

**VULNERABILIDADE DE PAISAGENS COMO SUPORTE  
AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MACIÇO DO  
MENDANHA - RIO DE JANEIRO, RJ.**

**Carlos Augusto Portela de Senna**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**Orientador**

**Prof. Dr. Mauro Sérgio Fernandes Argento**

**Rio de Janeiro,  
Março de 2002.**

T  
1106  
5478V

# VULNERABILIDADE DE PAISAGENS COMO SUPORTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MACIÇO DO MENDANHA - RIO DE JANEIRO, RJ.

**Carlos Augusto Portela de Senna**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Mauro Sérgio Fernandes Argento (Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> .Leticia Maria Mayr

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> .Carla B. Madureira Cruz

Rio de Janeiro  
Março de 2002

Senna, Carlos Augusto Portela de

Vulnerabilidade de Paisagens como Suporte ao Zoneamento  
Ambiental do Maciço do Mendanha/ Carlos Augusto  
Portela de Senna. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2002.

xi, 156p. il.

Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGG,  
2002. Orientador: Mauro Sérgio Fernandes Argento.

1. Paisagem. 2. Zoneamento Ambiental

3. Dissertação (Mestrado - UFRJ/PPGG)

I. Título.

## AGRADECIMENTOS

Ao longo deste trabalho, muitas pessoas me ajudaram durante esta jornada acadêmica. Quero agradecer a todos que me apoiaram e me incentivaram ao longo deste processo. Em especial, agradeço aos meus pais, Francisco e Carlota, e à minha esposa, Ana, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

Agradeço também aos meus colegas de trabalho, especialmente aos meus amigos, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada. Quero agradecer também aos meus professores, especialmente aos meus orientadores, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada. Quero agradecer também aos meus amigos, especialmente aos meus amigos de infância, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

Por fim, quero agradecer a todos que me apoiaram e me incentivaram ao longo deste processo. Em especial, agradeço aos meus pais, Francisco e Carlota, e à minha esposa, Ana, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

Com carinho e gratidão, agradeço a todos que me apoiaram e me incentivaram ao longo deste processo.

Francisco e Carlota, meus pais, e Ana, minha esposa, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada. Quero agradecer também aos meus amigos, especialmente aos meus amigos de infância, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

Por fim, quero agradecer a todos que me apoiaram e me incentivaram ao longo deste processo. Em especial, agradeço aos meus pais, Francisco e Carlota, e à minha esposa, Ana, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

Com carinho e gratidão, agradeço a todos que me apoiaram e me incentivaram ao longo deste processo. Em especial, agradeço aos meus pais, Francisco e Carlota, e à minha esposa, Ana, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

Por fim, quero agradecer a todos que me apoiaram e me incentivaram ao longo deste processo. Em especial, agradeço aos meus pais, Francisco e Carlota, e à minha esposa, Ana, por todo o apoio e incentivo que me deram durante esta jornada.

*A todas as pessoas que estão a minha volta e contribuíram, da sua forma, para a realização desta empreitada.*

*Em especial aos meus pais Francisco e Carlota e a minha esposa Ana.*

**Dedico**

## Agradecimentos

Ao Prof. Mauro Argentó, não só pela orientação durante toda a minha vida acadêmica, mas, sobretudo, pela amizade construída ao longo destes anos.

As Professoras Carla Madureira e Letícia Mayr pela "força" em todos os momentos e pela participação na Banca.

A Professora Josilda Moura pela sugestão do trabalho e demais idéias.

Ao Professor Antônio Guerra por toda a atenção e compreensão.

Aos Professores Jorge Marques e Antônio Paulo pela solicitude e atenção.

Ao Professor Fernando Agarez pela amizade, pelas conversas e pelo crédito.

Ao Geógrafo Rafael Barros pela ajuda em campo.

Aos Geógrafos Raúl Sanches e Samir pelas várias "discussões geográficas".

A todos os integrantes do Grupo de Sensoriamento Remoto do Dep. de Geografia por todo o cuidado e atenção.

Ao GEOESTE, em especial à Geógrafa Roberta Ramalho, pela concessão de fotos e dados climáticos.

Aos Agrônomos da Embrapa Solos, Waldir de Carvalho Jr., Nilson Rendeiro, César Chagas e Silvio Behring, pela solicitude e pelos dados sobre solos.

Aos colegas de pós-graduação, Ivone, Marcelo, Débora, Bianca, Leonardo, Ricardo, Eduardo e Bruno, pelo companheirismo.

A Ildione pela atenção.

A Luiza pelo cuidado ao "gerenciar" a "nossa" excelente biblioteca do PPGG.

Ao "André da Xerox", pelo cuidado, atenção e eficiência no manuseio de todos os materiais que passaram em suas mãos. Pela sua gentileza e diplomacia.

A Cartógrafa Kátia Neves, aos Geógrafos, Maurício Gonçalves e Braz Calderano pela amizade e incentivo.

Aos Geólogos Alexandre Cavalcante e Fátima Ferreira, pelas ajudas e trocas de experiências técnico-operacionais.

A todos os companheiros da Gerência de Geodésia da Petrobras na Bacia de Campos, pelo companheirismo e compreensão.

A Ana, por ser a "Ana" e pela ajuda na diagramação final desta Dissertação.

A todos os amigos –em especial ao Gutemberg– que por ventura não tenham sido citados, por conta de uma não participação direta nesta Dissertação. Saibam que jamais a concluiria sem vocês.

Aos meus pais, por tudo que só os pais podem oferecer aos filhos.

## Resumo

Esta Dissertação foi realizada com o objetivo de servir como base a processos de gestão e planejamento ambiental da área do Maciço do Mendanha.

O conceito base proposto para a área, que também se presta a ser a unidade territorial elementar para o seu manejo, é a paisagem.

A paisagem é um produto da expressão visual de um conjunto de diferentes fenômenos, estudados por diversas disciplinas, tais como pedológicos, geomorfológicos, ecológicos e sócio-econômicos que, de acordo com a combinação e arranjo espacial apresentados, caracterizam paisagens em diferentes níveis de vulnerabilidade.

Para a integração e disponibilização de todos estes fenômenos numa base cartográfica e de banco de dados coesa e de fácil consulta, utilizou-se um Sistema de Informações Espaciais com uma estrutura orientada a objeto, o que permitiu que dados (carto)gráficos e não gráficos fossem armazenados num mesmo banco de dados.

Como produto final obteve-se um zoneamento ambiental para o Maciço do Mendanha, baseado na vulnerabilidade de suas paisagens, o que constitui por si só um elemento de diagnóstico e de direcionamento para gestão e manejo da área, tanto no tocante aos seus aspectos sociais quanto naturais.

## Abstract

This Master Degree Thesis was realized with the objective of serve as basis for environmental magement and planning processes at Maciço do Mendanha region.

The basic concept proposed for this area, which serve as elemental land unit for its wield, is the landscape.

The landscape is a visual expression product of a group of different phenomena – studied by diverse disciplines–, like pedological, geomorphological, ecological and socio-economical, which in agreement with this combination and presented spatial arrangement, characterizing landscapes in different levels of vulnerability.

For integration and disponibilization of all phenomena in a cohesis and easy query cartographic and data bank basis, was utilized a Spatial Information System with an object oriented structure, which enable the storage of (carto)graphics and non-graphics in the same warehouse.

The final product presented is an environmental zoneament for the Maciço do Mendanha, founded in the vulnerability of this landscapes, forming properly an element of diagnosis and for management of this area, in both social and natural aspects.

## Índice Geral

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS .....	4
3	BASE CONCEITUAL SOBRE O TEMA.....	5
3.1-	GEOGRAFIA, PAISAGEM E A “(DES)ORDEM ESPACIAL” .....	5
3.2-	A PAISAGEM COMO SISTEMA .....	13
3.3-	VULNERABILIDADE E ZONEAMENTO .....	16
3.4-	PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL: INTEGRAÇÃO, MANIPULAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS PARA ZONEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM .....	20
3.4.1-	<i>Teledeteção, Processamento de Imagens e Identificação das Unidades de Paisagem</i> .....	21
3.4.2-	<i>Modelo Digital de Terreno-MDT</i> .....	23
3.4.3-	<i>Sistemas de Informações Espaciais e Modelo Conceitual do GeoMedia Professional</i> .....	24
4	ÁREA DE ESTUDO .....	40
4.1-	O “QUADRO NATURAL” .....	40
4.1.1-	<i>Recorte Espacial</i> .....	40
4.1.2-	<i>Geologia</i> .....	45
4.1.3-	<i>Geomorfologia</i> .....	48
4.1.4-	<i>Clima</i> .....	51
4.1.5-	<i>Vegetação</i> .....	56
4.1.6-	<i>Solos</i> .....	61
4.2-	O “QUADRO HUMANO” E O PROCESSO DE OCUPAÇÃO .....	71
5	MÉTODOS E TÉCNICAS .....	80
5.1-	PROPOSTA METODOLÓGICA.....	80
5.2-	PROCESSAMENTO, DESCRIÇÃO DOS DADOS E SUA CONTRIBUIÇÃO QUANTO A VULNERABILIDADE.....	83
5.2.1-	<i>Base Cartográfica</i> .....	83
5.2.2-	<i>Modelo Digital de Terreno-MDT e Geração do Mapa de Declividade</i> .....	84
5.2.3-	<i>Solos</i> .....	86
5.2.4-	<i>Base Censitária</i> .....	90
5.2.5-	<i>Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto Orbital e Identificação de Unidades de Paisagem</i> .....	92
5.2.5.1-	<i>Realce da Imagem</i> .....	93
5.2.5.2-	<i>Correção Geométrica</i> .....	94
5.2.5.3-	<i>Classificação Digital da Imagem</i> .....	96
5.2.6-	<i>Integração entre as Classes de Vulnerabilidade dos Componentes da Paisagem e Critérios para o Zoneamento</i> .....	102
5.3-	INTEGRAÇÃO E AUXÍLIO À ANÁLISE DOS DADOS NO AMBIENTE SIE <i>GEOMEDIA PROFESSIONAL</i> .....	110
5.3.1-	<i>Integração dos Dados em uma Base Única</i> .....	110
5.3.1.1-	<i>Classes e Objetos</i> .....	114
5.3.1.2-	<i>Validações Geométricas e Topológicas dos Objetos</i> .....	122
5.3.1.3-	<i>Ferramentas Empregadas no Auxílio à Consultas/Análises</i> .....	125

<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>126</b>
6.1- A QUESTÃO SOCIAL .....	126
6.2- SOLOS .....	131
6.3- RELEVO.....	131
6.4- UNIDADES DE PAISAGEM.....	135
6.5- VULNERABILIDADE DA PAISAGEM.....	138
6.6- ZONEAMENTO.....	143
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>146</b>
7.1- QUANTO À METODOLOGIA EMPREGADA .....	146
7.2- QUANTO AOS DADOS E INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS .....	147
7.3- QUANTO AOS MATERIAIS E TÉCNICAS EMPREGADOS.....	148
7.4- QUANTO AO ZONEAMENTO AMBIENTAL .....	149
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Formas e condições de vulnerabilidade .....	19
Tabela 2: Evolução dos SIEs (INPE, 2001).....	27
Tabela 3: Operadores SQL disponíveis .....	37
Tabela 4: Algumas propriedades diagnósticas das principais classes de solo que ocorrem na área de estudo.....	70
Tabela 5: Classes de vulnerabilidade segundo a declividade.....	86
Tabela 6: Classes de vulnerabilidade segundo parâmetros pedológicos.....	90
Tabela 7: Vulnerabilidade segundo aspectos de infra-estrutura.....	92
Tabela 8: Classes de vulnerabilidade para unidades de paisagem.....	102
Tabela 9: Critérios de relacionamento e agrupamento das classes de vulnerabilidade dos componentes da paisagem. ....	104
Tabela 10: Classes, geometrias e atributos .....	121
Tabela 11: Estatísticas a respeito da vulnerabilidade das paisagens do Mendanha.....	139

## Índice de Figuras

Figura 1: Localização da área de estudo .....	44
Figura 2: Normais de temperatura em Bangu (1961-1990).....	53
Figura 3: Média da precipitação total em Bangu (1961-1990). ....	55
Figura 4: Média da precipitação total em Campo Grande (1965-1994). ....	55
Figura 5: Média da precipitação total no Mendanha (1971-1994).....	56
Figura 6: Substituição da vegetação original de encosta por mata secundária. ....	58
Figura 7: Cultivos no sopé do Mendanha.....	58
Figura 8: Cultivo de bananas na encosta. ....	59
Fig 9: Capinzais "subindo" encosta do Morro do Marapicu.....	60
Figura 10: Pressão urbana chegando ao sopé do Mendanha. Vista aérea a partir da encosta do Mendanha. ....	60
Figura 11: Fluxograma da metodologia. ....	82
Figura 12: Cultivos de hortaliças e leguminosas em meio a paisagem de baixada da área de estudo. ....	102
Figura 13: Lógica de relacionamento entre as classes de vulnerabilidade dos componentes da paisagem. ....	105
Figura 14: Integração dos dados.....	114
Figura 15: Sequência de utilização de operadores de consulta/análise.....	125
Figura 16: Densidade demográfica.....	127
Figura 17: Saneamento básico.....	128
Figura 18: Água encanada .....	129
Figura 19: Coleta de lixo.....	130
Figura 20: Vulnerabilidade de solos .....	133
Figura 21: Mapa de declividade do Maciço do Mendanha.....	134
Figura 22: Alteração da vegetação, plantio de bananeiras e pressão urbana na encosta a leste do Mendanha. ....	136
Figura 23: Unidades de paisagem. ....	137
Figura 24: Mapa de vulnerabilidade. ....	142
Figura 25: Zoneamento Ambiental.....	145



## 1 INTRODUÇÃO

---

O "quadro natural" da cidade do Rio de Janeiro foi e é até hoje fator preponderante na ocupação de seu território, dada a sua configuração de rara beleza porém bastante adversa à ocupação humana, exigindo muito esforço para isto. Assim no Rio de Janeiro, talvez mais que em qualquer outra cidade brasileira, estabeleça-se uma íntima interação entre a sua sociedade e a sua natureza, decorrente não só da "batalha" para a conquista de seus espaços como também do significado psicológico em termos de percepção deste ambiente, ao mesmo tempo paradisíaco e limitador.

