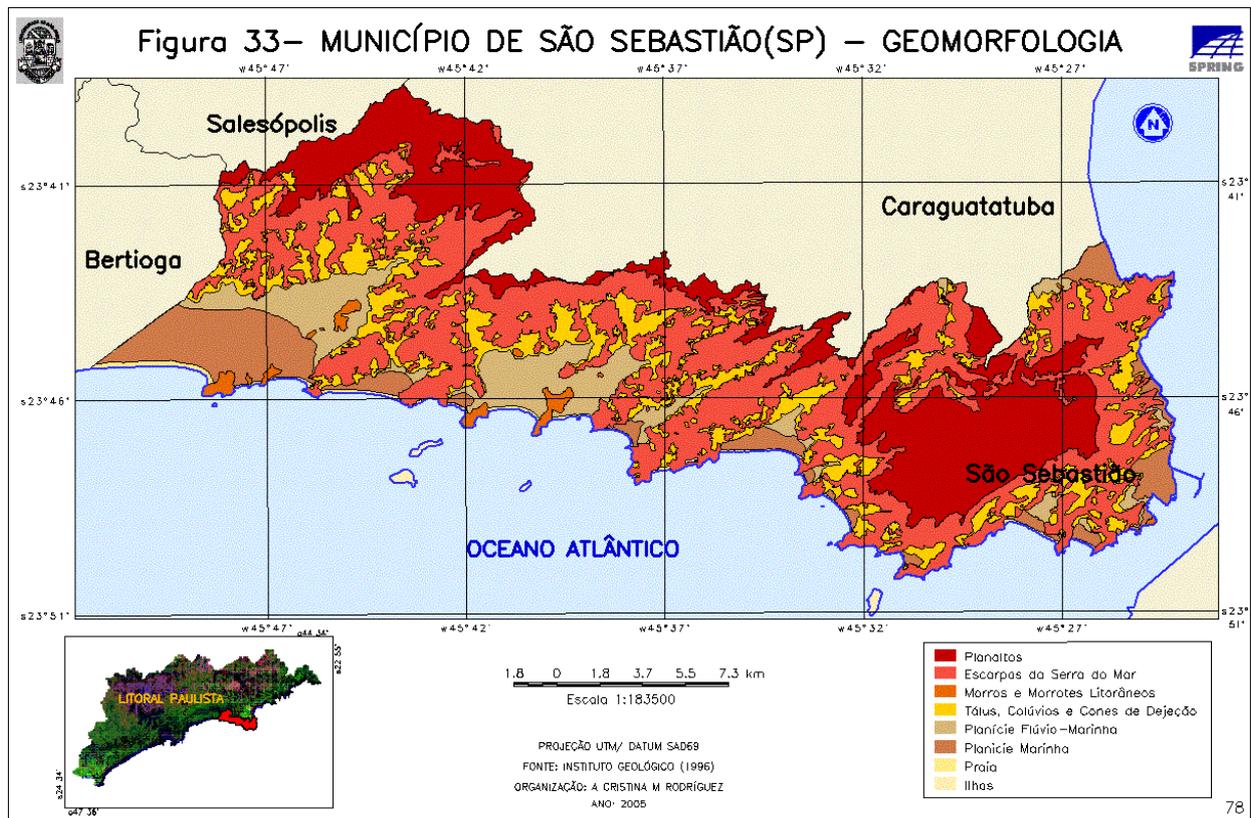


Figura 33 –Município de São Sebastião (SP) - Geomorfologia.

3.2.4. Geotécnica:

A Carta Geotécnica do Estado de São Paulo elaborada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (1994), teve como objetivo interpretar a incidência dos processos naturais de modificações dos terrenos causados pela ação antrópica visando à identificação de áreas sob risco de erosão, escorregamentos, afundamentos, inundações, abalos sísmicos e poluição das águas subterrâneas.

Utilizou-se essa Carta Geotécnica como base de previsão de problemas relacionados à degradação ambiental e também a riscos para Assentamentos Urbanos em São Sebastião (Figura 34). Assim, as principais unidades geotécnicas encontradas neste município são:

- *Alta Suscetibilidade a inundação, reclaques, assoreamento, solapamento das margens dos rios:* são terrenos planos constituídos por sedimentos de textura variada próximos aos cursos d'água e pertencentes a planícies aluviais interiores.
- *Alta Suscetibilidade a reclaques por adensamento de solos moles e inundações pluviais:* são terrenos da baixada litorânea constituídos pelos sedimentos de origem flúvio-lagunar com relevos quase planos e situados a cotas pouco acima do nível máximo das marés. Ocorrem na planície costeira, abrangendo todo o Litoral Paulista.
- *Baixa Suscetibilidade a reclaques e inundações:* são terrenos baixada litorânea constituídos por sedimentos marinhos de textura predominantemente arenosa situados a cotas pouco superiores aos da unidade anterior.

ALTA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO NOS SOLOS SUBSUPERFICIAIS INDUZIDA POR MOVIMENTOS DE TERRA: a erosão por sulcos e ravinas é o mais comum nesta unidade com domínio de rochas cristalinas do embasamento. E a retirada do solo superficial propicia a exposição do seu solo de alteração conhecido por solo Saprolítico ou Horizonte C. Essa unidade geotécnica é subdividida em três outras unidades descritas a seguir:

- *Muita Alta Suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos:* são áreas com relevo de serras e montanhas, de altas amplitudes e declividades de encostas suportadas por rochas do embasamento cristalino, principalmente por granitóides.
- *Alta Suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos:* terrenos com relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e também montanhas constituídas por rochas do embasamento cristalino predominantemente do Planalto Atlântico.
- *Média Suscetibilidade a escorregamentos exclusivamente induzidos:* terrenos em relevo de morros e morrotes com substrato constituído por rochas do embasamento cristalino nos domínios do Planalto Atlântico.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

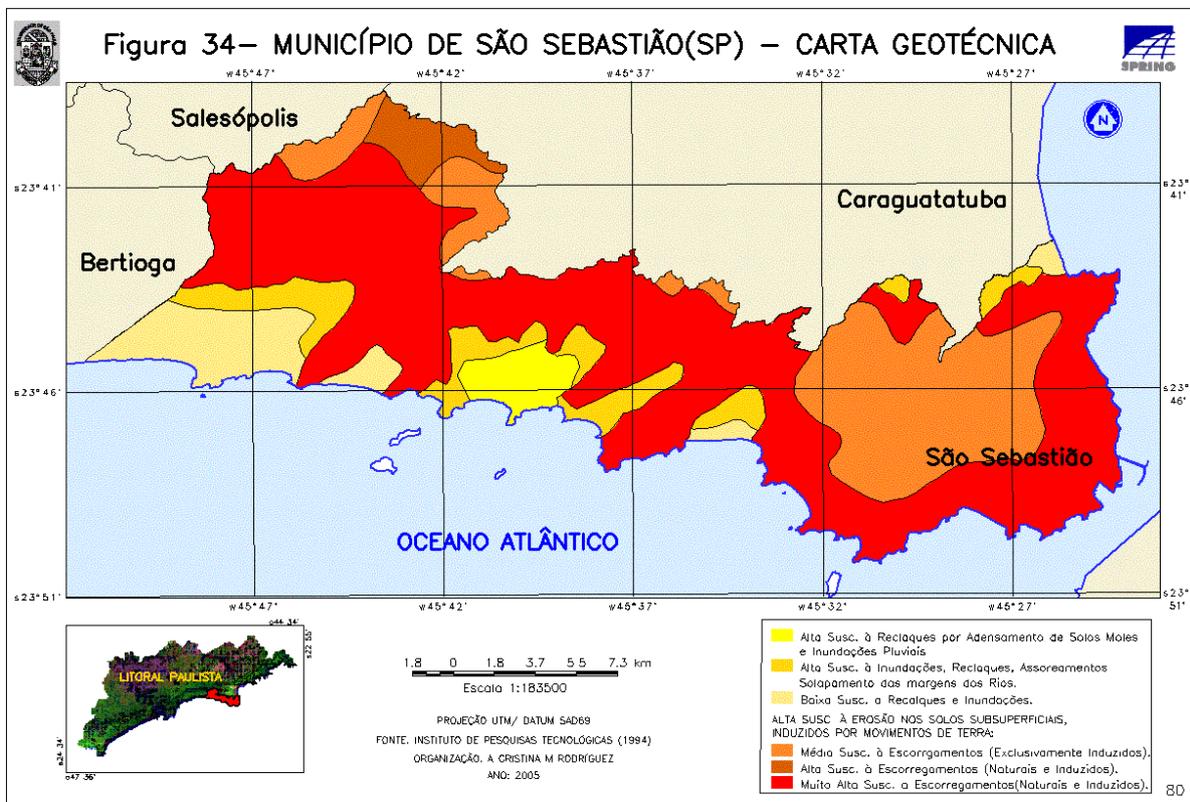


Figura 34 –Município de São Sebastião (SP) - Carta Geotécnica.

3.2.5. Pedologia:

Conforme o Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Projeto MAVALE) e também do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1996), o Município de São Sebastião é caracterizado pelos seguintes tipos de solo: Latossolo Vermelho Amarelo (Lva), Cambissolo (C), Espodossolo (E), Neossolo Quartzarênico (Nq), Neossolo Regolítico (Nr) e Areia de Praia (Apr) (Figura 35).

Os Latossolos são minerais de coloração vermelha, alaranjada ou amarela com características morfológicas de profundidade (± 2 metros), porosidade e pequena distinção entre horizontes. Este tipo de solo se apresenta com altos teores de ferro e alumínio com grande quantidade de poros, o que lhe proporciona altas permeabilidades, mesmo quando os teores de argila são altos. Os Latossolos são encontrados em ambientes com intensa umidade e calor como as regiões de clima tropical úmido ocorrendo em todo território brasileiro, principalmente em superfícies antigas e estáveis da paisagem (MOREIRA, 2001).

O Latossolo Vermelho Amarelo (Lva) são profundos ou muito profundos com diferenciação entre os horizontes A e B devido principalmente a sua coloração menos avermelhada (horizonte B). Estes solos têm teores de óxido de ferro menor ou igual a 11% e geralmente maior do que 7% com textura argilosa ou muito argilosa. São normalmente porosos mesmo com altos teores de argila, a textura pode variar de 15% a 80% e são solos bastante envelhecidos, estáveis e intemperizados (GUIMARÃES, 1999).

Para KURKDJIAN et al. (1992) no Município de São Sebastião, o Latossolo Vermelho Amarelo Álico é caracterizado por textura argilosa revestido por Mata Atlântica e compreendido por solos minerais de horizonte A apresentando dois tipos de relevo: montanhoso e forte ondulado.

Os Cambissolos são solos constituídos por material mineral que têm horizonte A ou hístico com espessura maior que 40 cm de horizonte B incipiente encontrado em terrenos com relevo bastante acidentado variando de forte ondulado a escarpado ou ainda em terrenos planos de planícies aluviais. Estes solos têm elevada erodibilidade com presença de afloramentos rochosos, são pobres em nutrientes e ácidos com elevados teores de alumínio trocável (OLIVEIRA, 1999).

Este tipo de solo é caracterizado por textura média e argilosa presente em relevo do tipo montanhoso e escarpado, onde o horizonte A é moderado e proeminente. No Cambissolo se encontra associado ao horizonte A os solos Podzólico Hidromórfico, de textura arenosa e Areias Quartzosas Marinhas Distróficas de relevo plano.

Os Espodossolos são correspondentes aos anteriormente chamados de Podzóis e apresentam-se no horizonte B espódico, imediatamente abaixo do horizonte E ou A, dentro

de 200 cm da superfície do solo, ou a 400 cm de profundidade, se a soma dos horizontes A e E ou horizontes hístico e E ultrapassar a 200 cm de profundidade (OLIVEIRA, 1999).

São solos arenosos com textura grosseira de baixa capacidade de retenção de água que pode ser minimizada pela localização em regiões litorâneas que são úmidas durante todo o ano. Os Espodossolos são encontrados principalmente em Planícies Litorâneas.

Os Neossolos se apresentam com pouca expressão de desenvolvimento na formação, por este motivo eram chamados de solos jovens. Estes solos são caracterizados pela redução de atuação dos processos pedogenéticos e também pela insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos.

Segundo OLIVEIRA (1999), os Neossolos são constituídos por material mineral e orgânico com menos de 40 cm de espessura. No Município de São Sebastião são encontrados dois tipos de Neossolos: os Quartzarênicos e os Regolitos.

Os Quartzarênicos são muito profundos e dominados por minerais da fração areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, que é um mineral extremamente resistente ao intemperismo e desprovido de minerais primários alteráveis. Estes solos têm poucos nutrientes que estão concentrados na matéria orgânica presente há cerca de 10 a 15 cm e sua cor é avermelhada originária da presença de hematita (óxido de ferro).

Os Quartzarênicos são muito homogêneos e o horizonte A é seguido imediatamente pelo horizonte C, não existindo nenhum vestígio de horizonte B devido ao alto teor de areia. Neste tipo de solo existe um aumento de aproximadamente de 50% na capacidade de armazenamento de água e diminuição da condutibilidade hidráulica dos solos saturados com a diminuição do diâmetro médio ponderado das partículas de areia.

Os Regolitos são solos de textura arenosa com mais ou menos 15% de argila e possuem minerais primários de fácil intemperização, pois apresentam mica e feldspato. São solos de pouca ou muita profundidade, uniformes e soltos que são presentes no início de sua formação. O relevo desse tipo de solo é normalmente constituído por colinas com declives suaves e vegetação variada desde campos com arbustos a florestas.

A areia de praia é constituída por areia de granulação fina a grossa com grânulos, seixos subangulosos e pouco arredondados, esparsos, e cascalho com propensão à erosão pelo vento e pela água. Apresenta-se com declividade menor que 2% e altitude em torno de 1 a 8 metros, são sujeitas à dinâmica marinha e também a processos de erosão fluvial (RODRÍGUEZ, 1999 & TOMINAGA, 2000).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

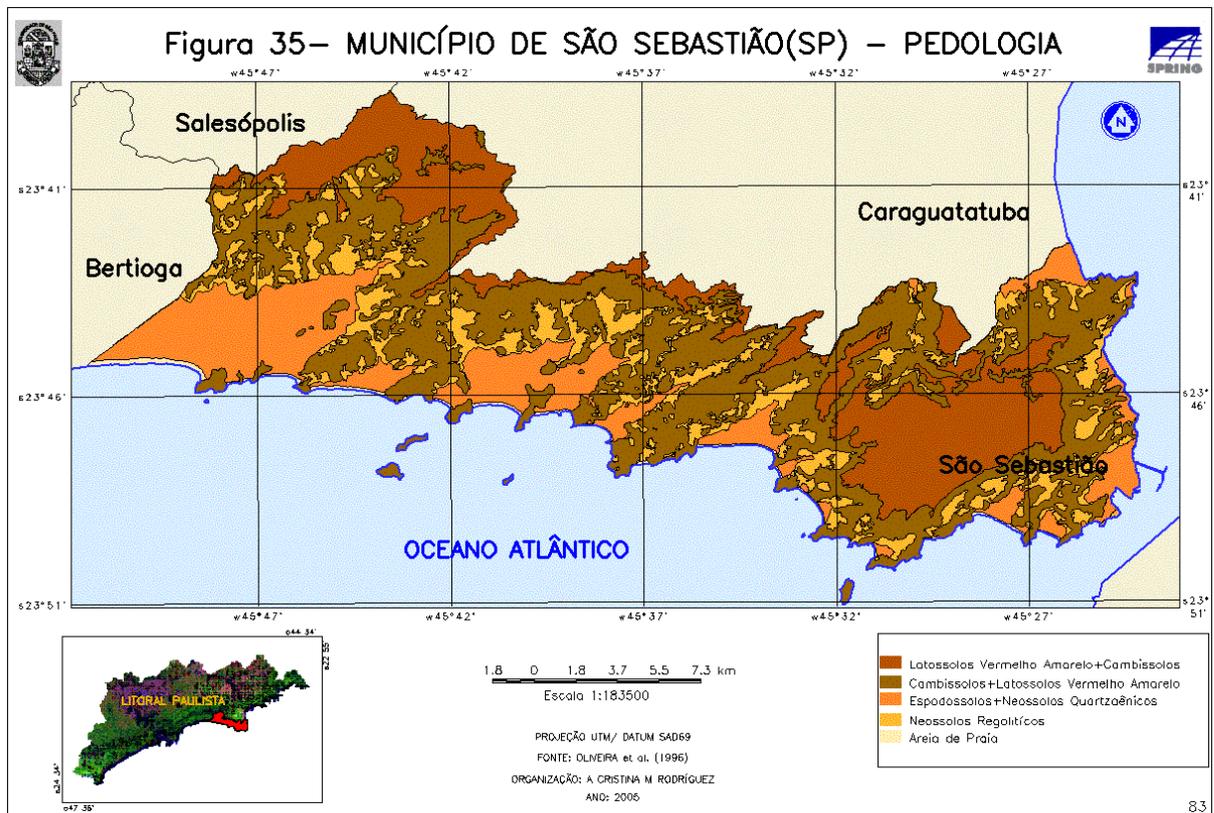


Figura 35 –Município de São Sebastião (SP) - Pedologia.

3.2.6. Uso e Cobertura do Solo:

O Município de São Sebastião encontra-se sob o regime da Mata Atlântica. E apesar de situar-se neste tipo de domínio florestal, o município não tem se livrado da severa ação antrópica através da constante vigilância no sentido de preservar a Mata Atlântica.

A Mata Atlântica é um ecossistema de extrema importância para a manutenção da qualidade de vida da fauna e flora, pois é um estabilizador climático, hidrográfico e protetor do solo evitando o assoreamento de rios, assim como controlador de inundações.

Esse tipo de domínio florestal é encontrado principalmente sob a Serra do Mar, onde sua existência só é possível através da interação da umidade relativa do ar constante e alta causada pelas chuvas freqüentes com temperaturas mais amenas localizadas nas planícies litorâneas. O domínio florestal é considerado como um agente estabilizador do solo devido a contenção de processos erosivos nas encostas e também por abrigar em seu habitat inúmeras espécies animais e vegetais (CETESB, 1985).

Segundo MAZZOCATO (1998), a Mata Atlântica é uma formação florestal dividida em três tipos de mata: *Mata de Planície Litorânea*, apresentando vegetação de restinga, floresta mediana de variedade vegetacionais em função da ação da água do mar e constantes ventos; *Mata de Encostas*, representada por árvores altas com copas de dossel descontínuo e *Mata de Altitude*, apresentada nas escarpas mais altas, sendo esta de porte mais baixo, rica em líquens e epífitas.

A Mata Atlântica corresponde literalmente à Floresta Ombrófila Densa Atlântica com um dossel fechado de 20 a 30 metros de altura, onde nos vales e planícies este tipo de vegetação pode alcançar maiores alturas. Enquanto que a Restinga é encontrada sobre os depósitos marinhos e está atrelada ao nível do lençol freático através do tipo do solo, proximidade do mar e também pelos efeitos de brisas marinhas (PEREIRA, 2000).

A Restinga se localiza em áreas de transição entre o ambiente marinho e continental formando ecossistemas complexos, onde as características fisiográficas do terreno e os fatores atuantes são responsáveis pelo desenvolvimento de uma grande diversidade de tipos de florestas desde as arbustivas até as herbáceas (MAZZOCATO, 1998).

Conforme o Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Projeto MAVALE) e também do Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Município de São Sebastião (RODRÍGUEZ, 2000), o Município de São Sebastião apresenta os seguintes tipos de uso e cobertura do solo (Figura 36): Floresta I (Flr), Floresta II ou Restinga (Rest), Áreas Degradadas (Adeg), Pastagem e/ou Campo Antrópico (Pcan), Capoeira (Cap), Solo Exposto (Sexp), Afloramento Rochoso (AfRch), Culturas Anuais I, Mistras II e Fruticultura III (CulAn, Ms, Fr), Praia (Pra), Áreas Desmatadas (Adesm), Área Urbana (Aurb), Sombra de Floresta (SbrFl) e Água (Agu).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

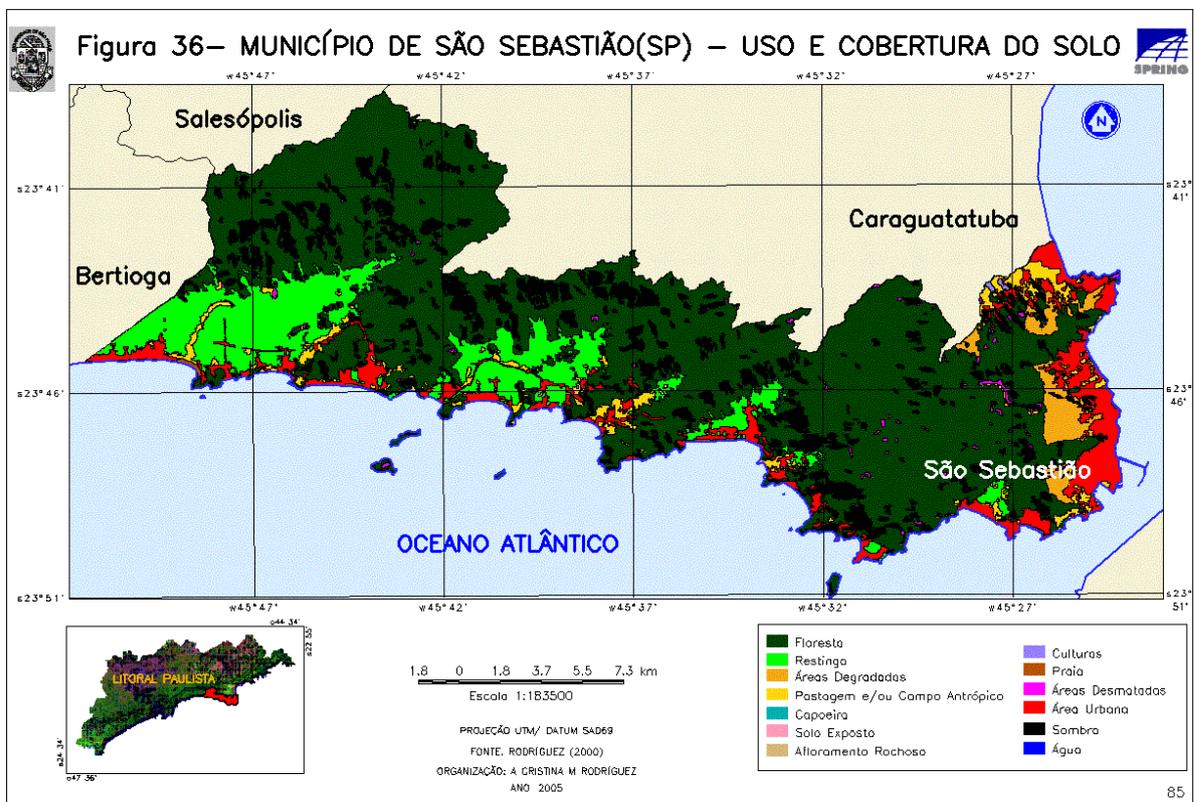


Figura 36 –Município de São Sebastião (SP) - Uso e Cobertura do Solo.

3.2.7. Hidrografia:

A drenagem do Município de São Sebastião é feita por vários Rios, Ribeirões e Córregos. Podemos destacar os seguintes: o Rio São Tomé que nasce na Serra do Dom, o Rio Ribeirão Grande com nascente próximo ao Morro de Outeiro e desembocadura em direção ao mar pela Praia de Guaecá.

O Rio Perequê-Mirim que é divisa entre os municípios de São Sebastião e Caraguatatuba, o Rio Claro que nasce na Serra do Juqueriquerê e segue até o Município de Caraguatatuba, o Córrego São Francisco localizado próximo a São Francisco da Praia e Córrego da Barra com nascente na Serra do Juqueriquerê.

O Rio Maresias que nasce na Serra de Juqueriquerê e encontra-se com o Córrego do Centro ou São Rafael fazendo sua desembocadura para o mar através da Praia de Maresias, o Rio Grande nasce na Serra do Juqueriquerê e desemboca no mar pela Praia de Boioçucanga próximo a Pontinha.

O Rio Camburi nasce na Serra do Mar e desemboca ao mar pela Praia de Camburi próximo a Praia de Piau. Neste Rio existe o Ribeirão Bacarrira que segue em direção a Serra do Mar e o Córrego do Meio em direção a Serra do Juqueriquerê.

A desembocadura do Rio Barra do Saí ao mar é pela Praia do Saí exatamente no Canto do Saí e sua nascente é na Serra do Mar. Já o Rio Juquei desemboca ao mar pela Praia Juquei próximo a Ponta do Barbichão.

O Rio Una nasce na Serra do Mar e desemboca ao mar pela Praia do Una exatamente na Ponta do Una. Este Rio tem varias extensões como: o Rio Cubatão que dá extensão ao Ribeirão da Cristina e ao Ribeirão do Pouso Alto com nascente no Morro do Pouso Alto no Município de Salesópolis, Ribeirão dos Pilões que vai até o Pico do Papagaio (ponto com 1183 metros), Ribeirão da Água Branca que nasce do Morro do Francês, Ribeirão do Silveira que nasce no Morro do Silveira e no Morro da Furna Grande, Ribeirão Vermelho com nascente no Morro do Cedro que é divisa entre os municípios de São Sebastião e Bertioga (Figura 37).

O Rio Juréia desemboca na Praia da Juréia e o Rio Prateus na Praia da Boracéia.

O Município de São Sebastião é abastecido de água através dos mananciais superficiais ocorrendo pouca utilização do manancial subterrâneo para o setor urbano e rural.

A liberação de poluentes nos Rios deste município é feita por resíduos domésticos e por acidentes nas indústrias petroleiras. Segundo análises feitas pelo Inventário Ambiental do Estado de São Paulo da Secretaria do Meio Ambiente (1992) citado por PEREIRA (2000), a qualidade das praias localizadas próximas ao centro urbano e a indústria da PETROBRÁS é considerada com condições impróprias para banho no período estudo de 1978 até 1991.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

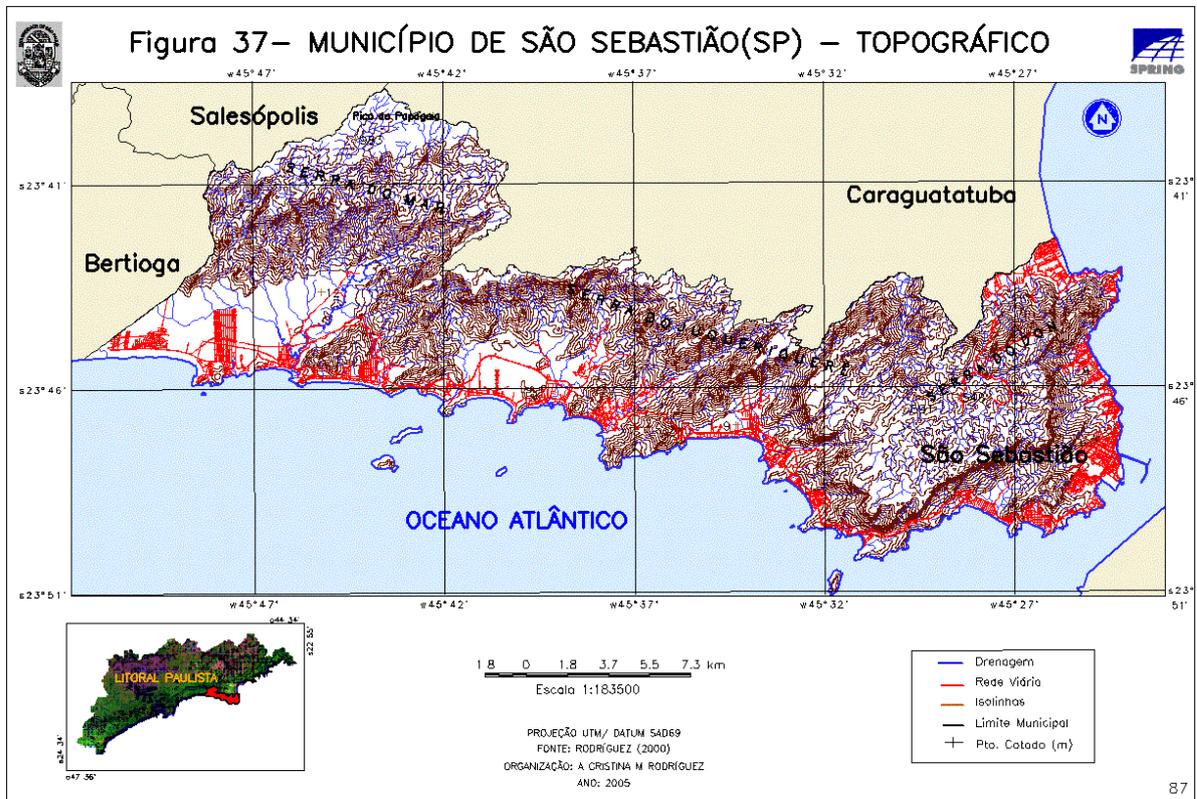


Figura 37 –Município de São Sebastião (SP) - Topográfico.

3.3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO:

No século XVI quando os portugueses colonizaram a região de São Sebastião havia duas tribos indígenas, a Tupinambás ao norte e Tupiniquins ao sul. Depois, da capitania hereditária se implantar na região, essa foi subdividida em sesmarias através de glebas imensas entregues a Diogo Rodrigues e a José Adorno na costa sul em 1586, e a Diogo de Unhate e a João de Abreu próximo ao Canal de São Sebastião em 1603 e 1609.

Através da ocupação dos sesmeiros surgiu o desenvolvimento da agricultura de subsistência com o cultivo de roças de cana, milho, feijão, mandioca, algodão e também dos primeiros engenhos de açúcar (SÃO PAULO, 1998).

Naquela época, era hábito religioso ceder uma porção de terras para a construção de uma capela que foi batizada com o nome do Santo Padroeiro da região “São Sebastião” tornando-se também sede de povoado. Com isso, muitos começavam a povoar ao redor da capela surgindo assim, a própria cidade (Figura 38).

A Capela, antes mesmo de se tornar Igreja, já exercia papel importante sobre a população através de ações político-social normativa e institucional. Ela acolhia moradores e instruía o planejamento e urbanização do povoado da região que logo passou a vila em 16 de março de 1936. O edifício, sede da Igreja Matriz, foi construído em taipa no final do século XVII e reconstruído no início do século XVIII. E ainda hoje mantém sua fachada jesuítica.



Figura 38 – Procissão do Sto. São Sebastião em Frente à Igreja Matriz em 1960.

FONTE: Edivaldo Nascimento (CONDEPHAAT, 1969).

Desta forma, a vila de São Sebastião ganhou autonomia político-administrativa, onde se implantou a sua Casa de Câmara e Cadeia (Figura 39) que atualmente são preservados como patrimônios históricos (*Área Natural Tombada*). E, em 1875, a vila foi elevada para

categoria de cidade através da Lei Provincial de nº. 20 de 08 de abril do mesmo ano (ABREU, 1983).



Figura 39 – A Cadeia no Início do Século XIX.

FONTE: Edivaldo Nascimento (CONDEPHAAT, 1969).

A cidade de São Sebastião começou a entrar em um período de decadência marcado pela falta de mão-de-obra nas plantações de cana e café devido à migração da população para o planalto atrás de melhorias de trabalho. Essa migração foi desastrosa, pois as terras já estavam ocupadas por grandes lavouras que foram aos poucos se subdividindo em pequenos lotes, surgindo assim novas formas de exploração.

Com este declínio na produção agrícola, São Sebastião vê seu único crescimento e desenvolvimento através da implantação pela Petrobrás do Terminal Marítimo Almirante Barroso – TEBAR em 1957 (Figura 40).



Figura 40 – Vista Geral do Local de Implantação da PETROBRAS.

FONTE: Edivaldo Nascimento (CONDEPHAAT, 1969).

A PETROBRAS trouxe a melhoria de serviços telefônicos, de água e de eletricidade colocando a região como uma das maiores em arrecadação de ICMS (Imposto Cobrado sobre Mercadorias e Serviços) criado pela nova Constituição (SÃO PAULO, 1998).

Os oleodutos do TEBAR foram construídos ao longo da encosta da Serra do Mar ligando a região a Santos, Cubatão, Paulínea e Capuava. Para a construção do TEBAR foi necessário o corte de grandes áreas de Mata Atlântica localizadas em pontos dentro do Parque da Serra do Mar. O que gerou sérios impactos ambientais pelo vazamento de petróleo no Canal de São Sebastião, além do comprometimento dos dutos que estão com sua vida útil avançada gerado pela instabilidade geológica dos trechos implantados nos morros causando insegurança principalmente pela ocupação urbana irregular.

Em 1960, quando começa o desenvolvimento do turismo no litoral norte, São Sebastião ainda cultivava mandioca, batata doce, feijão, banana prata e outros como atividades de pesca artesanal devido o difícil acesso rodoviário.

Naquele tempo as propriedades eram construídas em faixas margeando tanto as vertentes da Serra do Mar como a Orla marítima através da derrubada da mata dos morros, da queimada para a limpeza do terreno e seguia com o plantio de mandioca, feijão e banana. As plantações de banana em áreas naturais tombadas ainda hoje existem em encostas úmidas e menos acidentada dos morros consequência da produção mercantil na década de 30. As propriedades não tinham títulos em cartório, influência exercida pelo regime de sesmarias (SÃO PAULO, 1998).

Toda a produção existente na região era para consumo próprio ou embarcado para o Porto de Santos ou centro de São Sebastião. Com a abertura da rodovia São Sebastião – Bertioga em 1962 integrando a costa sul de São Sebastião a Santos, São Paulo, Vale do Paraíba e a todo o circuito rodoviário do país, tornou-se mais fácil a exportação dos produtos da agricultura e importação de outros produtos e bens de serviço para região.