Esta profunda interação entre sociedade e natureza se repete por todos os espaços do Rio de Janeiro e não ocorre de maneira diferente na área de estudo em questão, o Maciço do Mendanha, na Zona Oeste do Município.

O Maciço do Mendanha consiste numa das últimas áreas com características rurais ainda remanescentes no Município do Rio de Janeiro, características essas que vêm sofrendo uma revolução nas últimas décadas devido a pressão antrópica que demanda por atividades e sítios urbanos.

Em virtude da sua localização, distante dos grandes centros econômicos e comerciais da cidade, da carência de transportes coletivos e vias de acesso e a atividade predominantemente rural que desenvolveu-se até pouco tempo atrás, o Maciço do mendanha pôde se manter como a área de floresta mais bem preservada do Município do Rio de Janeiro.

Todavia, as mesmas características que mantiveram a área numa situação de certo "isolamento", baixa ocupação urbana e degradação até a década de 1970, vêm desde então, se revertendo em características que são a possibilidade de ocupação por

uma parcela menos abastada da sociedade, fato que infere uma qualidade de alta vulnerabilidade sócio-econômica à área.

➤ Atrelados à ocupação por uma população de baixa ou nenhuma renda, com baixo ou nenhum grau de instrução, estão a incipiente estrutura de serviços como saneamento, água encanada, etc..

Toda esta associação de desvantagens da área social, refletem-se no espaço em ocupações irregulares, desprovidas de infra-estrutura, que acabam degradando o ambiente natural que dá suporte a tudo isto, colocando-o também em situações de vulnerabilidade.

Constata-se então, uma associação em cadeia de aspectos que promovem a degradação local e/ou colocam o ambiente numa situação de baixa resiliência.

O ainda bom nível de preservação da área e a eminente ocupação por uma estrutura física, social e econômica incipiente, chamou a atenção das entidades governamentais no sentido de tomada de decisões para a manutenção da integridade natural da área, através de diversos decretos e leis.

A cronologia legislativa, por parte do Município e Estado do Rio de Janeiro, em relação ao Maciço do Mendanha pode ser assim resumida:

- Pela Lei nº 1483/89, o Estado do Rio de Janeiro autorizou a criação da APA (Área de Proteção Ambiental) "Parque Florestal da Serra do Mendanha", compreendendo toda a área acima da cota de 100m;
- O processo administrativo nº 07/300583/92 apresenta a criação do Parque Estadual da Serra Madureira-Mendanha, compreendendo a área do Município do Rio de Janeiro e de Nova Iguaçu. Atualmente, este processo encontra-se suspenso e, por esse motivo, foi apresentado na Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro

um Projeto de Lei visando a criação do Parque do Maciço do Gericinó-Mendanha, restrito apenas à área do município do Rio de Janeiro;

➤ Através da Lei nº 1958/93, foi criado o Parque Ecológico Municipal do Mendanha.

Em suplemento às Legislações Estaduais e Municipais, encontra-se em vigor a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o "Código Florestal Brasileiro" onde, em diversos de seus artigos, podem ser ressaltados requisitos preenchidos por diversas características da área de estudo que colocam a sua paisagem numa condição de amparo da lei no que diz respeito à seguridade da sua preservação e/ou da sua conservação e/ou do seu desenvolvimento sustentável.

A falta de articulação entre os Poderes Executivo e Legislativo, levou a criação destas diversas legislações, que podem ser melhor interpretados através do Relatório de Qualidade Ambiental editado pela Secretaria Especial do Meio Ambiente (*apud* Costa, 1998).

Contudo, tais tomadas de decisões não passam ao plano executivo e a área do Mendanha vai se tornando ao longo do tempo cada vez mais degradada, cada vez mais vulnerável.

Esta dissertação tem como relevância diagnosticar a atual situação da paisagem do Mendanha em termos de vulnerabilidade, contribuindo com alguns subsídios para um zoneamento que sirva como ponto de partida para direcionar o manejo ambiental da área.

## 2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

---

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para um diagnóstico da situação ambiental do Maciço do Mendanha, fornecendo alguns subsídios para as diretrizes do seu planejamento, gerenciamento e manejo através de um zoneamento ambiental baseado na análise da vulnerabilidade de sua paisagem.

Como objetivos específicos tem-se:

- Definir as unidades de paisagem do Mendanha;
- Definir classes de vulnerabilidade de cada componente da paisagem do Mendanha em função de diferentes combinações entre as variáveis que compõem cada um deles;
- Definir classes de vulnerabilidade da paisagem do Mendanha a partir das combinações possíveis entre as classes de vulnerabilidade resultantes de cada componente da paisagem;
- Definir o zoneamento ambiental do Mendanha tendo como diretriz a compartimentação espacial representada a partir das diferentes classes de vulnerabilidade da paisagem.

O suporte necessário para a coleta, armazenamento, integração, análise e disponibilização de todos os dados, informações e produtos obtidos, a fim de serem alcançados os objetivos propostos, será dado através da utilização de ferramentas de processamento da informação espacial.

### 3 BASE CONCEITUAL SOBRE O TEMA

---

Em síntese, este capítulo tem como objetivo situar o leitor em um arcabouço conceitual tanto em termos epistemológicos quanto em relação ao instrumental básico que viabilizou o processo operacional desta Dissertação.

#### 3.1- Geografia, Paisagem e a “(Des)Ordem Espacial”

Na época, do “nascimento” e instituição das ciências, diante da imensa massa de dados e informações e de novos campos de investigação, a orientação geral seguida em qualquer ramo científico era a de inventariar o máximo possível e organizar este material tentando explicá-lo tanto de forma analítica como sintética, indo do todo a parte, do geral ao particular e vice-versa.

É certo que um dos objetivos dos geógrafos do século XIX consistia em unificar em um só campo científico todas as tradições que eles herdaram. Então, a Geografia, através do amálgama de seus dois grandes troncos —o físico e o humano—, buscou uma unidade teórica, conceitual e metodológica que abarcasse o entendimento das associações e interações dos elementos físicos e humanos espacialmente distribuídos na superfície terrestre e as conseqüentes diferenciações areais impressas nesta superfície.

A linguagem espacial, assim como qualquer outro tipo de linguagem, tornou-se um filtro intelectual através do qual passam apenas informações necessárias (Witthunh *et al.*, *apud DeMers*, 1997).

Após este período —séculos XVIII, XIX e início do XX— de instituição da maioria das ciências, há uma necessidade de obtenção de conhecimentos mais específicos e para isto um maior aprofundamento teórico, conceitual e metodológico, resultando

conseqüentemente na perda da integração e interação entre os diversos ramos científicos, tanto intraciência quanto interciência.

O inevitável incremento da especialização afeta todas as disciplinas acadêmicas. Para se alcançar qualquer nova descoberta tem sido necessário o trabalho em frentes cada vez mais estreitas.

Após 1920, com o rompimento do determinismo geográfico, este campo do saber tornou-se substancialmente desdobrado em partes física e humana (Agnew *et al.*, 1996). Começava então uma certa orientação para a especialização, que logo depois resultou no desenvolvimento de verdadeiras subáreas quase independentes (Gomes, 1997).

Apenas recentemente muita atenção tem sido dada para o "relançamento" do relacionamento físico-humano numa base substancial, melhor que retórica, como resultado da disseminação do senso da crise ambiental (Agnew *et al.*, 1996).

O grande desafio social para o século XXI é que a sociedade torne-se consciente da necessidade de equalizar o desenvolvimento social simultaneamente com a manutenção de um equilíbrio ecológico (Linehan e Gross, 1998).

Esta consciência tem se deflagrado na literatura em conceitos como "sustentabilidade" e "desenvolvimento sustentável". Este crescente interesse tem resultado no incremento da atenção de um grande número de disciplinas e numa proliferação de conferências internacionais. Enquanto a quantidade de literatura é assombrosa, a qualidade quando tomada como um todo, permanece bastante deficiente (Linehan e Gross, 1998).

Neste contexto, o ambiente sempre foi altamente valorizado, primeiro pela possibilidade da oferta dos produtos básicos para subsistência dos seres vivos, onde se inclui o homem. Numa outra fase, o ambiente passou a representar poder, direcionando

a busca de novas terras para as nações mais poderosas da época. Na era urbano-industrial, o ambiente tornou-se a fonte básica de matéria prima, expressando o potencial para a expansão e o domínio econômico das nações hoje dominantes.

Atualmente, este mesmo "ambiente", assume a denominação de espaço geográfico, pois sua valorização passa pela preocupação dos seus desgastes tanto de natureza física quando das opções sociais que a eles estão ligadas.

A Geografia, desde Humboldt (1769-1859), Ritter (1779-1859) e Ratzel (1844-1904) tem sido alicerçada por bases teóricas, conceituais e metodológicas para um melhor entendimento das associações e interações entre elementos naturais e humanos espacialmente distribuídos na superfície terrestre e das conseqüentes diferenciações areais resultantes destas relações, impressas nesta superfície.

Como se pode depreender, antes mesmo das perspectivas ambientais, hoje presentes, serem divulgadas, a ciência geográfica já poderia oferecer um panorama evolutivo para a compreensão do patamar ambiental atual. Pela evolução do pensamento geográfico se pode ter uma imagem das perspectivas ambientais que antecedem aos anos 1960, quando as questões ambientais ainda não eram explicitamente tratadas.

Quando se retorna às ciências envolvidas com o estudo de fenômenos ambientais, encontra-se que elas são ainda mais limitadas em suas abordagens que a Geografia (Appleton, 1996). Não apenas elas compartilham muitas das limitações do objeto, no que diz respeito que os atributos visíveis deste representam apenas uma parte dele que é estudada por elas e que, todavia, este objeto, é por si só, apenas uma parte da paisagem (Appleton, 1996).

Na procura do entendimento e do significado das transformações ambientais, é cada vez mais imperativa a adoção de uma perspectiva integrada, levando-se em

consideração que os problemas ambientais raramente respeitam as fronteiras dos objetos convencionais (Haynes-Young *et al.*, 1993).

É mister que haja uma “perspectiva integrada” que vá além das descrições técnicas e tradicionais a respeito do espaço, do determinismo ambiental, das divisões acadêmicas e dos métodos racionais (Linehan e Gross, 1998). Ainda segundo estes autores, lamentavelmente, exemplos de pesquisas verdadeiramente interdisciplinares são raras e com longos intervalos.

Zube (*apud* Linehan&Gross, 1998) cita que muitas experiências de pesquisas interdisciplinares agrupam análises separadas como introduções e conclusões integradas, enquanto a pesquisa verdadeiramente interdisciplinar traz implícito um quadro de trabalho conceitual ou sistêmico comum, o qual estrutura toda a pesquisa. Toda pesquisa verdadeiramente interdisciplinar requer a superação de numerosas barreiras, incluindo as diferenças epistemológicas e metodológicas, terminológicas e comunicacionais entre as ciências naturais e sociais (Klien *apud* Linehan&Gross, 1998).

As interações sociedade-natureza são muitas vezes conflitantes não só *per si*, mas também no que diz respeito ao seu tratamento teórico, conceitual e metodológico. Como abordar estas interações? Como integrar coisas tão distintas?

Um simples amálgama científico resultando nas referenciadas “ciências ambientais”, que de fato não se complementam e muito menos formam uma unidade devido às suas diferentes abordagens, linguagens, conceitos, métodos, objetos e objetivos, é uma solução ilusória.

O ponto comum entre a Geografia Física e a Geografia Humana –entre a “questão natural” e a “questão social” no âmbito geográfico– é a busca por uma ordem ou uma desordem espacial, resultante da interação de seus elementos [naturais e humanos], ou ainda pelo ponto de tensão entre elas [ordem e desordem]. Constitui-se

então como campo disciplinar da Geografia o foco sobre a (des)ordem e a conseqüente diferenciação do espaço geográfico. Não havendo desta maneira uma dicotomia entre as "duas Geografias".

O território que a Geografia reivindica, encontra-se no cruzamento de três grandes setores epistemológicos fortemente disseminados, que são as ciências da vida, as ciências da matéria e as ciências do homem ou da sociedade (Lacoste, 1982).

Como característica peculiar da Geografia, a sua metodologia de análise baseia-se num movimento centrífugo, fugindo do foco especialista e monocêntrico da maioria das disciplinas acadêmicas, porém, acompanhado por uma firme conexão com algum objeto cognato do campo da especialização, a fim de melhor explicar as resultantes espaciais da dialética sociedadeXnatureza.

O espaço geográfico nada mais é que um produto da interação dinâmica do homem com o espaço terrestre, (des)ordenando-o num mosaico de configurações. Na tradição geográfica, conceitos como espaço, paisagem, região e lugar procuraram unir sociedade e natureza e compreender as diferenciações espaciais resultantes destas interações.

A Geografia hoje retoma conceitos armada com uma nova sensibilidade, ajustada ao contexto da ordem intelectual e social vigentes e das suas necessidades de determinados tipos de conhecimento, de modo a se fortalecer a cada momento como ciência e prática social. O conceito que será resgatado neste trabalho será a paisagem.

Quando se atribui à paisagem uma maior importância epistemológica, seu estudo final passa a se confundir com os métodos e os objetivos próprios da Geografia, movimentando-se para dentro desta, uma como a outra buscam de fato os fatores de organização e de diferenciação do espaço (Pinchemel *apud* Phipps e Berdolay, 1985).