O povo caiçara também se desagregou através não só da agricultura, mas também da pesca, artesanato e da própria organização do espaço que eram apenas característicos do universo caiçara. Já a estrutura fundiária foi terrivelmente afetada descaracterizando o espaço litorâneo em função da construção de casas de veranistas e dos grandes movimentos de migração (NOFFS, 1988).

As praias agora ocupadas por veranistas começam a afastar o pensamento caiçara em fatores de produção e comércio anteriormente existente tornando-se dominadas por segundas residências que através de sociedades e condomínios aplicam regras de convivência, sociabilidade e circulação. Onde, os caiçaras que antes eram donos absolutos, viram apenas mão-de-obra barata que garante a limpeza da rua, das casas e dos jardins chegando às vezes ao pequeno fornecedor de pescados.

A grande concentração de focos de favelização em áreas de tombamento (CONDEPHAAT) vem evoluindo nas áreas de encostas e platôs abandonados na antiga BR-101.

3.4. CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS:

O Município de São Sebastião pertence à região administrativa de São José dos Campos e apresenta um escasso desenvolvimento na agricultura e na pecuária, entre poucos cultivos podemos citar a mandioca, a banana e o feijão. O setor industrial conta com 1% da População Economicamente Ativa (PEA), tendo o turismo como a base de sustento econômico do município.

São Sebastião é sempre muito procurado pelos turistas por possuir belezas naturais e também pelo lazer, o que ajudou o município a ter um enriquecimento, principalmente com a construção da rodovia BR 101 no ano de 1974, que trouxe o desenvolvimento urbano (MAZZOCATO, 1998).

A decisão de construção do terminal marítimo da Petrobrás Almirante Barroso (TEBAR) em 1957 foi devida à presença de grandes profundidades do canal de São Sebastião e também pela proximidade de Santos, o que proporcionou também ao município lucros de investimentos através da importação e exportação de uma enorme variedade de produtos para a indústria e comércio. O TEBAR é responsável pela movimentação de mais de 60% do petróleo no centro-oeste e sudeste brasileiro (SÃO PAULO, 1998) (Figura 41).

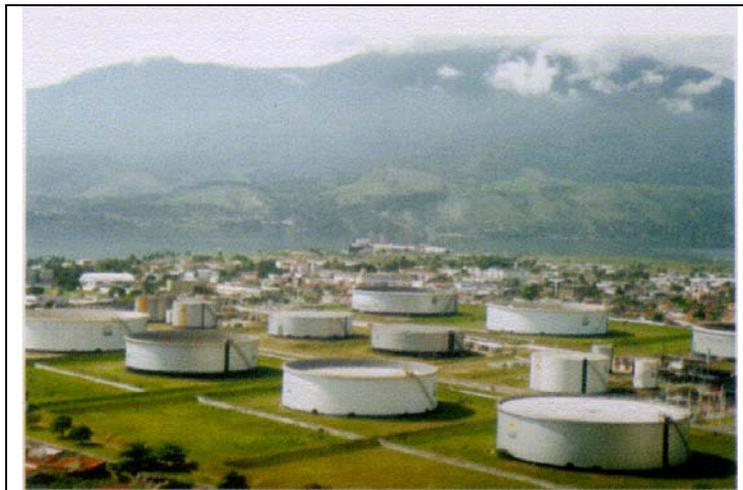


Figura 41 – O Terminal Marítimo da PETROBRAS em 1995.

Porém, o TEBAR trouxe sérios problemas ambientais provenientes dos vazamentos de óleo e do tráfego pesado dos navios petroleiros através da contaminação das águas estuarinas e costeiras com resíduos oleosos, combustíveis, químicos e tóxicos causados por grandes movimentos de cargas, descargas, lavagem de navios e manuseio de cargas pulverulentas como: pó de minério, farinhas, carvão, etc (SEMA, 1984).

São Sebastião possui uma das maiores taxas de concentração populacional do Estado. Segundo INPE (2003) sua população é de 43.845,00 habitantes podendo chegar a 300 mil habitantes flutuantes durante o verão na época de férias e em finais de semana ou

feriados prolongados devido a grande demanda do turismo e lazer da região Metropolitana (SÃO PAULO, 1998).

Segundo o Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), o grau de urbanização aumentou de 44,21% em 1960 para 95,78% em 1980. E vem crescendo a cada ano como no período de 1991 a 1996 que alcançou uma taxa de 99,44%.

O contingente populacional observado no Município de São Sebastião que utiliza as praias da zona costeira para o lazer tem investido muito na aquisição ou mesmo construção da segunda residência constituindo assim mais de 50% do número total de domicílios.

Esse excessivo crescimento demográfico vem constituindo atualmente um sério problema que ameaça o meio ambiente. Pois, todos os serviços públicos municipais não acompanharam o rápido e gradual incremento populacional originando atendimento insuficiente na rede de saúde, abastecimento de água, esgoto, coleta de lixo e outros serviços causados pela grande demanda da população flutuante (AFONSO, 1999).

3.5. ÁREAS DE PROTEÇÃO:

A preocupação com a conservação e preservação dos ambientes naturais vem sendo pesquisada e discutida, gerando Leis, Decretos, Resoluções, Ações, entre outros. Onde, se possa garantir a vida da fauna silvestre, das espécies de vegetação nativa, da vida marinha e é claro, também da vida futura dos próprios seres humanos.

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo (1989) existem três tipos de áreas de proteção natural na zona costeira do Município de São Sebastião: *Área Natural Tombada*, *Estação Ecológica*, *Reserva Indígena*, *Área sob Proteção Especial (ASPE) Estadual* e o *Parque Estadual da Serra do Mar*.

A Área Natural Tombada é composta por áreas ou monumentos naturais cuja conservação tem interesse público devido aos valores históricos, arqueológicos, geológicos, turísticos, ambientais e paisagísticos, os quais apresentam restrições ao uso, independentemente se encontradas em terras de domínio público ou particular (SILVA & FORNASARI FILHO, 1992). Em São Sebastião a Serra do Mar é considerada como uma Área Natural Tombada.

Existe a Estação Ecológica Tupinambás e a Reserva Indígena Rio Silveiras no Município de São Sebastião que estão sob a administração do governo federal.

Agora, as ASPE's encontradas no município são: o Costão da Boissucanga, o Costão do Navio e o Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo – Cebimar (TOMINAGA, 2000). As ASPE's são criadas por três instâncias governamentais em terras de domínio público ou privado com intuito de manter o equilíbrio ambiental e também preservar a biota nativa. As ASPE's são caracterizadas como sendo uma das primeiras medidas de

proteção de áreas e bens depois de vários estudos para futuramente serem incluídas em outra categoria de conservação mais restritiva.

Já os Parques são áreas de extensão considerável como o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) que a legislação de proteção ambiental abrange uma área de 374 Km² (IBGE, 1999) com total predominância de Mata Atlântica. Eles agregam diversas espécies de plantas ou animais, sítios arqueológicos ou habitats de grande interesse científico, educacional ou recreativo e são assistidos pelo Poder Público para a visitação pública, recreação, turismo ecológico e educação ambiental.

3. O MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO - SP:

3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA:

O Município de São Sebastião está localizado no Litoral norte do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil, entre as coordenadas 23°38'52" e 23°50'30" de latitude Sul e 45°23'44" e 45°50'00" de longitude Oeste (Figura 31).

A região de estudo contém uma área territorial de 403 km² (IBGE, 2006) e cerca de 70% deste território é ocupado pelo Parque Estadual da Serra do Mar que possui uma área de 282 km² de Mata Atlântica (AFONSO, 1999).

O Município de São Sebastião é limitado ao Norte pelo Município de Caraguatatuba, ao Sul pelo Oceano Atlântico, a Oeste pelo Município de Bertioga, a Oeste-noroeste pelo Município de Salesópolis, a Leste-nordeste pelo Canal de São Sebastião.

Este município se encontra concentrado numa estreita faixa de terra entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, onde possuem mais de 30 praias como: Boracéia, Juréia, Engenho, Una, Juquei, Preta, Sahy, Baleia, Camburi, Boiçucanga, Brava, Maresias, Paúba, Santiago, Toque-Toque Pequeno, Calhetas, Toque-Toque Grande, Brava (Costão do Navio), Guaecá e Barequeçaba na Costa Sul. No Centro, o Canal de São Sebastião com Ilhabela e as praias Segredo, Pitangueiras, Zimbro, Cabelo Gordo, Grande, Preta, Araçá (mangue), Porto Grande, Pontal da Cruz, Arrastão, Portal da Olaria, São Francisco, Cigarras e Enseada na Costa Norte.

O Município de São Sebastião se encontra ligado a outras regiões do Estado através da rodovia Rio-Santos (BR-101), destaca-se também a rodovia Dom Paulo Rolim Loureiro (SP-98) que une Moji das Cruzes à Bertioga e a rodovia dos Tamoios (SP-99) ligando as cidades de São José dos Campos e Caraguatatuba.

A influência turística no Município de São Sebastião é muito forte devido as exuberantes praias da zona costeira, ao clima e também a proximidade a metrópole de São Paulo. Porém, todos estes fatores favorecem a contingência populacional, principalmente em finais de semana, feriado ou férias. Muitas casas são construídas como segunda residência representando de 50% a 30% de domicílios municipais (AFONSO, 1999).

Os serviços de rede de esgoto e saúde entre outros não conseguem acompanhar o aumento dos domicílios pela população flutuante gerando sérios problemas de escassez em outros serviços essenciais como o abastecimento de água.

A população caiçara também é afetada pelo movimento turístico da região deixando a agricultura e vinculando-se a outras atividades ligadas à construção civil, produção de artesanato ou empregando-se no serviço público municipal.

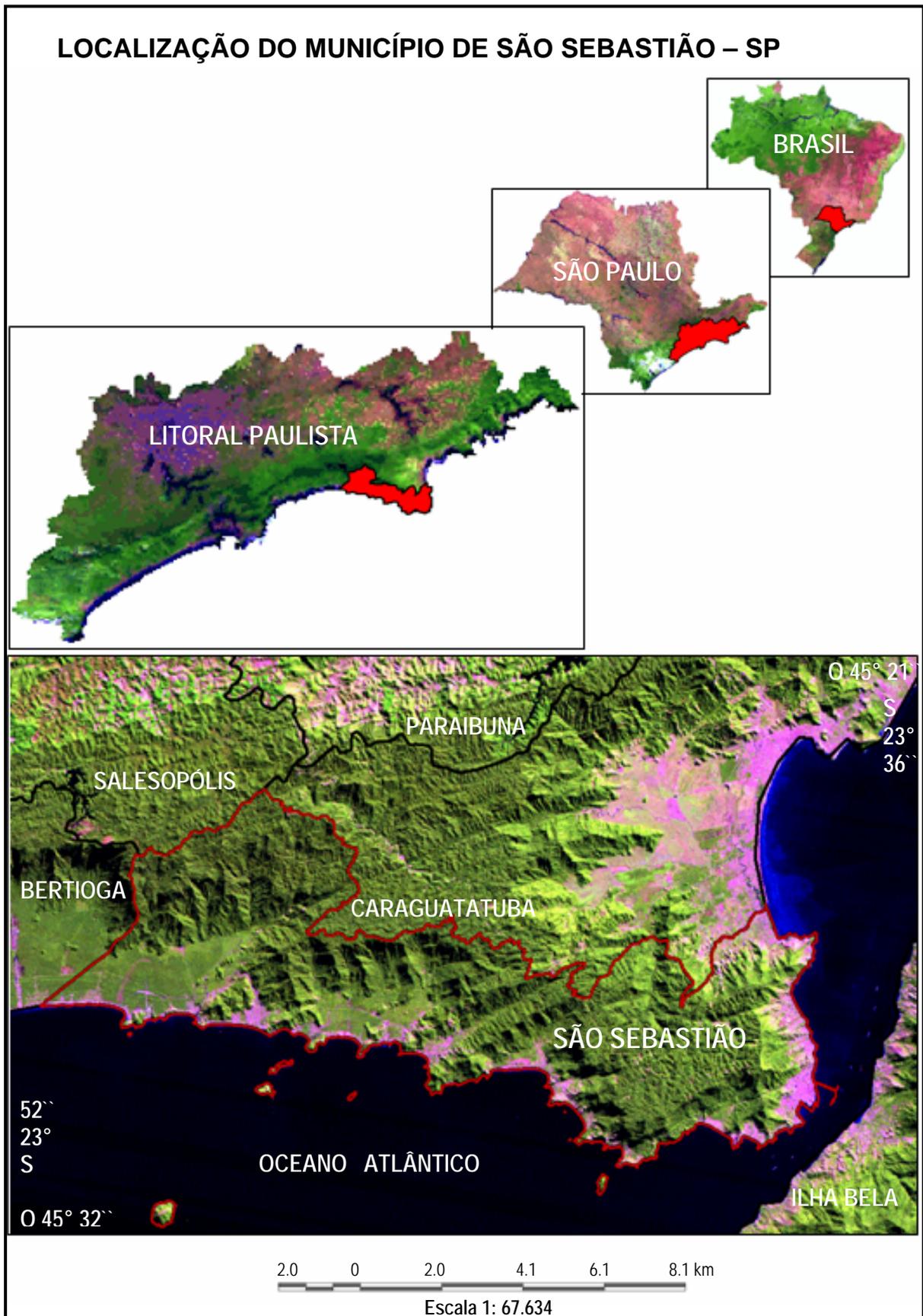


Figura 31 – Mapa de Localização do Município de São Sebastião - SP.

3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS:

3.2.1. Clima:

A Zona Costeira é dividida em dois climas zonais: ao sul controlado por Massas Tropicais e Polares, e ao norte por Massas Equatoriais e Tropicais (MONTEIRO, 1973). Em São Sebastião predomina as massas equatoriais e tropicais com clima úmido das encostas expostas à Massa Tropical Atlântica.

A presença da Serra do Mar próxima à costa marítima proporciona uma acentuada pluviosidade em torno de 1.700 mm. São Sebastião, entre o Município de Bertioga e a Praia de Maresias se apresenta de maior pluviosidade devido à orientação leste-oeste da Serra do Mar de frente às vertentes polares (Frente Polar Atlântica) (SANT'ANNA NETO, 1990).

Segundo dados coletados em um período de 21 anos (1973-1993), PEREIRA & NUNES (1997) dividiram o Município de São Sebastião em três regiões quanto ao total de chuvas:

- I. **Alta Pluviosidade** (2.219 mm) localizada a oeste-sudoeste compreendendo Boracéia e Maresias apresentando 5% de amplitude pluviométrica.
- II. **Média Pluviosidade** (1.702 mm) localizada ao norte da área urbana até o Município de Caraguatatuba e amplitude de 3%.
- III. **Baixa Pluviosidade** (1.463 mm) correspondente à área urbana de São Sebastião e entorno e 9% de amplitude.

No Município de São Sebastião os meses mais chuvosos são: janeiro, fevereiro, março e dezembro. Já os menos chuvosos são: junho, julho, agosto e setembro (NUNES & MODESTO, 1992).

Para SANT'ANNA NETO (1990) a região ao sul da Serra de Juqueriquerê é a que apresenta maior índice pluviométrico (anual e mensal) enquanto que ao norte o menor índice, devido à situação de "sombra de chuva" definida pela Serra de Juqueriquerê e a Ilha Bela. Ou seja, a área urbana de São Sebastião até Caraguatatuba está a barlavento dos fluxos atmosféricos do quadrante sul e conseqüentemente da ação unificadora dos ventos oceânicos.

Segundo SETZER (1966) os principais tipos de clima do município são:

Af – clima quente e úmido, sem estação seca. O mês mais seco tem mais de 60 mm de precipitação e a temperatura do mês mais frio é acima de 18°C. Este tipo climático restringe-se à baixada litorânea até o início da Serra do Mar, onde sofre mutação para o clima mesotérmico, devido a amenização da temperatura pela altitude.

Cfa – Clima subtropical de altitude, úmido, sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio varia de 3°C a 18°C. Apresentam no mês mais

seco precipitações superiores a 30 mm. Localiza-se entre a escarpa da Serra do Mar e a planície litorânea.

3.2.2. Geologia:

O Município de São Sebastião está representado por duas unidades geológicas. A primeira unidade é o Complexo Costeiro com idade arqueana, muito heterogênea, onde as rochas sofreram metamorfismo de fácies granulito e anfibolito, assim como migmatização e granitização em graus variados. A segunda unidade é a cobertura Cenozóica com depósitos mais recentes, como baixos terraços marinhos, mangues, aluviões, coluviões e cordões litorâneos arenosos (MAZZOCATO, 1998).

No Complexo Costeiro prevalecem as rochas do tipo migmatíticas com grande variedade de paleomas, como: xistosos, anfibolíticos, gnáissicos, etc. Existem rochas graníticas no Município de Caraguatatuba que se encontram na forma de pequenos bolsões no Município de São Sebastião, ou ainda fortemente migmatizados ao leste do Município de Bertioga (HASUI, 1981).

Segundo PIRES NETO et al. (1988), esse município está localizado em uma região de Baixadas Litorâneas que é caracterizada predominantemente pelas planícies costeiras. Estudos realizados pelo referido autor demonstraram que existe uma discriminação de distintos tipos de depósitos, como planícies de origem mista, depressões úmidas alagadiças, cordões arenosos, planícies aluviais, planície de maré e praias.

Conforme o Mapa de Geologia do Estado de São Paulo (Pró-Minério) elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1981), o Município de São Sebastião apresenta as seguintes unidades litológicas (Figura 32): Depósitos Litorâneos Atuais (Dla), Depósitos de Encostas (Den), Sedimentos Continentais (Sdc), Sedimentos Marinhos (Sma), Sedimentos Flúvio-Lagunares (Sfl), Rochas Granitóides (Rgr) e Migmatitos (Mig) e Granulitos (Grn).

Os Depósitos Litorâneos Atuais são sedimentos ligados à deriva litorânea situada entre os níveis de preamar e baixa-mar. Os sedimentos arenosos e cascalhos são relativamente comuns em zonas litorâneas abertas, enquanto que em zonas mais protegidas se encontram os depósitos arenosos finos e síltico-argilosos. Já os depósitos litorâneos pleistocênicos correspondem a níveis marinhos mais baixos do que o atual encontrado principalmente em plataformas continentais (TOMINAGA, 2000).

Segundo MAZZOCATO (1998) essa unidade litológica também é chamada de Depósitos atuais de praia compreendida por sedimentos do tipo areia com granulometria variável conforme o tipo de praia, onde as praias de bolso se apresentam com areias de granulometria média a grossa e as praias mais amplas e abertas possuem areias mais finas com melhor seleção (Instituto Geológico - IG, 1996).

Os Depósitos de Encostas são distribuídos à meia encosta, nos sopés das escarpas e em áreas com declives suficientes para transportar o material por ação da gravidade. Apresenta granulometria variada constituída principalmente pelos materiais das rochas circundantes (MAZZOCATO, 1998).

Os Sedimentos Continentais são também conhecidos como aluviões, pois estão associados às planícies de inundação, várzeas e terraços dos rios atuais. Os sedimentos apresentam grande variação na granulometria, composição, distribuição e também arranjo, e estão condicionados por fatores como declividade do terreno e composição do substrato da área drenada. Estes sedimentos são constituídos por silte, argilas de alta plasticidade e cascalho (IPT, 1981).

Os Sedimentos Marinhos são formados por areias com grau de seleção de média a fina formada principalmente por quartzo. Esses sedimentos são apresentados por terraços atrás de praias atuais e podem ser cobertos por cordões litorâneos em cristas e praias parcialmente preservadas (MAZZOCATO, 1998).

Já os Sedimentos Flúvio-Lagunares são constituídos principalmente por cascalhos, areias e siltes inconsolidados, e argilas arenosas compreendendo os depósitos aluviais quaternários. Estão presentes em planícies de inundação ou várzeas, terraços fluviais e leitos de rios de margem dupla de grande extensão.

Os Granitóides são rochas com textura gnáissica características com alternância de bandas de minerais claros com escuros, existindo nos setores claros agregados de cristas porfiroblastos de formas arredondadas. Essas rochas compreendem os migmatitos granitóides porfiroblásticos e migmatitos homogêneos. Onde, os granitóides porfiroblásticos são constituídos por porfiroblastos tabulares de feldspato ou feldspato ocelares e os migmatitos granitóides homogêneos por uma estrutura nebulítica formado por feldspato claro, quartzo e alguma biotita. As Rochas Granitóides tem tamanhos de cristais variáveis, onde os megacristais de feldspatos com diâmetro superior a 4 cm são localizados rodeados por uma matriz de cristais menores (MAZZOCATO, 1998)

Os Migmatitos são rochas extensamente migmatizadas de estruturas predominantemente estromáticas ou flebíticas. Essas rochas são em sua maioria migmatitos heterogêneos cujo paleossoma é uma biotita gnaisse, o anfíbolito gnaisse bandado e o neossoma é quartzo-feldspático. Os corpos de gnaisse granítico podem ocorrer entre as camadas de biotita gnaisse e também do migmatito, enquanto que o neossoma pode estar representado por leptinitos.

Os Granulitos são constituídos de quartzo, plagioclásio, piroxênio ou diopsídio, anfíbolio ou tremolita e alguma granada. São encontrados intercalados com anfíbolitos e muitas vezes associados com leptinitos.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

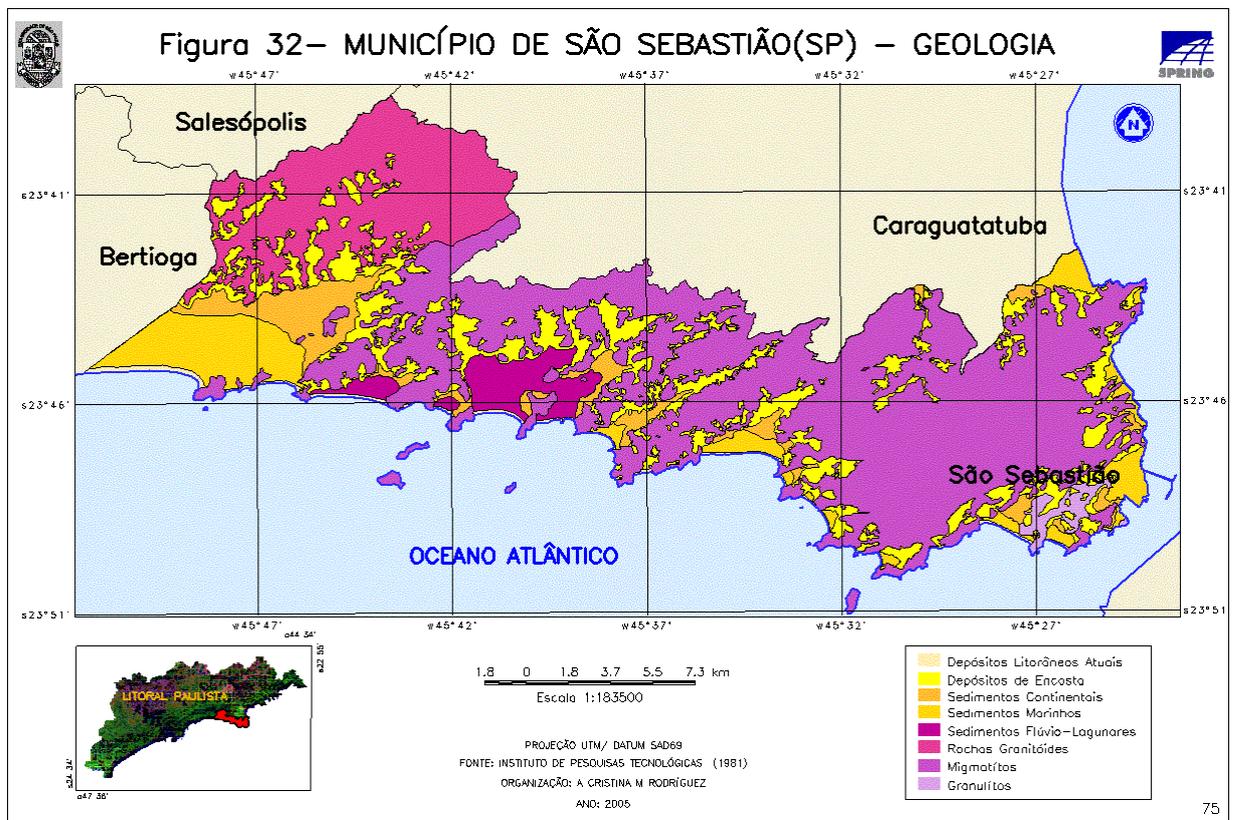


Figura 32 –Município de São Sebastião (SP) - Geologia.

3.2.3. Geomorfologia:

Conforme o levantamento bibliográfico feito pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT), a subdivisão do relevo desta região se baseia nos conceitos de províncias, zonas e subzonas geomórficas. E segundo ALMEIDA (1964), as províncias geomorfológicas são divididas em: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental.

Na área de estudo a geomorfologia é caracterizada por duas unidades, uma Província Costeira, incluindo a zona de serra (parte pertence à subzona Serra do Mar) e outra a Zona de Baixadas Litorâneas. Além, destas existem também uma pequena porção do Município de São Sebastião localizada no Planalto Atlântico que pode ser chamada de Planalto Paulistano, onde se limita ao sul pela Serra de Juqueriquerê e pela Serra do Mar através das cristas com uma inclinação de rumo NE e SW.

A Província Costeira funciona como um rebordo do Planalto Atlântico, e está delimitada por escarpas abruptas com forma quase linear da Serra do Mar (condicionadas por linhas de falhas). Apresentando cotas altimétricas que variam de 1200 m (pico do Papagaio - 1183 m) até cota zero metros na beira da praia (MAZZOCATO, 1998).

A Serra do Mar inclusa na província costeira apresenta um frontão serrano, o que limita as planícies constituído uma extensa escarpa erosiva com perfis mais ou menos retilíneos de grandes declives e altitudes topográficas que podem chegar a 1000 metros. As escarpas encontram-se cortadas por cursos d'água, o que as divide em espigões avançando em direção as baixadas (CRUZ, 1974).

Segundo AB'SABER (1954) a Serra do Mar é destacada como um alinhamento de escarpas e maciços costeiros que margeiam o planalto paralelamente ao litoral na direção de nordeste a sudoeste. Já as planícies costeiras são descontínuas formadas por colmatagem flúvio-marinha recente que se desenvolvem nas reentrâncias dos sopés das escarpas de falhas de recuo. E no Litoral Norte os esporões da Serra do Mar, os pequenos maciços e morros litorâneos isolados podem atingir diretamente as águas oceânicas dominando costas altas e jovens. Enquanto, que no Litoral Sul as planícies costeiras são mais largas e de maior extensão formando também as extensas praias-barreiras.

A Serra Juqueriquerê é chamada como uma denominação local da Serra do Mar compreendida entre Salesópolis e São Sebastião. E segundo a divisão geomorfológica de ALMEIDA (1964) a Serra Juqueriquerê foi inserida no Planalto Atlântico como uma zona independente devido apresentar níveis altimétricos mais baixos em relação às zonas adjacentes (PONÇANO et al., 1981)

Devido à variabilidade das extensões das planícies litorâneas em todo o Estado de São Paulo, é necessário fazer uma separação entre áreas norte e sul. Na área Norte

encontra-se o Município de São Sebastião apresentando morros litorâneos que chegam a atingir diretamente as águas oceânicas, dominando costas altas intercaladas por pequenas planícies e enseadas que formam "praia de bolso" (PIRES NETO et al., 1988).

Segundo a classificação taxonômica do relevo de ROSS (1991), os padrões de formas morfológicas do Município de São Sebastião se dividem em dois tipos: *Acumulação*, representado por planícies de distintas gêneses e *Denudação*, representado por morros, colinas, serras e formas aplainadas entre outras.

Conforme o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo elaborado pelo Instituto Geológico – IG (1998), a área de estudo é dividida pelas seguintes unidades (Figura 33): Planaltos (PIn), Escarpas da Serra do Mar (Esm), Morros e Morrotes Litorâneos (MMI), Tálus, Colúvios e Cones de Dejeção (TCCd), Planície Flúvio-Marinha (Pfm), Planície Marinha (Pm) e Praia (Pr).

Os Planaltos são superfícies mais ou menos planas e elevadas em relação às áreas próximas e delimitadas por escarpas com altitudes entre 900 a 1100 metros com suscetibilidade a processos de queda de blocos, rastejos e escorregamentos.

As Escarpas da Serra do Mar apresentam altitudes de 100 a 900 metros em altas declividades com a presença de blocos e paredões rochosos nos setores íngremes. Na Serra do Mar existe uma grande variação de espessura dos solos, ou seja, quanto maior for a inclinação, menor ou nula será a espessura do solo. Porém, nas bases da Serra que são constituídas por depósitos de Talús, Colúvio e Cones de Dejeção, onde a inclinação é menor a espessura do solo é maior (MAZZOCATO, 1998).

Os Talús, Colúvios e Cones de Dejeção são blocos de rochas e matações de rochas com dimensões até métricas envoltas por uma matriz areno-silto-argilosa (Instituto Geológico – IG, 1996).

Os Morros e Morrotes Litorâneos se apresentam com altitudes entre 20 a 160 metros e muito degradados pela intensificação dos processos morfodinâmicos, essas áreas correspondem ao setor das encostas da Serra do Mar mais rebaixado, ou seja, a planície (MAZZOCATO, 1998).

As planícies são superfícies mais ou menos planas de natureza sedimentar com predomínio de processos de deposição sedimentar. As planícies podem ser costeiras junto ao litoral ou continentais no interior dos continentes.

A Planície Flúvio-Marinha faz parte da baixada litorânea com uma altitude entre 4 a 12 metros e é sujeita a inundações periódicas em função do regime pluviométrico. Já a Planície Marinha também faz parte das baixadas litorâneas com altitudes entre 1 a 8 metros e sofre influência da dinâmica marinha, regime de marés e também erosão costeira. Todas as duas planícies são ameaçadas por agentes exógenos (Instituto Geológico - IG, 1996).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

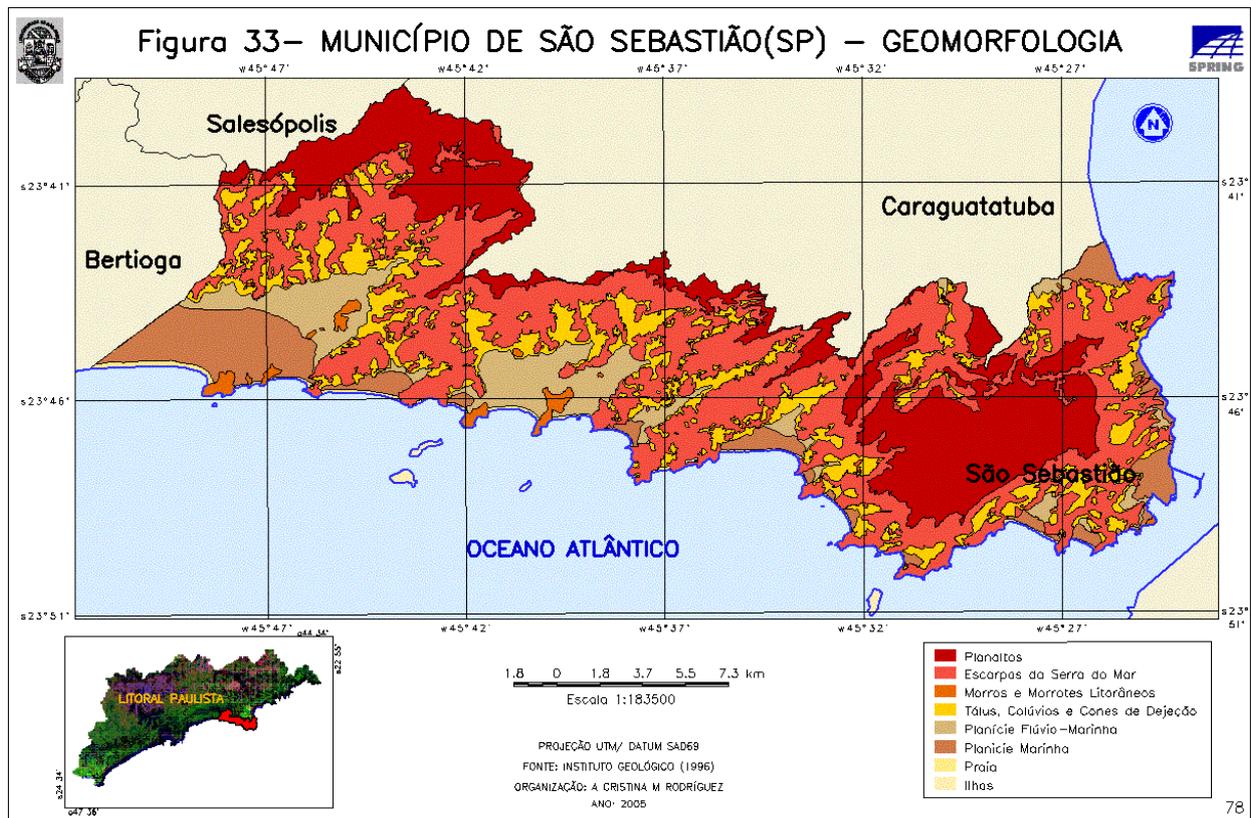


Figura 33 –Município de São Sebastião (SP) - Geomorfologia.

3.2.4. Geotécnica:

A Carta Geotécnica do Estado de São Paulo elaborada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (1994), teve como objetivo interpretar a incidência dos processos naturais de modificações dos terrenos causados pela ação antrópica visando à identificação de áreas sob risco de erosão, escorregamentos, afundamentos, inundações, abalos sísmicos e poluição das águas subterrâneas.

Utilizou-se essa Carta Geotécnica como base de previsão de problemas relacionados à degradação ambiental e também a riscos para Assentamentos Urbanos em São Sebastião (Figura 34). Assim, as principais unidades geotécnicas encontradas neste município são:

- *Alta Suscetibilidade a inundação, reclaques, assoreamento, solapamento das margens dos rios:* são terrenos planos constituídos por sedimentos de textura variada próximos aos cursos d'água e pertencentes a planícies aluviais interiores.
- *Alta Suscetibilidade a reclaques por adensamento de solos moles e inundações pluviais:* são terrenos da baixada litorânea constituídos pelos sedimentos de origem flúvio-lagunar com relevos quase planos e situados a cotas pouco acima do nível máximo das marés. Ocorrem na planície costeira, abrangendo todo o Litoral Paulista.
- *Baixa Suscetibilidade a reclaques e inundações:* são terrenos baixada litorânea constituídos por sedimentos marinhos de textura predominantemente arenosa situados a cotas pouco superiores aos da unidade anterior.

ALTA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO NOS SOLOS SUBSUPERFICIAIS INDUZIDA POR MOVIMENTOS DE TERRA: a erosão por sulcos e ravinas é o mais comum nesta unidade com domínio de rochas cristalinas do embasamento. E a retirada do solo superficial propicia a exposição do seu solo de alteração conhecido por solo Saprolítico ou Horizonte C. Essa unidade geotécnica é subdividida em três outras unidades descritas a seguir:

- *Muita Alta Suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos:* são áreas com relevo de serras e montanhas, de altas amplitudes e declividades de encostas suportadas por rochas do embasamento cristalino, principalmente por granitóides.
- *Alta Suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos:* terrenos com relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e também montanhas constituídas por rochas do embasamento cristalino predominantemente do Planalto Atlântico.
- *Média Suscetibilidade a escorregamentos exclusivamente induzidos:* terrenos em relevo de morros e morrotes com substrato constituído por rochas do embasamento cristalino nos domínios do Planalto Atlântico.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

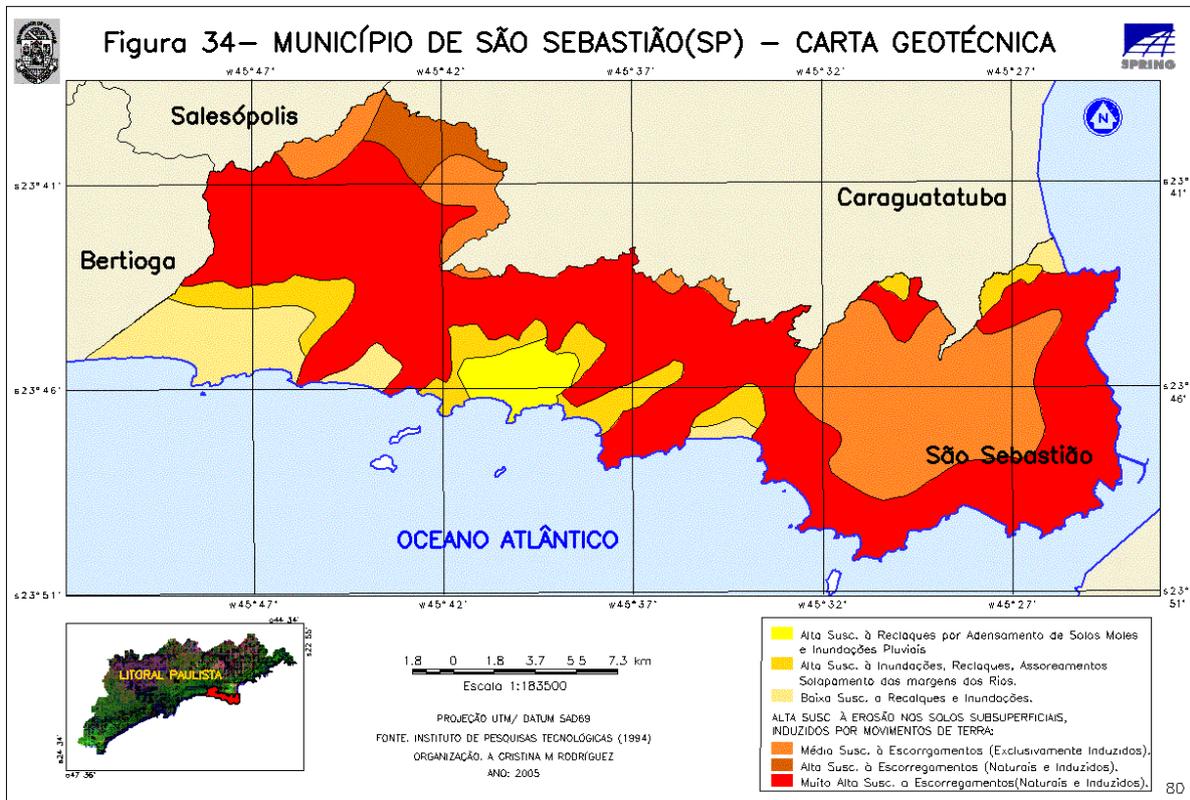


Figura 34 –Município de São Sebastião (SP) - Carta Geotécnica.

3.2.5. Pedologia:

Conforme o Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Projeto MAVALE) e também do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1996), o Município de São Sebastião é caracterizado pelos seguintes tipos de solo: Latossolo Vermelho Amarelo (Lva), Cambissolo (C), Espodossolo (E), Neossolo Quartzarênico (Nq), Neossolo Regolítico (Nr) e Areia de Praia (Apr) (Figura 35).

Os Latossolos são minerais de coloração vermelha, alaranjada ou amarela com características morfológicas de profundidade (± 2 metros), porosidade e pequena distinção entre horizontes. Este tipo de solo se apresenta com altos teores de ferro e alumínio com grande quantidade de poros, o que lhe proporciona altas permeabilidades, mesmo quando os teores de argila são altos. Os Latossolos são encontrados em ambientes com intensa umidade e calor como as regiões de clima tropical úmido ocorrendo em todo território brasileiro, principalmente em superfícies antigas e estáveis da paisagem (MOREIRA, 2001).

O Latossolo Vermelho Amarelo (Lva) são profundos ou muito profundos com diferenciação entre os horizontes A e B devido principalmente a sua coloração menos avermelhada (horizonte B). Estes solos têm teores de óxido de ferro menor ou igual a 11% e geralmente maior do que 7% com textura argilosa ou muito argilosa. São normalmente porosos mesmo com altos teores de argila, a textura pode variar de 15% a 80% e são solos bastante envelhecidos, estáveis e intemperizados (GUIMARÃES, 1999).

Para KURKDJIAN et al. (1992) no Município de São Sebastião, o Latossolo Vermelho Amarelo Álico é caracterizado por textura argilosa revestido por Mata Atlântica e compreendido por solos minerais de horizonte A apresentando dois tipos de relevo: montanhoso e forte ondulado.

Os Cambissolos são solos constituídos por material mineral que têm horizonte A ou hístico com espessura maior que 40 cm de horizonte B incipiente encontrado em terrenos com relevo bastante acidentado variando de forte ondulado a escarpado ou ainda em terrenos planos de planícies aluviais. Estes solos têm elevada erodibilidade com presença de afloramentos rochosos, são pobres em nutrientes e ácidos com elevados teores de alumínio trocável (OLIVEIRA, 1999).

Este tipo de solo é caracterizado por textura média e argilosa presente em relevo do tipo montanhoso e escarpado, onde o horizonte A é moderado e proeminente. No Cambissolo se encontra associado ao horizonte A os solos Podzólico Hidromórfico, de textura arenosa e Areias Quartzosas Marinhas Distróficas de relevo plano.

Os Espodossolos são correspondentes aos anteriormente chamados de Podzóis e apresentam-se no horizonte B espódico, imediatamente abaixo do horizonte E ou A, dentro

de 200 cm da superfície do solo, ou a 400 cm de profundidade, se a soma dos horizontes A e E ou horizontes hístico e E ultrapassar a 200 cm de profundidade (OLIVEIRA, 1999).

São solos arenosos com textura grosseira de baixa capacidade de retenção de água que pode ser minimizada pela localização em regiões litorâneas que são úmidas durante todo o ano. Os Espodossolos são encontrados principalmente em Planícies Litorâneas.

Os Neossolos se apresentam com pouca expressão de desenvolvimento na formação, por este motivo eram chamados de solos jovens. Estes solos são caracterizados pela redução de atuação dos processos pedogenéticos e também pela insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos.

Segundo OLIVEIRA (1999), os Neossolos são constituídos por material mineral e orgânico com menos de 40 cm de espessura. No Município de São Sebastião são encontrados dois tipos de Neossolos: os Quartzarênicos e os Regolitos.

Os Quartzarênicos são muito profundos e dominados por minerais da fração areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, que é um mineral extremamente resistente ao intemperismo e desprovido de minerais primários alteráveis. Estes solos têm poucos nutrientes que estão concentrados na matéria orgânica presente há cerca de 10 a 15 cm e sua cor é avermelhada originária da presença de hematita (óxido de ferro).

Os Quartzarênicos são muito homogêneos e o horizonte A é seguido imediatamente pelo horizonte C, não existindo nenhum vestígio de horizonte B devido ao alto teor de areia. Neste tipo de solo existe um aumento de aproximadamente de 50% na capacidade de armazenamento de água e diminuição da condutibilidade hidráulica dos solos saturados com a diminuição do diâmetro médio ponderado das partículas de areia.

Os Regolitos são solos de textura arenosa com mais ou menos 15% de argila e possuem minerais primários de fácil intemperização, pois apresentam mica e feldspato. São solos de pouca ou muita profundidade, uniformes e soltos que são presentes no início de sua formação. O relevo desse tipo de solo é normalmente constituído por colinas com declives suaves e vegetação variada desde campos com arbustos a florestas.

A areia de praia é constituída por areia de granulação fina a grossa com grânulos, seixos subangulosos e pouco arredondados, esparsos, e cascalho com propensão à erosão pelo vento e pela água. Apresenta-se com declividade menor que 2% e altitude em torno de 1 a 8 metros, são sujeitas à dinâmica marinha e também a processos de erosão fluvial (RODRÍGUEZ, 1999 & TOMINAGA, 2000).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

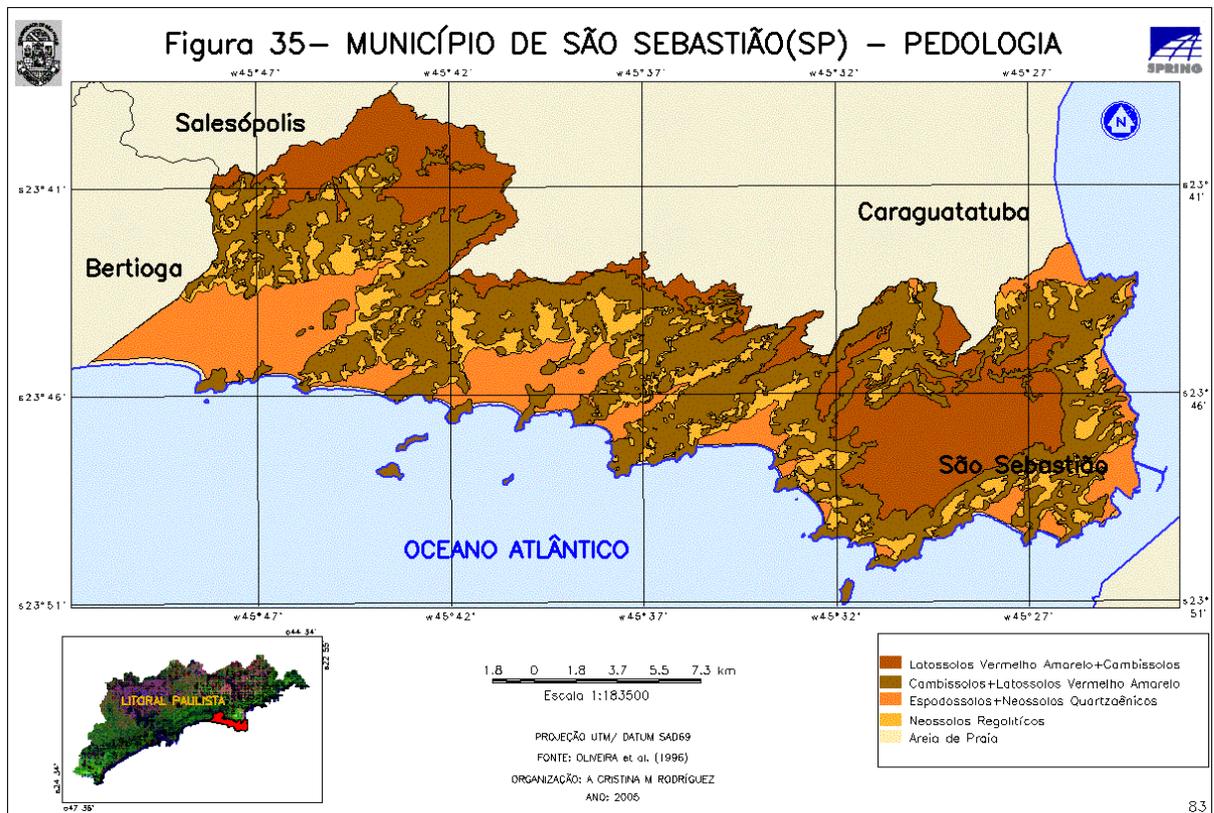


Figura 35 –Município de São Sebastião (SP) - Pedologia.

3.2.6. Uso e Cobertura do Solo:

O Município de São Sebastião encontra-se sob o regime da Mata Atlântica. E apesar de situar-se neste tipo de domínio florestal, o município não tem se livrado da severa ação antrópica através da constante vigilância no sentido de preservar a Mata Atlântica.

A Mata Atlântica é um ecossistema de extrema importância para a manutenção da qualidade de vida da fauna e flora, pois é um estabilizador climático, hidrográfico e protetor do solo evitando o assoreamento de rios, assim como controlador de inundações.

Esse tipo de domínio florestal é encontrado principalmente sob a Serra do Mar, onde sua existência só é possível através da interação da umidade relativa do ar constante e alta causada pelas chuvas freqüentes com temperaturas mais amenas localizadas nas planícies litorâneas. O domínio florestal é considerado como um agente estabilizador do solo devido a contenção de processos erosivos nas encostas e também por abrigar em seu habitat inúmeras espécies animais e vegetais (CETESB, 1985).

Segundo MAZZOCATO (1998), a Mata Atlântica é uma formação florestal dividida em três tipos de mata: *Mata de Planície Litorânea*, apresentando vegetação de restinga, floresta mediana de variedade vegetacionais em função da ação da água do mar e constantes ventos; *Mata de Encostas*, representada por árvores altas com copas de dossel descontínuo e *Mata de Altitude*, apresentada nas escarpas mais altas, sendo esta de porte mais baixo, rica em líquens e epífitas.

A Mata Atlântica corresponde literalmente à Floresta Ombrófila Densa Atlântica com um dossel fechado de 20 a 30 metros de altura, onde nos vales e planícies este tipo de vegetação pode alcançar maiores alturas. Enquanto que a Restinga é encontrada sobre os depósitos marinhos e está atrelada ao nível do lençol freático através do tipo do solo, proximidade do mar e também pelos efeitos de brisas marinhas (PEREIRA, 2000).

A Restinga se localiza em áreas de transição entre o ambiente marinho e continental formando ecossistemas complexos, onde as características fisiográficas do terreno e os fatores atuantes são responsáveis pelo desenvolvimento de uma grande diversidade de tipos de florestas desde as arbustivas até as herbáceas (MAZZOCATO, 1998).

Conforme o Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Projeto MAVALE) e também do Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Município de São Sebastião (RODRÍGUEZ, 2000), o Município de São Sebastião apresenta os seguintes tipos de uso e cobertura do solo (Figura 36): Floresta I (Flr), Floresta II ou Restinga (Rest), Áreas Degradadas (Adeg), Pastagem e/ou Campo Antrópico (Pcan), Capoeira (Cap), Solo Exposto (Sexp), Afloramento Rochoso (AfRch), Culturas Anuais I, Mistras II e Fruticultura III (CulAn, Ms, Fr), Praia (Pra), Áreas Desmatadas (Adesm), Área Urbana (Aurb), Sombra de Floresta (SbrFl) e Água (Agu).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

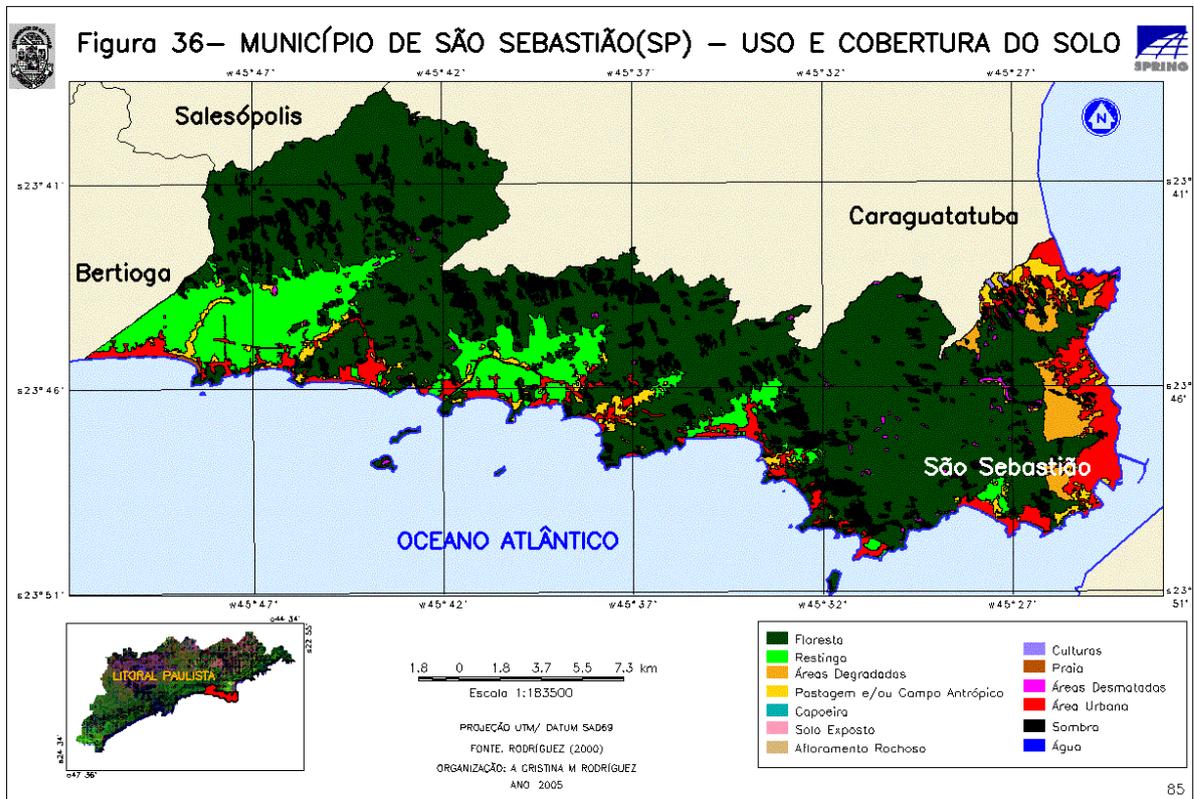


Figura 36 –Município de São Sebastião (SP) - Uso e Cobertura do Solo.

3.2.7. Hidrografia:

A drenagem do Município de São Sebastião é feita por vários Rios, Ribeirões e Córregos. Podemos destacar os seguintes: o Rio São Tomé que nasce na Serra do Dom, o Rio Ribeirão Grande com nascente próximo ao Morro de Outeiro e desembocadura em direção ao mar pela Praia de Guaecá.

O Rio Perequê-Mirim que é divisa entre os municípios de São Sebastião e Caraguatatuba, o Rio Claro que nasce na Serra do Juqueriquerê e segue até o Município de Caraguatatuba, o Córrego São Francisco localizado próximo a São Francisco da Praia e Córrego da Barra com nascente na Serra do Juqueriquerê.

O Rio Maresias que nasce na Serra de Juqueriquerê e encontra-se com o Córrego do Centro ou São Rafael fazendo sua desembocadura para o mar através da Praia de Maresias, o Rio Grande nasce na Serra do Juqueriquerê e desemboca no mar pela Praia de Boioçucanga próximo a Pontinha.

O Rio Camburi nasce na Serra do Mar e desemboca ao mar pela Praia de Camburi próximo a Praia de Piau. Neste Rio existe o Ribeirão Bacarrira que segue em direção a Serra do Mar e o Córrego do Meio em direção a Serra do Juqueriquerê.

A desembocadura do Rio Barra do Saí ao mar é pela Praia do Saí exatamente no Canto do Saí e sua nascente é na Serra do Mar. Já o Rio Juquei desemboca ao mar pela Praia Juquei próximo a Ponta do Barbichão.

O Rio Una nasce na Serra do Mar e desemboca ao mar pela Praia do Una exatamente na Ponta do Una. Este Rio tem varias extensões como: o Rio Cubatão que dá extensão ao Ribeirão da Cristina e ao Ribeirão do Pouso Alto com nascente no Morro do Pouso Alto no Município de Salesópolis, Ribeirão dos Pilões que vai até o Pico do Papagaio (ponto com 1183 metros), Ribeirão da Água Branca que nasce do Morro do Francês, Ribeirão do Silveira que nasce no Morro do Silveira e no Morro da Furna Grande, Ribeirão Vermelho com nascente no Morro do Cedro que é divisa entre os municípios de São Sebastião e Bertioga (Figura 37).

O Rio Juréia desemboca na Praia da Juréia e o Rio Prateus na Praia da Boracéia.

O Município de São Sebastião é abastecido de água através dos mananciais superficiais ocorrendo pouca utilização do manancial subterrâneo para o setor urbano e rural.

A liberação de poluentes nos Rios deste município é feita por resíduos domésticos e por acidentes nas indústrias petroleiras. Segundo análises feitas pelo Inventário Ambiental do Estado de São Paulo da Secretaria do Meio Ambiente (1992) citado por PEREIRA (2000), a qualidade das praias localizadas próximas ao centro urbano e a indústria da PETROBRÁS é considerada com condições impróprias para banho no período estudo de 1978 até 1991.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

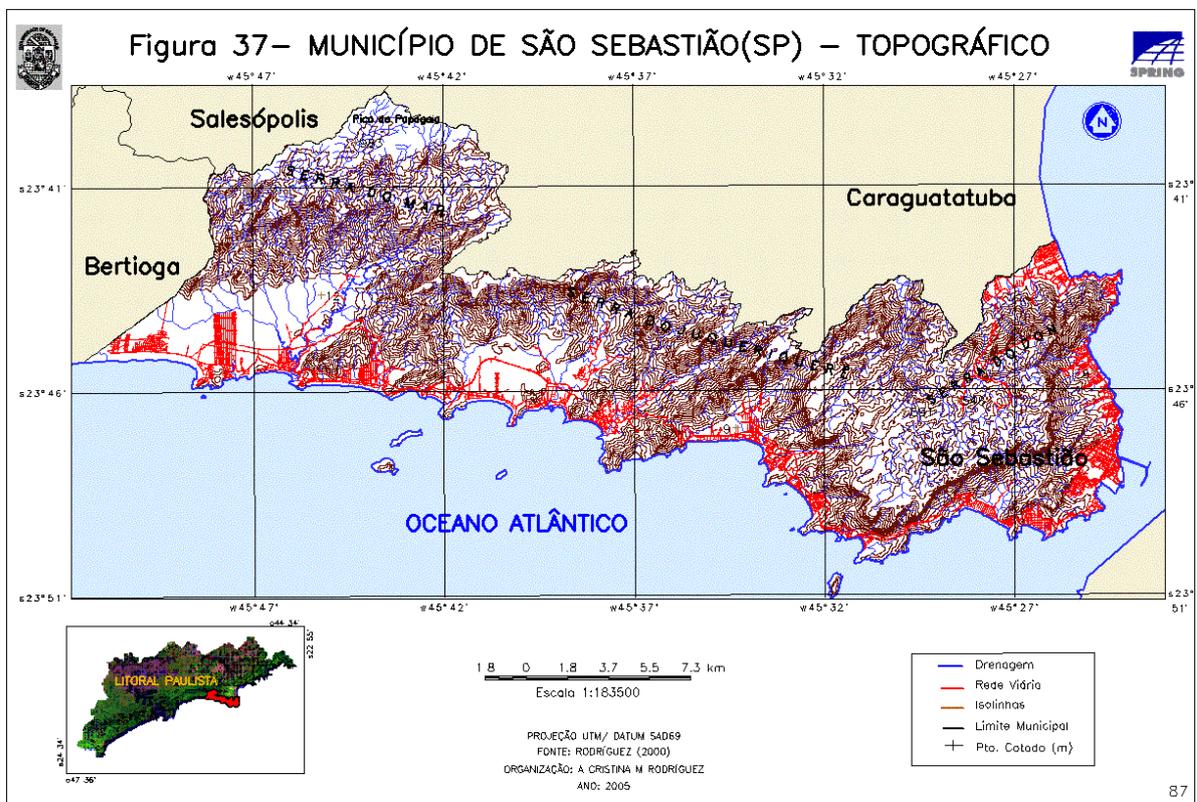


Figura 37 –Município de São Sebastião (SP) - Topográfico.

3.3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO:

No século XVI quando os portugueses colonizaram a região de São Sebastião havia duas tribos indígenas, a Tupinambás ao norte e Tupiniquins ao sul. Depois, da capitania hereditária se implantar na região, essa foi subdividida em sesmarias através de glebas imensas entregues a Diogo Rodrigues e a José Adorno na costa sul em 1586, e a Diogo de Unhate e a João de Abreu próximo ao Canal de São Sebastião em 1603 e 1609.

Através da ocupação dos sesmeiros surgiu o desenvolvimento da agricultura de subsistência com o cultivo de roças de cana, milho, feijão, mandioca, algodão e também dos primeiros engenhos de açúcar (SÃO PAULO, 1998).

Naquela época, era hábito religioso ceder uma porção de terras para a construção de uma capela que foi batizada com o nome do Santo Padroeiro da região “São Sebastião” tornando-se também sede de povoado. Com isso, muitos começavam a povoar ao redor da capela surgindo assim, a própria cidade (Figura 38).

A Capela, antes mesmo de se tornar Igreja, já exercia papel importante sobre a população através de ações político-social normativa e institucional. Ela acolhia moradores e instruía o planejamento e urbanização do povoado da região que logo passou a vila em 16 de março de 1936. O edifício, sede da Igreja Matriz, foi construído em taipa no final do século XVII e reconstruído no início do século XVIII. E ainda hoje mantém sua fachada jesuítica.



Figura 38 – Procissão do Sto. São Sebastião em Frente à Igreja Matriz em 1960.

FONTE: Edivaldo Nascimento (CONDEPHAAT, 1969).

Desta forma, a vila de São Sebastião ganhou autonomia político-administrativa, onde se implantou a sua Casa de Câmara e Cadeia (Figura 39) que atualmente são preservados como patrimônios históricos (*Área Natural Tombada*). E, em 1875, a vila foi elevada para

categoria de cidade através da Lei Provincial de nº. 20 de 08 de abril do mesmo ano (ABREU, 1983).



Figura 39 – A Cadeia no Início do Século XIX.

FONTE: Edivaldo Nascimento (CONDEPHAAT, 1969).

A cidade de São Sebastião começou a entrar em um período de decadência marcado pela falta de mão-de-obra nas plantações de cana e café devido à migração da população para o planalto atrás de melhorias de trabalho. Essa migração foi desastrosa, pois as terras já estavam ocupadas por grandes lavouras que foram aos poucos se subdividindo em pequenos lotes, surgindo assim novas formas de exploração.

Com este declínio na produção agrícola, São Sebastião vê seu único crescimento e desenvolvimento através da implantação pela Petrobrás do Terminal Marítimo Almirante Barroso – TEBAR em 1957 (Figura 40).



Figura 40 – Vista Geral do Local de Implantação da PETROBRAS.

FONTE: Edivaldo Nascimento (CONDEPHAAT, 1969).

A PETROBRAS trouxe a melhoria de serviços telefônicos, de água e de eletricidade colocando a região como uma das maiores em arrecadação de ICMS (Imposto Cobrado sobre Mercadorias e Serviços) criado pela nova Constituição (SÃO PAULO, 1998).

Os oleodutos do TEBAR foram construídos ao longo da encosta da Serra do Mar ligando a região a Santos, Cubatão, Paulínea e Capuava. Para a construção do TEBAR foi necessário o corte de grandes áreas de Mata Atlântica localizadas em pontos dentro do Parque da Serra do Mar. O que gerou sérios impactos ambientais pelo vazamento de petróleo no Canal de São Sebastião, além do comprometimento dos dutos que estão com sua vida útil avançada gerado pela instabilidade geológica dos trechos implantados nos morros causando insegurança principalmente pela ocupação urbana irregular.

Em 1960, quando começa o desenvolvimento do turismo no litoral norte, São Sebastião ainda cultivava mandioca, batata doce, feijão, banana prata e outros como atividades de pesca artesanal devido o difícil acesso rodoviário.

Naquele tempo as propriedades eram construídas em faixas margeando tanto as vertentes da Serra do Mar como a Orla marítima através da derrubada da mata dos morros, da queimada para a limpeza do terreno e seguia com o plantio de mandioca, feijão e banana. As plantações de banana em áreas naturais tombadas ainda hoje existem em encostas úmidas e menos acidentada dos morros consequência da produção mercantil na década de 30. As propriedades não tinham títulos em cartório, influência exercida pelo regime de sesmarias (SÃO PAULO, 1998).

Toda a produção existente na região era para consumo próprio ou embarcado para o Porto de Santos ou centro de São Sebastião. Com a abertura da rodovia São Sebastião – Bertioga em 1962 integrando a costa sul de São Sebastião a Santos, São Paulo, Vale do Paraíba e a todo o circuito rodoviário do país, tornou-se mais fácil a exportação dos produtos da agricultura e importação de outros produtos e bens de serviço para região.

O povo caiçara também se desagregou através não só da agricultura, mas também da pesca, artesanato e da própria organização do espaço que eram apenas característicos do universo caiçara. Já a estrutura fundiária foi terrivelmente afetada descaracterizando o espaço litorâneo em função da construção de casas de veranistas e dos grandes movimentos de migração (NOFFS, 1988).

As praias agora ocupadas por veranistas começam a afastar o pensamento caiçara em fatores de produção e comércio anteriormente existente tornando-se dominadas por segundas residências que através de sociedades e condomínios aplicam regras de convivência, sociabilidade e circulação. Onde, os caiçaras que antes eram donos absolutos, viram apenas mão-de-obra barata que garante a limpeza da rua, das casas e dos jardins chegando às vezes ao pequeno fornecedor de pescados.

A grande concentração de focos de favelização em áreas de tombamento (CONDEPHAAT) vem evoluindo nas áreas de encostas e platôs abandonados na antiga BR-101.

3.4. CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS:

O Município de São Sebastião pertence à região administrativa de São José dos Campos e apresenta um escasso desenvolvimento na agricultura e na pecuária, entre poucos cultivos podemos citar a mandioca, a banana e o feijão. O setor industrial conta com 1% da População Economicamente Ativa (PEA), tendo o turismo como a base de sustento econômico do município.

São Sebastião é sempre muito procurado pelos turistas por possuir belezas naturais e também pelo lazer, o que ajudou o município a ter um enriquecimento, principalmente com a construção da rodovia BR 101 no ano de 1974, que trouxe o desenvolvimento urbano (MAZZOCATO, 1998).

A decisão de construção do terminal marítimo da Petrobrás Almirante Barroso (TEBAR) em 1957 foi devida à presença de grandes profundidades do canal de São Sebastião e também pela proximidade de Santos, o que proporcionou também ao município lucros de investimentos através da importação e exportação de uma enorme variedade de produtos para a indústria e comércio. O TEBAR é responsável pela movimentação de mais de 60% do petróleo no centro-oeste e sudeste brasileiro (SÃO PAULO, 1998) (Figura 41).

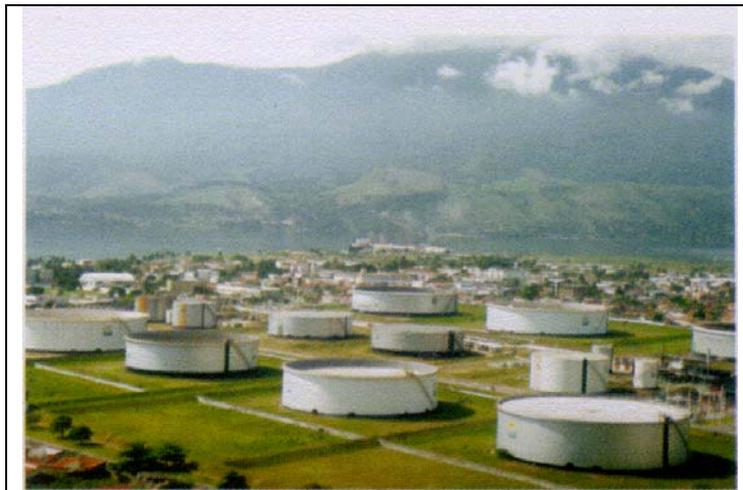


Figura 41 – O Terminal Marítimo da PETROBRAS em 1995.

Porém, o TEBAR trouxe sérios problemas ambientais provenientes dos vazamentos de óleo e do tráfego pesado dos navios petroleiros através da contaminação das águas estuarinas e costeiras com resíduos oleosos, combustíveis, químicos e tóxicos causados por grandes movimentos de cargas, descargas, lavagem de navios e manuseio de cargas pulverulentas como: pó de minério, farinhas, carvão, etc (SEMA, 1984).