O termo paisagem, no ocidente, aparece primeiramente na Holanda no final do século XV, como uma nova forma de representação pictural –*landskap*– (Berque, 1995) e logo ganha força no meio artístico renascentista italiano com a introdução da perspectiva e a separação das artes do sagrado. A paisagem do Renascimento era uma técnica de pintura que permitia representar um espaço tridimensional em uma superfície bidimensional. Foi “construída” sob a aplicação dos métodos disponíveis às ciências da época, nascia, portanto como um conceito, não como um termo do senso comum. Baseava-se na Geometria Euclidiana –sobretudo na perspectiva linear– e na ótica como forma de garantir em uma pintura a concepção, organização e representação espacial do mundo real em um dado momento (Cosgrove, 1985). A paisagem sugeria um novo nexo de unidade espacial concreta e coesa (Cosgrove, 1985).

O emprego da paisagem na Geografia deu-se no primeiro momento na Alemanha nos trabalhos de Passarge, já no século XIX. De acordo com Passarge (*apud* Sauer, 1925) uma correta representação das formas visíveis da superfície, do solo, das rochas, da cobertura vegetal, dos corpos d’água, da vida animal e da expressão da cultura humana conspícuas a uma área é o objetivo da investigação geográfica. Na Escola Alemã a paisagem (*landschaft*) estava intimamente ligada ao estudo da configuração do terreno, de uma determinada área, pela da associação de formas naturais e humanas.

Da mesma maneira [epistemológica] sucedeu também no início da difusão do conceito nas geografias de língua inglesa, alicerçadas pelo clássico “*The Morphology of Landscape*” de Carl Sauer (1925).

No estudo das paisagens também é notório o desenvolvimento da Escola Russa desde o final do século XIX, a partir de Dokoutchaev, associando a formação do solo com outros elementos do meio natural, em especial a vegetação, fundando a pedologia, e entendendo o solo e suas interações sob a perspectiva integradora da paisagem.

Posteriormente os geógrafos russos muito desenvolveram o amplo emprego da abordagem sistêmica no estudo e na classificação taxonômica das paisagens, sobretudo naturais, as quais são a base da composição e formação dos "geossistemas", análogos, em termos estruturais, aos ecossistemas (Sochava, Isachenko, Kalenski, Berotchachvili, Radvani, *apud* Bertrand, 1982).

Muitas foram as Escolas, caminhos e definições seguidos no emprego do conceito de paisagem na Geografia, não cabe aqui discuti-los e mais a respeito do seu desenvolvimento pode ser encontrado em Mateo (1984), Cosgrove (1985), Livingstone (1992), Berque (1995).

Desde as suas origens, a noção científica da paisagem é uma noção concreta, de natureza fisionômica, que engloba tudo o que se pode ver e também o que não é imediatamente visível, mas que possua alguma associação intrínseca com os elementos visíveis e suas relações espaciais aparentes (Tricart, 1985).

Dois pontos sempre comuns a todas as definições de paisagem: a percepção intuitiva e a dimensão espacial (Fonseca & Drach, 1985). Todavia, se a dimensão espacial é primordial para a definição do conceito, a dimensão temporal não pode ser negligenciada (Fonseca & Drach, 1985).

Portanto, a paisagem, conceito geográfico, será entendida, nesta Dissertação, como uma circunscrição de uma dada porção do espaço geográfico, em uma determinada combinação de escalas de espaço e tempo, a qual encerra um resultado cênico global heterogêneo, porém com uma coesão interna que a distingue das adjacentes.

A paisagem nada mais é que uma peça do mosaico que é o espaço geográfico, que apresenta uma determinada expressão visual, num determinado momento. É então um "volume cênico" constituído por elementos, fluxos e um espaço particular,

indissociáveis do aspecto visual, não podendo ser reconstituída jamais por uma simples superposição de elementos do relevo, da vegetação, da ocupação, etc. que não leve em consideração o resultado visual final (Wieber, 1985). O espaço é visto não apenas como um simples suporte topográfico, mas como um nível analítico.

A paisagem, apesar de ser constituída de elementos reais identificáveis concretamente no espaço e no tempo, é percebida de diferentes maneiras e a ela são atribuídos diferentes significados. A sua formação está relacionada à "seleção" de um determinado conjunto de elementos presentes visivelmente no espaço geográfico em função de "filtros de percepção". Segundo as afirmações de Bertrand (1982) "a paisagem não existe sem o fenômeno da percepção e interpretação cultural. A paisagem é um produto social carregado de história. Ela escapa à toda definição somente naturalista. (...) É uma leitura sócio-cultural (...). É assim obstante geralmente de interpretações socialmente coerentes, em prol de contradições a respeito de um mesmo objeto. A toda paisagem recai uma dupla essência, física e social." Como ressalta Berque (1995) "*les sociétés aménagent leur environnement en fonction de l'interprétation qu'elles en font, et réciproquement elles l'interprètent en fonction de l'aménagement qu'elles en font*".

O "conteúdo" de uma paisagem é um julgamento pessoal, na seleção das características genéricas da paisagem. O geógrafo é guiado apenas pelo seu próprio julgamento, que lhe é característico (Sauer, 1925). Nós somos interessados na parte da cena espacial a qual diz respeito à existência humana, porque nós somos parte dela, vivemos nela, somos limitados por ela e modificamo-la (Sauer, 1925). Assim nós selecionamos aquelas "qualidades" da paisagem que em particular são mais ou menos utilizadas por nós (Sauer, 1925).

Apesar de toda a carga de abstração e de "julgamentos pessoais", a paisagem, contudo, projeta-se, em primeiro plano, como uma unidade perceptível, uma porção do espaço geográfico, descritível, analisável e, portanto, concreta. Suas definições, sua lógica e seus conceitos associados facilitam o seu dimensionamento e conseqüentemente sua representação cartográfica, permitindo definir contornos em níveis de percepção compatíveis com mapeamentos de diferentes temas. Possibilita, sobretudo, o estudo integrado com a visão transdisciplinar exigida para a compreensão e avaliação dos sistemas ambientais que expressa (Sánchez e Silva, 1995).

### 3.2- A Paisagem como Sistema

O termo "ciência" tem sido utilizado no senso de processos organizados para aquisição de conhecimento de um certo grupo de fenômenos e incumbe-se de identificá-lo e ordená-lo de acordo com suas relações. De acordo com esta definição dos fundamentos do conhecimento, a primeira preocupação é com o fenômeno que constitui a "seção da realidade" que é ocupada pela Geografia; a seguinte é com o método para determinar suas conexões (Sauer, 1925).

A paisagem enquadra-se na "seção da realidade" ocupada pela Geografia como uma seção do espaço geográfico, configurada em função de conexões específicas entre determinados fenômenos deste espaço. Tais conexões, seu arranjo espacial resultante, bem como seu nexos no espaço geográfico como um todo, podem ser estudados à luz dos métodos da abordagem sistêmica.

Contextualizando a paisagem numa abordagem sistêmica podemos identificá-la e classificá-la de diversas formas e/ou em diversas instâncias, constituindo esta, a base de um sistema de classificação e organização do espaço.

Um sistema pode ser definido, em síntese, como um conjunto de diferentes elementos ou compartimentos ou unidades, onde cada uma delas é influenciada pelas outras demais componentes. Estas componentes mantêm a integridade do sistema como um todo através de mecanismos de *feedback* –ou retroalimentação– em função da capacidade de estabilidade ou resiliência do sistema. Por estabilidade entenda-se a capacidade de um sistema em manter um estado estável ou apresentar pequenas oscilações balanceadas, como forma de restabelecer uma condição pretérita, distribuindo os efeitos das perturbações apropriadamente entre suas partes constituintes. Um ajuste relacionado à estabilidade é denominado de *feedback* negativo. Já por resiliência entenda-se a capacidade do sistema em restabelecer-se, evoluindo para um novo estado, após uma perturbação que rompa com algum limiar. Um ajuste relacionado à resiliência é denominado de *feedback* positivo.

O tempo requerido para o ajuste do sistema é conhecido como “lapso de reação” e é dependente da complexidade hierárquica, da qualidade e quantidade de ligações entre os elementos e da magnitude e direção da transformação imposta ao sistema.

A abordagem sistêmica presta-se a “facilitar” a compreensão de uma realidade complexa através da sua fragmentação em partes componentes estruturadas por interconexões, as quais podem assim, ser estudadas separadamente de uma maneira mais simplificada sem perda do nexos global.

As paisagens podem ser estudadas à luz da abordagem sistêmica, a partir de subsistemas que interagem para a sua formação.

Ao “fragmentar” a paisagem em grupos de elementos componentes ou compô-la a partir destes grupos tais como solos, aspectos sócio-econômicos, vegetação, etc., pode-se entender melhor toda a sua estrutura e funcionamento, podem ser

identificadas também, quais são as variáveis mais representativas de cada grupo, como elas interagem e qual o resultado perceptível desta interação.

A partir deste “exercício” metodológico de “fragmentação” e “recomposição” de sistemas pode-se ter um maior controle de processos, bem como do envolvimento de cada componente no que diz respeito a sua relevância no sentido da contribuição para a estabilidade e a resiliência de cada sistema, assim como os ajustes serão distribuídos ou absorvidos por cada componente envolvido e/ou em relação ao sistema de paisagem como um todo.

O comportamento de cada grupo de elementos que é analisado em separado define a vulnerabilidade de cada um, que associada a aspectos fisionômicos da paisagem percebidos no terreno, definem zonas de vulnerabilidade para o sistema de paisagem como um todo.

Desta forma pode-se ter uma visão sistêmica de quanto cada grupo de aspectos isoladamente é vulnerável, assim como a sua participação na vulnerabilidade do sistema de paisagem a qual pertence.

É sempre importante salientar que toda análise das interações de elementos que integram a paisagem deve levar em consideração o seu papel na constituição final do aspecto fisionômico –identificável pela percepção– da paisagem, mesmo que a variável analisada não seja perceptível no terreno.

Na prática, este procedimento também significa uma forma de otimizar processos de gestão, a partir do enfoque apenas em elementos e estruturas fundamentais ou mais representativas, orientando deste modo o “julgamento pessoal”, o “filtro de percepção” na seleção dos componentes de cada unidade de paisagem no espaço geográfico, sintetizando expressões das qualidades, interações e dinâmicas de uma área específica.

### 3.3- Vulnerabilidade e Zoneamento

Antes de conceituar "vulnerabilidade", há que se ter conceituado o que é "risco". De acordo com Hewitt (1997), a idéia de "risco" transmite em amplo senso, aquilo que abrange exposição ao perigo, à perspectivas adversas ou indesejáveis e à condições que contribuem para o perigo.

Segundo este mesmo autor o risco pode ser subdividido em dois tipos básicos: os rotineiros e os extremos. No primeiro grupo encontram-se aqueles que parecem estar sempre presentes no cotidiano de uma dada sociedade. Problemas semelhantes envolvem riscos crônicos ou de "estilos de vida". Tais riscos tendem a se tornarem integrados ou aceitos, sem medo, como parte da vida diária. Seu tratamento é considerado usual, ou melhor, rotineiro. Em suma, o que distingue ou talvez contenha este tipo de risco socialmente é sua dispersão, sua incidência difusa e seu tratamento rotineiro. No segundo grupo estão aqueles riscos associados com qualquer tipo de interrupção bem marcada em funções produtivas ou administrativas.

A transição dos riscos crônicos para os eventos desastrosos representa um diferente senso das relações do risco para a ordem social. Eles tendem a diferir em incidência, impacto social e tratamento. Contudo, os dois não são separados na prática ou na origem (Hewitt, 1997). As fronteiras entre eles são incertas e estreitas e variam no tempo e no espaço.

No que diz respeito à relação "risco X vulnerabilidade", enquanto o enfoque nos riscos propriamente ditos tende a explicá-los em termos dos impactos de agentes externos a um determinado sistema, a perspectiva da vulnerabilidade é enfocada no estado interno.

**Fragil** A vulnerabilidade caracteriza-se como uma função potencial do risco, promovida ou reduzida pela sociedade. Este contexto sugere que o risco, no seu mais amplo senso, é continuamente e socialmente construído e que a probabilidade e as possibilidades de prevenção e/ou mitigação do risco caracterizam a vulnerabilidade.

**Falta** A sociedade, mais que a natureza, decide quem é mais suscetível à exposição ao risco e o quanto fragilizado ou sem condições de defesa contra ele. A vulnerabilidade é intrinsecamente uma propriedade ou uma circunstância de pessoas, atividades e sítios (Hewitt, 1997).

**Falta** Quão vulnerável é uma população pode depender da sua idade, sexo, estado de saúde e como a sociedade trata seus membros ou diferentes grupos. A vulnerabilidade também depende da qualidade e do local das edificações, do uso da terra, da infraestrutura pública e serviços, do *modus vivendi* e da autoridade política. Enfim, é uma função que deriva das atividades e circunstâncias da vida cotidiana ou suas transformações.

Em termos de Geografia, os riscos aparecem como desorganização espacial – áreas e conexões onde há perda de controle (Hewitt, 1997). Conseqüentemente os locais onde ocorrem tais eventos também parecem estar “fora do lugar”, violando a ordem e o espaço cultural (Hewitt, 1997). É a realização, na prática, da máxima “estar no lugar errado, na hora errada”.