São Sebastião possui uma das maiores taxas de concentração populacional do Estado. Segundo INPE (2003) sua população é de 43.845,00 habitantes podendo chegar a 300 mil habitantes flutuantes durante o verão na época de férias e em finais de semana ou

feriados prolongados devido a grande demanda do turismo e lazer da região Metropolitana (SÃO PAULO, 1998).

Segundo o Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), o grau de urbanização aumentou de 44,21% em 1960 para 95,78% em 1980. E vem crescendo a cada ano como no período de 1991 a 1996 que alcançou uma taxa de 99,44%.

O contingente populacional observado no Município de São Sebastião que utiliza as praias da zona costeira para o lazer tem investido muito na aquisição ou mesmo construção da segunda residência constituindo assim mais de 50% do número total de domicílios.

Esse excessivo crescimento demográfico vem constituindo atualmente um sério problema que ameaça o meio ambiente. Pois, todos os serviços públicos municipais não acompanharam o rápido e gradual incremento populacional originando atendimento insuficiente na rede de saúde, abastecimento de água, esgoto, coleta de lixo e outros serviços causados pela grande demanda da população flutuante (AFONSO, 1999).

3.5. ÁREAS DE PROTEÇÃO:

A preocupação com a conservação e preservação dos ambientes naturais vem sendo pesquisada e discutida, gerando Leis, Decretos, Resoluções, Ações, entre outros. Onde, se possa garantir a vida da fauna silvestre, das espécies de vegetação nativa, da vida marinha e é claro, também da vida futura dos próprios seres humanos.

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo (1989) existem três tipos de áreas de proteção natural na zona costeira do Município de São Sebastião: *Área Natural Tombada*, *Estação Ecológica*, *Reserva Indígena*, *Área sob Proteção Especial (ASPE) Estadual* e o *Parque Estadual da Serra do Mar*.

A Área Natural Tombada é composta por áreas ou monumentos naturais cuja conservação tem interesse público devido aos valores históricos, arqueológicos, geológicos, turísticos, ambientais e paisagísticos, os quais apresentam restrições ao uso, independentemente se encontradas em terras de domínio público ou particular (SILVA & FORNASARI FILHO, 1992). Em São Sebastião a Serra do Mar é considerada como uma Área Natural Tombada.

Existe a Estação Ecológica Tupinambás e a Reserva Indígena Rio Silveiras no Município de São Sebastião que estão sob a administração do governo federal.

Agora, as ASPE's encontradas no município são: o Costão da Boissucanga, o Costão do Navio e o Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo – Cebimar (TOMINAGA, 2000). As ASPE's são criadas por três instâncias governamentais em terras de domínio público ou privado com intuito de manter o equilíbrio ambiental e também preservar a biota nativa. As ASPE's são caracterizadas como sendo uma das primeiras medidas de

proteção de áreas e bens depois de vários estudos para futuramente serem incluídas em outra categoria de conservação mais restritiva.

Já os Parques são áreas de extensão considerável como o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) que a legislação de proteção ambiental abrange uma área de 374 Km² (IBGE, 1999) com total predominância de Mata Atlântica. Eles agregam diversas espécies de plantas ou animais, sítios arqueológicos ou habitats de grande interesse científico, educacional ou recreativo e são assistidos pelo Poder Público para a visitação pública, recreação, turismo ecológico e educação ambiental.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O mapeamento e levantamento dos recursos naturais do Município de São Sebastião foram de fundamental importância para o entendimento dos padrões de organização do espaço geográfico e da distribuição das áreas assentáveis e legalmente protegidas.

O uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) proporcionou uma rápida e eficiente elaboração deste trabalho de pesquisa. Assim, os resultados e as discussões foram descritos neste Capítulo juntamente com a apresentação dos mapas temáticos finais.

5.1. MAPAS TEMÁTICOS OU VARIÁVEIS AMBIENTAIS:

Alguns resultados já foram apresentados durante a descrição da metodologia como, a composição de imagens-fração “Vegetação”, “Solo” e “Sombra” que após sua segmentação resultaram no Mapa de Uso e Cobertura do Solo. E também, as isolinhas geradas a partir da grade retangular do SRTM com suas composições de imagens sombreadas que ajudaram na análise das diferentes variações topográficas.

Já a Carta Hipsométrica, a Carta de Declividade e o Mapa de Uso e Cobertura do Solo foram descritos a seguir, os quais fizeram parte da combinação ou integração que resultaram no Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano, no Mapa de Legislação Ambiental e no Mapa de Incompatibilidade ao Uso.

O cruzamento ou integração feita com todos os mapas temáticos procurou na realidade retratar um fenômeno ou parâmetro fornecendo informações sobre os fatores físicos que formam um ambiente natural (SILVA & SOUZA, 1987).

5.1.1. Carta Hipsométrica:

A Carta Hipsométrica do Município de São Sebastião apresenta as classes de altitude de 0 a 1350 metros, facilitando a visualização e compreensão dos conjuntos de relevo que predominam na região de estudo. As classes estão distribuídas espacialmente com intervalos de 100 metros, sendo que as áreas de planície encontram-se abaixo de 100 metros e as áreas mais altas com valores superiores a 1200 metros (Figura 53).

Ao logo de toda a extensão do município, se observa nitidamente os planaltos e as escarpas da Serra do Mar com altitudes de 1000 até 1350 metros, os quais não chegam a ultrapassar de 8% da área total do município (Tabela 17). Onde podemos destacar o Pico do Papagaio com 1183 metros de altitude, localizado próximo ao Município de Salesópolis - SP.

A Serra do Mar apresenta um recuo ao sul e dá espaço para a formação de planícies costeiras mais extensas. Já ao norte, a serra avança em direção ao mar formando os espigões que terminam em promontórios rochosos desenvolvendo assim, estreitas planícies costeiras e pequenas praias de tombo (TOMINAGA, 2000).

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

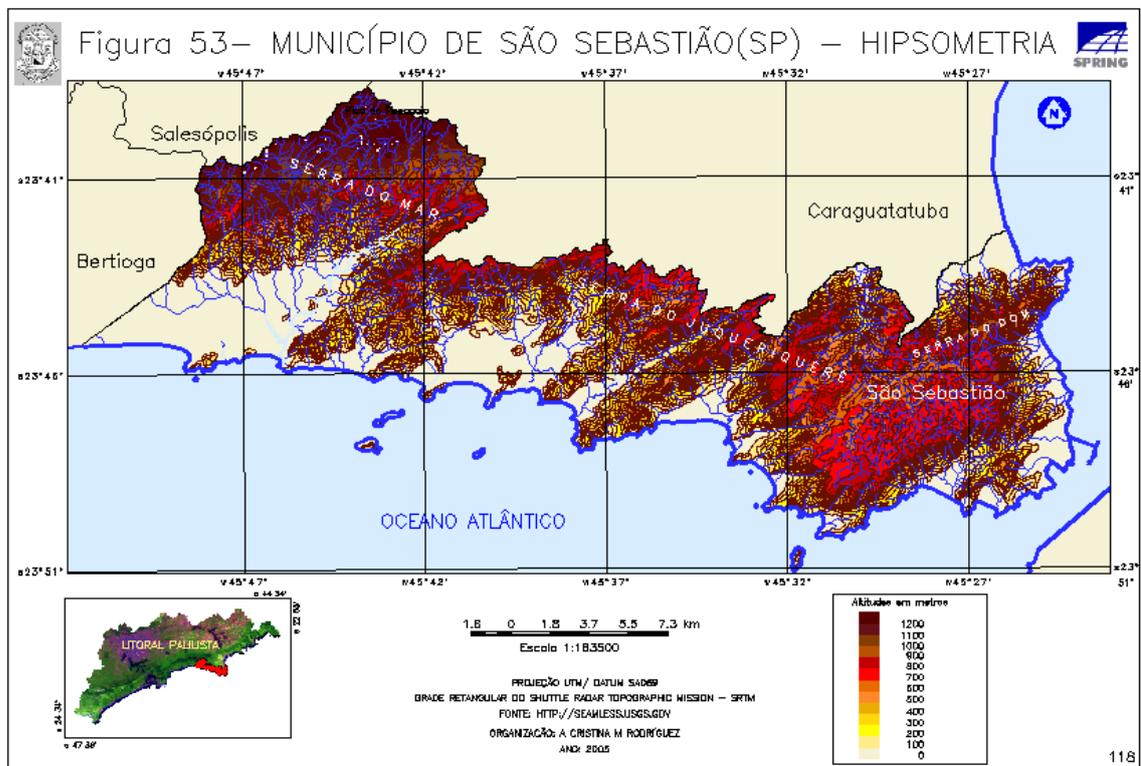


Figura 53 – Município de São Sebastião (SP) - Hipsometria.

As Planícies ocorrem em uma longa faixa da orla no Canal de São Sebastião acompanhando o Oceano Atlântico até ao limite com Município de Bertioga e são separadas por pequenas pontas rochosas que afloram na praia. As planícies apresentam valores de altitude variável chegando até 100 metros abrangendo cerca de 30% de todo o município.

Na Serra do Mar, encontram-se as principais cabeceiras da rede de drenagem e uma grande extensão de área com predomínio de remanescentes da Mata Atlântica pertencente ao Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). A área total do PESM compreende as altitudes de 200 até 1350 metros que somam entorno de 70% do município.

TABELA 17 – Classes de Altitude e Área de Abrangência.

CLASSES (m)	ÁREA (km ²)	PERCENTAGEM (%)
< 100	91,89	22,8
100	31,60	7,9
200	48,04	11,9
300	30,07	7,5
400	24,38	6,1
500	24,48	6,1
600	32,44	8,1
700	45,47	11,3
800	31,69	7,9
900	10,36	2,6
1000	5,29	1,3
1100	7,13	1,8
1200	4,22	1,0
> 1200	15,26	3,8
TOTAL	402,3	100,0

A necessidade de preservação do PESM é de grande importância, pois as grandes diferenças de altitudes e o grau de inclinação das vertentes em contrapartida com ação das águas fluviais e pluviais favorecem literalmente a erosão natural. O que pode ser agravado com a interferência da ação antrópica pelos desmatamentos e assentamentos irregulares acarretando assim a degradação do meio ambiente.

5.1.2. Carta de Declividade:

A Carta de Declividade ou Clinográfica do Município de São Sebastião apresenta as seguintes classes de altitudes em porcentagem: Menos de 5,0%, 5,1 a 15,0%, 15,1 a 30,0%, 30,1 a 40,0% e Mais de 40,0%. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 18 e na Figura 54.

Analisando a área de estudo com base em ROSS (1994) e RODRIGUES (1996), as áreas com declividades inferiores a 5,0% (Muito Fraca) representam 24,8% da área total do município. Nesses locais o assentamento urbano requer um planejamento de infra-estrutura, pois são áreas propícias a risco de inundação fluvial com problemas de saneamento básico, escoamento de águas pluviais e esgotos muito lentos.

As declividades de 5,1 a 15,0% (Fraca) com 24,5% são favoráveis ao assentamento urbano ou mesmo a agricultura, porém exigem práticas simples de conservação do solo.

As áreas de declividades de 15,1 a 30,0% (Média) com 34% são as mais indicadas pela Lei Lehmann (Legislação Federal nº 6766/79) para o assentamento urbano desde que sejam implantadas medidas preventivas simples contra riscos geotécnicos como a erosão. A agricultura mecanizada nestas áreas exige práticas complexas de conservação do solo.

TABELA 18 – Classes de Declividade e Área de Abrangência.

CLASSES	ÁREA (km ²)	PERCENTAGEM (%)
Menos de 5,0 %	99,98	24,8
5,1 – 15,0 %	98,68	24,5
15,1 – 30,0 %	136,81	34,0
30,1 – 40,0 %	34,31	8,5
Mais de 40 %	32,56	8,1
TOTAL	402,3	100,0

Já as áreas de declividades de 30,1 a 40,0% (Forte) e superiores a 40% (Muito Forte) somam total de 16,6% da área do município. Essas áreas são inadequadas a qualquer tipo de uso, seja assentamento urbano ou agrícola, pois existem riscos de escorregamentos e intensificação de processos erosivos por atividades antrópicas ou naturais.

Essas áreas são asseguradas pelo Código Florestal (art. 10), onde não é permitida a derrubada de florestas, somente é aceito ou tolerável à extração de toros quando em regime de utilização racional que vise rendimentos permanentes.

Nestas declividades são propícias as atividades turísticas, recreativas, educativas e/ou esportivas com prévio planejamento de áreas de visitação, com estabelecimento de trilhas mediante um estudo de capacidade de transporte e também de possíveis impactos causados no meio ambiente.

Segundo MAZZOCATO (1998), a capacidade de transporte está relacionado com a carga detrítica possível de ser transportada pelos cursos d'água, onde a maior parte dessa carga é fornecida pela erosão das vertentes. A capacidade de transporte de uma área pode ser obtida através da energia da área e também por sua permeabilidade.

A análise feita por MAZZOCATO (1998) na Bacia do Rio Una na área de estudo, mostra que a maioria das altas energias pertence às escarpas da Serra do Mar, nas quais se apresenta maior ocorrência de movimentos de massa devido as grandes declividades.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

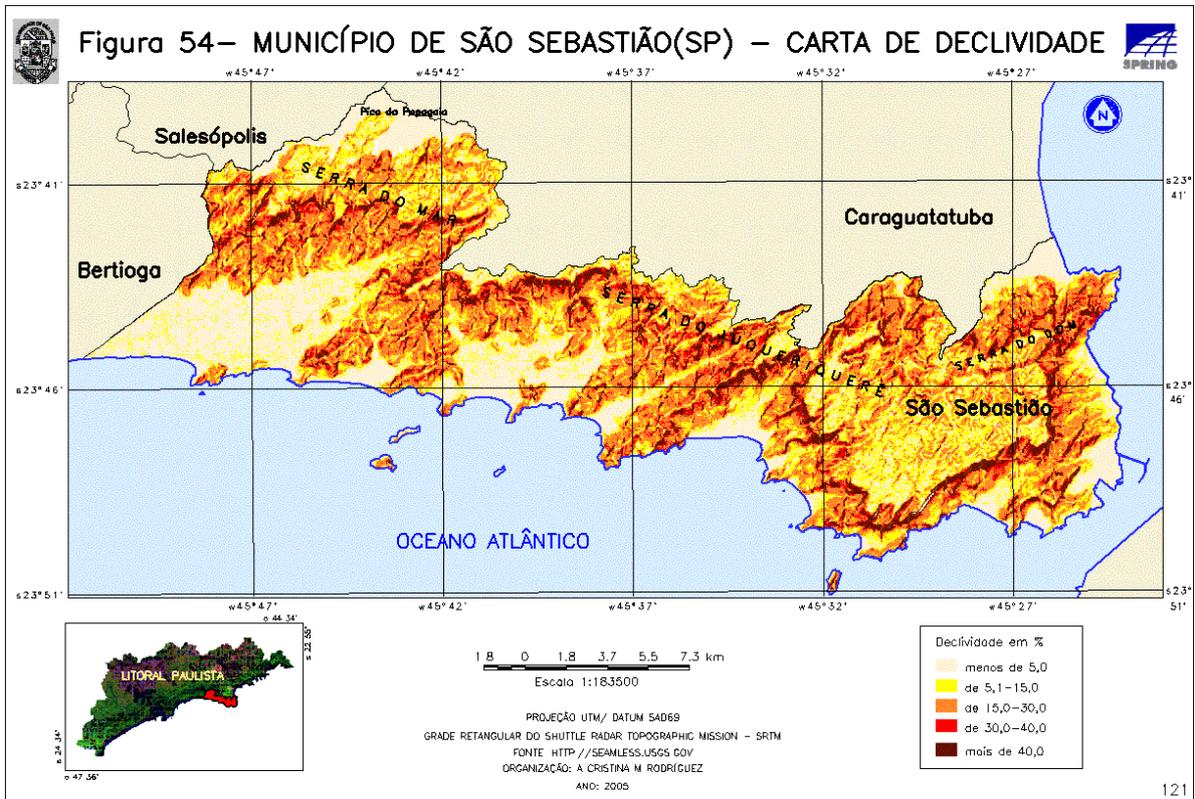


Figura 54 –Município de São Sebastião (SP) - Carta de Declividade.

Os dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) que resultaram na Carta Hipsométrica e na Carta de Declividade apresentaram problemas de limite de costa, onde as áreas mais baixas (planícies) se prolongavam juntamente com o nível do mar. Esse problema foi resolvido com o recorte da área contendo o Município de São Sebastião.

Segundo a Jet Propulsion Laboratory – JPL (2000), existe não apenas o problema da definição da linha de costa, como também a delimitação de corpos d'água, elevados valores de pontos nos picos e baixos nos vórtices da grade retangular de MNT do Projeto SRTM.

Existem também problemas com os objetos na superfície, ou seja, antenas, obras de corte ou aterro, edificações e variações muito abruptas na cobertura vegetal (desmatamento) são apresentadas como parte integrante na superfície nos dados da grade retangular dos dados do SRTM (VALERIANO, 2004).

Segundo NÓBREGA et al. (2005) a presença maciça de edificações, também pode prejudicar a detecção da superfície física do terreno com o retorno do sinal do Radar, o que não acontece numa restituição fotogramétrica. Pois, as edificações são desconsideradas e a altimetria é traçada a partir de observações tangentes ao solo.

Em São Sebastião, estes erros não foram significativos para a geração da Hipsometria e da Declividade, o que foi comprovado através do levantamento de pesquisas dos autores como MAZZOCATO (1998), CREPANI & MEDEIROS (2000) e TOMINAGA (2000).

Segundo GOUVÊA et al. (2005) a geração de Carta Hipsométrica e de Declividade a partir dos dados do SRTM descrevem melhor o relevo e apresentam maior detalhamento e acurácia devido à maior resolução espacial.

A partir dos dados do SRTM, se obteve também um Modelo Digital do Terreno (DEM), o que não teve nenhuma perda significativa na qualidade geométrica quando comparado com a utilização do método convencional, a partir da digitalização de isolinhas advindas de cartas topográficas (BARROS et al., 2005).

Para a geração do Modelo Digital do Terreno utilizou-se a grade retangular do SRTM adquirida através da interferometria por radar. Essa técnica de imageamento ativa é feita quando o radar emite o sinal através de uma antena central e se registra as características do retorno deste sinal através duas outras antenas alocadas a uma distância uma da outra. E a partir da comparação da distância destas duas antenas gera-se o Modelo Digital do Terreno (MELGAÇO et al., 2005).

O Modelo Digital do Terreno possibilitou uma melhor percepção do relevo permitindo a interpretação da rede de drenagem entre outras feições topográficas. A qualidade visual da imagem Landsat juntamente com a utilização da grade retangular do SRTM facilitou a discriminação das áreas planas e acidentadas, como é o caso da planície litorânea e também das escarpas da Serra do Mar (Figura 55).

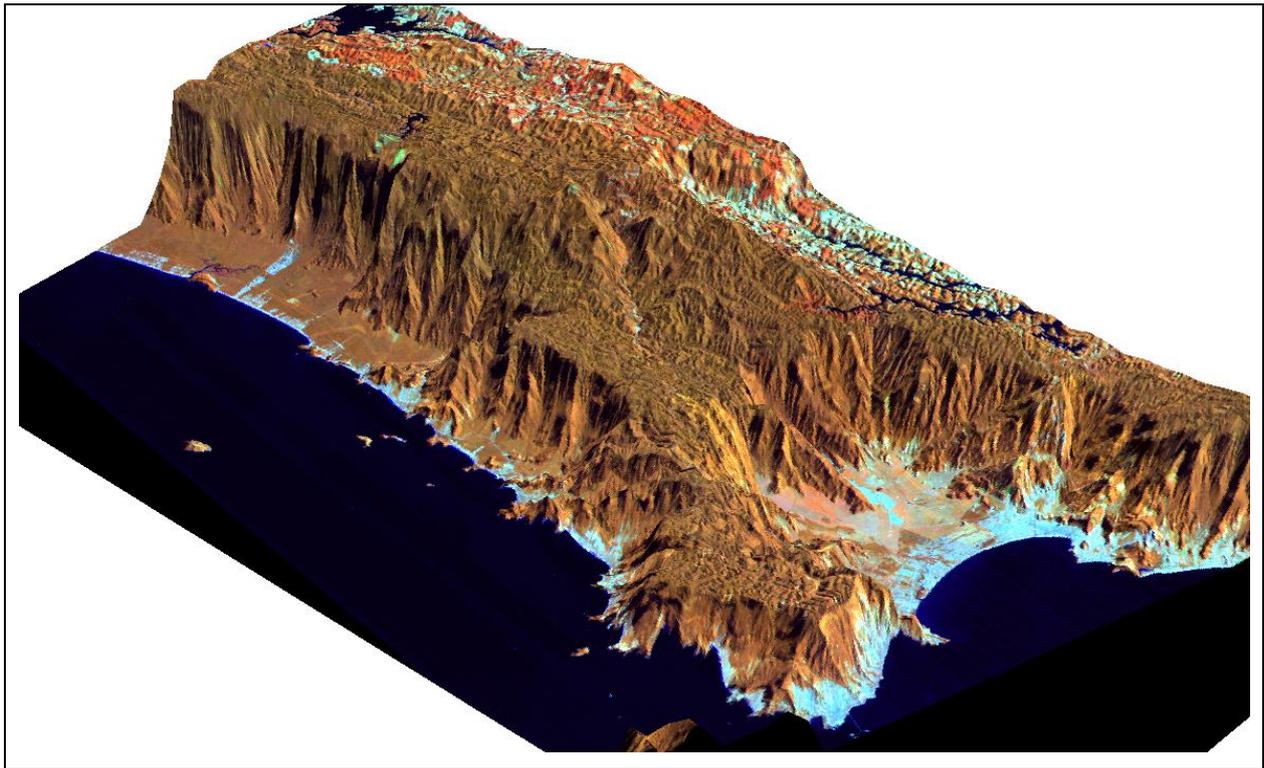


Figura 55 – Composição Landsat TM 453 e Grade Retangular do SRTM de São Sebastião.

5.1.3. Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano:

Na confecção deste mapa, os mapas temáticos de Uso e Cobertura do Solo, Geologia, Geomorfologia, Geotécnico, Solos e Declividade foram ponderados e integrados (cruzados) com objetivo de qualificar as áreas que apresentam as melhores condições físicas para o Assentamento Urbano no Município de São Sebastião (Figura 56).

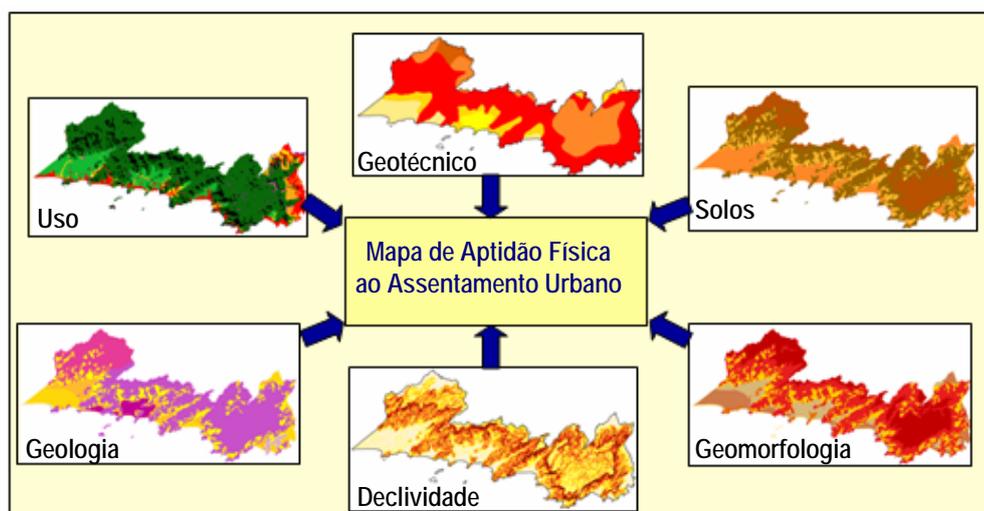


Figura 56 – Esquema de Aquisição do Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano.

As classes temáticas identificadas no Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano com base em CREPANI et al. (1996), na Previsão de Problemas de Degradação Ambiental para Assentamentos Urbanos (IPT, 1994) e também na Legislação Ambiental vigente foram as seguintes: Imprópria, Restrição Severa, Restrição Regular e Favorável.

As Áreas Impróprias são compreendidas por solos superficiais e com baixa coesão em terrenos com declividades superiores a 40%. Essas áreas correspondem a 34,8% do município, as quais apresentam um alto nível de suscetibilidade a escorregamentos e grande intensificação de processo erosivo, devido às altas amplitudes e declividades das encostas (Tabela 19).

O Assentamento Urbano nessas áreas é totalmente impróprio não somente pelos riscos ambientais, mas também pelo grande movimento de terra necessário para a sua ocupação. Ou seja, quanto maior a declividade de uma encosta, maior será o movimento de terra necessário para o desenvolvimento urbano (PISANI, 1998).

Essas áreas se localizam no Parque Estadual da Serra do Mar e são protegidas pela Legislação Ambiental, pois concentram grande número de corpos d'água e também remanescentes da Mata Atlântica.

TABELA 19 – Classes de Aptidão Física ao Assentamento Urbano e Área de Abrangência.

CLASSES	ÁREA (km ²)	PERCENTAGEM (%)
FAVORÁVEL	42,92	10,7
RESTRICÇÃO REGULAR	115,40	28,7
RESTRICÇÃO SEVERA	104,09	25,9
IMPRÓPRIA	139,90	34,8
TOTAL	402,3	100,0

As Áreas de Restrição Severa são compreendidas pelo entorno das áreas impróprias, que correspondem a 25,9% do município. A maioria destas áreas está localizada também no Parque Estadual da Serra do Mar em declives acentuados.

As Áreas Impróprias e de Restrição Severa fazem parte de terrenos com estabilidade precária, onde os movimentos de massa são presentes por influência exclusivamente da dinâmica natural de evolução do próprio relevo independentemente da ação antrópica.

A ação antrópica quando intensificada nestas regiões, causam processos de instabilização que desencadeiam escorregamentos, devido aos cortes de aterros mal dimensionados e não-consolidados produzidos pela expansão urbana sem infra-estrutura.

Exemplo disso é o depósito no centro urbano do Município de Caraguatatuba de massa sedimentar, advinda de escorregamentos que assorearam a calha de alguns rios (Rio Santo Antonio) e mataram cerca de 200 pessoas em 1967 (SESTINI, 2000).

No Estado de São Paulo, existem várias regiões fixadas em áreas Impróprias e Restritas, como no caso do Pólo Industrial e dos Bairros-Cota no Município de Cubatão.

Neste município, segundo a SOS Mata Atlântica (2003), existe um aumento de 165 para 525 deslizamentos de terra entre os anos de 1971 e 1985 ocorridos por águas pluviais.

Os solos encontrados nestas áreas são jovens em fase inicial de formação, pois se encontram em desenvolvimento a partir dos materiais de origem, recentemente depositados ou ainda localizados em terrenos de alta declividade, onde a velocidade de erosão é igual ou maior que a velocidade de transformação da rocha em solo (CREPANI et al., 1996).

As Áreas de Restrição Regular compreendem 28,7% do município e são terrenos praticamente planos, constituídos por sedimentos de textura variada presentes próximo aos cursos d'água e chamados de planícies aluviais interiores.

A maioria destes terrenos foi aterrada e ocupada por moradias, indústrias e sistemas viários, os quais sofreram alteração em seus cursos d'água (retirados ou canalizados) objetivando a redução de inundações (IPT, 1994).

Nestas áreas, também foram encontrados terrenos com média propensão a escorregamentos, como é o caso de áreas localizadas na Serra do Dom e próximas ao Município de Salesópolis, que também são protegidas pela Legislação Ambiental (Figura 57).

As Áreas Favoráveis correspondem a 10,70% do total do município, e são as que apresentam melhores condições físicas para o assentamento urbano como, solos com boas características geotécnicas. Com relação ao relevo se encontram em áreas de baixas declividades isentas de rios e nascentes, estando aptas para o adensamento urbano.

Essas áreas localizadas nas baixadas litorâneas constituídas por sedimentos marinhos de textura predominantemente arenosa, foram as primeiras a serem ocupadas por suportarem as porções mais antigas e consolidadas da maior parte das cidades litorâneas do Estado de São Paulo (IPT, 1994).

De uma forma geral, percebe-se que a região não é apropriada para o assentamento urbano sem um prévio plano de infra-estrutura e de normas urbanísticas, devido ao grande número de áreas declivosas que possibilitam o escorregamento de encostas.

Algumas classes temáticas do Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano foram editadas, pois não condiziam com a realidade de integração das características específicas. Ou seja, algumas áreas de Restrição Regular eram na verdade de uso Favorável e outras de uso Impróprio correspondiam a áreas de Restrição Severa.

Esse problema identificado nas classes temáticas pode estar relacionado à integração ponderada efetuada nas variáveis ambientais, sem a relevância que existe entre as diferentes contribuições para a aptidão física ao Assentamento Urbano de cada mapa temático.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

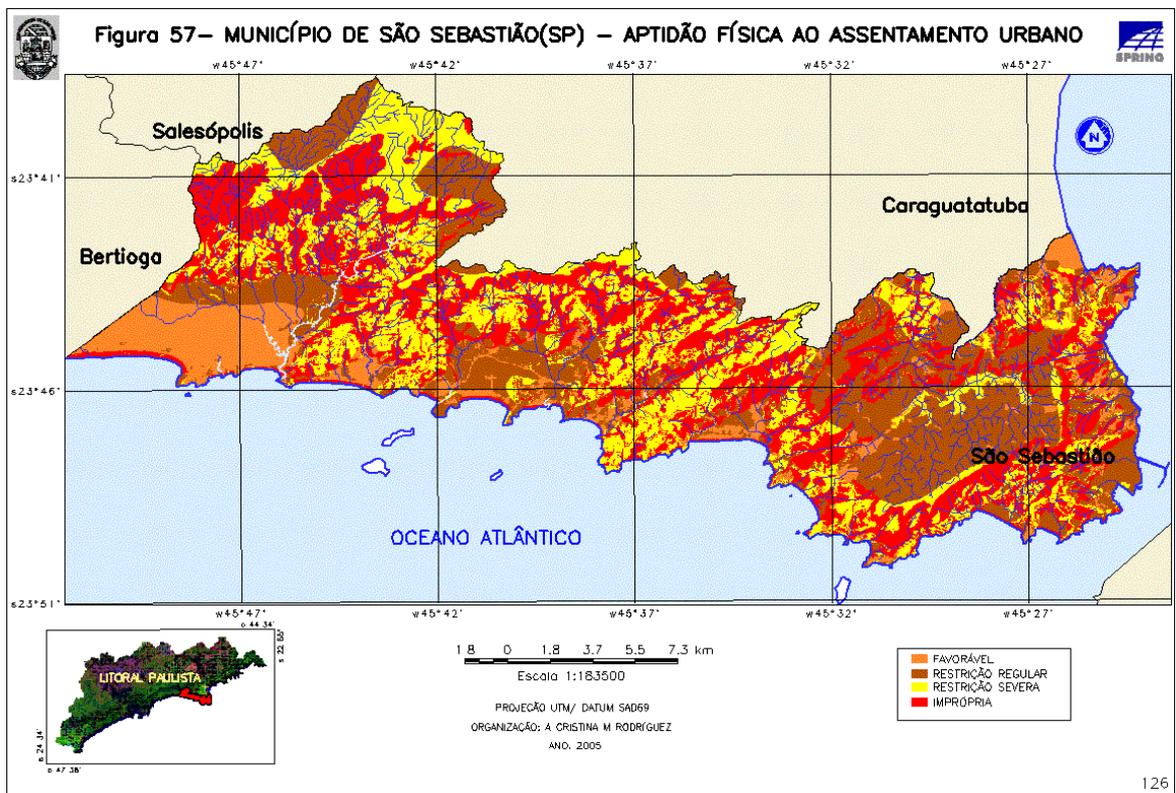


Figura 57 – Município de São Sebastião (SP) - Aptidão Física ao Assentamento Urbano.

5.1.4. Mapa de Legislação Ambiental:

O Mapa de Legislação Ambiental do Município de São Sebastião confeccionado com base no art. 2º da Lei Federal nº 4.771/65 que institui o Código Florestal Brasileiro e também nas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) de nº 302 e 303 de 20/03/02, mostra a representação espacial das Áreas de Preservação Permanente (APP's).

As APP's identificadas no Mapa de Legislação Ambiental são: APP das Nascentes dos Rios, APP das Margens dos Rios, APP com Restinga, APP das Declividades superiores a 40%, APP dos Topos de Morro e Áreas que não são consideradas de preservação permanente (Figura 58). Todas as leis aqui utilizadas estão descritas no Anexo I.

A Tabela 20 mostra que as APP's das Nascentes dos Rios com raio de 50 metros representam 1,2% do total do município, onde estas protegem a posição dos cursos d'água e também a vazão do sistema hidrográfico. A proteção destas, têm como objetivo garantir os locais por onde brotam e nascem as águas que formam os rios.

As APP's das Margens dos Rios com largura de 30 metros correspondem a 11,4% do município, as quais são responsáveis pela conservação da mata ciliar ao longo do fluxo dos canais fluviais e também pelo aumento da capacidade de armazenamento de água. A presença desta APP tem como intuito evitar desmoronamentos nas margens e assoreamento nos leitos dos rios.

TABELA 20 – Classes de Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Área de Abrangência.