Hewitt (1997) relaciona o que ele chama de “anatomia da insegurança”, ou seja, relaciona as formas e condições nas quais as pessoas podem tornar-se vulneráveis, são elas (Tabela 1):

---

#### Formas de vulnerabilidade

---

*Exposição ao risco:* através da ocupação, estilo de vida, locação;

<i>Fragilidade e suscetibilidade:</i>	predisposição de pessoas, construções, comunidades ou atividades a danos;
<i>Desvantagem ou "fragilidade estrutural":</i>	falta de recursos, de capacidades e de direitos e dependência;
<i>Falta de proteção:</i>	contra riscos ou para escapar deles e para pessoas e tudo o demais que seja frágil;
<i>Falta de capacidade de resposta ou resiliência:</i>	limitação ou não capacidade para escapar, suportar, compensar e recuperar de danos;
<i>Falta de poder:</i>	inabilidade para influir condições de segurança ou aquisição de meios para proteção e conforto;
<i>Vulnerabilidade forçada:</i>	reproduzida por atividades sociais que sustentem condições de insegurança;

---

#### Locus de vulnerabilidade

---

<i>Individual:</i>	"produtores de riscos" pessoais, sorte, falta de experiências ou treinamento;
<i>Doméstico:</i>	situações familiares, hereditariedade;
<i>Sexo:</i>	patriarcalismo, discriminação;
<i>Espaço social:</i>	comunal, setorial, urbano, rural, classista;
<i>Econômico:</i>	Falta de habilidade, de segurança de emprego, de recursos, de condições à subsistência, comercial;
<i>Étnico:</i>	minorias raciais;
<i>Cultural:</i>	lingüístico, religioso, ético;
<i>Geográfico:</i>	Todos acima contextualizados de forma combinada num espaço geográfico "indefeso";

---

**Síndromes de vulnerabilidade**


---

<i>Política econômica:</i>	estágios de desenvolvimento e subdesenvolvimento e marginalização, formas políticas (socialismo, fascismo, etc.), classes e poder;
<i>"Mundos":</i>	Guerras Mundiais, sistemas mundiais, globalização;
<i>Forças "impessoais":</i>	Populacionais, ecológicas, ambientais.

---

Tabela 1: Formas e condições de vulnerabilidade<sup>1</sup>

A vulnerabilidade envolve, talvez acima de tudo, as capacidades gerais e ativas da população no sentido de escapar, resistir/absorver ou recuperar-se de um dano. Estas capacidades estão intimamente ligadas à "gama de ajustes a riscos", ou seja, a um conjunto de possíveis acomodações a determinados riscos. A escolha ou a falta de escolha destes ajustes recai sob o domínio das decisões humanas e da política pública. Esta escolha ainda é coagida por *status* e direitos dentro da sociedade, como um reflexo das condições e relações sociais.

Finalmente, a noção de vulnerabilidade é certamente decisiva para um processo de planejamento de desenvolvimento sustentável, o que envolve estratégias para disciplinar as imbricadas relações do homem com a natureza no intuito de torná-las menos vulneráveis em todos os sentidos.

Entretanto, o sucesso deste processo de planejamento e posterior ordenamento é profundamente ligado e dependente de um zoneamento, o qual tem a função de

---

<sup>1</sup> Compilada e modificada de várias tabelas em Hewitt (1997).

caracterizar determinadas áreas de acordo com determinados critérios e conceitos ajustados a determinados objetivos.

O ato de zonear um território significa desagregar o espaço em zonas ou áreas que delimitam, em princípio, uma porção da superfície terrestre onde seus componentes específicos e sua heterogeneidade interna definem inter-relações mais estreitas do que com os componentes das áreas vizinhas (Sánchez e Silva, 1995). O zoneamento deve ser estabelecido e delimitado com base em um marco de referência espacial perceptível, tal como a paisagem, resultando em um produto cartográfico que por si só constitui um objeto de diagnóstico ambiental e um documento estratégico, para ordenar a ocupação do espaço em forma sistemática e prospectiva, evitando conflitos, no sentido que suas conclusões e orientações propiciam a conservação e o melhoramento das bases territoriais.

#### **3.4- Processamento da Informação Espacial: Integração, Manipulação e Análise dos Dados para Zoneamento e Classificação das Unidades de Paisagem**

O processamento da informação espacial trata do conjunto de tecnologias de coleta, armazenamento, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais.

Existem vários tipos de sistemas, cada qual com funções específicas, tais como, os de digitalização, os de conversão de dados, os de modelagem digital do terreno, os de processamento de imagens bem como os Sistemas de Informações Espaciais-SIE.

Nesta Dissertação foram utilizados três destes sistemas: o de processamento de imagens, o de modelagem digital de terreno e o SIE, os quais serão conceituados a seguir, especificamente no tocante a que foram utilizados.

### 3.4.1- Teledeteção, Processamento de Imagens e Identificação das Unidades de Paisagem

A paisagem por ser uma expressão visual, pode ser identificada por métodos de teledeteção, através da captação à distância –por algum tipo de sensor remoto imageador– da energia refletida por seus elementos integrantes, possuindo cada um deles uma reflectância distinta, o que resulta, na prática, em diferenciações visuais entre estes elementos e conseqüentemente, entre as paisagens que compõem.

O encontro da teledeteção e do conceito de paisagem é um encontro metodológico (Tricart, 1985). Portanto, a teledeteção insere-se perfeitamente no contexto da abordagem dos aspectos visuais, espaciais e temporais da paisagem, oferecendo novas e diferentes perspectivas de percepção.

O progresso tecnológico multiplicou, especialmente nos últimos anos, a variedade de tipos de sensores e plataformas –mais especificamente os orbitais - capazes de captar energia refletida por elementos do ambiente. Tais sensores captam informações não perceptíveis ao olho humano, estendendo a nossa percepção. Além disso, suas plataformas, em função da distância em que se encontram do ambiente imageado e da forma como se movimentam, disponibilizam estas informações em diversas escalas de espaço e de tempo com uma repetitividade cíclica.

A escolha de trabalho com um sistema de teledeteção orbital possui diversas vantagens. As plataformas espaciais apresentam imagens com um mínimo de distorção de relevo, apresentam uma cobertura repetitiva por longo tempo de toda a Terra, apresentam uma escala de imagem consistente e excelente geometria (devido às quase perfeitas linhas de vôo seguidas pelos veículos espaciais), cobrem áreas maiores em uma única cena e reúnem também em uma única cena, diversos comprimentos de onda

do espectro eletromagnético que podem ser combinados de diversas maneiras em canais de cores gerando "diferentes visões" de uma mesma cena, com os mesmos elementos, além de vários outros processos digitais que podem ser aplicados para realce dos alvos de interesse em uma dada imagem, facilitando sua interpretação e classificação em uma cena.

A classificação de imagens é possível pelas características das resoluções espacial, espectral e radiométrica e das características fisionômicas e temporais dos elementos componentes das paisagens, a saber:

- A resolução espacial é definida pela capacidade de detecção dos elementos. Quanto menor o elemento visível, maior a resolução espacial. É determinada em função das dimensões do *pixel*;
- A resolução espectral é inerente às imagens multiespectrais e é definida pelo número de bandas espectrais e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral;
- A resolução radiométrica é definida pelo número de níveis digitais – representando níveis de cinza– utilizados para expressar os dados coletados. Quanto maior o número de níveis, maior a resolução radiométrica;
- As características fisionômicas referem-se ao conjunto de formas e aspectos particulares de cada elemento, de cada paisagem, incluindo-se aí o arranjo espacial, a cor, a textura e a densidade;
- As características temporais referem-se aos recortes temporais da observação, ou seja, ao período de tempo e ao momento de observação dos elementos e/ou das paisagens.

Segundo Crósta (1992), o processamento digital de imagens trata especificamente das técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar a informação de interesse para determinados fins, a partir de uma enorme quantidade de dados que usualmente compõem estas imagens.

Após a aplicação de métodos de processamento digital e da classificação da imagem –que serão vistos posteriormente– tem-se como resultado a discriminação de áreas que constituem a porção reconhecidamente visível da paisagem.

Os elementos visualmente discriminados a partir da classificação da imagem para a composição das unidades de paisagem apresentam-se como volumes cênicos imediatamente identificáveis, funcionando como delineadores da paisagem, visto que esta não pode ser dissociada do seu aspecto visual final como uma simples superposição de elementos.

Contudo, integrando a sua formação encontram-se também, de forma indissociável, qualidades, características, atributos, não aparentes em uma cena, mas que têm uma participação essencial e de igual importância na sua configuração. Tais atributos constituem-se em pontos-chave na resultante diferenciação fisionômica global e, principalmente, na classificação das paisagens de acordo com os mais variados aspectos que se queira focar.

#### **3.4.2- Modelo Digital de Terreno-MDT**

O MDT é conceitualmente uma superfície definida por um conjunto de coordenadas discretas X, Y e Z que interpoladas por modelos matemáticos dão origem a uma superfície contínua.

Os valores Z são pensados freqüentemente como valores de elevações, embora não possam ser restringidos a este tipo de medida (DeMers, 1997). Uma superfície

estatística pode representar vários tipos de distribuição sobre um área e medidas como escalas ordinais, de intervalo ou proporcionais (Robinson *et al.*, 1995).

O produto (mapa) da superfície estatística pode ser de pontos, isarítmico, coroplético ou dasimétrico. Como a superfície estatística consiste em pontos X, Y e Z, com X e Y representando a locação planimétrica e Z representando valores de elevação relativa a algum *datum* horizontal; ela pode ter uma representação tridimensional.

Em um computador esta representação pode se dar tanto no formato vetorial quanto no formato *raster*.

A representação em formato vetorial mais conhecida é denominada *TIN* (*triangulated irregular network*), a qual constitui uma superfície formada por triângulos de tamanho irregular, obtida através da interpolação de dados com determinados valores, os quais podem ser isolinhas, pontos regulares e irregulares.

Os MDTs de formato *raster* ou "matricial" são formados por um agrupamento numa matriz um conjunto de unidades distintas –as células da matriz– que contém, cada uma, apenas um determinado valor absoluto.

### **3.4.3- Sistemas de Informações Espaciais e Modelo Conceitual do *GeoMedia Professional***

A proposta de um modelo de exploração sustentável necessita da compreensão da organização e da dinâmica ambiental. Um primeiro passo nesse sentido seria o uso de uma ferramenta capaz de integrar variáveis ambientais e detectar áreas com maior susceptibilidade à degradação. Hoje necessitamos de acesso a vastos volumes de dados provenientes das mais diversas fontes e de forma eficiente acessarmos e manipularmos tais dados com agilidade. Todos esses requisitos são preenchidos por modernos sistemas de informação, os quais empregam tecnologias eletrônicas para promover de maneira

integrada, armazenagem, manipulação, análise, disponibilização e apresentação de dados.

Como alternativa de suporte aos planejadores ambientais tem se destacado os ditos Sistemas de Informações "Geográficas"-SIG.

Os SIGs consistem em sistemas de informação especialmente designados para atender à questões baseadas em dados mapeados e, na verdade, trata-se do que poderia se chamar de "Sistemas de Informações Espaciais". Todavia o termo que se difundiu amplamente foi o chamado "Sistema de Informações Geográficas-SIG".

Contudo o termo/conceito proposto nesta Dissertação será "Sistemas de Informações Espaciais-SIE", em detrimento de "Sistemas de Informações Geográficas-SIG". A fundamentação para o emprego do primeiro em vez do segundo termo será dada nos parágrafos que se seguem.

As letras "S, I e G", grosso modo, sintetizam a demanda social vigente por informação, ou melhor, informação a respeito de fenômenos que possam ser localizados na superfície terrestre, de forma sinérgica, global, sistêmica e que possa ser armazenada, recuperada, analisada e modelada desta mesma forma em sistemas computacionais específicos, os próprios SIGs. Isto causa um certo deslumbramento e fomenta expectativas —que muitas vezes não se concretizarão ou dar-se-ão de maneira inconsistente— em torno dos SIGs, bem como difundiu usos incorretos de teorias, conceitos e métodos, sobretudo geográficos.

No plano teórico-conceitual, muito do que existe encontra-se como uma mistura de divagações, pouco coesa, e mais, tentando muitas vezes fornecer um cunho científico, porém sem qualquer tipo de fundamentação epistemológica, que os diferencie como algo além de uma ferramenta, por mais poderosa que seja. O SIG não se distingui como uma área do saber científico, pois não se vincula à busca do

conhecimento de grupos de fenômenos e/ou de suas relações, de seu próprio interesse. Apenas apresenta-se como um suporte extra à viabilização e/ou otimização de operações de cunho espacial de qualquer área do saber que por ventura tenha esta necessidade para a compreensão de seus objetos de estudo.

O sufixo "geográfico" associado denota, meramente, o emprego de uma abordagem espacial, que em muitos casos não tem qualquer relação com o espaço geográfico, visto que todo fenômeno geográfico pode ser localizado e distribuí-se espacialmente na superfície terrestre. Porém nem tudo que pode ser localizado na superfície terrestre –georreferenciado– e/ou distribuí-se espacialmente pode ser associado ao espaço geográfico. Como sugere Milton Santos (*apud* Câmara *et al.*, 2001) "*geometrias não são geografias*".

Ao analisarmos os SIGs por seus objetivos e funções, ou seja, vendo-o como tecnologia e ferramenta, nos deparamos com diversos conflitos em relação à sua caracterização mutante muito amiúde, inerente às tecnologias que se desenvolvem a largos passos em resposta à necessidades e processos igualmente mutantes.

Portanto, por estes motivos teóricos/conceituais, partindo-se daqui para diante, nesta Dissertação, o termo/conceito utilizado será "Sistemas de Informações Espaciais-SIE".

No plano operacional, ao se conceituar o SIE em toda a sua plenitude, considerando suas atuais potencialidades, nos deparamos com sérios problemas de caracterização dos sistemas em uso (Cruz, 2000). Ainda segundo o mesmo autor, o que se encontra são sistemas em variados estágios de evolução, abrangendo desde os de 1ª geração, até os mais modernos, ditos de 3ª geração, de acordo com o mostrado na tabela 2.

	1ª Geração (1980-1990)	2ª Geração (1990-1997)	3ª Geração (1997-?)
<b>Tecnologia</b>	CAD, Cartografia	BD, imagens	Sistemas distribuídos
<b>Uso Principal</b>	Desenho de mapas	Análise espacial	Centro de dados
<b>Ambiente</b>	Projetos isolados	Cliente-servidor	Multi-servidores
<b>Sistemas</b>	Pacotes separados	Sistema integrado	Interoperabilidade

Tabela 2: Evolução dos SIEs (INPE, 2001)

Segundo DeMers (1997) é na compreensão dos subsistemas que compõem um SIE que podemos entender a sua definição e sua diferenciação em relação a outros sistemas como *Computer Aided Design-CAD*.

De acordo com DeMers (1997) o SIE é composto pelos seguintes subsistemas:

- Um subsistema de entrada de dados que coleta e pré-processa dados espaciais de diversas fontes. Este subsistema é também largamente responsável pela transformação de diferentes tipos de dados espaciais;
- Um subsistema de armazenamento e restauração de dados que organiza os dados espaciais de forma a permitir restauração, atualização e edição de tais dados;
- Um subsistema de manipulação e análise de dados que executa tarefas de agregar e desagregar dados, estimar parâmetros e restrições e executar funções de modelagem;
- Um subsistema de reportagem que exhibe todas as partes da base de dados em forma tabular, gráfica ou de mapa.

Clayton e Radcliffe (*apud* Aspinall, 1999), identificam como função específica mais importante do SIE, o manejo e integração de dados desagregados, permitindo a disponibilização de modelos e outros dados conjuntamente de uma forma flexível para

que possam ser avaliadas opções alternativas dentro do processo de tomada de decisões.

Como o SIE trata-se de um tipo de ferramenta desenvolvida em sistemas específicos, com rotinas de trabalho e operações específicas, para a sua utilização correta bem como otimizada, é indispensável o conhecimento da estrutura conceitual empregada pelo sistema, ou seja, é preciso o conhecimento da forma que o sistema a ser utilizado opera. A ferramenta aqui utilizada para a integração, armazenamento, manipulação, análise e disponibilização dos dados espaciais foi o *programa GeoMedia Professional 4.0*.

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação. Além disso, o sucesso de qualquer implementação em computador de um sistema de informação é dependente da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado.

O *GeoMedia Professional* é uma ferramenta SIE completa, de captura, armazenamento, edição, manutenção, análise e apresentação de dados espaciais na forma de mapas e tabelas. Permite a integração de dados espaciais de diferentes fontes, em diferentes formatos e com diferentes sistemas de projeção e *data*, todos dentro de um único ambiente de trabalho.

Toda esta integração pode ser realizada sem que nada seja transformado ou convertido, apenas visualizado diretamente, em tempo real, da maneira desejável ou conveniente, mantendo o dado original preservado. No entanto, os dados originais podem ser copiados, convertidos e manipulados em uma base cartográfica diferente da original, mantendo inalterada a primeira.

A sua arquitetura interna é do tipo denominado de “orientada a objetos” e sua forma de trabalho *on-the-fly*. Isto implica que qualquer alteração em qualquer objeto seja em sua geometria ou em seus atributos alfanuméricos, dê-se automaticamente e bi-direcionalmente num único processo, estendendo-se a todos os seus relacionamentos, sejam eles entre atributos e/ou tipologias.

As operações *on-the-fly* no *GeoMedia Professional* ocorrem em três processos:

- *Disponibilização* – possibilita a disponibilização e a multi-representação integrada de dados de diversas fontes em um ambiente de trabalho único, sem transformações, preservando o dado original;
- *Topologia* – qualquer alteração espacial ou geométrica em qualquer objeto é refletida automaticamente, sem a necessidade de qualquer operação adicional, nos demais objetos aos quais se relaciona;
- *Manipulação* – qualquer tipo de manipulação –alteração, consulta ou análise– em qualquer objeto reflete instantaneamente nele próprio e nos demais objetos que a ele se relacionam diretamente ou que sejam resultado de relacionamentos com um terceiro objeto, sendo igualmente verdadeiro e possível o caminho inverso, ou seja, qualquer alteração nos objetos resultados de manipulações é refletida nos objetos que deram origem a tais resultados.

Quanto à modelagem orientada a objetos em sua configuração mais atual, na qual baseia-se a arquitetura do *GeoMedia Professional*, chamada de *Geo-OMT* (*Geographical Object Modeling Technique*) e trata-se de uma extensão para aplicações espaciais do modelo de dados OMT (*Object Modeling Technique*) proposto por Rumbaugh et al. (1991).

que. Aqui serão apresentados apenas os aspectos essenciais e os mais ligados a questões práticas que nortearam a escolha do *programa GeoMedia Professional* e deste modelo de trabalho para a integração de dados nesta dissertação.

ponto. Neste tipo de arquitetura a identidade (localização e/ou indexação) e as propriedades descritivas (atributos) dos dados são armazenadas em conjunto, como "objetos" –*GeoMedia Data Objects-GDO*–, ou seja, todas as propriedades que identificam e definem um determinado fenômeno são armazenadas como uma entidade única, o "objeto", em tabelas de um banco de dados, as quais representam, cada uma, classes compostas por um conjunto de objetos que compartilham propriedades, atributos e um objetivo semântico comuns.

Entende-se por "banco de dados" uma coleção de dados inter-relacionados e de procedimentos que permitem o acesso a estes dados, cujo objetivo principal é viabilizar o armazenamento e a recuperação eficientes dos mesmos (Cruz, 2000).

A modelagem orientada a objetos não obriga o armazenamento em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados-SGBD orientado a objetos, mas simplesmente visa dar ao usuário maior flexibilidade na modelagem incremental da realidade. Fato consubstanciado no emprego do *Microsoft Access*, que é um SGBD relacional simples, como *Warehouse*<sup>2</sup>.

No banco de dados, cada objeto é representado numa tabela [classe] por uma única linha, constituída de  $n$  colunas onde são armazenados todos os seus atributos, sendo que apenas uma única coluna, não obrigatoriamente, pode armazenar uma geometria de um mesmo tipo. No entanto é possível a existência de classes de objetos com geometria composta, ou seja, uma classe composta por objetos que podem ser, cada um, constituídos por uma combinação de geometrias do tipo ponto, linha e área,

que consistem em pontos, *line strings*, polígonos formados por *line strings* (polígonos formados por  $n$  pontos), *line strings* formadas por arcos, polígonos formados por arcos, polígonos compostos [por pontos, *line strings* e arcos] e *line strings* compostas [por pontos e arcos]. Um objeto ainda pode ser contínuo e descontínuo, podendo apresentar também mais de uma geometria para um mesmo objeto.

Existindo atributos e geometria separadamente, pode-se ainda relacionar estas informações, criando-se uma *join*, ou seja, uma combinação de dados de duas classes de objetos que possuam um par de variáveis [campos de atributos] com valores e tipos de dados comuns, resultando numa "vista" das duas classes, ou seja, uma união que entre tabelas não ocorre fisicamente no banco de dados, somente no ambiente de trabalho, no caso a *GeoWorkspace*.

A *join* no *GeoMedia Professional* pode ser apresentada de quatro maneiras: todos os campos (*full outer join*), somente os campos com valores comuns (*inner join*), todos os campos de uma das tabelas e da tabela restante, apenas os campos que possuem valores em comum com a primeira escolhida (*left ou right outer join*).

Caso seja conveniente, a *join* ainda pode ser armazenada fisicamente no banco de dados como uma nova classe de objetos.

Contudo, todas as características semânticas dos objetos estão associadas ao ambiente de trabalho e apresentação e não ao ambiente de armazenamento, o que torna a representação totalmente flexível. O modelo *Geo-OMT* adota o conceito de "temas" (assuntos) e não o de "camadas" ou *layers* presentes em muitos outros modelos. Conceitualmente, um tema agrega classes com os mesmos objetivos semânticos. No entanto, uma classe e seus objetos podem pertencer a mais de um tema e ter diferentes representações, variáveis em combinações com escala e/ou semiologia.

---

<sup>2</sup> Ambientes de banco de dados

Para a diferenciação temática o *GeoMedia Professional* permite a disponibilização de classes e objetos de quatro maneiras que podem coexistir em um mesmo ambiente de trabalho como variações de uma mesma classe ou de determinados objetos. São elas:

- *Temática* – quando se deseja apresentar objetos de uma mesma classe com diferentes representações temáticas –estilos/símbolos–, entre si;
- *Classe* – quando não se deseja diferenciar tematicamente objetos de uma mesma classe. Neste caso a representação é associada a classe de objetos e não a objetos individualmente, sendo representados da mesma forma todos os objetos de uma mesma classe;
- *Consulta/Análise* – as operações de consulta/análise resultam numa determinada classe de objetos, sem diferenciação temática entre eles, similarmente à uma visualização temática do tipo “classe”. No entanto, estes resultados também podem ser disponibilizados como temas diferenciados através da inserção de objetos como temas na janela de mapas;
- *Imagem* – uma imagem *raster* qualquer também é tratada como um objeto, porém será apresentada como é em sua origem, sem qualquer possibilidade de manipulação, exceto georreferenciamento e prioridade de visualização. Para manipulações, análises bem como processamento de estruturas *raster* é “acoplado” o programa *GeoMedia Grid Analyst*, que é adquirido separadamente.

Para a composição de diferentes temas, as classes podem ainda sofrer um processo de especialização, onde as classes derivadas herdam as propriedades das classes básicas, acrescentando novos atributos que serão específicos destas novas classes ou um processo de relacionamento de agregação, o que permite combinar vários

objetos para formar um objeto de nível semântico maior onde cada parte tem funcionalidade própria.

Em suma, num modelo orientado a objetos a ligação e interação entre a implementação física no ambiente computacional e o plano conceitual a partir da realidade é bem direta, estando a interface de um projeto lógico entre estes dois planos muito mais flexível e mais próxima da realidade, adequando-se a esta.

Este tipo de armazenamento de informações torna o projeto do sistema bem equalizado, bem próximo aos fenômenos como se apresentam no mundo real.

O *GeoMedia Professional* opera com um ambiente de trabalho chamado de *GeoWorkspace* onde são disponibilizados para quaisquer tipo de manipulação, assim como novas entradas, os dados que estão armazenados em ambientes de banco de dados, aqui denominados *Warehouses*.

Nas *GeoWorkspaces* estão armazenadas todas as informações referentes a forma de apresentação e representação temática dos objetos, escalas nominais de trabalho, consultas, filtros, conexões com as *Warehouses*, enfim todas as informações a respeito da apresentação, consulta e análise dos dados. A *GeoWorkspace* não armazena os dados os quais apresenta, apenas a forma como estes são apresentados e o "endereço" de cada *Warehouse* conectada, bem como o tipo de conexão efetuada. O *GeoMedia Professional*, para cada *GeoWorkspace*, permite até 47 conexões com acesso do tipo *read/write* e 52 conexões com acesso do tipo *read only*.

Em ambas, *GeoWorkspace* e *Warehouse* estão armazenadas informações de sistemas de coordenadas, *data* e projeções cartográficas, as quais não precisam ser coincidentes, porém todos os processos de manipulações são realizados baseados nos dados geodésicos e/ou cartográficos da *Warehouse*.

**inserido** Podem ser mostradas num mesmo ambiente de trabalho [*GeoWorkspace*] diversas janelas de mapas onde são visualizadas as geometrias simultaneamente ou separadamente ou, ainda, em conjunto com uma janela de dados onde são visualizados os atributos alfanuméricos. As janelas de mapas podem mostrar diversas classes de objetos ao mesmo tempo, no entanto nas janelas de dados só podem ser visualizadas uma classe por vez.

**operação** Todo o controle de visualização de classes e objetos em uma janela de mapa é realizado através da legenda. Através dela, classes e objetos têm suas características de representação definidas e são adicionados e retirados da janela de mapa, compondo temas.

**origem** Podem ser criadas várias legendas, com diferentes combinações de disponibilização e representação de classes e objetos, que podem ser associadas à diferentes janelas de mapa. As classes de objetos podem ainda ser adicionadas à uma mesma janela de formas diferentes, que podem coexistir como variações de uma mesma classe ou de determinados objetos. Este procedimento permite a alternância entre diversas formas de representações temáticas de acordo com diferentes objetivos, em uma mesma *GeoWorkspace*.

**ser o que** A disponibilização dos dados também pode ser realizada de forma analógica, ou seja, em mapas impressos em papel. Para isto o *GeoMedia Professional* conta com um ambiente denominado "janela de *layout*", o qual possui uma conexão que pode dar-se de forma dinâmica ou estática com a janela de mapas e sua respectiva legenda, a serem apresentadas em papel.

A janela de *layout* subdivide-se em dois ambientes: o de apresentação e o de fundo. No ambiente de apresentação são inseridos os objetos e a respectiva legenda presentes na janela de mapa que se deseja apresentar. Opcionalmente ainda podem ser

inseridos escala gráfica e Norte da carta. No ambiente de fundo podem ser construídos padrões fixos predefinidos de apresentações—com molduras, escalas, norte, espaços para título, legenda, etc.— e associá-los ao ambiente de apresentação conforme a necessidade.

Além do modelo de armazenamento/disponibilização de dados, o *GeoMedia Professional* conta com ferramentas de consulta e análise, implementadas através de operações aplicadas diretamente a determinados valores ou à uma combinação de valores de classes de objetos ou às suas relações espaciais ou ainda combinando uma consulta/análise ao mesmo tempo de atributos e espacial, que resultarão em restrições à disponibilização de determinadas informações especificamente requisitadas ou darão origem a novas informações, agilizando, desta forma, a busca e processamento no banco de dados e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de trabalho, o que, dependendo da base de dados, pode ser extremamente significativo.

Todas as consultas e análises são *a priori* armazenadas na *GeoWorkspace*, mas podem ser armazenadas fisicamente na *Warehouse* em uso ou em uma nova *Warehouse*, caso deseje-se, por exemplo, diminuir o volume de dados armazenado.