CLASSES DE AAP'S	ÁREA (km²)	PERCENTAGEM (%)
Nascente 50M	4,98	1,2
Nascente 100M	14,65	3,6
Margem de Rio 30M	45,81	11,4
Margem de Rio 60M	38,18	9,5
Restinga	42,17	10,5
Declividade > 40%	32,56	8,1
Topos de Morro	83,17	20,7
Não Considerada APP	140,75	35,0
TOTAL	402,3	100,0

A APP contendo a Restinga representa cerca de 10,5% do município, a qual garante a preservação das florestas e outras formas vegetais com objetivo de fixar as dunas e estabilizar os mangues.

A APP com declividade superior a 40% corresponde a 8,1% da área de estudo e é representada por áreas de fragilidade muito forte, as quais podem apresentar erosão em forma de sulcos e laminar, escoamento e perda gradativa da camada superficial do solo em função da ausência de cobertura vegetal. Estas áreas correspondem às cabeceiras das vertentes, as quais possuem grande densidade hídrica.

A extensa faixa de APP dos Topos de Morro representa 20,7% do Município de São Sebastião e corresponde aos planaltos (Serra do Dom, Serra do Juqueriquerê e Serra do Mar). Onde se identificam diversas nascentes e rios, os quais devem ser preservados para a manutenção do sistema natural serrano, da fauna e flora, principalmente dos remanescentes de Mata Atlântica e também do equilíbrio hidrológico da região.

As áreas não consideradas como APP's somam entorno de 48,1% da área total do Município de São Sebastião. Onde são contabilizadas também as nascentes com raio de 100 metros (3,6%) e as margens dos rios com largura de 60 metros (9,5%). Estas áreas foram incluídas no Mapa de Legislação Ambiental com objetivo de ressaltar as APP's indicadas na Legislação Federal.

Para analisar o avanço do desmatamento nas APP's, ou seja, no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), utilizou-se os Mapas de Uso e Cobertura do Solo dos anos de 1988, 1997, 1999 e 2002. Onde, os mapas dos anos de 1988 e 1997 adquiridos do Banco de dados de RODRÍGUEZ (2000) apresentavam erros no limite municipal de São Sebastião, o que foi imediatamente corrigido a partir dos dados de CREPANI & MEDEIROS (2000).

Na Tabela 21, apresentamos a área total do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e as áreas desmatadas identificadas no período citado na área de estudo.

TABELA 21 – Áreas Desmatadas no PESH e Área de Abrangência.

DESMATAMENTO (Ano)	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM(%)
1988	2,05	0,74
1997	1,15	0,41
1999	1,69	0,61
2002	1,30	0,47
ÁREA TOTAL DESMATADA	6,19	2,23
ÁREA TOTAL DO PESH	278,2	69,2
ÁREA TOTAL DO MUNICÍPIO	402,3	100,0

Para a área total do PESH correspondente a 69,2% do Município de São Sebastião, temos a ocorrência de cerca de 2,23% de desmatamento referente aos anos de 1988 a 2002.

Nota-se que a média do desmatamento de 1997 a 1999 (0,51%) é quase a média ocorrida nos primeiros 10 anos (0,56%). Isto significa que o desmatamento identificado próximo aos limites do PESH tem crescido lentamente e se estabilizado ao longo dos anos. As principais áreas atingidas pelo desmatamento são as Serras do Dom e do Juqueriquerê.

O desmatamento localizado nesta área de proteção ambiental é devido principalmente a assentamentos urbanos clandestinos de população de imigrantes de baixa renda, que fixam um pequeno comércio para o abastecimento local. Onde, são executados cortes nas vertentes sem nenhuma obra de proteção e também extração de madeira para a construção de moradias.

5.1.5. Mapa de Incompatibilidade ao Uso:

O Mapa de Incompatibilidade ao Uso resultou da integração (cruzamento) do Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano juntamente com o Mapa de Legislação Ambiental do Município de São Sebastião (Figura 59). Este mapa identificou as áreas que são Incompatíveis ao Uso devido a sua Aptidão Física e também a Legislação Ambiental vigente.

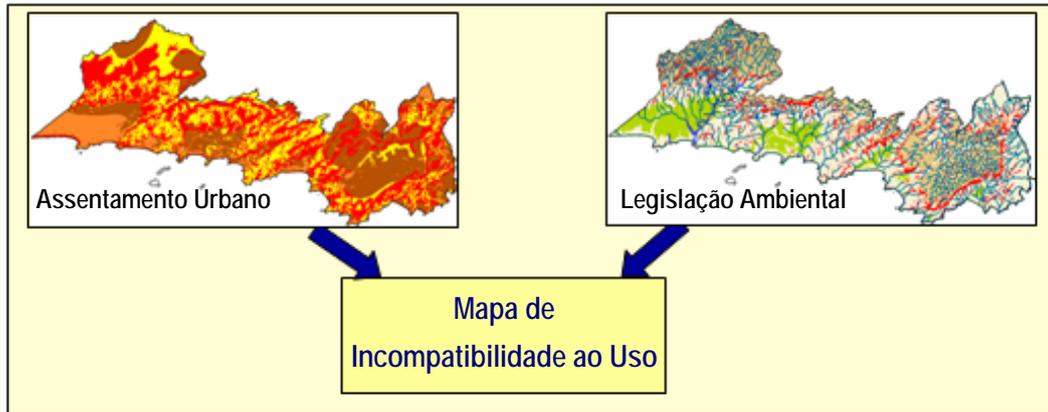


Figura 59 – Esquema de Aquisição do Mapa de Incompatibilidade ao Uso.

O Mapa de Incompatibilidade ao Uso seguiu a classificação de MORAES (1999), identificando no espaço geográfico as áreas legalmente protegidas e as que podem ser assentadas ou utilizadas sem desencadear a degradação do meio ambiente.

Os principais objetivos do Mapa de Incompatibilidade ao Uso são: orientar o processo de expansão urbana, identificando as áreas aptas ao assentamento urbano; identificar as áreas que são impróprias ao assentamento, priorizando a fiscalização sobre elas; fornecer elementos para a correção e recuperação de áreas de proteção ambiental.

As classes temáticas determinadas no Mapa de Incompatibilidade ao Uso foram as seguintes: Uso Incompatível, Uso Restrito e Uso Compatível.

O Uso Incompatível são áreas que não podem ser utilizadas devido ao seu potencial físico inadequado e também por estarem protegidas pela Legislação Ambiental. (Figura 60).

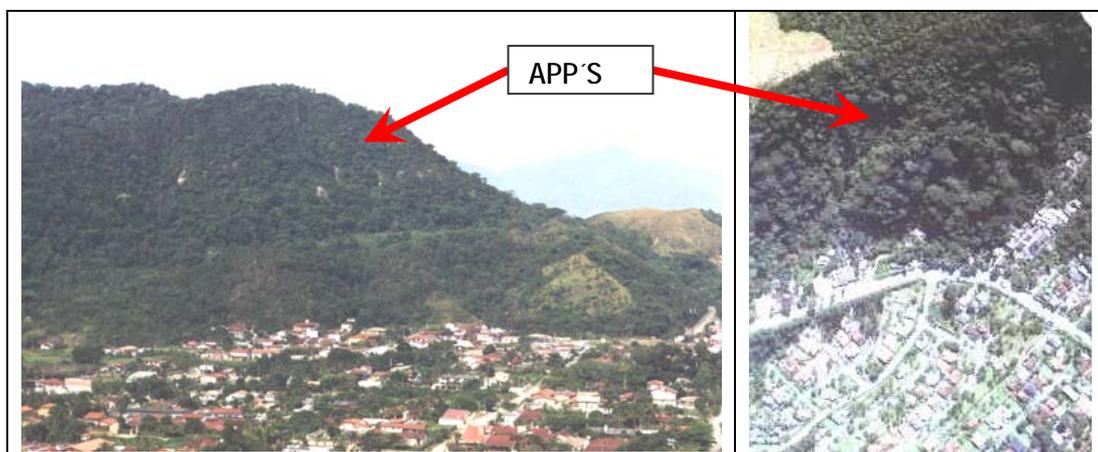


Figura 60 – Áreas de Uso Incompatível devido a Legislação Ambiental.

A maioria das áreas Incompatíveis se localiza na Serra do Mar, na Serra do Juqueriquerê e na Serra do Dom. Essas áreas correspondem a 71,21% da área total do município e se distribuem por toda a extensão da área de estudo (Tabela 22).

TABELA 22 – Classes de Incompatibilidade ao Uso e Área de Abrangência.

CLASSES	ÁREA (km ²)	PERCENTAGEM (%)
INCOMPATÍVEL	286,49	71,21
RESTRITO	74,32	18,47
COMPATÍVEL	41,49	10,32
TOTAL	402,3	100,0

As áreas de vegetação do tipo Restinga consideradas de Uso Incompatível, devido à Legislação Ambiental apresentam atualmente construções residenciais, o que não atende as leis de controle de degradação do meio ambiente.

Outro tipo de vegetação, também considerado de Uso Incompatível são os remanescentes de Mata Atlântica, encontrados em grande quantidade no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Assim, estas áreas se apresentam incompatíveis ao uso devido constituírem ambientes complexos e vitais para a manutenção do fluxo hídrico da região, além de representar um refúgio de variedades florísticas e faunísticas protegidas pela Legislação Ambiental.

Apesar do potencial físico inadequado e da Legislação Ambiental no PESHM, essas áreas apresentam alguns assentamentos pontuais ao longo de caminhos e estradas na Serra do Juqueriquerê e na Serra do Dom, além de pequenas áreas desmatadas na Serra do Mar.

Segundo TOMINAGA (2000) no PESHM não existem evidências de ocupação antrópica, talvez seja devido ao difícil acesso. Porém, nos limites próximo ao parque são encontrados assentamentos desordenado pouco adensado que podem se tornar uma pressão no mesmo.

As Áreas de Uso Restrito são as intermediárias que se encontram degradadas e sujeitas a inundações, desmoronamentos e deslizamentos de terra. Estas áreas devem ser recuperadas com o intuito de dirimir os impactos ambientais (Figura 61).

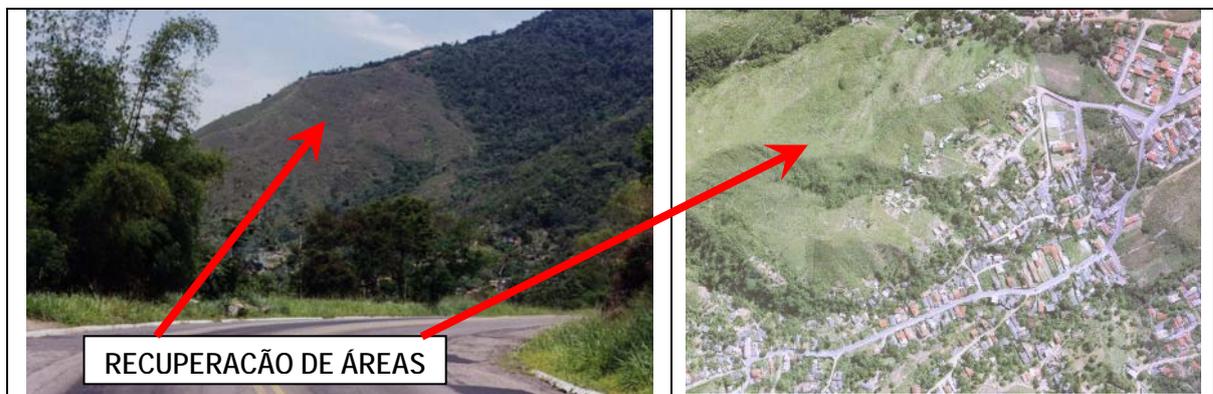


Figura 61 – Áreas de Uso Restrito que necessitam de recuperação.

Na Figura 61, destacam-se áreas sem a cobertura vegetal de superfície, o que pode desencadear movimentos de massa e erosivos. Pois, o crescimento e entrelaçamento das raízes da vegetação podem assegurar os blocos de rochas característicos desta região de embasamento cristalino, além de amenizar o impacto das chuvas e conseqüentemente a erosão.

Segundo MAZZOCATO (1998) a retirada da vegetação altera o equilíbrio ambiental causando processos erosivos e de degradação ao meio ambiente. E pode causar o desligamento de blocos rochosos, aumentar a força de impacto da água da chuva sobre a superfície promovendo uma ação destrutiva, aumentar a quantidade de água que escorre e leva a maioria dos materiais transportados, além de diminuir a resistência dos materiais a serem transportados.

As áreas restritas compreendem a 18,47% da área de estudo e se situam logo após as áreas de Uso Incompatível, no sopé das escarpas e dos morros. Estas áreas estão localizadas em regiões de alerta para o assentamento urbano como as encostas e os morros, onde os mesmos estão em situação de risco associado a escorregamentos (Figura 62).

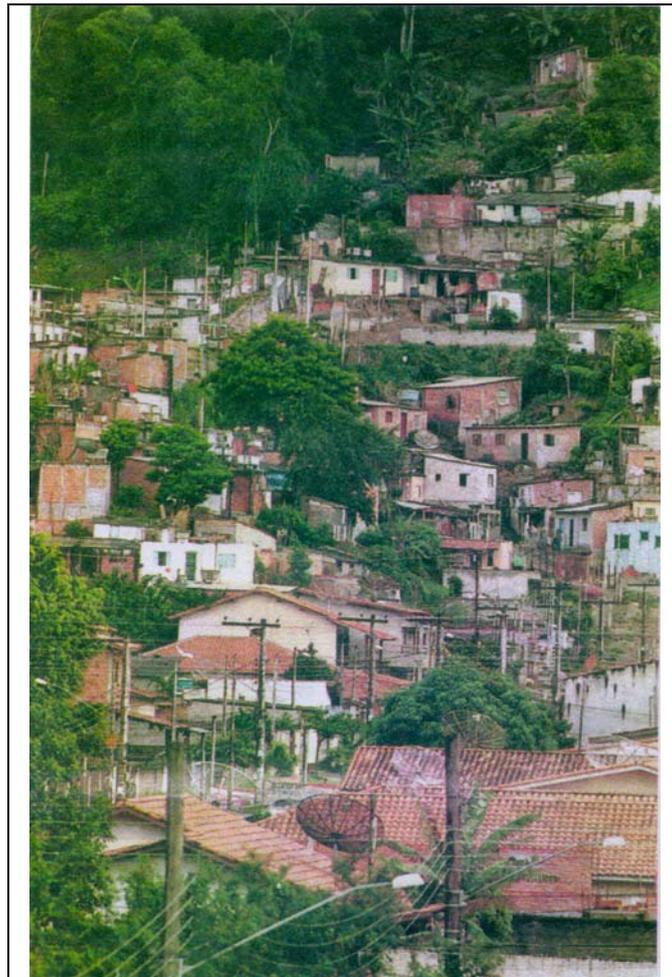


Figura 62 – Favela localizada no Morro da Topolândia.

Fonte: Roosevelt Cássio (Folha Imagem)

Existem também alguns assentamentos irregulares localizados em regiões muito próximas a rede de drenagem e que às vezes apresentam-se com obras sobre as mesmas, desrespeitando a Legislação Ambiental que as protege e conserva.

A construção de casas sobre as vertentes mais declivosas é muito comum nesta região, onde são realizados cortes e aterros para a implantação das edificações sem nenhuma obra de proteção ou quando existe são muito precárias e também inadequadas.

Nos assentamentos irregulares as casas são construídas sem infra-estrutura urbana, arruamento sem planejamento, ausência de escoamento de águas pluviais, abastecimento insuficiente de água potável, esgotamento sanitário precário e grande frequência de lançamentos de água servida a céu aberto.

Todos estes problemas gerados pelos assentamentos irregulares desencadeiam a contaminação, poluição e assoreamento dos recursos hídricos, ocorrência de enchentes, proliferação de doenças, entre outros. Os quais contribuem para a degradação dos recursos naturais e põe em risco a vida da população, possibilitando a criação de situações críticas que necessitem de medidas técnicas específicas e onerosas para serem solucionadas.

Já as áreas de Uso Compatível são aptas para o assentamento urbano desde que haja infra-estrutura adequada visando à qualidade vida da população.

As áreas Compatíveis correspondem a 10,32% de toda a área de estudo, mostrando-nos que existem poucas áreas para o crescimento urbano devido principalmente às regiões de grande declive e também a presença do PESM.

Segundo MAZZOCATO (1998) a intensificação do crescimento urbano no Município de São Sebastião se apresenta acima de 50% no período de 10 anos, vinculado principalmente pela grande especulação imobiliária na região litorânea.

A autora levantou dados no período de 1987 á 1994, onde evidenciou as inúmeras construções de casas e edifícios, assim como o surgimento de um elevado número de novos loteamentos, confirmando a indicação da alta dinâmica do crescimento urbano.

As áreas de Uso Compatível estão localizadas preferencialmente paralelas à linha de costa, ou seja, na planície, as quais foram as primeiras a serem ocupadas.

Estas áreas não apresentam nenhum risco de desastres naturais, pois tem infra-estrutura com urbanização adequada, com arruamento planejado, pavimentação, presença de sistema de abastecimento de água, escoamento de águas pluviais, esgoto sanitário e coleta de lixo.

Apesar de boa parte da população do Município de São Sebastião está ocupando áreas de Uso Compatível, existem ainda alguns antigos e novos assentamentos que necessitam de infra-estrutura, pois a população flutuante tem crescido bastante nos últimos anos principalmente no período de férias e feriados prolongados.

Na Figura 63, mostram-se áreas de Uso Compatível com infra-estrutura localizada ao longo da linha de costa e também novas áreas com pouca ou quase nenhuma infra-estrutura.



Figura 63 – Áreas de Uso Compatível com e sem infra-estrutura.

A partir da análise do Mapa de Incompatibilidade ao Uso (Figura 64), de dados de campo e de levantamento bibliográfico sobre o Município de São Sebastião, foi possível observar que o Uso Compatível ocupa áreas de planície insuficientes para o assentamento de toda a população local e turística flutuante.

Por este motivo, o desrespeito a Legislação Ambiental com a ocupação da faixa mínima de proteção dos rios e nascentes, de áreas de restinga ou de remanescentes da Mata Atlântica e de áreas montanhosas é exclusivamente causado pela escassez de áreas mais adequadas, o que é muito comum nas cidades brasileiras.

Desta forma, a Legislação Ambiental apesar de extensa não tem sido suficiente para resguardar os recursos naturais e evitar a degradação ambiental provocada pela ocupação antrópica irregular e ilegal no solo.

Este mapa pode ajudar no planejamento de infra-estruturas das cidades evitando a expansão urbana desordenada e a degradação do meio ambiente, estabelecendo diretrizes consistentes acerca da ocupação desordenada.

Apesar da edição de alguns polígonos que foram classificados erroneamente, o Mapa de Incompatibilidade ao Uso mostrou claramente as áreas legalmente protegidas auxiliando na localização da melhor região para o surgimento de novos assentamentos urbanos.

O Mapa de Incompatibilidade ao Uso pode também fornecer subsídios para a adequação de assentamentos urbanos já existentes evitando regiões de alta fragilidade que são propícias a ocorrência de escorregamentos e movimentos de massa. Assim, como adquirir conhecimentos das principais áreas degradadas que necessitam de recuperação para dirimir os impactos ambientais ocasionados pela ação antrópica.

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP).

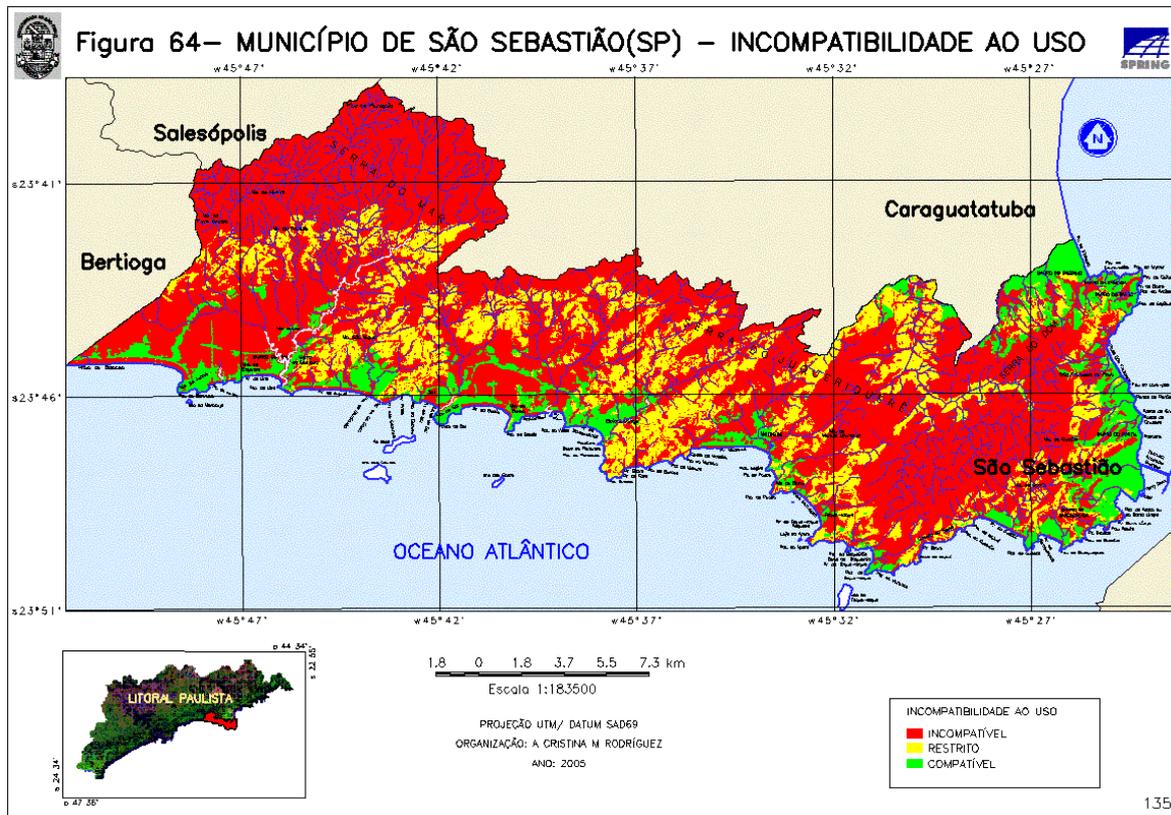


Figura 64 – Mapa de Incompatibilidade ao Uso do Município de São Sebastião – SP.

O Mapa de Incompatibilidade ao Uso mostra-se de grande importância para a identificação de Áreas de Preservação Permanente (APP's), pois estas têm como função atenuar a erosão nas terras, fixar dunas, formar faixas de proteção ao longo de rios, proteger sítios de valor científico, histórico e de excepcional beleza, e exemplares ameaçados de extinção, além de manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas.

No Mapa de Incompatibilidade ao Uso a avaliação de áreas de risco no Município de São Sebastião que apresentam um potencial físico inadequado ao assentamento urbano se apresenta bastante coerente. Ou seja, as características físicas e ambientais identificadas no município nos mostram a verdadeira situação propícia para o uso e a ocupação do solo.

O Mapa de Incompatibilidade ao Uso pode auxiliar no planejamento municipal e na gestão do uso e ocupação do solo, assegurando a fiscalização de futuras construções, assim como monitorando os assentamentos urbanos que se encontram em áreas de risco.

A partir do Mapa de Incompatibilidade ao Uso do Município de São Sebastião esperam-se atingir as seguintes metas:

- a)** restringir ou diminuir o crescimento do mercado imobiliário, evitando o alto processo de urbanização;
- b)** evitar o surgimento de novos assentamentos em morros e vertentes (áreas de risco);
- c)** impedir a degradação dos recursos hídricos e assoreamento dos rios;
- d)** equilibrar o desenvolvimento de atividades comerciais e de serviços ao longo da costa;
- e)** monitorar o desmatamento dos remanescentes da Mata Atlântica no PESM;
- f)** criar planos educacionais que visem à preservação e conservação do meio ambiente;
- g)** evitar a construção de estradas de rodagem, ferrovias, portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos em áreas de preservação e conservação ambiental, devido à ameaça dos meios físico, biológico e dos ecossistemas naturais como fauna e flora.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES:

Os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, a partir da utilização de imagens de satélites, imagem de radar e de um sistema de informações geográficas, possibilitaram a identificação das áreas compatíveis ao uso sem transgredir a Legislação Ambiental vigente.

As imagens de satélite permitiram a análise da área de estudo através de uma óptica regional, na qual foram identificados os diversos tipos de uso e cobertura do solo mediante a aplicação do modelo linear de mistura espectral, da técnica de segmentação e do uso do algoritmo de classificação supervisionado por regiões.

A aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral possibilitou uma melhor delimitação dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo nas imagens de satélite. Segundo SHIMABUKURO et al. (1997b), esse modelo aplicado antes de uma classificação reduz de modo significativo o tempo de processamento digital gasto no mapeamento de polígonos quando comparados a classificações sem a utilização desta técnica.

A técnica de segmentação apresentou bons resultados ao minimizar ou substituir a digitalização de *overlays*, a correção e ajuste de linhas, a geração de mapas temáticos e outras etapas que envolvem a técnica de interpretação visual convencional. E o uso do algoritmo de classificação supervisionado por regiões mostrou rapidez e um bom desempenho no mapeamento do uso e cobertura do solo do Município de São Sebastião.

A utilização de imagens orbitais de diferentes anos mostrou-se de grande importância para o levantamento de áreas desmatadas e para a atualização da rede de drenagem e viária na área de estudo.

A imagem da Missão Topográfica por Radar Interferométrico (Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM) possibilitou a geração das curvas de nível ou isolinhas com rapidez e automatização (CREPANI & MEDEIROS, 2004), evitando o procedimento lento e de alto custo de digitalização convencional de cartas topográficas.

O método desenvolvido por CREPANI & MEDEIROS (2004) de geração de isolinhas a partir dos dados do SRTM promoveu um grande avanço em relação à utilização da restituição fotogramétrica, ortofotos e pontos de controle. Pois, segundo GOUVÊA et al. (2005) os modelos digitais gerados a partir do SRTM apresentam maior detalhamento e acurácia devido a maior resolução espacial, do que os gerados por cartas topográficas.

Os dados do SRTM são atualmente uma das melhores informações topográficas sobre a América do Sul, preenchendo a lacuna da carência de cartas topográficas atualizadas e confiáveis do território brasileiro. Estes dados promoverão a evolução do uso de dados topográficos em estudos ambientais para caracterizar as diferentes situações de relevo, avançando ainda mais no conhecimento do território nacional.

Sem dúvida, novos métodos sempre apresentam limitações e erros. E por isso, muitos pesquisadores estão arduamente analisando e avaliando a qualidade dos dados do SRTM fornecidos gratuitamente pela United States Geological Survey – USGS.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), que têm se mostrado particularmente útil na execução de projetos para o monitoramento de áreas extensas, como o Município de São Sebastião, mostrou-se de grande eficácia e contribuição para o estudo ambiental permitindo a integração ou cruzamento de diversas variáveis ambientais.

O cruzamento dessas variáveis ambientais por operadores aritméticos a partir de um SIG, forneceu total facilidade e implementação da combinação dos atributos quantitativos, mesmo sem nenhuma relação de importância entre os critérios de cada mapa temático.

A manipulação das variáveis ambientais em um SIG facilita o conhecimento e entendimento da realidade, promovendo uma análise e síntese das primordiais necessidades para a ocupação urbana ou para garantia de manutenção dos ecossistemas em uma região.

O uso integrado do SIG juntamente com o Sensoriamento Remoto possibilitou o mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP's) tornando-se evidente as áreas protegidas e restritas ao assentamento urbano de acordo com o Código Florestal. Podem-se ainda identificar as principais áreas que se enquadram como transgressão da Lei Federal.

A aplicação de um SIG que é associado com o Sensoriamento Remoto, operado por um banco de dados que manipula dados vetoriais e matriciais, e executa análise espacial como SPRING, permitiu uma análise integrada dos aspectos físicos e forneceu informações úteis e coerentes na identificação das áreas compatíveis ou não ao uso.

O aplicativo computacional SPRING desenvolvido e distribuído gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais constitui um grande avanço no levantamento dos recursos naturais. O SPRING realiza a integração do sensoriamento remoto e do geoprocessamento através de um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens ou dados geográficos (INPE, 2000).

A ampla e gratuita disponibilidade de imagens de satélite, dos dados SRTM e de SIG's, como é o caso do SPRING, vem ajudar a comunidade acadêmica e pesquisadores no desenvolvimento e execução de projetos, que antes eram limitados pelo alto custo de equipamentos, imagens e capacitação de pessoal.

A partir deste trabalho podemos destacar que o Município de São Sebastião encontra-se em uma região muito acidentada com plano de fragilidade associado a altas declividades de poucas áreas compatíveis à ocupação urbana.

Entretanto, existem ainda áreas de planície de baixas declividades e de pouca profundidade (áreas de deposição) sujeitas a inundações, alagamento dos terrenos e movimentos de massa, que ainda assim são inadequadas à ocupação urbana sem a prévia implantação de infra-estrutura e planejamento.

Assim, o Mapa de Aptidão Física ao Assentamento Urbano pode subsidiar o planejamento e gestão do município através da identificação das áreas mais ou menos favoráveis à ocupação urbana, possibilitando a adequação de futuras construções, ou ainda monitorar as já existentes que se encontram em áreas de risco.

Sugere-se o emprego de imagens de alta resolução como Ikonos ou Quickbird para uma análise mais minuciosa da localização dos principais assentamentos urbanos em áreas de risco, com a finalidade de remanejamento ou apoio da defesa civil no período de chuvas torrenciais.

Recomenda-se a inserção no cruzamento de variáveis ambientais do mapa temático de pluviosidade, contendo os principais locais de maior ou menor intensidade pluviométrica.

No Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) existe um pequeno avanço antrópico em seus limites, que são freados pela Legislação Ambiental e principalmente por suas características físicas com a presença de altas declividades.

A preservação e conservação dessas altas declividades, das grandes áreas de remanescentes da Mata Atlântica, das inúmeras nascentes e dos cursos d'água presentes neste parque é de suma importância para a manutenção do equilíbrio ecológico necessário a vida e também as condições de sustentabilidade econômica da ocupação antrópica.

O Mapa de Legislação Ambiental mostrou que cerca de 51,9% do município, apresenta-se com Áreas de Proteção Permanente (APP's), confirmando a importância do cumprimento das leis ambientais e proporcionando a estabilidade, existência e permanência dos principais ecossistemas existentes.

Agora, os resultados obtidos com o Mapa de Incompatibilidade ao Uso podem ajudar na identificação das áreas que estão sendo ocupadas indevidamente apesar da proibição da Legislação Ambiental. Este mapa poderá ainda controlar e restringir o crescimento da ocupação urbana em áreas de relevo acidentado e impróprio para ocupação humana, como é o caso do Parque Estadual da Serra Mar (PESM).

O Mapa de Incompatibilidade ao Uso pode ainda auxiliar na indicação de áreas favoráveis ao assentamento urbano, evitando problemas ambientais como: desmatamento da cobertura vegetal, riscos de erosão e deslizamentos, assoreamentos e poluição dos rios, riscos de enchentes, disposição final dos resíduos sólidos entre outros que comprometem o desenvolvimento da qualidade de vida no município.

Desta forma, o conhecimento prévio das características físicas de uma determinada área pode promover uma ação conjunta entre as atividades humanas e o meio ambiente, dando ênfase ao surgimento da elaboração de propostas consistentes que venham a compatibilizar os diversos tipos de uso no meio ambiente sem agredi-lo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AB´SABER, A. N. **Geomorfologia do Estado de São Paulo**. In: Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante. Rio de Janeiro, IBGE, 1954. p. 1-97.

ABREU, D. B. de L. **A terra e a lei**: estudo do comportamento sócio-econômico em São Paulo nos séculos XVI e XVII. São Paulo: Roswitha Kempf, 1983. 108 p.

AFONSO, C. M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do estado de São Paulo**: uma análise ambiental. Selo Universidade, Meio Ambiente, FAPESP, n. 120, ed. São Paulo: Annablume, 1999. 186 p.

ALENCAR, A. A. C.; VIEIRA, I. C. G.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P. Análise multitemporal do uso do solo e mudança da cobertura vegetal em antiga área agrícola da Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, 1996. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. CD-ROM.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, p. 169-263, 1964.

ALVES, D. S.; PEREIRA, J. L. G.; SOUSA, C. L.; SOARES, J. V.; MOREIRA, J. C.; ORTIZ, J.O.; SHIMABUKURO, Y. E.; YAMAGUCHI, F. Análise comparativa de técnicas de classificação de imagens do sensor Landsat/TM para caracterização de áreas desflorestadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., Santos, 1998. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. CD-ROM.

ALVES, D. S.; MOREIRA, J. C.; KALIL, E. M.; SOARES, J. V.; FERNANDEZ, O.; ALMEIDA, S.; ORTIZ, J. D.; AMARAL, S. Mapeamento do Uso da Terra em Rondônia Utilizando Técnicas de Segmentação e Classificação de Imagens TM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, 1996. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996, p. 392-400. CD-ROM.

ANDERSON, P. S. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982. 136 p.

ARNOFF, S. **Geographic Information Systems**: a management perspective. Ottawa: WDL, 1989. 294 p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1993. 274 p.

BARROS, R. S. DE; CRUZ, C. B. M.; REIS, R. B.; JUNIOR, N. DE A. C. Avaliação do Modelo Digital de Elevação do SRTM na Ortoretificação de Imagens Landsat 7 – Área de Aplicação: Angra dos Reis – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia, 2005, **Anais**. São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2005, p. 3997-4004. CD-ROM.

BÄHR, H. P. Sistemas de informação geográfica e cartografia: uma estreita relação. **Fator Gis**, Curitiba, Ano I, n. 2, p. 41, 1993.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de Mapas e suas Aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 1997.