As operações disponíveis para consulta/análise aos valores de atributos podem ser agrupadas segundo três tipos, mais as adicionais:

➤ *Aritméticas*

- + adição
- subtração
- \* multiplicação
- / divisão

➤ *Condicionais*

- = Igual

>= Maior ou igual a

<= Menor ou igual a

<> Diferente de

> Maior que

< Menor que

### ➤ *Lógica Booleana*

e

ou

- *Operações adicionais de SQL (Structured Query Language)* também estão disponíveis no *GeoMedia Professional*, em uma interface "amigável" sem que para seu uso seja necessário o conhecimento da sintaxe da linguagem. São elas:

%	zero ou mais caracteres podem preencher esta posição
*	multiplicação
+	adição
-	subtração
/	divisão
_	um único caracter pode preencher esta posição
	operador de concatenação
AVG	calcula a média dos valores de colunas
BETWEEN	permite a especificação de uma variação de valores associados com um valor da coluna
COUNT	encontra o numero de linhas em uma consulta
FALSE	indicador de valores <i>booleanos</i> negativos
IN	lista de valores nos quais serão incluídos valores das colunas

IS	valor constante para comparação com valores das colunas
LIKE	usado em conjunto com % para a busca de padrões
MAX	encontra o valor máximo numa coluna
MIN	encontra o valor mínimo numa coluna
NOT	operador de negação em operações lógicas
NULL	indica valores indefinidos
SUM	soma de valores comuns em colunas
TRUE	indicador de valores <i>booleanos</i> positivos

Tabela 3: Operadores SQL disponíveis

Parênteses ( ) também podem ser utilizados na criação e/ou agrupamento de expressões e no controle da ordem entre as operações de uma expressão.

As consultas/análises espaciais são definidas por um relacionamento entre classes de objetos, estabelecido por operações que determinam, cada uma, diferentes resultados a saber:

- *Tocam* – objetos que tocam de qualquer forma outros objetos pré-definidos: encontram, ultrapassam, contem ou estão contidos por;
- *Estão dentro da distancia de* – objetos que tenham qualquer parte de sua geometria situada dentro de uma distancia especificada a partir de determinados objetos pré-definidos;
- *Contém* – resulta em objetos areais que contem totalmente em seu interior determinados objetos pré-definidos, os quais podem tocá-los, porém não podem sobrepor suas fronteiras;
- *Contém inteiramente* – mesmo caso do anterior, sendo que aqui os objetos resultantes não podem tocar os objetos areais previamente definidos;

- *Estão contidos por* – resulta em objetos que estão completamente contidos na área de objetos pré-definidos, sendo que os primeiros podem tocar os segundos mas não sobrepor suas bordas;
- *Estão inteiramente contidos* – mesmo resultado anterior, sendo que os objetos não podem tocar os objetos areais previamente definidos;
- *Sobrepõem* – objetos que sobrepõem determinados outros objetos previamente definidos;
- *Encontram* – resulta em fronteiras de objetos que tocam fronteiras de outros objetos previamente definidos, mas não havendo sobreposição;
- *São espacialmente iguais* – objetos de mesmo tipo que ocupam o mesmo espaço e locação.

As consultas e análises espaciais ainda permitem dois tipos de comandos: interseção e diferença espacial.

**visual** A interseção espacial permite a performance de uma sobreposição de duas classes de objetos ou objetos resultantes de consultas/análises a fim de encontrar áreas que se intersectam ou que sejam coincidentes de acordo com o relacionamento estabelecido pelas operações espaciais descritas acima, exceto “estão dentro da distancia de”. Os resultados incluem tanto a geometria coincidente, que pode ser dos tipos ponto, linha, área ou uma combinação dos três, como os atributos associados a ela, os quais são disponibilizados como uma *join* a partir do par de objetos que se intersectam.

**event** A diferença espacial consiste numa operação entre duas classes de objetos ou objetos resultantes de consultas/análises exclusivamente de geometria areal, onde com o uso do operador espacial “tocam”, obtém-se uma geometria resultante a partir da remoção de todas as porções de um(a) objeto/classe que são sobrepostas por outro(a)

objeto/classe. Assim, o resultado consiste em áreas de um(a) dado(a) objeto/classe pré-definido(a) que não são sobrepostas por um(a) outro(a) dado(a) objeto/classe também previamente selecionado(a), ou seja, consiste, simplesmente, na diferença entre duas áreas no espaço. A diferença espacial produz resultados opostos aos produzidos pela interseção espacial.

Demais operações tanto espaciais como de atributos podem ser disponibilizadas adicionalmente de acordo com o tipo de banco de dados conectado, sendo realizadas de forma nativa, ou seja, como operações inerentes à *Warehouse*.

Para limitar o número de objetos que podem ser carregados numa janela de mapas também podem ser definidos filtros espaciais na *GeoWorkspace* e estes serem aplicados as conexões com *Warehouses* desejadas.

Estes filtros podem ser definidos por uma área delimitada na janela de mapas, por uma área definida por um objeto de geometria areal ou por uma área de visualização da própria janela de mapas.

Os objetos apresentados podem ser os que estão contidos ou que tocam/sobrepõem em qualquer ponto a área definida (*overlap*), apenas os que estão inteiramente contidos na área definida (*inside*) ou para agilizar o processo de filtragem sem que sejam necessárias comparações topológicas individuais com a fronteira da área, pode ser aplicada uma filtragem que busca seus resultados de acordo com o sistema interno de indexação espacial (*coarse overlap*), apresentando o produto final igual ao primeiro tipo (*overlap*) acrescido de alguns poucos objetos que podem eventualmente estar fora da área definida.

## 4 ÁREA DE ESTUDO

---

Neste capítulo serão apresentadas características gerais da área, de forma a contextualizar o Maciço do Mendanha na Cidade do Rio de Janeiro, no que diz respeito aos aspectos de formação, evolução e caracterização atual de seus aspectos naturais e humanos.

### 4.1- O "Quadro Natural"

Segundo Ross (1996), a análise empírica da vulnerabilidade envolve estudos básicos do relevo, da litologia, da estrutura do solo, do uso da terra e do clima. A vulnerabilidade dos ambientes naturais deve ser avaliada quando se pretende aplicá-las ao planejamento ambiental.

#### 4.1.1- Recorte Espacial

A área de estudo compreende a Serra do Mendanha e o Morro do Marapicu. Estes foram limitados a Norte, Leste e Oeste, pelo limite oficial do Município do Rio de Janeiro com os Municípios de Nova Iguaçu (Norte e Leste) e Santa Cruz (Oeste) e a Sul pela Avenida Brasil. A Leste limita-se ainda, além de politicamente, geomorfologicamente pelo divisor de águas com a Serra de Gericinó.

Compreende uma área de 74.466.048,45 m<sup>2</sup>, distribuída pelas Regiões Administrativas de Campo Grande e Bangu e os Bairros de Campo Grande, Bangu, Realengo e Padre Miguel (Figura 1).

Como trata-se de uma região montanhosa, os fatores determinantes para a delimitação cênica da paisagem da área poderiam, em um primeiro momento, ser deduzidos a partir de aspectos geológicos e topográficos, principalmente quando nos

referimos à localização da área de estudo como sendo o “Maciço do Mendanha”, denominação de caráter eminentemente geológico.

**geomorfo:** Esta denominação –“Maciço”– também poderia levar à uma conclusão de que a paisagem do Mendanha deveria englobar todo o complexo montanhoso geneticamente comum em termos geológicos, que constituem as Serras de Madureira, do Mendanha e do Gericinó.

**uma co:** A predisposição dos geocientistas para analisar o espaço de uma maneira “global”, como se o ponto de observação estivesse a partir de uma aeronave ou de um satélite, também levaria a imaginar a paisagem do Maciço do Mendanha da mesma forma, como resultante topográfica.

**diferen:** Todavia, a área de mesma gênese geológica deu origem a um conjunto de serras –do Mendanha, de Madureira, do Gericinó–, denominação de caráter geomorfológico e muitas vezes político, os quais tornam-se, na maioria das vezes, assimilados pela sociedade, criando-se a partir daí uma identidade com o lugar, com uma determinada segmentação espacial, com um determinado nome.

**nome:** Se tomarmos como ponto de partida o caráter geomorfológico para a delimitação da área de estudo, torna-se perfeitamente justificável que a “paisagem do Mendanha”, compreenda apenas a vertente Sul deste maciço rochoso.

**de 10:** Em primeiro lugar, as Serras do Mendanha e Madureira podem ser identificadas visualmente como dois compartimentos geomorfológicos separados no espaço pelo vale do Rio Guandu do Sapê.

**North:** Geomorfológicamente, uma vertente montanhosa, mesmo que geologicamente homogênea sofre processos exógenos –intemperismo e erosão– diferenciados em relação à sua vertente oposta, principalmente se a vertente em questão –como é o caso do Mendanha– é voltada para o oceano, constitui-se na encosta a barlavento,

exposta a uma umidade mais elevada e ainda possui, evidentemente, uma exposição ao Sol diferenciada da encosta a sotavento – Serra de Madureira. Portanto, estes fatores geomorfológicos terminam por serem condicionantes, inclusive, de um microclima diferenciado entre as duas vertentes.

**delo** O divisor de águas da Serra do Mendanha constitui-se ainda em um delimitador natural da paisagem, principalmente se o ponto de visada dá-se a partir do chão em uma ou em outra vertente, o que comumente ocorre ao observador *in situ*.

**adjar** Em consequência de fatores semelhantes e por influência dos próprios fatores geomorfológicos, também desenvolvem-se nas duas encostas ecossistemas e solos com determinadas características distintas entre si, que resultam consequentemente em diferenciações espaciais visualmente percebidas.

**carar** Partindo-se dos pontos de vista social e político, a vertente Mendanha (Sul) pertence ao Município do Rio de Janeiro, enquanto a vertente Madureira (Norte), pertence ao Município de Nova Iguaçu, sendo o divisor de águas da Serra do Mendanha o limite político entre os dois Municípios. A toponímia oficial trata as duas vertentes com nomes diferenciados. Por último a própria população identifica naturalmente o “Mendanha” como sendo a vertente Sul do maciço rochoso. Constituindo um aspecto tanto psicológico, de percepção como também de ação, com resultados práticos, o tipo de identificação com o lugar, bem como as atividades nele desenvolvidas pela sociedade, o tipo de uso e ocupação também diferem muito de uma vertente para outra, o que pode ser comprovado pelo elevado estágio de degradação da vertente Norte e o ainda bom estágio de conservação da vertente Sul (Mendanha).

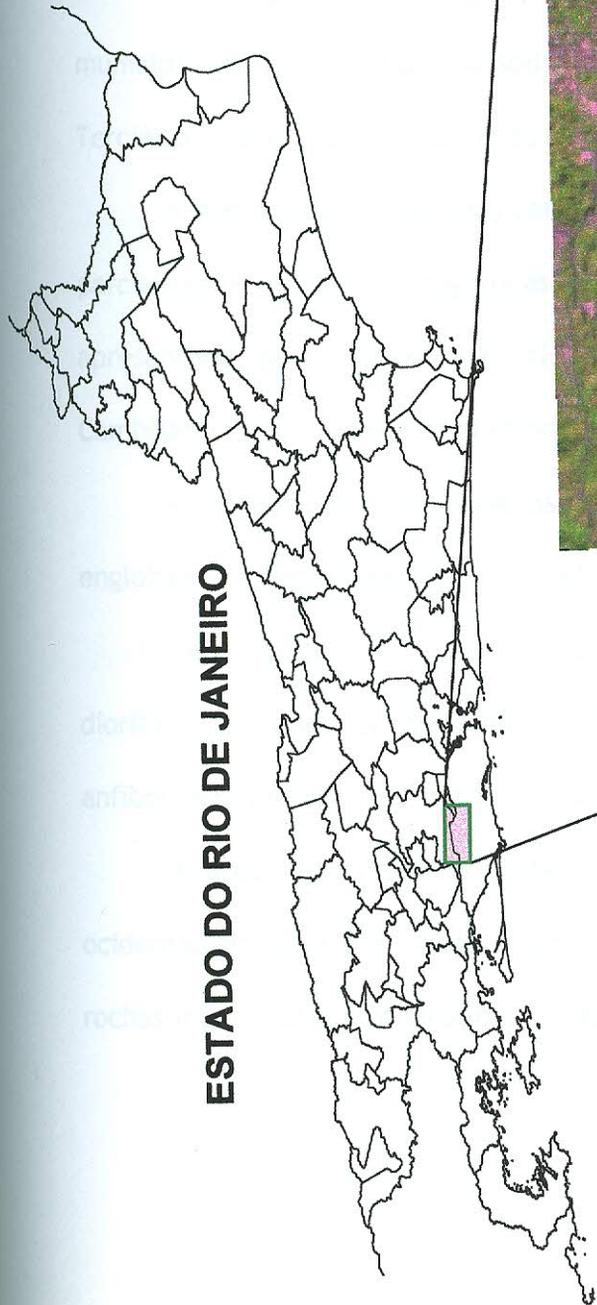
Portanto, para a delimitação da área, foram considerados o conjunto de todos estes fatores, geomorfológicos, ecológicos, meteorológicos, pedológicos, políticos e sociais, que resultam em uma expressão cênica impressa no terreno e perceptível

visualmente, ou melhor, expressa uma determinada paisagem, a paisagem do Mendanha.

A escolha da Avenida Brasil como limite Sul deve-se ao fato de vários outros estudos na área, como por exemplo Costa (1998) e Ramalho (2000) –desenvolvidos pelo Grupo de Estudos da Zona Oeste, do Departamento de Geografia desta Universidade– já a terem utilizado desta maneira e também porque ela verdadeiramente constitui-se em uma barreira a mobilidade de pessoas entre as suas adjacências, sendo um limite da paisagem vivida.

Somando-se à toda esta conjuntura que corrobora para a delimitação da área de estudo como representativa da “paisagem do do Mendanha”, tem-se ainda a dificuldade na obtenção de dados e informações do Município de Nova Iguaçu com as mesmas características dos dados disponíveis para o Município do Rio de Janeiro, o que viria a forçar uma delimitação como a realizada por motivos operacionais.

# ESTADO DO RIO DE JANEIRO



## ÁREA DE ESTUDO

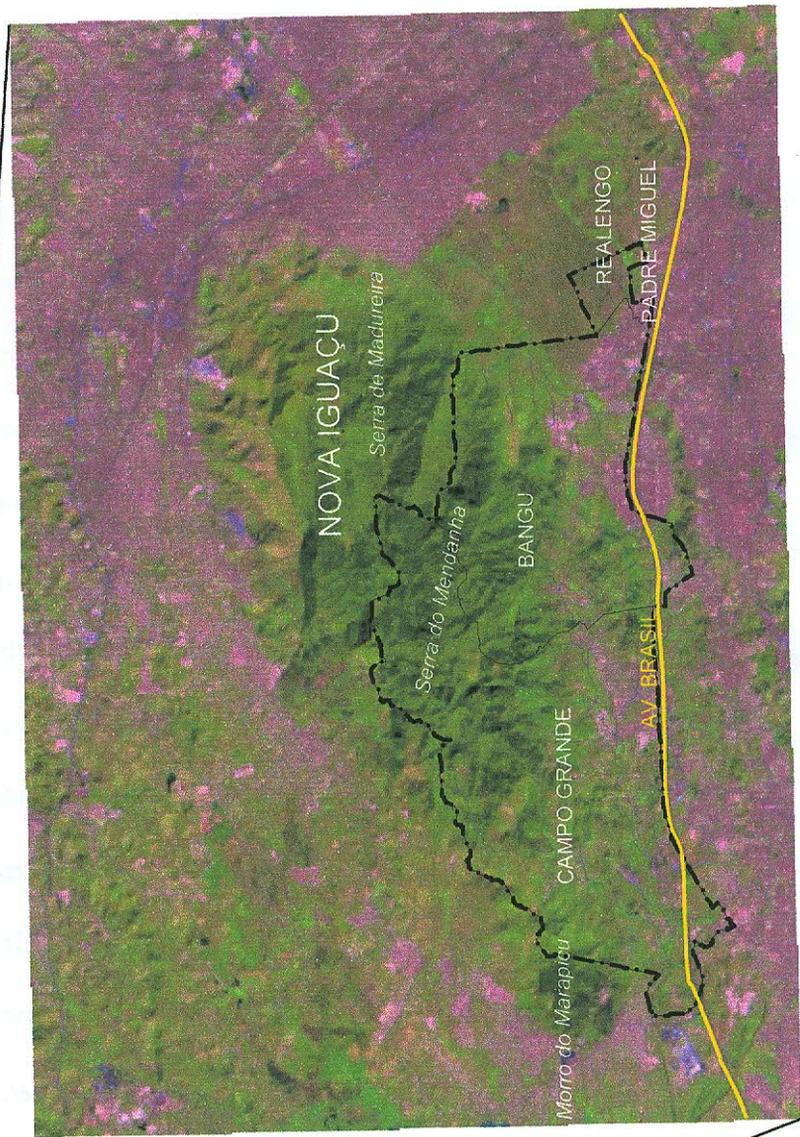


Figura 1: Localização da área de estudo

#### 4.1.2- Geologia

O município do Rio de Janeiro é constituído predominantemente por rochas gnáissicas, pré-cambrianas, de constituição variada. São gnaisses de origem orto e para derivados, que ocorrem associados a migmatitos ou que, freqüentemente, gradam a migmatitos. Estas rochas são penetradas por intrusões graníticas que ocorreram, mais provavelmente durante o Cambriano e Ordoviciano (Heilbron *et al.*, 1995).

Todo este conjunto é cortado por diques de rochas básicas e alcalinas, relacionadas ao magmatismo Meso-Cenozóico.

Nas regiões de baixadas, abrangendo aproximadamente 45% da área do município, domínio da planície sedimentar, ocorrem sedimentos de natureza diversa do Terciário –raras ocorrências– e do Quaternário.

A geologia do município, cartografada em mapa na escala 1:50.000, abrangendo parcialmente as folhas topográficas de Santa Cruz, Vila Militar e Baía de Guanabara, foi apresentada por Helmbold *et al.*(1965). Neste mapa os autores dividem o Pré-Cambriano em duas séries metamórficas principais: série inferior e série superior.

A série inferior engloba as rochas consideradas mais antigas. Esta série foi englobada na denominação de Unidade Rio Negro.

Constitui-se por Gnaisses, variando em composição de granítica a quartzodiorítica, gradando ou associados a Migmatitos quartzo-feldspáticos de melanossoma anfibolítico, Anfibolitos, rochas básicas e intermediárias metamorfasadas.

A área de ocorrência destas rochas é pouco extensa, predominando na parte ocidental do município, onde ocorre como encaixantes do Granito Pedra Branca e das rochas intermediárias e alcalinas no Maciço do Mendanha.

São rochas extremamente migmatizadas, cujo paleossoma é um biotita gnaise e anfibólio gnaise bandado, e cujo neossoma geralmente é um material quartzo-feldspático de granulação média a fina. São individualizados na escala de 1:50.000, corpos de gnaise granítico com estruturas nebulíticas. Trata-se de uma rocha de granulação média com partes muito homogêneas, cinzento-claras, de foliação incipiente e partes quartzo-feldspáticas com um pouco de biotita muscovita. De acordo com os trabalhos de geologia regional do Estado do Rio de Janeiro, a Unidade Rio Negro - PCIIRN - é correlacionável com as Unidades Região dos Lagos, Série Inferior, Plagioclásio Gnaise e Complexo Mantiqueira. Este grupo de rochas é considerado como o embasamento Pré-Cambriano de 1.8 bilhões de anos. Porém, a Unidade Rio Negro ainda não tem confirmação geocronológica (Heilbron, 1995).

Nas folhas Sta Cruz/Vila Militar ocorrem, intrudindo na Unidade Rio Negro, a Unidade Granodiorítica - PCGD, um conjunto de rochas graníticas com grande variação textural, desde aplitos e riolitos hipoabissais até granitos e pegmatitos. Este conjunto é considerado pós-tectônico com relação ao Ciclo Brasileiro, portanto cristalizados no Eo-Cambrico. Esse complexo granítico está alinhado na direção NW-SE.

Intrudindo nesses dois últimos grupos citados ocorrem rochas alcalinas, aflorantes no Morro Marapicu (umpetekito) e Serras Mendanha / Madureira (sienitos nefelínicos). Essas rochas fazem parte de um importante evento ígneo alcalino, que ocorreu no Estado do Rio de Janeiro entre aproximadamente 42 e 72 milhões de anos (Klein e Valença, 1984).

Ao sul da Serra de Madureira e Marapicu ocorre ainda um enxame de diques de fonolitos, orientados segundo a direção NE-SW. Esses diques seccionam o maciço alcalino (DRM, 1993).

A uniformidade litológica e a pequena contribuição de descontinuidades internas apresentadas pelas rochas ígneas alcalinas que compõem o Maciço do Mendanha, favorecem a formação de um relevo monótono, sem entalhes pronunciados, com vales longos e simétricos, controlados pela tectônica ruptural regional que afeta todo o conjunto montanhoso (Costa, 1986).

Em pequenas porções é encontrado um material vulcânico (ignimbritos e brechas), identificado como "Chaminé do Lamego", sua composição litológica apresenta gnaisses, sienitos grossos com nefelina, microsienito porfirítico e brechas piroclásticas. Sua localização está do lado ocidental do Maciço do Mendanha e o vulcão de Nova Iguaçu, descoberto por Klein e Vieira (1984), localizado na porção setentrional da Serra de Madureira. É uma grande estrutura semicircular em forma de cone de tufo, que começa em Cabuçu e termina na Chaminé do Lamego, além de uma série de diques de brechas que lhes estão associados. O aparecimento deste vulcão, juntamente com as rochas alcalinas do Marapicu e Complexo Mendanha-Madureira, foi possível pelos movimentos sucessivos de um sistema de falhas dextrais, o qual além de permitir a colocação destas rochas, funcionou como caminho para que o magma máfico alcalino primitivo tivesse acesso, produzindo banhos numa câmara magmática (traquítica) evoluída superior. Do topo desta câmara félsica alcalina, estratificada, um magma sódico, potencialmente rico em nefelina, alimentou corpos intrusivos (com tendência de mineralogia agpaítica), hoje representados pelas rochas do Marapicu, e do Complexo Mendanha-Madureira, enquanto o magma potássico, miocítico de sua região inferior foi, posteriormente, responsável pela erupção do vulcão de Nova Iguaçu (Klein, 1993).

A Serra do Mendanha e de Madureira se alojam na parte côncava de uma grande dobra anticlinal (Série Superior), cujo mergulho é para NW. Os gnaisses que bordejam a aba nordeste/sudeste se apresentam em dobras menores e o granodiorito que ocorre

entre o Marapicu e o Mendanha, termina sob uma das dobras. O Morro do Marapicu apresenta uma composição mineralógica e textura bem variadas.

Diques de diabásio (toleítico) cortam somente os gnaisses são rochas referentes ao magmatismo Mesozóico, com textura afanítica a fanerítica fina, enquanto os diques de rochas alcalinas alcalinos estão localizada no Maciço do ou Mendanha, como plútons intrusivos em gnaisses da série inferior. São referentes ao magmatismo Meso-Cenozóico (Cretáceo-Terciário), representadas principalmente por Sienitos e Nefelina-Sienitos (Foyaitos). Associados a esta intrusão, ocorrem inúmeros diques de Traquitos e Fonolitos, principalmente. Estes diques também ocorrem preenchendo fraturas de direções preferenciais NE-SW e, subordinadamente, E-W e NW-SE.

Nas superfícies peneplanizadas, que circundam o Maciço do Mendanha, ocorrem os sedimentos do Quaternário, originados pelo acúmulo de material desintegrado das montanhas próximas e depositado sob águas rasas, ocorrendo acumulação dos sedimentos aluviais.

#### 4.1.3- Geomorfologia

O município do Rio de Janeiro destaca-se, geomorfologicamente, por uma condição topográfica contrastante entre os maciços costeiros de rochas cristalinas com acidentados picos, de direção E-W e constituindo parte da Serra do Mar, e a baixada litorânea de Sepetiba, topografia plana formada por sedimentos recentes, onde sobressaem alguns morrotes ondulados do cristalino ao norte e oeste. O espaço entre os maciços e a Serra do Mar, por um período, permaneceu rebaixado, dando-se um remodelamento das rochas, que gerou os morros rodeados por planícies que formam, o conjunto da baixada fluminense. Os maciços foram ainda modificados durante o Terciário, o que ocasionou o aparecimento de passagens naturais que sedimentaram as

regiões das baixadas de Jacarepaguá e Sepetiba. O contraste destas duas feições é responsável por uma intensa erosão onde o material é depositado no sopé do maciço, formando depósitos de tálus, que estão sujeitos a processos de escorregamentos, ocasionando áreas de instabilidade.

Duas unidades de relevo destacam-se: as Planícies Litorâneas e as Colinas e Maciços Costeiros.

As Planícies Litorâneas representadas pelas superfícies planas e de baixas altitudes vão desde a linha de costa, até as falésias dos Tabuleiros e as encostas das Colinas e Maciços Costeiros, além de acompanharem os vales fluviais que penetram muitos quilômetros para o interior. Representadas pela Baixada Fluminense, que predomina na parte oeste dividindo-se em: Baixada de Sepetiba, Baixada da Guanabara, Baixada de Jacarepaguá. São produtos de acúmulo de material recente durante o Quaternário, cuja origem está relacionada a fatores diversos, dentre os quais se destacam as oscilações do nível do mar (no Pleistoceno e no início do Holoceno) e as mudanças climáticas, além da influência da tectônica regional. A direção geral da foliação das rochas exerce forte influência na definição do relevo, em associação às falhas e fraturas também observadas.

As Colinas e Maciços Costeiros formados por rochas cristalinas apresentam uma direção aproximada NE-SW e estão representados por formas de pães de açúcar e de serras isoladas. Entre o Maciço do Mendanha e o norte do Maciço da Pedra Branca, apresentam-se pequenas planícies e colinas com cristas e vertentes convexas, como meias-laranjas, e de altitudes inferiores às dos Maciços, formando uma superfície ondulada agrupada em níveis. Antigos aplainamentos surgem ilhados por extensas várzeas, formando depósitos de material aluvionar, que terminam em mangues de pequenas praias junto a costa. O material erodido é depositado no sopé do Maciço.

Três maciços se destacam: Tijuca, Pedra Branca e o Mendanha.

O Maciço do Mendanha –geologicamente falando– é formado pelas serras do Mendanha, Madureira, Gericinó e morros do Marapicu e Guandu, apresentando-se na direção leste-oeste, dividido pelo vale do Guandu do Sapê em duas serras, a do Mendanha e de Madureira, no município de Nova Iguaçu.

As seguintes serras destacam-se: a oeste do município do Rio de Janeiro encontram-se, o Morro do Marapicu (632m), formado por uma imensa massa sienítica ligeiramente cônica. A Serra do Quitungo, paralela à do Mendanha, atinge mais de 220m, sobressaindo das colinas e planícies aluviais. O morro do Manoel José (300m) e Serrinha, pequenos morros encontrados entre o rio Guandu do Sapê, a Serra do Marapicu e o Mendanha. A Serra do Mendanha entre os vales do Mendanha e do Rio Guandu do Sena, onde se encontram o morro do Mariano (247m), morro do Guandu (744m), morro do Gericinó (889m), nesta serra se destaca o Pico da Furna das Andorinhas (914m). O profundo vale do Guandu do Sapê, ocupado por extensa reserva florestal do Mendanha, separa a serra do mesmo nome da Serra de Madureira, limite municipal de Nova Iguaçu, aonde está o ponto culminante do Maciço do Mendanha, o Pico do Guandu (964m).