BINS, L. S.; ERTHAL, G. J.; FONSECA, L. M. G. Um método de classificação não supervisionado por regiões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO DE IMAGENS, 5., 1992, Águas de Lindóia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1992, v. 2, p. 65-68.

BINS, L. S.; FONSECA, L. M. G.; ERTHAL, G. J.; II, F. Satellite Image Segmentation: a region growing approach. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas. 1996. CD-ROM.

BLOISE, P. L. C.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S.; CARVALHO, A. P. F.; JÚNIOR, O. A. C. Análise de mistura espectral em imagens Áster no campo de instrução militar de Formosa (GO). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte, **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003, p. 2311-2318. CD-ROM.

BÖNISCH, S. **Geoprocessamento Ambiental com Tratamento de Incerteza: O Caso do Zoneamento Pedoclimático para Soja no Estado de Santa Catarina**. 251f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 2002.

BÖNISCH, S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise Espacial para a Integração de Propriedades Naturais**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001, 20p.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic Information Systems for Geocientists: Modelling with GIS**. Kidlington: Elsevier Science, 1994. 398 p.

BOWKER, D. E.; DAVIS, R. E.; MYRIK, D. L.; JONES, W. J. **Spectral reflectances of natural targets for use in remote sensing studies**. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration, NASA. 1985. 184p. (Reference Publication, 1139).

BRASIL. Ministério do Interior. **SEMA – RQMA: Relatório da Qualidade do Meio Ambiente: Sinopse**. Brasília: SEMA, 1984.

BRUCK, E. C.; FREIRE, A. M. V.; LIMA, M. F. **Unidades de conservação no Brasil: cadastramento e vegetação 1991 – 1994**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – IBAMA, 1995, 172 p.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information system for land resources assessment**. Oxford: Claredon Press; New York: Oxford University Press, 1986. 193p.

BRANDALIZE, A. A. Cartografia: Modernizando Conceitos. Curitiba. **Fator GIS**, Curitiba, Ano I, n. 1, p. 26, 1993.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. São José dos Campos. 265p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1995.

CÂMARA, G. Anatomia de um SIG. Curitiba. **Fator GIS**, Curitiba, Ano I, n. 4, p. 58, 1994.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de sistemas de informação geográfica**. Campinas: Unicamp, 1996. 197 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1996, 36p. [CD-ROM].

CARNEIRO, J. S. & VALERIANO, D. DE M. Fitossociologia e Condições Ambientais na Mata Atlântica: Proposta de Elaboração de um Banco de Dados Geográficos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001, p. 409-411. CD-ROM.

CARVALHO, M. **Mapeamento da Sensibilidade ao impacto por óleo de um segmento da costa entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará utilizando imagens ETM+/Landsat7 e Geoprocessamento**. 279 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 2003.

CARVALHO JR., W. **Modelos de planejamento Agrícola Conservacionista com suporte de Geoprocessamento - Estudo de caso no Município de Paty de Alferes e Miguel Pereira - RJ**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.

CARVALHO, A. P. F. DE; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JR., O. A. DE; BUSTAMANTE, M. M. DA C. Metodologia para Análise de Mistura Espectral em Imagens TM-Landsat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu.

Anais... São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001, p. 1531-1538. CD-ROM.

CATELANI, C. DE S.; BATISTA, G. T.; PEREIRA, W. F. Adequação do Uso da Terra em Função da Legislação Ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003, p. 559-566. CD-ROM.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de teledetección espacial**. Madrid: Ediciones Rialp, 1990. 453 p.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de teledetección espacial**. Madrid: Ediciones Rialp, 1996, 568 p.

COLWELL, J. E. Vegetation canopy reflectance. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 3, n. 3, p. 175–183, 1974.

CONDEPHAAT. Processo nº 14.150/1969, Inscrição nº 2, Livro de Tombo Histórico nº 1, p. 2, 1937. Reprodução Fotográfica de Edivaldo Nascimento.

CORRÊA, R. L. Espaço, Um conceito chave da Geografia. In: Castro, I. E. de, Gomes, P. C. da C.; Corrêa, R. L. Geografia Conceitos e Temas. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CORTE, D. A. A. **Planejamento e gestão de APAs: enfoque institucional**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 1997.

COUTINHO, A. C.; MIRANDA, E. E. DE; MIRANDA, J. R. Mapeamento da superfície terrestre através da utilização do método de segmentação por crescimento de regiões e classificação supervisionada de imagens de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. CD-ROM.

CRUZ, O. **A Serra do Mar e o Litoral na área de Caraguatatuba contribuição à Geomorfologia Litorânea e Tropical**. IGEOG/USP, 181 p. (Séries Teses e Monografias, 11)

CURRAN, P. J.; WARDLEY, N. W. Radiometric leaf area index. **International Journal of Remote Sensing**, London, v. 9, n. 2, p. 259–274, 1988.

CREPANI, E. & MEDEIROS, J. S. de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao estudo da vulnerabilidade a movimentos de massa no município de São Sebastião-SP. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA - SELPER, 9., 2000, Puerto Iguazu. **Anais...** Puerto Iguazu: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 2000. CD-ROM. p. 889-898.

CREPANI, E. & MEDEIROS, J. S. de Imagens Fotográficas Derivadas de Grades de MNT do Projeto SRTM Geradas com SPRING: Uma Opção para Fotointerpretação. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA - SELPER, 11., 2004, Santiago do Chile. **Anais...** Chile: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 2004. CD-ROM.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE; AZEVEDO, L. G. DE; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 1996. 24 p.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170p.

DANSON, M. Measuring the Reflectance of a coniferous Forest canopy. In: CONFERENCE on Advanced Technology for Monitoring and Processing Global Environmental Data. University of London, London, U.K.: Remote Sensing Society and CERMA. 1985, p.39–47.

DE BIASE, M. Cartas de Declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**. n. 21, p.8-13, 1970.

DE BIASE, M. A Carta Clinográfica. Os Métodos de Representação e sua Confecção. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH/USP, n. 6, 1992.

DE BIASE, M. A Carta Clinográfica. Os Métodos de Representação e sua Confecção. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH/USP, n. 9, 1995. p. 45-60

DERRING, D. W.; ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A. Measuring forage production of grazing units from Landsat MSS data. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 10., 1975, Ann Arbor. **Proceedings...** University of Michigan, 1975. v. 2, p. 1169-1178.

DIAS JUNIOR, C. J.; WINS, R.; GIVAT, C. S.; ANDRADE, J. J.; LANGE JUNIOR, F. L. A utilização de imagens de satélite para fins de levantamento da cobertura vegetal dos municípios do estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBC/INPE, 1993, v. 2, p. 57-60.

DIEGUES, S. C. A. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. NUPAUB/USP. São Paulo. 1994, 163 p.

DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANTOS, J. R.; MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J. C.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, R. C. M.; SHIMABUKURO, R. M. K.; FREITAS, U. M.

Metodologia para criação do Prodes digital e do banco de dados digitais da Amazônia - BADDAM¹. São José dos Campos: INPE, 1999, 33p.

DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y. E.; RUDORFF, B. F. T.; MOREIRA, M. A.; SBRUZZI, S. R. **Mapeamento da vegetação do estado de São Paulo, por meio do uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento: proposta metodológica.** São José dos Campos: INPE, 2004. p.17.

EGBERT, D. D. A practical method for correcting bidirectional reflectance variation. In: MACHINE PROCESSING REMOTELY SENSED DATA SYMPOSIUM. **Proceedings...** 1977. p.178–189.

ESTEIO Site: <http://www.esteio.com.br/newsletters/paginas/006/coordenadas.htm> Acesso: 27 Jun 2005.

ERTHAL, G. J.; FONSECA, L. M. G.; BINS, L. S.; VELASCO, F. R. D.; MONTEIRO, A. M. V. Um sistema de segmentação e classificação de imagens de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO DE IMAGENS, 4., 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 1991, v. 1, p. 237-240.

ERTHAL, G. J. **Processamento digital de imagens:** notas de aula dadas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 3., 1998. 127 p.

FALCIDIENO B. AND SPAGNUOLO M. 1991. A new method for the characterization of topographic surfaces. **International Journal of Geographical Information Systems**, London, v. 5, n. 4, p. 397-412.

FARIAS, G. L.; LIMA, M. C. **Coletânea de legislação ambiental federal – estadual.** 2.ed. Curitiba: Governo do Estado do Paraná – Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente, 1991, 167 p.

FELGUEIRAS, C. A.; ERTHAL, G. J. Aplicações de Modelos Numéricos de Elevação e Integração com Imagens Digitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., 1988, Natal. **Anais...** Seção de Comunicações Técnicos-Científicas. 1988, p. 485-489.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; SANO, E. E.; SHIMABUKURO, Y. E. Uso do modelo linear de mistura espectral para o mapeamento sistemático e operacional do bioma cerrado: Possibilidades, implicações e procedimentos metodológicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003, p. 657-664. CD-ROM.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2002, 97 p.

FORMAGGIO, A. R. **Comportamento espectral de alvos - solos**. Material do Curso de Comportamento Espectral de Alvos. XIII Curso Internacional de Sensoriamento Remoto INPE – DSM. São José dos Campos – SP. 1999, 21 p.

FREITAS FILHO, M. R.; MEDEIROS, J. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da chapada do Araripe-CE, utilizando técnicas de Sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. p. 73-80.

GALLO JR., H. **Análise da Percepção Ambiental de Turistas e Residentes, como Subsídio ao Planejamento e ao Manejo do PECJ**. 195 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – FFLCH/USP, São Paulo, 2001.

GATES, D. M.; KEEGAN, H. J.; SCHLETER, J. C.; WEIDNER, V. R. Spectral properties of plants. **Applied Optics**, Easton, v.4, n. 1, p. 11-20, 1965.

GATES, D. M. Physical and physiological properties of plants. In: National Research Council. Committee on Remote Sensing for Agricultural Purposes. **Remote sensing with special reference to agricultural and forestry**. Washington: National Academy of Sciences, 1970. 424 p.

GOUVÊA, J. R. F.; VALLADARES, G. S.; OSHIRO, O. T.; MANGABEIRA, J. A. DE C. Comparação dos Modelos Digitais de Elevação Gerados com Dados SRTM e Cartas do IBGE na Escala 1: 250.000 na Região da Bacia do Camanducaia no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2191-2193.

GOEL, N. S. Models of vegetation canopy reflectance and their use in estimation of biophysical parameters from reflectance data. **Remote Sensing Reviews**, New York, v. 4, n. 1, p. 1-212, 1988.

GRANEMANN, E. Z. Landsat 5 completa 20 anos de Imageamento Orbital. **InfoGeo**, v. 33, p. 12, 2004.

GUIMARÃES, M. **Cartografia Ambiental da Região de Vitória da Conquista – BA**. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

HANSEN, K. L. GIS vs CAD vs DBMS em mapeamento digital: Exemplos em Engenharia Ambiental. In: Congresso Brasileiro de Cartografia. Brasília – DF. **Anais...** SBC, 1989.

HAYASHI, S. N.; ALENCAR, A. Métodos comparativos para a detecção de extração seletiva de madeira no oeste Paraense utilizando modelo linear de mistura espectral de pixel. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte.

Anais... São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003, p. 1311-1313. CD-ROM.

HASUI, Y.; PONÇANO, W. D.; BISTRICHI, C. A.; STEIN, D. P.; GALVÃO, C. A. C. F.; GIMENEZ, A. F.; ALMEIDA, M. A.; PIRES NETO, A. G.; MELO, M. S.; SANTOS, M. C. S. R. Geologia da Região Administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da Região Administrativa 2 (Litoral) do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1978. 2v. 78p. (Monografia 1, Publicação IPT n. 1106).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Fundação do Sistema Estadual de Análise de Dados**. < <http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: jul 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Caraguatatuba (SP)**: carta topográfica. Folha SF 23 Y-D-VI-1. Rio de Janeiro, 1974. (Escala 1: 50.000).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **São Sebastião (SP)**: carta topográfica. Folha SF 23 Y-D-VI-3. Rio de Janeiro, 1975.(Escala 1: 50.000).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Maresias (SP)**: carta topográfica. Folha SF 23 Y-D-V-4. Rio de Janeiro, 1973. (Escala 1: 50.000).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pico do Papagaio (SP)**: carta topográfica. Folha SF 23 Y-D-V-2. Rio de Janeiro, 1974.(Escala 1: 50.000).

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE (IBAMA). **Roteiro Metodológico para o Planejamento de Unidades de Conservação de Uso Indireto**: Anexo 2. <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em ago 2001.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Mapa Geomorfológico do Município de São Sebastião – Projeto Carta de Risco a Movimentos de Massa e Inundação no Município de São Sebastião**. Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 1996.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Carta de Risco a Movimentos de Massa e Inundação do Município de São Sebastião**. São Paulo, 1996. p. 77.

INSTITUTO GEOLÓGICO E GEOGRÁFICO DE SÃO PAULO (IGGS). **Salesópolis (SP)**: carta topográfica. Folha SF 23 Y-D-VI-1 e 3. Rio de Janeiro, 1971. (Escala 1: 50.000).

INSTITUTO GEOLÓGICO E GEOGRÁFICO DE SÃO PAULO (IGGS). **Compartimentação Fisiográfica do Município de São Sebastião (SP)**: carta temática. São Paulo, 1996. (Escala 1:50.000).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Pró-Minério, 1981.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens (DPI). **SPRING: SPRING básico – Tutorial SPRING**. Versão 3.3. <<http://www.inpe.br/spring>> Acesso: jul, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens – DPI. **Apostila de Processamento Digital de Imagens**. Material de Curso de Processamento Digital de Imagens. São José dos Campos, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens – DPI. **Tutorial: Modelagem Digital de Terreno e Aplicações**. Material de Curso de Modelagem Digital de Terreno e Aplicações. São José dos Campos, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens - DPI. **SPRING: SPRING Básico – Tutorial SPRING**. Material de Curso de SPRING Básico. São José dos Campos, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens - DPI. **SPRING: SPRING Usuário – Modelo de Mistura**. Versão 3.6.3. <http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/c_mix.htm> Acesso: Maio 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens - DPI. **SPRING: SPRING Básico - Tutorial SPRING**. Material de Curso de SPRING Básico. São José dos Campos, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Departamento de Processamento de Imagens - DPI. **Banco de dados de sobre Queimadas**. <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>> . Acesso: Ago 2003.

INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL. **FHC e a Legislação Protetora da Mata Atlântica: avanços ou retrocessos?** São Paulo: ISA, 18 de setembro de 1995.

IPPOLITI-RAMILO, G. A., MORTARA, M. O.; REZENDE, A. C., SIMÕES, M. S.; FILHO, M. V. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas no estudo da adequação do uso das terras nos municípios de Hortolândia e Sumaré (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. CD-ROM.

JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J.; PRINTER, P. J.; IDSO, S. B. Plant canopy information extraction from composite scene reflectance of row crops. **Applied Optics**, Easton, v. 18 n. 22, p. 3775–3782, 1979.

JET PROPULSION LABORATORY – JPL , Shuttle Radar Topography Mission.

<<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprod.htm>>. Acesso: Abr 2005.

JUPP, D. L. B.; WALKER, J.; PERRIFGE, L. K. Interpretation of vegetation structure in Landsat MSS imagery a case of study in disturbed semi-arid Eucalypt woodland. Part 2. Model-based analysis. **Journal Environmental Management**, New York, v. 23, p. 35–57, 1986.

KIMES, D. S.; KIRCHNER, J. A. Diurnal variations of vegetation canopy structure. **International Journal of Remote Sensing**, London, v.4, n. 2, p. 257–271, 1983.

KUNTSCHIK, G. **Implementação de um modelo de perdas de solo por erosão hídrica utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996.

Kumar, R. **Radiation from plants, reflection and emission : a review**. Lafayette, Purdue Research Foundation. (Research Project n. 5543), 1972. 88 p.

KURKDJIAN, M. L. N. O.; VALÉRIO FILHO, M.; VENEZIANI, P.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; ANJOS, C. E.; OHARA, T.; DONZELI, P. L.; ABDON, M. M.; SAUSEN, T. M.; PINTO, S. A. F.; BERTOLDO, M. A. ; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M. **Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 1992. 205 p.

LEPSCH, I. F. et al **Manual para Levantamento Utilitário no Meio Físico e Classificação de Terras para o Sistema de Capacidade de Uso**. 4ª Aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1983.

LIBAULT, A. **As Tendências atuais da Cartografia**. Boletim Paulista de Geografia. São Paulo: AGB/SP, nº 44, 1967.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 2. ed. New York: John Wiley, 1987. 721 p.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image Interpretation**. 4. ed. New York: Jonh Wiley, 1994. 750 p.

MAIA, J. S. & VALERIANO, D. DE M. Transgressão do Código Florestal do Município de Piquete - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001, p. 611-616. CD-ROM.

MATHER, P. M. **Computer of remotely-sensed images: an introduction**. Chichester: John Wiley & Sons, 1987. 352 p.

MAZZOCATO, M. E. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento urbano da bacia do rio Una**: município de São Sebastião, SP. 197 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

MEIO AMBIENTE. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SP. **Áreas de Proteção Ambiental do Estado de São Paulo**. <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/apa.htm>> Acesso: Maio 2004.

MEDEIROS, J. S. **Banco de dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio à Gestão do Território**. 221 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J. C.; SANTOS, J. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V.; SOUZA, I. M.; BARBOSA, C. C.; SOUZA, R. C. M.; PAIVA, J. A. C. Técnicas de modelo de mistura espectral, segmentação e classificação de imagens TM-Landsat para o mapeamento do desflorestamento da Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. p. 2807-2814. CD-ROM.

MEDEIROS, J. S. & CÂMARA, G. Geoprocessamento para Projetos Ambientais. Livro: **Introdução à Ciência da Geoinformação**, 2001, 36 p.

MELGAÇO, L. DE M.; FILHO, C. R. DE S.; STEINMAYER, M. Comparação entre modelos digitais elevação gerados por sensores ópticos e por radar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiania, 2005. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2005, p. 1215-1220. CD-ROM.

MENEGETTE, A. A. C. **Cartographic accuracy and information content of space imagery for digital map compilation and map revision**. 464 f. PhD Thesis – University College London, London, 1987.

MIDDLETON, E. M. Solar zenith angle effects on vegetation indices in tallgrass prairie. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 38, p. 45-62. 1991.

MONTEIRO, C. A DE F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo**: Estudo em Forma de Atlas. IGEOG/USP, São Paulo, 1973.

MORAES, A. C. R. **Geografia pequena Historia Crítica**. 2ª Edição. São Paulo: HUCITEC, 1983.

MORAES, A. T. C. C. A Legislação Ambiental Brasileira, no período de 1934 – 1984. **Revista de Geografia**. v. 5/6, n. 1, p 7-27, 1986/87.

MORAES, M. E. B. **Análise da legislação ambiental e das características físicas na ocupação urbana da estância de Campos do Jordão (SP)**. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de São Carlos/UNESP, São Carlos, 1999.

MORAES, A. C. R. **Geografia pequena Historia Crítica**. 18ª Edição. São Paulo: HUCITEC, 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Editora Com Deus, 2001. 250 p.

MOREIRA, M. A.; SOUZA, I. M. Análise de resultados de segmentação por crescimento de regiões em diferentes técnicas de processamento digital de dados do Landsat/TM para o mapeamento de áreas cafeeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. p. 119-122. CD-ROM.

MOREIRA, M. A.; AULICINO, L. C. M.; SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V.; RUDORFF, B. F. T.; RODRÍGUEZ YI, J. L.; SOUZA, I. M. Modelo de mistura espectral para identificar e mapear áreas de soja e milho em quatro municípios do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. CD-ROM.

MORO, L. F. R.; RODRIGUES, R. M. O Uso de Produtos Sub Orbitais na Caracterização do Meio Físico com Ênfase as Áreas de Encosta Suscetíveis a Erosão: Estudo de caso para a porção sudeste do município do Balneário de Camboriú – SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001. p. 639-647. CD-ROM.

NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G. L. DE; DINIZ, N. C. **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo**: escala 1:500 000. 1.ed., São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1994. – (Publicação IPT 2089).

NAMIKAWA, L.M. A method for triangular grid surface fitting using break lines. **International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing**, v.30, n. 4, p. 362-368, 1994.

NASCIMENTO, P. S. R. **Avaliação de técnicas de segmentação e classificação por regiões em imagens Landsat-TM visando o mapeamento de unidades de paisagem na Amazônia**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.

- NASCIMENTO, P. S. R. & FILHO, R. A. Utilização da Técnica de Segmentação em Imagens TM/Landsat visando otimizar a Técnica de Interpretação Visual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. p.381-384. CD-ROM.
- NIERO, M.; LOMBARDO, M. A.; FORESTI, C. The use of Landsat data to monitor the urban growth of São Paulo metropolitan area. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 16., 1982, Buenos Aires. **Proceedings...** p. 905-910.
- NÓBREGA, R. A. DE A.; SANTOS, C. DOS; CINTRA, J. P. Comparação quantitativa e qualitativa entre o Modelo Digital gerado pelo SRTM e por aerofotogrametria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2005.p. 4437-4444. CD-ROM.
- NOFFS, P. DA S. **Os caixas de Toque-Toque Pequeno: um estudo de mudança espacial.** f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 308 p.
- NUNES, L. H. & MODESTO, R. P. Comportamento Pluviométrico nos Municípios atendidos pelo Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC. Revista do Instituto Geológico. São Paulo, IG/SMA, 1992. n.13, p. 47-57.
- OKIDA, R. **Técnicas de Sensoriamento Remoto como subsídio ao Zoneamento de áreas sujeitas a movimentos gravitacionais de massa e a inundações.** 125 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996.
- OLIVEIRA, C. **Dicionário Cartográfico.** 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1993b.
- OLIVEIRA, J. B. DE; CAMARGO, M. N. DE; ROSSI, M. ; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo.** Instituto Agrônomo, Boletim Científico n. 45, Campinas, 1999.
- OLIVEIRA, J. B. DE **Solos do Estado de São Paulo:** Descrição das classes registradas no Mapa Pedológico. Instituto Agrônomo, Boletim Científico n. 45, Campinas, 1999. 112 p.
- OLIVEIRA, J. C. DE **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS):** Uma aplicação em Agricultura. 162 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

- OLIVEIRA, M. L. N.; FORESTI, C.; BARROS, M. S. S.; NETO, M. A experiência do INPE no uso de sensoriamento remoto para estudos de planejamento urbano. Reunion Plenaria SELPER, 4. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 1984, Santiago. **Anais...** p. 103-109.
- OTTERMAN, J. Reflection from soil with sparse vegetation. **Advance Space Research**, 1, p. 115–119, 1981.
- OTTERMAN, J. Albedo of a forest modeled as a plane dense protusions. **Journal of Climate Applied Meteorology**, v. 23, n. 2, p. 297–307, 1984.
- PARISE, M. & MORELLI, F. Avaliação do Impacto Ambiental dos Efluentes Domésticos nas Águas Adjacentes à Cidade de Rio Grande–RS, através de Técnicas de Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001. p. 481-483. CD-ROM.
- PENIDO, L. R.; KUX, H. J. H.; MATTOS, J. T. Aplicação de Técnicas de Sensoriamento Remoto e GIS como subsídio ao planejamento rodoviário. Estudo de Caso: Trecho Oeste do Rodoanel Metropolitano de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. CD-ROM.
- PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALES, M. C.; ROBERTS, D. A. Proporção de componentes derivadas de imagens Landsat TM para caracterização da cobertura da terra na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. CD-ROM.
- PEREIRA, P. R. B. E NUNES, L. H. A Distribuição das Chuvas e os Problemas Ambientais no Município de São Sebastião, Estado de São Paulo, Brasil. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 6, 1997, Buenos Aires. **Anais...** 9 p.
- PEREIRA, N. R.; SCHUBACK, P. D' A.; JUNIOR, W. C. O uso de Técnicas de Geoprocessamento na detecção de áreas de Incompatibilidade de Uso, com base na Aptidão Agrícola das Terras e o Uso Atual – Estudo aplicado no Município Engº Paulo de Frontin – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. CD-ROM.
- PEREIRA, P. R. B. **A cartografia ambiental para o município de São Sebastião-SP: análise e reflexão.** 95 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PETTINATI, F. Modelamento Digital de Terreno e Representação Gráfica de Superfície. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

PEUCKER, T.K.; FOWLER, R.J.; LITTLE, J.J.; MARK, D.M. The Triangular Irregular Network. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY: DIGITAL TERRAIN MODELS (DTM) SYMPOSIUM, 1978, St.Louis, Missouri. **Proceedings...**

PINCINATO, F.L. **Zoneamento ambiental do município de São Sebastião – SP com utilização de técnicas de geoprocessamento**. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PLANO CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Folha SF-23-Y-D Santos**; carta de utilização da terra do Estado de São Paulo. São Paulo, 1980.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Atlas Ambiental**. <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.org.br>> Acesso: Jul 2003.

PREPARATA, F.P.; SHAMOS M.I. **Computational geometry**. New York: Springer-Verlag, 1985. 398 p.

Projeto RADAMBRASIL. **Folha SF 23 Rio de Janeiro e Folha 24 Vitória**; geologia, solos, geomorfologia, vegetação e capacidade de uso dos recursos naturais renováveis. Rio de Janeiro, 1983, Vol. 32. (Levantamento de Recursos Naturais 1, 2, 3, 4 e 5).

PINTER, JR. P. J.; JACKSON, R. D.; EZRA, C. E.; GAUSMAN, H. W. Sun-angle and canopy – architecture effects on the spectral reflectance of six wheat cultivars. **International Journal of Remote Sensing**, London, **6** (12): 1813 – 1825, 1985.

PIRES NETO, A. G.; CHISTOFOLETTI, A.; GARCIA, J. P. M. Caracterização geomorfológica de planícies litorâneas e sua importância para a implementação de obras civis. In: SIMPÓSIO SOBRE DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS DAS BAIXADAS LITORÂNEAS BRASILEIRAS. Origem, Características Geotécnicas e Experiências, 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/IPR/Clube de Engenharia, 1988. v. 2, p. 29-31.

PISANI, M. A. J. Sensoriamento Remoto via Orbital aplicado a Estudos Urbanos. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1991.

POLETTE, M. **Planície de Perequê/Ilha de São Sebastião – SP**: diagnóstico e planejamento ambiental costeiro. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.

PONÇANO, V. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo** (escala 1:1000.000). São Paulo, 2v. Monografias, IPT/DMGA.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Spectral properties of vegetation**. Material do Curso de Comportamento Espectral de Alvos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1991, 15 p.

PONZONI, F. J. **Aplicação do modelo SAIL no estudo da reflectância espectral de dosséis de mudas de *Eucalyptus sp* e de *Aspidorperma sp***. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

QUINTANILHA, J. A. Entrada e conversão de dados: Processos de Construção de bases digitais de dados espaciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica /USP, 1995. p. 29-58.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The Shuttle Radar Topography Mission – A new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262, 2003.

RIBEIRO, F. L. **Sistemas de informações geográficas aplicados ao mapeamento dos usos atual e adequado da terra do alto Rio Pardo – Botucatu, SP**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, 1998.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis**. New York: Springer Verlag, 1993. 340 p.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. Berlin: Springer-Verlag, 1986. 281 p.

RICHTER, M., SILVA, L. DE C. V., MENEZES, P. M. L. Aplicação de MDE como Suporte em estudos Geoecológicos: Caso das APA's da Serra da Mantiqueira e da Serrinha do Alambari, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2003. p. 373-376. CD-ROM.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1979. Vol. 2.

RODRIGUES, S. T. **Proposta de Zoneamento Ecológico para a Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeú, Município de Mongaguá, Litoral Sul do Estado de São Paulo**. f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

RODRÍGUEZ, A. C. M. **Mapeamento multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT.** 94 f. Publicação Didática (Especialização em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 2000.

RODRÍGUEZ, A. C. M & MOREIRA, J. C. Segmentação de imagens-fração derivadas do sensor TM e ETM+ para o mapeamento do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião – SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10º, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001, CD-ROM.

RODRÍGUEZ, A. C. M. Estudo de diferentes índices de vegetação para o Monitoramento das APA's das Serras do Mar e Juqueriquerê no município de São Sebastião – SP. In: SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM GEOGRAFIA – SEPEGE, 1º, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia do Departamento de Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH da Universidade de São Paulo - SP, 2003. CD-ROM.

RODRÍGUEZ, A. C. M. & MARTINS, E. R. C. Geração de Curvas de Nível a partir de Grades de MNT Provenientes de Dados do Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), Utilizando o Software SPRING no Município de São Sebastião – SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11º, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicação Técnicas-Científicas, 2005. p. 2386-2393. (ISBN 85-904082-9-9).

RODRÍGUEZ YI, J. L.; AULICINO, L. C. M.; SHIMABUKURO, Y. E.; RUDORFF, B. F.; DUARTE, V.; MOREIRA, M. A.; MARTINI, P. R.; SOUZA, I. DE M. Segmentação de imagens-fração derivadas do sensor TM-Landsat para o mapeamento do uso do solo no município de Sapezal (MT). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas-Científicas, 1996. CD-ROM.

RONDON, M. A. B. **Práticas Sustentáveis para manejo de Parques Nacionais habitados – O Caso do Parque Nacional da Serra da Bocaina.** 73 f. Monografia (Curso de Pós-Graduação “*Lato Sensu*” de Análise e Avaliação Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

ROSS, J. L. S. Análise empírica de fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: _____. **Geomorfologia, ambiente e planejamento.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 1991. p. 63-74.

ROSS, J. L. S. Análise empírica de fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.

Revista de Departamento de Geografia. São Paulo: Departamento de Geografia.

FFLCH/USP, n. 13, p. 77-106, 1994.

SALICHTCHEV, K. A. **Algumas reflexões sobre o objeto e método da Cartografia depois da Sexta Conferencia Cartográfica Internacional.** Tradução. Seleções de textos, (18); 17-24, 1988.

SANT`ANNA NETO, J. L. **Ritmo Climático e a Gênese das Chuvas na Zona Costeira Paulista.** 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova.** São Paulo: HUCITEC, 1978.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Planos de manejo das unidade de conservação:** Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba/São Sebastião – Plano de Gestão Ambiental. São Paulo: SMA, 1998, 151 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais. **Áreas Naturais sob Proteção no Estado de São Paulo.** São Paulo: IMESP, 1989. Esc. 1: 1.250.000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Obras e do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Baixada Santista:** carta do meio ambiente e de sua dinâmica: memorial descritivo. São Paulo: CETESB, 1985. 33 p.

SEADE. **Análise demográfica regional: Litoral.** São Paulo, 1982.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SMA). **Carta Geotecnica:** carta temática. São Paulo, 1990. (Mapa Temático. Escala 1: 50.000).

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SMA). **Carta de Declividade:** carta temática. São Paulo, 1990. (Mapa Temático. Escala 1: 50.000).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Ambiental do Estado de São Paulo.** Série Documentos, São Paulo, 1992.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Documento Ambiental:** Série Projetos de Preservação da Mata Atlântica – Plano de Manejo das Unidades de Conservação (UC's), Estação Ecológica do Bananal. São Paulo, 1998.

SEEVERS, P. M. ; JOHNSTON, D. C.; FEUQUAY, J. W. Band combination selection for visual interpretations of Thematic Mapper data for resource management. In: ACSM-ASPRS. Fall Convention Planning Committee. Racing into tomorrow, Indianapolis, Sept. 8-13, 1985.

Technical papers. Falls Church: ASPRS, 1993. p. 779-789.

SESTINI, M. F. **Variáveis geomorfológicas no estudo de deslizamentos em Caraguatatuba – SP utilizando imagens TM-Landsat e SIG.** 140 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo.** São Paulo: Comissão Estadual da Bacia Paraná, 1966. 61 p.

SCHOLTEN, H. J.; STILLWELL, J. C. H. **Geographical information systems for urban and regional planning.** Dordrech: Klumer Academic Publishers, 1990. 261 p.

SCHOWENGERDT, R. A. **Techniques for image processing and classification in remote sensing.** Orlando: Academic Press, 1983. 249 p.

SHIMABUKURO, Y. E. **Shade images derived from linear mixing models of multispectral measurements of forested areas.** Thesis (Doctor of Philosophy) – Colorado State University, Fort Collins, CO, 1987.

SHIMABUKURO, Y. E.; SMITH, J. A. Imagens sombra para áreas reflorestadas de Eucalyptus e Pinus obtidas de medidas multiespectrais do Landsat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 3., 1988, Natal – RN. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1988. v. 3, p.572-577.

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M.; PONZONI, F. J. **Índice de vegetação e imagens-fração derivadas do modelo linear de mistura espectral para o monitoramento da região do Pantanal.** 1995. Submetido à Revista PAB, da EMPRAPA. No prelo.

SHIMABUKURO, Y. E.; MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J. C.; DUARTE, V. **Segmentação e classificação da imagem sombra do modelo de mistura para mapear desflorestamento na Amazônia.** São José dos Campos: INPE, 1997b. 16 p.

SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V. ; MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J. C. RGB shade fraction images derived from multitemporal Landsat TM data for studying deforestation in the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, London, v. 20, n. 4, p.643-646. 1999a.

SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V. ; SANTOS, J. R.; MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J. C. Levantamento de áreas desflorestadas na Amazônia através de processamento digital de imagens orbitais. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 38-44, jan./dez., 1999b.

- SHORT, N. M. **Tutorial Vegetation Applications – Agriculture Forestry and Ecology**. RST, section 3. <http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect3/Sect3_1.html> Acesso: Ago 2003.
- SILVA, A. DE B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999. 236 p.
- SILVA, J. X.; SOUZA, M. J. L. **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ. 1987.
- SILVA, L. R. **A Natureza Contraditória do Espaço Geográfico**. 2ª edição. São Paulo: Contexto, 2001.
- SILVA, W. S.; FORNASARI FILHO, N. **Unidades de Conservação Ambiental e Áreas Correlatas no Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, Boletim 63. 1992. 85 p.
- SILVA, V. G. da **Legislação Ambiental Comentada**. 2ª edição. Belo Horizonte: Fórum, 2004. 592 p. (ISBN: 85-89148-43-2).
- SIMONETT, D. S. The development and principles of remote sensing. In: _____ **Manual of remote sensing**. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, 1983. v.1, p. 1-34.
- SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - SNUC. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 224, p. 1º, incisos I, II, III e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000.
- SLATER, P. N. **Optics and optical system**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1980. p. 575
- SOUZA, C. J. DA S. **Carta de Vulnerabilidade à Erosão como Subsídio ao Zoneamento Ecológico-Econômico em Área Intensamente Antropizada**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1999.
- SOUZA, C. J. DA S. Discriminação das classes de uso/cobertura vegetal em uma área do Médio Vale do Paraíba – SP, a partir das imagens fração solo e vegetação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. CD-ROM.
- SOUZA, S. T. Algumas reflexões sobre o espaço geográfico e produção do espaço no capitalismo. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., São Paulo, 2005, **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2005.
- SOS Mata Atlântica <<http://www.sosmatatlantica.org.br>> Acesso: Set 2003.
- TABANEZ, M. F. & HERCULANI, S. Lazer e Educação Ambiental em Florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6º, 1990, Campos do Jordão (SP). **Anais...** SBS, SBEF, volume 1, p. 64-68. 1990.

TOLEDO, A. M. A. & BALLESTER, M. V. R. Variabilidade espaço-temporal do uso e cobertura do solo e a qualidade da água em duas microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicas – Científicas, 2001. p. 543-545, CD-ROM.

TOMINAGA, L. K. **Análise morfodinâmica das vertentes da Serra do Juqueriquerê em São Sebastião-SP.** 162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977, 91 p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente).

USGS United States Geological Survey. <<http://scamless.usgs.gov>>. Acesso: Jan 2005.

URBAN, T. **Saudades do Matão:** relembando a história da conservação da natureza no Brasil. 1. ed. Curitiba: UFPR/Fundação O Boticário & Fundação MacArthur, 1998.

VALDETE, D.; SHIMABUKURO, Y. E.; RUDORFF, B. F. T.; MOREIRA, M. A.; SBRUZZI, S. R. **Mapeamento da vegetação do Estado de São Paulo, por meio do uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento.** Proposta metodológica. 2004. p. 17.

VALENTE, A. L. S. Uma metodologia para determinação de áreas de risco através de geoprocessamento e sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. CD-ROM.

VALERIANO, M. M. **Modelo Digital de Elevação com Dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** São José dos Campos: INPE, 2004. 72 p.

VENTURA, V. J.; RAMBELLI, A. M. **Brasil:** legislação federal sobre o meio ambiente: seleção, compilação, comentários e anotações remissivas. Taubaté: Vana, 1991. 200 p.

VERHOEF, W.; BUNNIK, N. J. J. Influence of crop geometry on multispectral reflectance determined by the use of canopy reflectance models. In : INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON SIGNATURES OF REMOTELY SENSED OBJECTS, 1981, Avignon, France.

Proceedings... p. 273 – 290

VERONA, J. D.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANTOS, J. R. Detecção de mudanças em área sob influência da Floresta Nacional do Tapajós-PA, utilizando o modelo linear de mistura espectral. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. p. 1773-1780. CD-ROM.

VERONA, J. D. **Classificação e monitoramento fenológico foliar da cobertura vegetal na região da floresta Nacional do Tapajós – Pará, utilizando dados multitemporais do sensor “ *Thematic Mapper*” (TM) do Landsat.** 159 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.

WATRIN, O. S., SHIMABUKURO, Y. E.; CRUZ, C. B. M., SOUZA, I. M. Bandas sintéticas derivadas de modelo de mistura espectral na avaliação da dinâmica da paisagem em assentamento rural na fronteira agrícola Amazônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 2003. p. 729-736. CD-ROM.

WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A. ; SAMPAIO, S. M. N. Análise multitemporal do uso da terra e suas inter-relações com a cobertura vegetal em comunidades rurais do nordeste paraense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnicos-Científicas, 1996. CD-ROM.

ZORZETTO, R.; FIORAVANTI, C.; FERRONI, M. A Floresta Renasce. Ambiente. Ciência. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 91, p. 48-53, set. 2003.

8. ANEXO I : LEIS E RESOLUÇÕES

LEI n° 4.771, de 15 de setembro de 1965.

Institui o Novo Código Florestal

O Presidente da República, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1° As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

§ 1° *As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade.*

Art. 2° Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham 50 (cinquenta) metros a 200 (duzentos) metros de largura;
- 4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros;
- 5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45° equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras e dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

§ 1º No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas vegetação natural destinadas;

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar as faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados por extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

§ 2º As florestas que integram o Patrimônio Indígena ficam sujeitas ao regime de preservação permanente (letra "g") pelo só efeito desta Lei.

Art. 4º Consideram-se de interesse público:

- a) a limitação e o controle do pastoreio em determinadas áreas, visando à adequada conservação e propagação da vegetação florestal;
- b) as medidas com o fim de prevenir ou erradicar pragas e doenças que afetem a vegetação florestal;
- c) a difusão e a adoção de métodos tecnológicos que visem a aumentar economicamente a vida útil da madeira e o seu maior aproveitamento em todas as fases de manipulação e transformação.

Art. 5º O Poder Público criará:

- a) Parques Nacionais, Estaduais e Municipais e Reservas Biológicas, com a finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais, com a utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos;
- b) Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais, com fins econômicos, técnicos ou sociais, inclusive reservando áreas ainda não florestadas e destinadas a atingir aquele fim.

§1º Ressalvada a cobrança de ingresso a visitantes, cuja receita será destinada em pelo menos 50% (cinquenta por cento) ao custeio da manutenção e fiscalização, bem como de obras de melhoramento em cada unidade, é proibida qualquer forma de exploração dos

recursos naturais nos parques reservas biológicas criados pelo poder público na forma deste artigo.

Art. 6° O proprietário da floresta não preservada, nos termos desta Lei, poderá gravá-la com perpetuidade, desde que verificada a existência de interesse público pela autoridade florestal. O vínculo constará de termo assinado perante a autoridade florestal e será averbado à margem da inscrição no Registro Público.

Art. 7° Qualquer árvore poderá ser declarada imune de corte, mediante ato do Poder Público, por motivo de sua localização, raridade, beleza ou condição de porta - sementes.

Art. 8° Na distribuição de lotes destinados à agricultura, em planos de colonização e de reforma agrária, não devem ser incluídas as áreas florestadas de preservação permanente de que trata esta Lei, nem as florestas necessárias ao abastecimento local ou nacional de madeiras e outros produtos florestais.

Art. 9° As florestas de propriedade particular, enquanto indivisas com outras, sujeitas a regime especial, ficam subordinadas às disposições que vigorarem para estas.

Art. 10 Não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas toleradas a extração de toros quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Art. 11 O emprego de produtos florestais ou hulha como combustível obriga o uso de dispositivo que impeça difusão de fagulhas suscetíveis de provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação marginal.

Art. 12 Nas florestas plantadas, não consideradas de preservação permanente, é livre a extração de lenha e demais produtos florestais ou a fabricação de carvão. Nas demais florestas, dependerá de norma estabelecida em ato do Poder Federal ou Estadual, em obediência a prescrições ditadas pela técnica e às peculiaridades locais.

Art. 13 O comércio de plantas vivas, oriundas de florestas, dependerá de licença da autoridade competente.

Art. 14 Além dos preceitos gerais a que está sujeita a utilização das florestas, o Poder Público Federal ou Estadual poderá:

- a) prescrever outras normas que atendam às peculiaridades locais;
- b) proibir ou limitar o corte das espécies vegetais consideradas em via de extinção, delimitando as áreas compreendidas no ato, fazendo depender nessas áreas de licença prévia, o corte de outras espécies;
- c) ampliar o registro de pessoas físicas ou jurídicas que se dediquem à extração, indústria e comércio de produtos ou subprodutos florestais.

Art. 15 Fica proibida a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia amazônica que só poderão ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e

manejo a serem estabelecidos por ato do Poder Público, a ser baixado dentro do prazo de um ano.

Art. 16 As floretas de domínio privado, não sujeitas ao regime de utilização limitada e ressalvadas as de preservação permanente, previstas nos artigos 2º e 3º, desta Lei, são suscetíveis de exploração, obedecidas as seguintes restrições:

a) nas regiões Leste Meridional, Sul e Centro-Oeste, esta na parte sul, as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, só serão permitidas desde que seja, em qualquer caso, respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério de autoridade competente;

b) nas regiões citadas na letra anterior, nas áreas já desbravadas e previamente delimitadas pela autoridade competente, ficam proibidas as derrubadas de florestas primitivas, quando feitas para ocupação do solo com cultura e pastagens, permitindo-se, nesses casos, apenas a extração de árvores para produção de madeira. Nas áreas ainda incultas, sujeitas a forma de desbravamento, as derrubadas de florestas primitivas, nos trabalhos de instalação de novas propriedades agrícolas, só serão toleradas até o máximo de 50% da área da propriedade;

c) na região Sul, as áreas atualmente revestidas de formações florestais em que ocorre o pinheiro brasileiro *Araucaria angustifolia* (Bert.). O. Ktze, não poderão ser desflorestadas de forma a provocar a eliminação permanente das florestas, tolerando-se, somente, a exploração racional destas, observadas as prescrições ditadas pela técnica, com a garantia de permanência dos maciços, em boas condições de desenvolvimento e produção.

d) nas regiões Nordeste e Leste Setentrional, inclusive nos Estados do Maranhão e Piauí, o corte de árvores e a exploração de florestas só serão permitidos com observância de normas técnicas a serem estabelecidas por ato do Poder Público, na forma do artigo 15.

§ 1º Nas propriedades rurais, compreendidas na alínea "a" deste artigo, com área entre 20 (vinte) a 50 (cinquenta) hectares, computar-se-ão, para efeito de fixação do limite percentual, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutíferos, ornamentais ou industriais.

§ 2º A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 20% (vinte por cento) de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

§ 3º Aplica-se às áreas de cerrado a reserva legal de 20% (vinte por cento) para todos os efeitos legais.

Art. 17 Nos loteamentos de propriedades rurais, a área destinada a completar o limite percentual fixado na letra "a" do artigo antecedente, poderá ser agrupada numa só porção em condomínio entre os adquirentes.

Art. 18 Nas terras de propriedade privada, onde seja necessário o florestamento ou o reflorestamento de preservação permanente, o Poder Público Federal poderá fazê-lo sem desapropriá-la, se não o fizer o proprietário.

§ 1º Se tais áreas estiverem sendo utilizadas com culturas, de seu valor deverá ser indenizado o proprietário.

§ 2º As áreas assim utilizadas pelo Poder Público Federal ficam isentas de tributação.

Art. 19 A exploração de florestas e de formações sucessoras, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá de aprovação prévia do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, bem como da adoção de técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme.

§1º No caso de reposição florestal, deverão ser priorizados projetos que contemplem a utilização de espécies nativas.

Art. 20 As empresas industriais que, por sua natureza, consumirem grandes quantidades de matéria-prima florestal, serão obrigadas a manter, dentro de um raio em que a exploração e o transporte sejam julgados econômicos, um serviço organizado, que assegure o plantio de novas áreas, em terras próprias ou pertencentes a terceiros, cuja produção, sob exploração racional, seja equivalente ao consumido para o seu abastecimento.

§1º O não cumprimento do disposto neste artigo, além das penalidades previstas neste Código, obriga os infratores ao pagamento de uma multa equivalente a 10% (dez por cento) do valor comercial da matéria-prima florestal nativa consumida além da produção da qual participe.

Art. 21 As empresas siderúrgicas, de transporte e outras, à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria-prima vegetal, são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

§1º A autoridade competente fixará cada empresa o prazo que lhe é facultado para atender ao disposto neste artigo, dentro dos limites de 5 a 10 anos.

Art. 22 A União diretamente, através do órgão executivo específico, ou em convênio com os Estados e Municípios, fiscalizará a aplicação das normas deste Código, podendo, para tanto, criar os serviços indispensáveis.

§1º Nas áreas urbanas, a que se refere o parágrafo único do artigo 2º desta Lei, a fiscalização é da competência dos municípios, atuando a União supletivamente.

Art. 23 A fiscalização e a guarda das florestas pelos serviços especializados não excluem a ação da autoridade policial por iniciativa própria.

Art. 24 Os funcionários florestais, no exercício de suas funções, são equiparados aos agentes de segurança pública, sendo-lhes assegurado o porte de armas.

Art. 25 Em caso de incêndio rural, que não se possa extinguir com os recursos ordinários, compete não só ao funcionário florestal como a qualquer outra autoridade pública, requisitar os meios materiais e convocar os homens em condições de prestar auxílio.

Art. 26 Constituem contravenções penais, puníveis com três meses a um ano de prisão simples ou multa de uma a cem vezes o salário-mínimo mensal do lugar e da data da infração ou ambas as penas cumulativamente:

a) destruir ou danificar a floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas estabelecidas ou previstas nesta Lei;

b) cortar árvores em florestas de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente;

c) penetrar em florestas de preservação permanente conduzindo armas, substância ou instrumentos próprios para caça proibida ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais, sem estar munido de licença da autoridade competente;

d) causar danos aos Parques Nacionais, Estaduais ou Municipais, bem como às Reservas Biológicas;

e) fazer fogo, por qualquer modo, em florestas e demais formas de vegetação, sem tomar as precauções adequadas;

f) fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação;

g) impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetações;

h) receber madeira, lenha, e outros produtos procedentes de florestas, sem exigir a exibição de licença do vendedor, outorgada pela autoridade competente, e sem munir-se da via que deverá acompanhar o produto, até o final beneficiamento;

i) transportar guardar madeiras, lenha, carvão e outros produtos procedentes de florestas, sem licença válida para todo o tempo da viagem ou do armazenamento, outorgada pela autoridade competente;

j) deixar de restituir à autoridade licenças extintas pelo decurso do prazo ou pela entrega ao consumidor dos produtos procedentes de florestas;

l) empregar, como combustível, produtos florestais ou hulha, sem uso de dispositivos que impeçam a difusão de fagulhas, suscetíveis de provocar incêndio nas florestas;

m) soltar animais ou não tomar precauções necessárias para que o animal de sua propriedade não penetre em florestas sujeitas a regime especial;

n) matar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia ou árvore imune de corte;

o) extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer espécie de minerais;

p) VETADO;

q) transformar madeiras de lei em carvão, inclusive para qualquer efeito industrial, sem licença da autoridade competente.

Art. 27 É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação.

§1º Se peculiaridades locais ou regionais justificarem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, a permissão será estabelecida em ato do Poder Público, circunscrevendo as áreas e estabelecendo normas de precaução.

Art. 28 Além das contravenções estabelecidas no artigo precedente, subsistem os dispositivos sobre contravenções e crimes previstos no Código Penal e nas demais leis, com as penalidades neles cominadas.

Art. 29 As penalidades incidirão sobre os autores, sejam eles:

- a) diretos;
- b) arrendatários, parceiros, posseiros, gerentes, administradores, diretores, promitentes compradores ou proprietários das áreas florestais, desde que praticadas por prepostos ou subordinados e no interesse dos proponentes ou dos superiores hierárquicos;
- c) autoridades que se omitirem ou facilitarem, por consentimento ilegal, na prática do ato.

Art. 30 Aplicam-se às contravenções previstas neste Código Penal e da Lei de Contravenções Penais, sempre que a presente Lei não disponha de modo diverso.

Art. 31 São circunstâncias que agravam a pena além das previstas no Código Penal e na Lei de Contravenções Penais:

- a) cometer a infração no período de queda das sementes ou de formação das vegetações prejudicadas, durante a noite, em domingos ou dias feriados, em época de seca ou inundações;
- b) cometer a infração contra a floresta de preservação permanente ou material dela provindo.

Art. 32 A ação penal independe de queixa, mesmo em se tratando de lesão em propriedade privada, quando os bens atingidos são florestas e demais formas de vegetação, instrumentos de trabalho, documentos e atos relacionados com a proteção florestal disciplinada nesta Lei.

Art. 33 São autoridades competentes para instaurar, presidir e proceder a inquéritos policiais, lavrar autos de prisão em flagrante e intentar a ação penal, nos casos de crimes ou contravenções, previstos nesta Lei ou em outras leis e que tenham por objeto florestas e demais formas de vegetação, instrumentos de trabalho, documentos e produtos procedentes das mesmas:

- a) as indicadas no Código de Processo Penal;
- b) os funcionários da repartição florestal e de autarquias, com atribuições correlatas, designados para a atividade de fiscalização.

§1º Em caso de ações penais simultâneas, pelo mesmo fato, iniciadas por várias autoridades, o Juiz reunirá os processos na jurisdição em que se firmou a competência.

Art. 34 As autoridades referidas no item "b" do artigo anterior, ratificada a denúncia pelo Ministério Público, terão ainda competência igual à deste, na qualidade de assistente, perante a Justiça comum, nos efeitos de que trata esta Lei.

Art. 35 A autoridade apreenderá os produtos e os instrumentos utilizados na infração e, se puderem acompanhar o inquérito, por seu volume e natureza, serão entregues ao depositário público local, se houver e, na sua falta, ao que for nomeado pelo Juiz, para ulterior devolução ao prejudicado. Se pertencerem ao agente ativo da infração, serão vendidos em hasta pública.

Art. 36 O processo das contravenções obedecerá ao rito sumário da Lei nº 1.508, de 19 de dezembro de 1951, no que couber.

Art. 37 Não serão transcritos ou averbados no Registro Geral de Imóveis os atos de transmissão "inter-vivos" ou "causa-mortis", bem como a constituição de ônus reais, sobre imóveis da zona rural, sem a apresentação de certidão negativa de dívidas referentes a multas previstas nesta Lei ou nas leis estaduais supletivas, por decisão transitada em julgado.

Art. 38 Revogado.

Art. 39 Revogado.

Art. 40 VETADO.

Art. 41 Os estabelecimentos oficiais de crédito concederão prioridades aos projetos de florestamento, reflorestamento ou aquisição de equipamentos mecânicos necessários aos serviços, obedecidas às escalas anteriormente fixadas em lei.

§1º Ao Conselho Monetário Nacional, dentro de suas atribuições legais, como órgão disciplinador do crédito e das operações creditícias em todas as suas modalidades e formas, cabe estabelecer as normas para os financiamentos florestais, com juros e prazos compatíveis, relacionados com os planos de florestamento e reflorestamento aprovados pelo Conselho Florestal Federal.

Art. 42 Dois anos depois da promulgação desta Lei, nenhuma autoridade poderá permitir a adoção de livros escolares de leitura que não contenham textos de educação florestal, previamente aprovados pelo Conselho Federal de Educação, ouvido o órgão florestal competente.

§ 1º As estações de rádio e televisão incluirão, obrigatoriamente, em suas programações, textos e dispositivos de interesse florestal, aprovados pelo órgão competente no limite mínimo de cinco (5) minutos semanais distribuídos ou não em diferentes dias.

§ 2º Nos mapas e cartas oficiais serão obrigatoriamente assinalados os Parques e Florestas Públicas.

§ 3° A União e os Estados promoverão a criação e o desenvolvimento de escolas para o ensino florestal, em seus diferentes níveis.

Art. 43 Fica instituída a Semana Florestal, em datas fixadas para as diversas regiões no País, por Decreto Federal. Será a mesma comemorada, obrigatoriamente, nas escolas e estabelecimentos públicos ou subvencionados, através de programas objetivos em que se ressalte o valor das florestas, face aos seus produtos e utilidades, bem como sobre a forma correta de conduzi-las e perpetuá-las.

§1° Para a Semana Florestal serão programadas reuniões, conferências, jornadas de reflorestamento e outras solenidades e festividades, com o objetivo de identificar as florestas como recurso natural renovável, de elevado valor social e econômico.

Art. 44 Na região Norte e na parte Norte da região Centro-Oeste, enquanto não for estabelecimento o decreto de que trata o artigo 15, a exploração a corte raso só é permissível desde que permaneça com cobertura arbórea, pelo menos 50% (cinquenta por cento) da área de cada propriedade.

§1° A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição da matrícula do imóvel no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

Art. 45 Ficam obrigados ao registro no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA os estabelecimentos comerciais responsáveis pela comercialização de moto - serras, bem como aqueles que adquirem este equipamento.

§ 1° A licença para o porte e uso de moto - serras será renovada a cada 2 (dois) anos perante o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

§ 2° Os fabricantes de moto - serras ficam obrigados, a partir de 180 (cento e oitenta) dias da publicação desta Lei, a imprimir, em local visível deste equipamento, numeração cuja seqüência

§ 3° A comercialização ou utilização de moto - serras sem a licença a que se refere este artigo constitui crime contra o meio ambiente, sujeito à pena de detenção de 1 (um) a 3 (três) meses e multa de 1 (um) a 10 (dez) salários mínimos de referência e a apreensão da moto - serra, sem prejuízo da responsabilidade pela reparação dos danos causados.

Art. 46 No caso de florestas plantadas, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA zelará para que seja preservada, em cada município, área destinada à produção de alimentos básicos e pastagens, visando ao abastecimento local.

Art. 47 O Poder Executivo promoverá, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a revisão de todos os contratos, convênios, acordos e concessões relacionados com exploração florestal em geral, a fim de ajustá-las às normas adotadas por esta Lei.

Art. 48 Fica mantido o Conselho Florestal, com sede em Brasília, como órgão consultivo e normativo da política florestal brasileira.

§1º A composição e atribuições do Conselho Florestal Federal, integrado, no máximo, por 12 (doze) membros, serão estabelecidas por decreto do Poder Executivo.

Art. 49 O Poder Executivo regulamentará a presente Lei, no que for julgado necessário à sua consecução.

Art. 50 Esta Lei entrará em vigor 120 (cento e vinte) dias após a data de sua publicação, revogado o Decreto nº 23.793, de 23 de Janeiro de 1934 (Código Florestal) e demais disposições em contrário.

H. Castello Branco

Presidente

(DOU de 16.09.65 – Ret. 20.09.65)

LEI nº 9.985, de 18 de junho de 2000.

Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

O VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA no exercício do cargo de PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

CAPÍTULO I

DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art 1º Esta Lei institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

Art 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se pôr:

I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;

II - conservação da natureza: o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às

atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral;

III - diversidade biológica: a variedade de organismo vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies; entre espécies e de ecossistemas;

IV - recurso ambiental, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora;

V - preservação: conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistema além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais;

VI - proteção integral: manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais;

VII - conservação in situ : conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características;

VIII - manejo: todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas;

IX - uso indireto: aqueles que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais;

X - uso direto: aquele que envolve coleta e uso, comercial ou não, dos recursos naturais;

XI - uso sustentável: exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável;

XII - extrativismo: sistema de exploração baseado na coleta e extração, de modo sustentável, de recursos naturais renováveis;

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original;

XV - (VETADO)

XVI - zoneamento: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz;

XVII - plano de manejo: documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas fiscais necessárias à gestão da unidade;

XVIII - zona de amortecimento: o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade; e

XIX - corredores ecológicos: porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

CAPÍTULO II

DO SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA - SNUC

Art 3º O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC é constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais, de acordo com o disposto nesta Lei.

Art 4º O SNUC tem os seguintes objetivos:

I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;

II - proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;

III - contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;

IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;

V - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;

VI - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;

VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;

VIII - proteger e recuperar recursos hídricos;

IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;

X - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;

XI - valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;

XII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;

XIII - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

Art 5º O SNUC será regido por diretrizes que:

I - assegurem que no conjunto das unidades de conservação estejam representadas amostras, significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitais e ecossistemas do território nacional e das águas Jurisdicionais, salvaguardando o patrimônio biológico existente;

II - assegurem os mecanismos e procedimentos necessários ao envolvimento da sociedade no estabelecimento e na revisão da política nacionais de unidades de conservação;

III - assegurem a participação efetiva das populações locais na criação, implantação e gestão das unidades de conservação;

IV - busquem o apoio e a cooperação de organizações não-governamentais, de organizações privadas e pessoas físicas para o desenvolvimento de estudos, pesquisas científicas, práticas de educação ambiental, atividades de lazer e turismo, ecológico, monitoramento e manutenção e outras atividades de gestão das unidades de conservação;

V - incentivem as populações locais e as organizações privadas a estabelecerem e administrarem unidades de conservação dentro do sistema nacional;

VI - assegurem, nos casos possíveis, a sustentabilidade econômica de conservação;

VII - permitam o uso das unidades de conservação para a conservação in situ de populações das variantes genética selvagens dos animais e plantas domesticados e recursos genéticos silvestres;

VIII - assegurem que o processo de criação e a gestão das unidades de conservação sejam feitos de forma integrada com as políticas de administração das terras e águas circundantes, considerando as condições e necessidades sociais e econômicas locais;

IX - considere as condições e necessidades das populações locais no desenvolvimento e adaptação de métodos e técnicas de uso sustentável dos recursos naturais;

X - garantam as populações tradicionais cuja subsistência dependa da utilização de recursos naturais existentes no interior das unidades de conservação meios de subsistência alternativo ou a justa indenização pelos recursos perdidos;

XI - garantam uma alocação adequada dos recursos financeiros necessários para que, uma vez criadas, as unidades de conservação possam ser geridas de forma eficaz e atender aos seus objetivos;

XII - busquem conferir unidades de conservação nos casos possíveis, e respeitadas as conveniências da administração, autonomia administrativa e financeira, e;

XIII - busquem proteger grandes áreas por meio de um conjunto integrado de unidades de conservação de diferentes categorias, próximas ou contíguas e suas respectivas zonas de amortecimento e corredores ecológicos, integrando as diferentes atividades de preservação da natureza, uso sustentável dos recursos naturais e restauração dos ecossistemas;

Art 6º O SNUC será gerido pelos seguintes órgãos, com as respectivas atribuições:

I - Órgão consultivo e deliberado: o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, com as atribuições de acompanhar a implementação do Sistema;

II - Órgão central: o Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de coordenar o Sistema; e

III - Órgão executores: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, os órgãos estaduais, e municipais com a função de implantar o SNUC, subsidiar as propostas de criação e administrar as unidades de conservação federais, estaduais e municipais nas respectivas esferas de atuação.

Parágrafo único. Podem integrar o SNUC, excepcionalmente e a critério do Conama, unidades de conservação estaduais e municipais que, concebidas para atender a peculiaridades regionais ou locais, possuam objetivos de manejo que não possam ser satisfatoriamente atendidos por nenhuma categoria previstas nesta Lei e cujas características permitam, em relação a estas, uma clara distinção.

CAPÍTULO III

DAS CATEGORIAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Art 7º As unidades de conservação integradas do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:

I - Unidade de Proteção Integral;

II - Unidade de Uso Sustentável.

§ 1º O objetivo básico de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei.

§ 2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Art 8º O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:

I - Estação Ecológica;

II - Reserva Biológica;

III - Parque Nacional;

IV - Monumento Natural;

V - Refúgio de Vida Silvestre.

Art 9º A Estação Ecológica tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.

§ 1º A Estação Ecológica é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º É proibida a visitação pública, exceto quando um objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou regulamento específico.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento.

§ 4º Na Estação Ecológica só podem ser permitidas alterações do ecossistema no caso de:

I - medidas que visem a restauração de ecossistema modificado;

II - manejo de espécie com o fim de preservar a diversidade biológica;

III - coleta de componentes dos ecossistemas com finalidades científicas;

IV - pesquisas científicas cujo impacto sobre o ambiente seja maior do que aquele causado pela simples observação ou pela coleta controlada de componentes do ecossistemas, em uma área correspondente a no máximo três por cento da extensão total da unidade e até o limite de um mil e quinhentos hectares.

Art 10 A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, executando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

§ 1º A Reserva Biológica é de posse e domínio público, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º É proibida a visitação pública, exceto quando um objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou regulamento específico.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento.

Art 11 O Parque Nacional tem como objetivo básico à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, na recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

§ 1º O Parque Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e aquelas previstas em regulamento.

§ 3º A pesquisa científica depende da autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento.

§ 4º As unidades dessa categoria quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal.

Art 12 O Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.

§ 1º O Monumento Natural pode ser constituídos por áreas particulares desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

§ 2º Havendo incompatibilidade entre os objetivos da área e as atividades privadas ou não havendo aquiescência do proprietário as condições propostas pelo órgão responsável pela administração da unidade para a coexistência do Monumento Natural com o uso da propriedade, a área deve ser desapropriada, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 3º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e aquelas previstas em regulamento.

Art 13 O Refúgio de Vida Silvestre tem com objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

§ 1º O Refugio de Vida Silvestre pode ser constituídos por áreas particulares desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

§ 2º Havendo incompatibilidade entre os objetivos da área e as atividades privadas ou não havendo aquiescência do proprietário as condições propostas pelo órgão responsável pela administração da unidade para a coexistência do Monumento Natural com o uso da propriedade, a área deve ser desapropriada, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 3º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e aquelas previstas em regulamento.

§ 4º A pesquisa científica depende da autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento.

Art 14 Constituem o grupo das Unidades de Uso Sustentável as seguintes categorias de unidade de conservação:

- I - Área de Proteção Ambiental;
- II - Área DE Relevante Interesse Ecológico;
- III - Floresta Nacional;
- IV - Reserva Extrativista;
- V - Reserva de Fauna;
- VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável;
- VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Art 15 A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem -bem das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

§ 1º A Área de Proteção Ambiental é constituídas por terras públicas ou privadas.

§ 2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma área de Proteção Ambiental.

§ 3º As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sobre domínio públicos serão estabelecidas as exigências e restrições legais.

§ 4º Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observada as exigências e restrições legais.

§ 5º A Área de Produção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgão públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta lei.

Art 16 A Área de Relevante interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouco ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

§ 1º A Área de Relevante Interesse Ecológico é constituídas por terras públicas ou privadas.

§ 2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma área de Proteção Ambiental.

Art 17 A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos

recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para a exploração sustentável de floresta nativas.

§ 1º A Floresta Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º Nas Floresta Nacionais é admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação, em conformidade com o disposto em regulamento e no Plano de Manejo da unidade.

§ 3º A visitação pública é permitida condicionada às normas estabelecidas para o manejo da unidade pelo órgão responsável por sua administração.

§ 4º A pesquisa é permitida e incentivada sujeitando-se à prévia a autorização do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento.

§ 5º A Floresta Nacional disporá de um Conselho Consultivo, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes de órgão públicos, de organizações da sociedade civil e, quando for o caso das populações tradicionais residentes.

§ 6º A unidade desta categoria, quando criada pelo Estado ou Município, será denominada, respectivamente, Floresta Estadual e Floresta Municipal .

Art 18 A Reserva Extrativista é uma área utilizadas por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

§ 1º A Reserva extrativista é de domínio público, com uso concedido as populações extrativistas tradicionais conforme o disposto no art 23 desta lei e em regulamento específico sendo que as área particulares incluídas em seu limite devem ser desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º A Reserva extrativista será gerida por um Conselho Deliberativo presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgão públicos, de organizações da sociedade civil e da populações tradicionais residentes na área, conforme dispuser em regulamento e no ato de criação da unidade.

§ 3º A visitação pública é permitida, desde que compatível com os interesses locais e de acordo com o disposto no Plano Manejo da área.

§ 4º A pesquisa é permitida e incentivada sujeitando-se à prévia a autorização do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento.

§ 5º O Plano de Manejo da unidade será aprovado pelo seu Conselho Deliberativo.

§ 6º São proibidas a exploração de recursos minerais e a caça amadorística ou profissional.

§ 7º A exploração comercial de recursos madeireiros só será admitida em bases sustentáveis e em situações especiais e complementares às demais atividades desenvolvidas na Reserva Extrativista, Conforme Disposto em regulamento e no Plano de Manejo da unidade.

Art 19 A Reserva de Fauna é uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestre ou aquáticas, residentes ou migratórias adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos .

§ 1º A Reserva da fauna é posse de domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º A visitação pública pode ser permitida desde que compatível com o manejo da unidade pelo órgão responsável por sua administração .

§ 3º É proibido o exercício da caça amadorística ou profissional.

§ 4º A comercialização dos produtos e subprodutos resultantes da pesquisa obedecerá ao disposto nas leis sobre fauna e regulamentos.

Art 20 A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é uma área natural que abriga populações tradicionais cuja a existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

§ 1º A Reserva de Desenvolvimento Sustentável tem como objetivo básico preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações .

§ 2º A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 3º O uso de áreas ocupadas pelas populações tradicionais será regulado de acordo com o disposto no art 23 desta lei em regulamentação específica.

§ 4º A Reserva de Desenvolvimento Sustentável será gerida por um Conselho Deliberativo presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e das populações tradicionais residentes na área, conforme dispuser em regulamento e no ato de criação da unidade.

§ 5º As atividades Desenvolvidas na A Reserva de Desenvolvimento Sustentável obedecerá as seguintes condições:

I - é permitido e incentivada a visitação pública, desde que compatível com os interesses locais e de acordo com o disposto no Plano de Manejo da área;

II - é permitido e incentivada a pesquisa científica voltada á conservação da natureza, á melhor relação das populações residentes com seu meio e á educação ambiental, sujeitando-se á prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade, às condições e restrições por este estabelecidas e às normas previstas em regulamento;

III - deve ser sempre considerado o equilíbrio dinâmico entre o tamanho da população e a conservação; e

IV - é admitida a exploração de componentes dos ecossistemas naturais em regime de manejo sustentável e a substituição da cobertura vegetal por espécie cultiváveis, desde que sujeitas ao zoneamento, às limitações legais e ao Plano Manejo da área;

§ 6º O Plano Manejo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável definirá as zonas de proteção integral, de uso sustentável e de amortecimento e corredores ecológicos, e será aprovado pelo Conselho Deliberativo da unidade.

Art 21 A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

§ 1º O gravame de que trata este artigo constará de termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental, que verificará a existência de interesse público, e será averbado á margem da inscrição no Registro de Imóveis.

§ 2º Só poderá ser permitida, na Reserva Particular do Patrimônio Natural, conforme se dispuser em regulamento:

I - a pesquisa científica;

II - a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais;

III - (VETADO)

§ 3º Os órgãos integrantes do SNUC, sempre que possível e oportuno, prestarão orientação técnica e científica ao proprietário de Reserva Particular do Patrimônio Natural para a elaboração de um Plano Manejo ou de Proteção e de Gestão da unidade.

CAPÍTULO IV

DA CRIAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Art 22 As unidades de conservação são criadas por ato do Poder Público.

§ 1º (VETADO)

§ 2º A criação de uma unidade de conservação deve ser precedida de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade, conforme se dispuser em regulamento.

§ 3º No processo de consulta de que trata o § 2º o Poder Público é obrigado a fornecer informações adequadas e inteligíveis á população local e a outras partes interessadas.

§ 4º Na criação de Estação Ecológica ou Reserva Biológica não é obrigatória a consulta de que trata o § 2º deste artigo.

§ 5º As unidades de conservação do grupo de Uso Sustentável podem ser transformadas total ou parcialmente em unidades de grupo de Proteção Integral, por instrumento normativo do mesmo nível hierárquico do que criou a unidade, desde que obedecidos os procedimentos de consulta estabelecidos no § 2º deste artigo.

§ 6º A ampliação dos limites de uma unidade de conservação, sem modificação dos seus limites originais, exceto pelo acréscimo proposto, pode ser feita por instrumento normativo do mesmo nível hierárquico do que criou a unidade, desde que obedecidos os procedimentos de consulta estabelecido no § 2º deste artigo.

§ 7º A desafetação ou redução dos limites de uma unidade de conservação só pode ser feita mediante lei específica.

Art 23 A posse e o uso das áreas ocupadas pelas populações tradicionais nas Reservas Extrativistas e Reservas de Desenvolvimento Sustentável serão regulados por contrato, conforme se dispuser no regulamento desta Lei.

§ 1º As populações de que trata este artigo obrigam-se a participar da preservação, recuperação, defesa e manutenção da unidade de conservação.

§ 2º O uso dos recursos naturais pelas populações de que trata este artigo obedecerá às seguintes normas:

I - proibição do uso de espécies localmente ameaçadas de extinção ou de práticas que danifiquem os seus habituais;

II - proibição de práticas ou atividades que impeçam a regeneração natural dos ecossistemas;

III - demais normas estabelecidas na legislação, no Plano de Manejo da unidade de conservação e no contrato de concessão de direito real de uso.

Art 24. O subsolo e o espaço aéreo, sempre que influírem na estabilidade do ecossistema, integram os limites das unidades de conservação.

Art 25. As unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos.

§ 1º O órgão responsável pela administração da unidade estabelecerá normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos de uma unidade de conservação.

§ 2º Os limites da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos e as respectivas normas de que trata o § 1º poderão ser definidas no ato de criação da unidade ou posteriormente.

Art 26. Quando existir um conjunto de unidades de conservação de categorias diferentes ou não, próximas, justapostas ou sobrepostas, e outras áreas protegidas públicas ou privadas, constituindo um mosaico, a gestão do conjunto deverá ser feita de forma integrada e participativa, considerando-se os seus distintos objetivos de conservação, de forma a compatibilizar a presença da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regional.

Parágrafo único. O regulamento desta Lei disporá sobre a forma de gestão integrada do conjunto das unidades.

Art 27. As unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo.

§ 1º O Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

§ 2º Na elaboração, a atualização e implementação do Plano de Manejo das Reservas Extrativas, das Reservas de Desenvolvimento Sustentável, das Áreas de Proteção Ambiental e, quando couber, das Florestal Nacionais e das Áreas de Relevante Interesse Ecológico, será assegurada a ampla participação da população residente.

§ 3º O Plano de Manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação.

Art 28. São proibidas, nas unidades de conservação, quaisquer alterações, atividades ou modalidades de utilização em desacordo com os seus objetivos, o seu Plano de Manejo e seus regulamentos.

Parágrafo único. Até que seja elaborado o Plano de Manejo, todas as atividades e obras desenvolvidas nas unidades de conservação de proteção integral devem se limitar àquelas destinadas a garantir a integridade dos recursos que a unidade objetiva proteger, assegurando-se às populações tradicionais porventura residentes na área as condições e os meios necessários para a satisfação de suas necessidades materiais, sociais e culturais.

Art 29. Cada unidade de conservação do grupo de Proteção Integral disporá de um Conselho Consultivo, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil, por proprietários de terras localizadas em Refúgios de Vida Silvestre ou Monumento Natural, quando for o caso, e, na hipótese prevista no § 2º do art. 42, das populações tradicionais residentes, conforme se dispuser em regulamento e no ato de criação da unidade.

Art 30. As unidades de conservação podem ser geridas por organizações da sociedade civil de interesse público com objetivos afins aos da unidade, mediante instrumento a ser firmado com o órgão responsável por sua gestão.

Art 31. É proibida a introdução nas unidades de conservação de espécies não autóctones.

§ 1º Excetuam-se do disposto neste artigo as Áreas de Proteção Ambiental, as Florestas Nacionais, as Reservas Extrativistas e as Reservas de Desenvolvimento Sustentável, bem como os animais e plantas necessários à administração e às atividades das demais categorias de unidades de conservação, de acordo com o que se dispuser o seu Plano de Manejo da unidade.

§ 2º Nas áreas particulares localizadas em Refúgios de Vida Silvestre e Monumentos Naturais podem ser criados animais domésticos e cultivadas plantas consideradas compatíveis com as finalidades da unidade, de acordo com o que dispuser o seu Plano de Manejo.

Art 32. Os órgãos articular-se-ão com a comunidade científica com o propósito de incentivar o desenvolvimento de pesquisas sobre a fauna, a flora e a ecologia das unidades de conservação e sobre formas de uso sustentável dos recursos naturais, valorizando-se o conhecimento das populações tradicionais.

§ 1º As pesquisas científicas nas unidades de conservação não podem colocar em risco a sobrevivência das espécies integrantes dos ecossistemas protegidos.

§ 2º A realização de pesquisas científicas nas unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e reserva Particular do Patrimônio Natural, depende de aprovação prévia e está sujeita à fiscalização do órgão responsável por sua administração.

§ 3º Os órgãos competentes podem transferir para as instituições de pesquisa nacionais, mediante acordo, a atribuição de aprovar a realização de pesquisas científicas e de credenciar pesquisadores para trabalharem nas unidades de conservação.

Art 33. A exploração comercial de produtos, subprodutos ou serviços obtidos ou desenvolvidos a partir dos recursos naturais, biológicos, cênicos ou culturais ou da exploração da imagem de unidade de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, dependerá de prévia autorização e sujeitará o explorador a pagamento, conforme disposto em regulamento.

Art 34. OS órgãos responsáveis pela administração das unidades de conservação podem receber recursos ou doações de qualquer natureza, nacionais ou internacionais, com ou sem encargos, provenientes de organizações privadas ou públicas ou de pessoas físicas que desejarem conforme colaborar com a sua conservação.

Parágrafo único. A administração dos recursos obtidos cabe ao órgão gestor da unidade, e estes serão utilizados exclusivamente na sua implantação, gestão e manutenção.

Art 35. Os recursos obtidos pela unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral mediante a cobrança de taxa de visitação e outras rendas decorrentes de arrecadação, serviços e atividades da própria unidade serão aplicados de acordo com os seguintes critérios:

I - até cinqüenta por cento, e não menos que vinte e cinco por cento, na implementação, manutenção e gestão da própria unidade;

II - até cinqüenta por cento, e, não menos que vinte e cinco por cento, na regularização fundiária das unidades de conservação do Grupo;

III - até cinqüenta por cento, e, não menos que quinze por cento, na implementação, manutenção e gestão de outras unidades de conservações do Grupo de Proteção Integral.

Art 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.

§ 1º O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento.

§ 2º Ao órgão ambiental licenciador compete definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvido o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades de conservação.

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo.

CAPÍTULO V

DOS INCENTIVOS, ISENÇÕES E PENALIDADES

Art 37 (VETADO)

Art 38. A ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importem inobservância aos preceitos desta Lei e a seus regulamentos ou resultem em dano à flora, à fauna e aos demais atributos naturais das unidades de conservação, bem como às suas instalações e às zonas de amortecimento e corredores ecológicos, sujeitam os infratores às sanções previstas em lei.

Art 39. Dê-se ao art. 40 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a seguinte redação:

Art. 40 (VETADO)

§ 1º entende-se por Unidades de Conservação de Proteção Integral as Estações Ecológicas, as Reservas Biológicas, os Parques Nacionais, os Monumentos Naturais e os Refúgios de Vida Silvestre. " (NR)

§ 2º A ocorrência de dano afetando espécies ameaçadas de extinção no interior das Unidades de Conservação de Proteção Integral será considerada circunstância agravante para a fixação da pena." (NR)

§ 3º"

Art 40. Acrescenta-se à Lei nº 9.605, de 1998, o seguinte art. 40-a:

Art. 40-A (VETADO)

§ 1º Entende-se por Unidades de Conservação de Uso Sustentável as Áreas de Proteção Ambiental, as Áreas de Relevante Interesse Ecológico, as Florestas Nacionais, as Reservas Extrativistas, as Reservas de Fauna, as Reservas de Desenvolvimento Sustentável e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural." (AC)

§ 2º A ocorrência de dano afetando espécies ameaçadas de extinção no interior das Unidades de Conservação de Uso Sustentável será considerada circunstâncias agravante para a fixação da pena." (AC)

§3º Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade." (AC)

CAPÍTULO VI

DAS RESERVAS DA BIOSFERA

Art 41. A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

§ 1º A Reserva da Biosfera é constituída por:

I - uma ou várias áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza;

II - uma ou várias zonas de amortecimento, onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para as áreas-núcleo; e

III - uma ou várias zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis.

§ 2º A Reserva da Biosfera é constituída por áreas de domínio público ou privado.

§ 3º A Reserva da Biosfera pode ser integrada por unidades de conservação já criadas pelo Poder Público, respeitadas as normas legais que disciplinam o manejo de cada categoria específica.

§ 4º A Reserva da Biosfera é gerida por um Conselho Deliberativo, formado por representantes de instituições públicas, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser em regulamento e no ato de constituição da unidade.

§ 5º A Reserva da Biosfera é reconhecida pelo Programa Intergovernamental "O Homem e a Biosfera - MAB", estabelecido pela UNESCO, organização da qual o Brasil é membro.

CAPÍTULO VII DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art 42. As populações tradicionais residentes em unidades de conservação nas quais sua permanência não seja permitida serão indenizadas ou compensadas pelas benfeitorias existentes e devidamente realocadas pelo Poder Público, em local e condições acordados entre as partes.

§ 1º O Poder Público, por meio do órgão competente, priorizará o reassentamento das populações tradicionais a serem realocadas.

§ 2º Até que seja possível efetuar o reassentamento de que trata este artigo, serão estabelecidas normas e ações específicas destinadas a compatibilizar a presença das populações tradicionais residentes com os objetivos da unidade, sem prejuízo dos modos de vida, das fontes de subsistência e os locais de moradia destas populações, assegurando-se a sua participação na elaboração das referidas normas e ações.

§ 3º Na hipótese prevista no § 2º, as normas regulando o prazo de permanência e suas condições serão estabelecidas em regulamento.

Art 43. O Poder Público fará o levantamento nacional das terras devolutas, com o objetivo de definir áreas destinadas à conservação da natureza, no prazo de cinco anos após a publicação desta Lei.

Art 44. As ilhas oceânicas e costeiras destinam-se prioritariamente à proteção da natureza e sua distinção para fins diversos deve ser precedida de autorização do órgão ambiental competente.

Parágrafo único. Estão dispensados da autorização citada no caput os órgãos que se utilizam das citadas ilhas por força de dispositivos legais ou quando decorrente de compromissos legais assumidos.

Art 45. Excluem-se das indenizações referentes à regularização fundiária das unidades de conservação, derivadas ou não de desapropriação:

I - (VETADO)

II - (VETADO)

III - as espécies arbóreas declaradas imunes de corte pelo Poder Público;

IV - expectativas de ganhos e lucro cessante;

V - o resultado de cálculo efetuando mediante a operação de juros compostos;

VI - as áreas que não tenham prova de domínio inequívoco e anterior à criação da unidade.

Art 46. A instalação de redes de abastecimento de água, esgoto, energia e infra-estrutura urbana em geral, em unidade de conservação onde estes equipamentos são admitidos depende de prévia aprovação do órgão responsável por sua administração, sem prejuízo da necessidade de elaboração e estudos de impacto e outras exigências legais.

Parágrafo único. Esta mesma condição se aplica à zona de amortecimento das unidades do Grupo de Proteção Integral, bem como às áreas de propriedade provada inseridas nos limites dessas unidades e ainda não indenizadas.

Art 47. O órgão ou empresa, público ou privado, responsável pelo abastecimento de água ou que faça uso de recursos hídricos, beneficiário da proteção proporcionada por uma unidade de conservação, deve contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade, de acordo com o disposto em regulamentação específica.

Art 48. O órgão ou empresa, público ou privado, responsável pela geração e distribuição de energia elétrica, beneficiário da proteção oferecida por uma unidade de conservação, deve contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade, de acordo com o disposto em regulamentação específica.

Art 49. A área de uma unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral +e considerada zona Rural, para os efeitos legais.

Parágrafo único. A zona de amortecimento das unidades de conservação de que trata este artigo, uma vez definida formalmente, não pode ser transformada em zona urbana.

Art 50. O Ministério do Meio Ambiente organizará e manterá um Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, com a colaboração do Ibama e dos órgãos estaduais e municipais. Competentes.

§ 1º O Cadastro a que se refere este artigo conterá os dados principais de cada unidade de conservação, incluindo, dentre outras características relevantes, informações sobre espécies ameaçadas de extinção, situação fundiária, recursos hídricos, clima, solos e aspectos socioculturais e antropológicos.

§ 2º O Ministério do Meio Ambiente divulgará à disposição do público interessado os dados constantes do Cadastro.

Art 51. O Poder Executivo Federal submeterá à apreciação do Congresso Nacional, a cada dois anos, um relatório de avaliação global da situação das unidades de conservação federais do País.

Art 52. Os mapas e cartas oficiais devem indicar as áreas que compõem o SNUC.

Art 53. O Ibama elaborará e divulgará periodicamente uma relação revista e atualizada das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção no território brasileiro.

Parágrafo único. O Ibama incentivará os componentes órgãos estaduais e municipais a elaborarem relações equivalentes abrangendo suas respectivas áreas de jurisdição.

Art 54. O Ibama, excepcionalmente, pode permitir a captura de exemplares de espécies ameaçadas de extinção destinadas a programas de criação em cativeiro ou formação de coleções científicas, de acordo com o disposto nesta Lei e em regulamentação específica.

Art 55. As unidades de conservação e áreas protegidas com base nas legislações anteriores e que não pertençam às categorias previstas nesta Lei serão reavaliadas, no todo ou em parte, no prazo de até dois anos, com o objetivo de definir sua destinação com base na categoria e função para as quais foram criadas, conforme o disposto no regulamento desta Lei.

Art 56 (VETADO)

Art 57. Os órgãos federais responsáveis pela execução das políticas ambiental e indigenista deverão instituir grupos de trabalho para, no prazo de cento e oitenta dias a partir da superposição entre áreas indígenas e unidades de conservação.

Parágrafo único. No ato de criação dos grupos de trabalho serão fixados os participantes, bem como a estratégia de ação e a abrangência dos trabalhos, garantida a participação das comunidades envolvidas.

Art 58. O Poder Executivo regulamentará esta Lei, no que for necessário à sua aplicação, no prazo de cento e oitenta dias a partir da data de sua publicação.

Art 59. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art 60. Revogam-se os arts. 5º e 6º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; o art. 5º da Lei nº 5.1967, de 3 de janeiro de 1967; e o art. 18 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Marco Antonio de Oliveira Maciel

Vice-Presidente

José Sarney Filho

(DOU de 19.07.2000)

RESOLUÇÃO nº 302, DE 20 DE MARÇO DE 2002

Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e no seu Regimento Interno, e Considerando que a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII,

170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição, os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador; Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei nº 4.771, de 1965, no que concerne às áreas de preservação permanente no entorno dos reservatórios artificiais; Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção de Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992; Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumento de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações; Considerando a função ambiental das Áreas de Preservação Permanente de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial e a instituição da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - Reservatório artificial: acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos;

II - Área de Preservação Permanente: a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas;

III - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial: conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis;

IV - Nível Máximo Normal: é a cota máxima normal de operação do reservatório;

V - Área Urbana Consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

a) definição legal pelo poder público;

b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

1. malha viária com canalização de águas pluviais,
2. rede de abastecimento de água;
3. rede de esgoto;
4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública;

5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
 6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e
- c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

Art 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;

II - quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental.

III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

§ 1º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver.

§ 2º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso II, somente poderão ser ampliados, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, e, quando houver, de acordo com o plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere.

§ 3º A redução do limite da Área de Preservação Permanente, prevista no § 1º deste artigo não se aplica às áreas de ocorrência original da floresta ombrófila densa - porção amazônica, inclusive os cerradões e aos reservatórios artificiais utilizados para fins de abastecimento público.

§ 4º A ampliação ou redução do limite das Áreas de Preservação Permanente, a que se refere o § 1º, deverá ser estabelecida considerando, no mínimo, os seguintes critérios:

- I - características ambientais da bacia hidrográfica;
- II - geologia, geomorfologia, hidrogeologia e fisiografia da bacia hidrográfica;
- III - tipologia vegetal;
- IV - representatividade ecológica da área no bioma presente dentro da bacia hidrográfica em que está inserido, notadamente a existência de espécie ameaçada de extinção e a importância da área como corredor de biodiversidade;
- V - finalidade do uso da água;
- VI - uso e ocupação do solo no entorno;
- VII - o impacto ambiental causado pela implantação do reservatório e no entorno da Área de Preservação Permanente até a faixa de cem metros.

§ 5º Na hipótese de redução, a ocupação urbana, mesmo com parcelamento do solo através de loteamento ou subdivisão em partes ideais, dentre outros mecanismos, não poderá exceder a dez por cento dessa área, ressalvadas as benfeitorias existentes na área urbana consolidada, à época da solicitação da licença prévia ambiental.

§ 6º Não se aplicam as disposições deste artigo às acumulações artificiais de água, inferiores a cinco hectares de superfície, desde que não resultantes do barramento ou represamento de cursos d'água e não localizadas em Área de Preservação Permanente, à exceção daquelas destinadas ao abastecimento público.

Art. 4º O empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental, deve elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão ambiental competente, para os reservatórios artificiais destinados à geração de energia e abastecimento público.

§ 1º Cabe ao órgão ambiental competente aprovar o plano ambiental de conservação e uso do entorno dos reservatórios artificiais, considerando o plano de recursos hídricos, quando houver, sem prejuízo do procedimento de licenciamento ambiental.

§ 2º A aprovação do plano ambiental de conservação e uso do entorno dos reservatórios artificiais deverá ser precedida da realização de consulta pública, sob pena de nulidade do ato administrativo, na forma da Resolução CONAMA nº 09, de 3 de dezembro de 1987, naquilo que for aplicável, informando-se ao Ministério Público com antecedência de trinta dias da respectiva data.

§ 3º Na análise do plano ambiental de conservação e uso de que trata este artigo, será ouvido o respectivo comitê de bacia hidrográfica, quando houver.

§ 4º O plano ambiental de conservação e uso poderá indicar áreas para implantação de pólos turísticos e lazer no entorno do reservatório artificial, que não poderão exceder a dez por cento da área total do seu entorno.

§ 5º As áreas previstas no parágrafo anterior somente poderão ser ocupadas respeitadas a legislação municipal, estadual e federal, e desde que a ocupação esteja devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

Art. 5º Aos empreendimentos objeto de processo de privatização, até a data de publicação desta Resolução, aplicam-se às exigências ambientais vigentes à época da privatização, inclusive os cem metros mínimos de Área de Preservação Permanente.

Parágrafo único. Aos empreendimentos que dispõem de licença de operação aplicam-se as exigências nela contidas.

Art. 6º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, incidindo, inclusive, sobre os processos de licenciamento ambiental em andamento.

José Carlos Carvalho
Presidente do Conselho
(DOU 13/05/2002)

RESOLUÇÃO Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro e 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador;

Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente;

Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992; Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;

IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V - montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros; VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície

de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;

VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e abóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina;

X - duna: unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação;

XI - tabuleiro ou chapada: paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude;

XII - escarpa: rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a quarenta e cinco graus, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que localizam-se próximo ao sopé da escarpa;

XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

- a) definição legal pelo poder público;
- b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:
 1. malha viária com canalização de águas pluviais,
 2. rede de abastecimento de água;
 3. rede de esgoto;
 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública ;
 5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;

6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;

b) cinqüenta metros, para o curso d'água com dez a cinqüenta metros de largura;

c) cem metros, para o curso d'água com cinqüenta a duzentos metros de largura;

d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;

e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;

b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinqüenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinqüenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa; IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

Art. 4º O CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985.

José Carlos Carvalho
Presidente do Conselho
(DOU 13/05/2002)

9. ANEXO II : PROGRAMAS EM LEGAL UTILIZADOS

PONDERAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS OU VARIÁVEIS AMBIENTAIS

GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA
<pre>{ // Definicao dos dados de entrada Tematico geomorfo ("Geomorfologia"); Numerico geomorfoP ("GeomorfoGrd"); Tabela geomorfoPondera (Ponderacao); //Recupere a variável do tipo Temática (geomorfo). geomorfo = Recupere (Nome = "Geomorfo"); //Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos. geomorfoPondera= Novo(CategorialNi="Geomorfologia", "Pin": 2.0 , "Esm": 4.0 , "MMI": 4.0 , "TCCd": 4.0 , "Pfm": 1.0 , "Pm": 1.0 , "Pr": 4.0, "Ih": 4.0); //Crie o PI Numerico de saida. geomorfoP=Novo (Nome="GeomorGrdPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=4.0); //Execute a operação de Pondere sobre geomorfo geomorfoP=Pondere(geomorfo, geomorfoPondera); }</pre>	<pre>{ // Definicao dos dados de entrada Tematico solo ("Pedologia"); Numerico soloP ("PedoGrd"); Tabela soloPondera (Ponderacao); //Recupere a variável do tipo Temática (Solo). solo = Recupere (Nome = "Solos"); //Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos. soloPondera= Novo(CategorialNi="Pedologia", "LvaC": 1.0, "CLva": 1.0 , "Enq": 2.0 , "Nr": 4.0 , "Apr": 4.0); //Crie o PI Numerico de saida. soloP=Novo (Nome="PedoGrdPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=4.0); //Execute a operação de Pondere sobre solo soloP=Pondere(solo, soloPondera); }</pre>
GEOLOGIA	GEOTÉCNIA
<pre>{ // Definicao dos dados de entrada Tematico geo ("Geologia"); Numerico geoP ("GeoGrd"); Tabela geoPondera (Ponderacao); //Recupere a variável do tipo Temática (geo). geo = Recupere (Nome = "Geo"); //Crie a tabela de ponderação com os valores geoPondera= Novo(CategorialNi="Geologia", "Dia": 4.0 , "Den": 4.0 , "Sdc": 2.0 , "Sma": 2.0 , "Sfl": 2.0 , "Rgr": 1.0 , "Mig": 1.0, "Grn": 1.0); //Crie o PI Numerico de saida. geoP=Novo (Nome="GeolGrdPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=4.0); //Execute a operação de Pondere sobre geo geoP=Pondere(geo, geoPondera); }</pre>	<pre>{ // Definicao dos dados de entrada Tematico geot ("Geotecnia"); Numerico geotP ("GeotecGrd"); Tabela geotPondera (Ponderacao); //Recupere a variável do tipo Temática (geot). geot = Recupere (Nome = "Carta"); //Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos. geotPondera= Novo(CategorialNi="Geotecnia", "ALsErMALsEs": 4.0 , "ALsRSMiPL": 3.0 , "ALsErALsEs": 3.0 , "ALsErMEsEs": 2.0 , "ALsIRAsS": 2.0 , "BAsRIn": 1.0); //Crie o PI Numerico de saida. geotP=Novo (Nome="CartaGrdPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=4.0); //Execute a operação de Pondere sobre geot geotP=Pondere(geot, geotPondera); }</pre>

USOCOBVEG	DECLIVIDADE
<pre> { // Definição dos dados de entrada Tematico Uso ("UsoCobSolo"); Numerico UsoP ("UsoGrd"); Tabela UsoPondera (Ponderacao); //Recupere a variável do tipo Temática (Uso). UsoCobVeg = Recupere (Nome = "Class88Corr2"); //Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos. UsoCobVeg Pondera= Novo(Categorialni=" UsoCobSolo", "Flr": 1.0 , "Rest": 1.0 , "Adeg": 3.0 , "Pcan": 2.0 , "Cap": 2.0 , "Sexp": 1.0 , "AfRch": 4.0, "CulAn": 2.0 , "CulMs": 2.0, "CulFr": 2.0 , "Pra": 4.0, "Adesm": 3.0 , "Aurb": 0.0, "SbrFl": 0.0, "Agu": 4.0); //Crie o PI Numerico de saída. UsoCobVeg P=Novo (Nome="UsoSoGrdPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=4.0); //Execute a operação de Pondere sobre UsoCobVeg UsoCobVeg P=Pondere(UsoCobVeg, UsoCobVeg Pondera); } </pre>	<pre> { // Definição dos dados de entrada Tematico decl ("Declividade_Fatiada"); Numerico declP ("DeclGrd"); Tabela declPondera (Ponderacao); //Recupere a variável do tipo Temática (decl). decl = Recupere (Nome = "Decli_Fatia_5MRec") ; //Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos. declPondera= Novo(Categorialni="Declividade_Fatiada", "Co" : 2.0, "Qiz" : 1.0, "Vt" : 1.0, "VtC" : 1.0, "Tt" : 1.0, "TtC" : 4.0, "Qt" : 4.0, "QtC" : 4.0, "MQtC" : 4.0); //Crie o PI Numerico de saída. declP=Novo (Nome="DeclivGrdPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=4.0); //Execute a operação de Pondere sobre decl declP=Pondere(decl, declPondera); } </pre>

Tabela de Pesos para Ponderação de Temas Qto. ao Assentamento Urbano:

- 1.0 = FAVORÁVEL
- 2.0 = RESTRIÇÃO REGULAR
- 3.0 = RESTRIÇÃO SEVERA
- 4.0 = IMPRÓPRIA

INTEGRAÇÃO DOS TEMAS PONDERADOS PARA APTIDÃO AO ASSENT. URBANO

<pre> //INICIO { // Integração de Grades Ponderadas entre 6 PIs MNT // (GeolGrdPond + GeomorGrdPond + DeclTopoGrdPond + CartaGrdPond + PedoGrdPond + UsoSoGrdPond) // Declaracao das Variaveis Digital PI1,PI2,PI3,PI4,PI5,PI6,PI7 ("AsGrades"); // Associacao de Variaveis </pre>
--

```

PI1 = Recupere (Nome="GeolGrdPond");
PI2 = Recupere (Nome="GeomorGrdPond");
PI3 = Recupere (Nome="DeclTopoGrdPond");
PI4 = Recupere (Nome="CartaGrdPond");
PI5 = Recupere (Nome="PedoGrdPond");
PI6 = Recupere (Nome="UsoSoGrdPond");
PI7 = Novo (Nome="Apt_AssUrbGrd", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=6.0, Max=24.0);

// Operacoes (Calculo da Soma)

PI7 = (PI1 + PI2 + PI3 + PI4 + PI5 + PI6);
}
//FIM
    
```

Escala de Valores dos Temas quanto a Aptidão Física a Assentamentos Urbanos:

<12 = FAVORÁVEL
 12 -- 14 = RESTRIÇÃO REGULAR
 14 -- 15 = RESTRIÇÃO SEVERA
 >15 = IMPRÓPRIA

INTEGRAÇÃO DAS APP'S PARA A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

```

{
Tematico PI1, PI2, PI3, PI4, PI5, PI6, PI7, PI8, PI9, PI10, PI11 ("LegislacaoAmbiental");

PI1 = Recupere(Nome="Outros");
PI2 = Recupere(Nome="Topos 600-900M");
PI3 = Recupere(Nome="Topos 900-1100M");
PI4 = Recupere(Nome="Restinga");
PI5 = Recupere(Nome="MarSimples 60M");
PI6 = Recupere(Nome="MarSimples 30M");
PI7 = Recupere(Nome="Nasc 100M");
PI8 = Recupere(Nome="Nasc 50M");
PI9 = Recupere(Nome="MarDupla 30M");
PI10 = Recupere(Nome="Decli 20-40%");
PI11 = Novo(Nome="APPsCorreto", ResX=10, ResY=10, Escala=60000);

PI11 = (PI1.Class== "Outros") ? Classe("Outros") : PI11.Classe;
PI11 = (PI2.Class== "Topos 600-900M") ? Classe("Topos 600-900M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI3.Class== "Topos 900-1100M") ? Classe("Topos 900-1100M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI4.Class== "Restinga") ? Classe("Restinga") : PI11.Classe;
PI11 = (PI5.Class== "MargemSimples 60M") ? Classe("MargemSimples 60M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI6.Class== "MargemSimples 30M") ? Classe("MargemSimples 30M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI7.Class== "Nascente 100M") ? Classe("Nascente 100M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI8.Class== "Nascente 50M") ? Classe("Nascente 50M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI9.Class== "MargemDupla 30M") ? Classe("MargemDupla 30M") : PI11.Classe;
PI11 = (PI10.Class== "Declividade 20-40%") ? Classe("Declividade 20-40%") : PI11.Classe;
}
    
```

Tabela de Pesos para Ponderação de Temas da Legislação Ambiental e Assentamento Urbano quanto a Incompatibilidade ao Uso:

3.0 = USO COMPATÍVEL
 2.0 = USO RESTRITO
 1.0 = USO INCOMPATÍVEL

PONDERAÇÃO DAS CLASSES DE APTIDÃO AO ASSENTAMENTO URBANO

```
{  
// Definição dos dados de entrada  
  
Tematico assur ( "Aptidao_AssUrbano" );  
Numerico assurP ( "AsGrades" );  
Tabela assurPondera ( Ponderacao );  
  
//Recupere a variável do tipo Temática ( AssUrbano).  
assur = Recupere ( Nome = "Ap_AssUrb" );  
  
//Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos.  
assurPondera= Novo(CategorialNi="Aptidao_AssUrbano",  
                  "FAVORAVEL": 3.0,  
                  "RESTRICAO REGULAR": 3.0 ,  
                  "RESTRICAO SEVERA": 2.0 ,  
                  "IMPROPRIA": 1.0) ;  
  
//Crie o PI Numerico de saída.  
assurP=Novo (Nome="AssUrbPond", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=1.0, Max=3.0);  
  
//Execute a operação de Pondere sobre AssUrbano  
assurP=Pondere(assur, assurPondera);  
}
```

PONDERAÇÃO DAS CLASSES DE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

```
{  
// Definição dos dados de entrada  
  
Tematico leg ( "LegislacaoAmbiental" );  
Numerico legP ( "AsGrades" );  
Tabela legPondera ( Ponderacao );  
  
//Recupere a variável do tipo Temática ( APPs).  
leg = Recupere ( Nome = "APPs" );  
  
//Crie a tabela de ponderação com os valores acima definidos.  
legPondera= Novo(CategorialNi="LegislacaoAmbiental",  
                "Declividade >40%": 1.0,  
                "Declividade <5%": 1.0 ,  
                "Topos 600-900M": 1.0 ,  
                "Topos 900-1100M": 1.0 ,  
                "Restinga": 1.0,  
                "MargemSimples 30M": 1.0 ,  
                "Nascente 50M": 1.0 ,  
                "MargemDupla 30M": 1.0) ;  
  
//Crie o PI Numerico de saída.  
legP=Novo (Nome="LegisPondT", ResX=10, ResY=10, Escala=60000, Min=0.0, Max=1.0);  
  
//Execute a operação de Pondere sobre leg  
legP=Pondere(leg, legPondera);  
}
```

Escala de Valores dos Temas quanto a Incompatibilidade ao Uso:

0 – 2= INCOMPATÍVEL
2 - 4 = RESTRITO
4 - 6 = COMPATÍVEL

INTEGRAÇÃO DOS TEMAS DE ASSENT. URBANO E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

```
//INICIO
{
// Integração de Grades Ponderadas entre 2 PIs MNT
// (LegisPondT + AssUrbPond )
// Declaracao das Variaveis

Digital PI1,PI2,PI3 ("AsGrades");
// Associacao de Variaveis

PI1 = Recupere (Nome="LegisPondT");
PI2 = Recupere (Nome="AssUrbPond");
PI3 = Novo (Nome="Incomp_Pond", ResX=60, ResY=60, Escala=120000, Min=0.0, Max=6.0);
// Operacoes (Calculo da Soma)

PI3 = (PI1 + PI2);
}
//FIM
```