A evolução morfológica no Maciço do Mendanha é condicionada pelo clima tropical de altitude super-úmido, onde a temperatura é pouco mais baixa e chove mais, pois está voltada para os ventos úmidos do mar, facilitando a formação de relevos isolados, de freqüentes formas arredondadas e vertentes íngremes, os pães de açúcar. A água penetrando nas fissuras interligadas transforma a rocha sã em enormes matações (*boulders*). Os produtos da decomposição, além dos blocos, são de detritos mais finos que se acumulam nas encostas do Maciço e, também preenchem os vales, dando origem a extensas planícies de acumulação, podendo provocar assoreamentos dos rios.

O Maciço do Mendanha está integrado nas bacias dos rios Sarapuí e Guandu-Mirim que drenam para as bacias da Baía de Guanabara e da Baía de Sepetiba, ocorrendo o tipo de drenagem retangular, como consequência da influência exercida por falhas, pelo sistema de juntas ou fraturas, como os rios Cabuçu, Guandu do Sapê e alguns afluentes da margem direita do rio Mesquita. A influência litoestrutural no padrão da drenagem ainda pode ser bem observada no paralelismo dos afluentes do rio Guandu do Sena.

Com suas nascentes no Maciço do Mendanha, destacam-se apenas o Guandu do Sena e o Guandu do Sapê, e que são afluentes do Rio Itaguaí ou Guandu. São rios de pequeno curso, sinuosos, de pouco volume e que ao descerem dos maciços para as áreas de planícies são impedidos por pequenas corredeiras ou quedas d'água ligadas ao tectonismo ou às diferenças de litologia (Costa, 1986).

Costa (1986) também argumenta que os vales se apresentam em V com vertentes simétricas nas várias etapas de seu percurso. Como o vale do Guandu do Sena, o do rio Mesquita e do Guandu do Sapê, têm vales inclinados de fundo plano, acomodados em rochas subvulcânicas, o que confere uma acomodação da drenagem em estruturas anelares no rio Guandu do Sapê, devido a ocorrência de rochas de material piroclástico pertencentes à estruturas circulares identificadas (chaminé vulcânica).

#### **4.1.4- Clima**

A Zona Oeste caracteriza-se por apresentar as mais elevadas temperaturas do município do Rio de Janeiro, sobretudo na porção central da região, que corresponde aos bairros de Bangu, Senador Camará, Padre Miguel e Santíssimo. A faixa costeira, interface entre o continente e a Baía de Sepetiba, apresenta índices térmicos mais amenos, compatíveis com o microclima típicos de áreas litorâneas.

As temperaturas máximas e mínimas variam, de maneira geral, em decorrência da absorção do calor pelo solo e pelo ar, o que permite explicar as grandes diferenças de temperatura que ocorrem dentro da Zona Oeste.

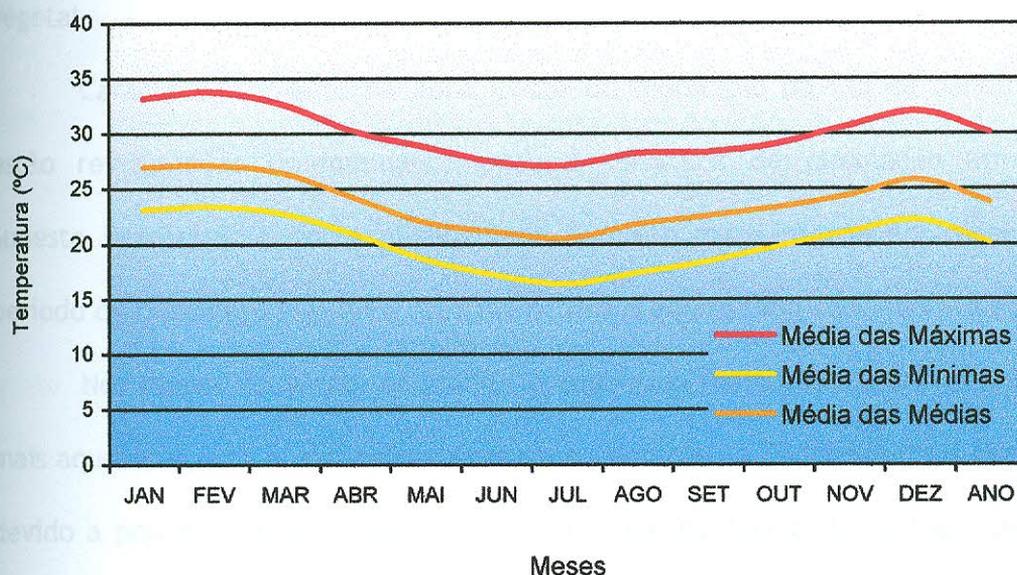
A temperatura faz-se sentir mais intensamente sobre as porções mais urbanizadas, o aquecimento máximo encontra-se em Bangu, e as menores temperaturas localizam-se na Baía de Sepetiba e no alto dos maciços, em virtude do resfriamento causado pelo aumento da altitude.

A região estudada não conta com muitas estações meteorológicas com monitoramento contínuo, apresentando apenas a Estação Meteorológica de Bangu, localizada no centro do Bairro e monitorada pelo INMET<sup>3</sup> e duas Estações Sedimentológicas, que monitoram a precipitação, geridas pela Serla<sup>4</sup>.

Segundo o INMET, as Normais temperaturas médias anuais em Bangu, entre os anos de 1961 a 1990, apresentam-se em torno de 23,8°C, com o máximo ocorrendo no mês de fevereiro, com 27.1°C, e o mínimo configurando-se em julho, com 20.5°C. A média das temperaturas máximas, para o mesmo período, alcançou os 30.1°C, onde a máxima absoluta foi registrada em janeiro de 1984, em trono de 43.1°C. Por sua vez, a média das temperaturas mínimas é 20.1°, onde a mínima absoluta foi registrada em julho de 1975, com 9.9°C (Figura 2).

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Meteorologia, coordenada pelo Ministério da Agricultura.

<sup>4</sup> Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (Estado do Rio de Janeiro).



Fonte: GEOESTE

**Figura 2:** Normais de temperatura em Bangu (1961-1990)

Em Bangu, por exemplo, a sua localização dentro de um vale e circundado por dois maciços: Pedra Branca e Mendanha contribui muito para as altas temperaturas.

O aquecimento do Bairro de Bangu é agravado não só pela dificuldade da brisa marítima e dos ventos de origem polar em alcançar o interior através do Maciço da Pedra Branca, vertente a barlavento que está voltada para o Oceano Atlântico. Ao ultrapassar a barreira orográfica da montanha, os ventos encontram-se quentes e secos e, numa trajetória descendente "pressionam" a massa de ar existente na vertente a sotavento, causando aumento da temperatura. O aprisionamento de massas polares e brisas marinhas, que penetram no vale formado pelos Maciços da Pedra Branca e Mendanha, originam uma outra massa, de características quentes e com baixa mobilidade, caracterizando a região como uma "ilha de calor".

Os elevados índices de desmatamento tendem a elevar os índices da temperatura local, entretanto, os maciços florestados realizam um efeito de regulador

térmico, pois apresentam temperaturas mais moderadas, devido a densa cobertura vegetal.

Caracteristicamente na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro as chuvas estão relacionadas predominantemente à dinâmica de circulação atmosférica do Sudeste Brasileiro. Assim a pluviosidade é muito mais intensa nos meses de verão, período de dezembro a janeiro, destacando-se o decréscimo contínuo até agosto.

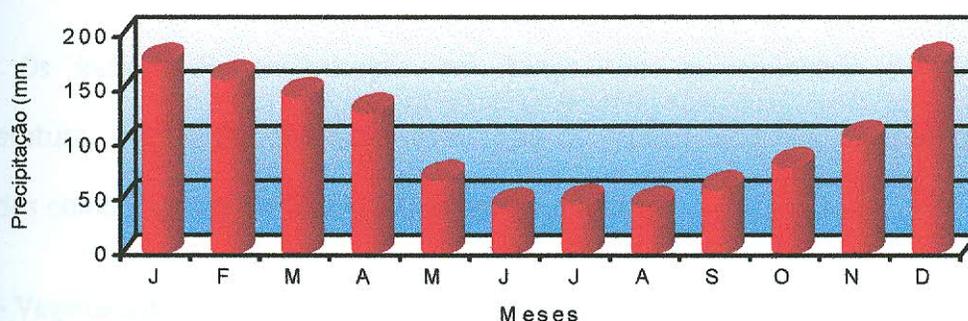
Nos meses de verão, as chuvas apresentam maiores incidências sobre as áreas mais aquecidas, isto é, nas baixadas entre os Maciços da Pedra Branca e Mendanha onde devido a pouca circulação atmosférica e a fraca incidência de ventos provenientes do oceano, têm-se uma concentração de calor que conseqüentemente gera uma maior taxa de evaporação, a qual também concentra-se na área devido a incipiente circulação. Aliado a isto também somam-se outros fatores de influência que são gerados em decorrência das maiores taxas desmatamento e índices de urbanização desta área.

Durante o inverno, mesmo sob condições de entradas de frentes frias, o fraco aquecimento do solo e o baixo teor de umidade das massas não permitem a formação de grandes chuvas.

A distribuição espacial de ocorrência das chuvas do litoral em direção ao interior, aponta para um mínimo no litoral, ocasionado pela menor convecção e maior estabilidade e um máximo de origem francamente orográfica, ligado às perturbações secundárias na vertente sul dos maciços; um novo mínimo a norte destes maciços e o aumento da quantidade de chuva no interior, onde estão localizadas as maiores temperaturas, uma menor circulação de ventos e uma ocupação urbana mais densa, no corredor entre os Maciços da Pedra Branca e do Mendanha.

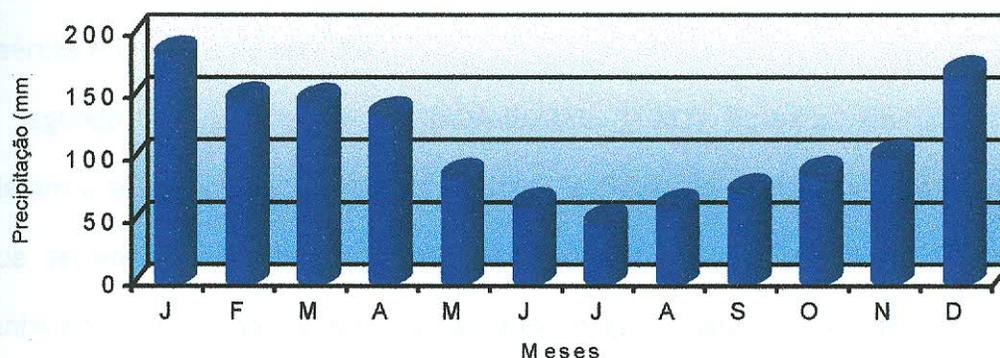
O total médio anual de precipitação em Bangu, segundo o INMET nos últimos trinta anos é 1.241mm (Figura 3), enquanto que em Campo Grande o total médio anual

é de 1.283mm e em Realengo de 1.117mm (Figura 4), já na Estação do Mendanha, o total médio é de 1.211mm (Figura 5). Em todas as estações, os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro, representando aproximadamente, entre 30 e 40% da precipitação anual, nesse trimestre verificam-se as precipitações de maior intensidade. Por sua vez, os meses mais secos são representados pelos meses de junho, julho e agosto, com precipitação variando entre 30 e 70mm.



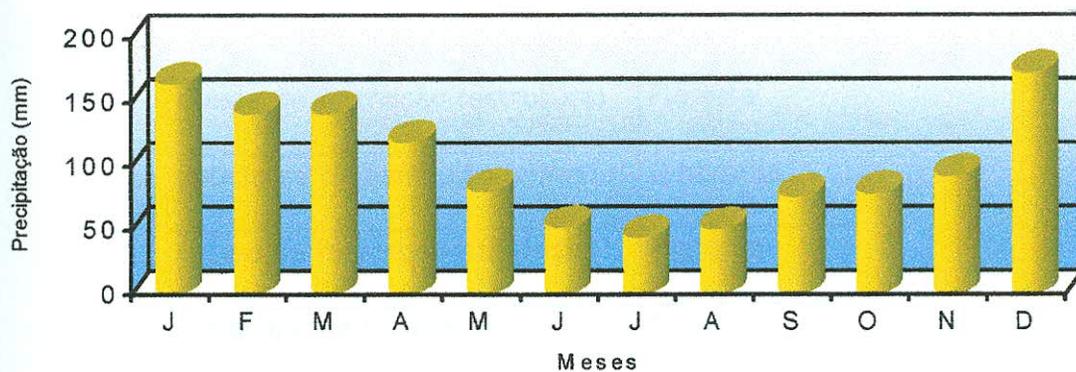
Fonte: GEOESTE

Figura 3: Média da precipitação total em Bangu (1961-1990).



Fonte: GEOESTE

Figura 4: Média da precipitação total em Campo Grande (1965-1994).



Fonte: GEOESTE

**Figura 5:** Média da precipitação total no Mendanha (1971-1994)

Os índices de precipitação em Bangu têm acompanhado a elevação da temperatura, principalmente nos meses onde os valores térmicos apresentam-se mais elevados como o meses de janeiro, fevereiro e março.

#### 4.1.5- Vegetação

Dos Maciços Costeiros do Município do Rio de Janeiro, o Maciço do Mendanha é o mais preservado por cobertura vegetal. Apresenta-se com uma exuberante área verde cuja maior expressão está na área de estudo, na sua vertente sul, fato confirmado por fotos aéreas e imagens de satélite.

Segundo a classificação do RADAMBRASIL (1983) baseada em critérios que consideram a estrutura da vegetação, o clima, a fisiologia, a fisionomia e o ambiente em que se encontra, a formação florestal que ocorre nas serras do Madureira e Mendanha enquadra-se nas características apresentadas abaixo (tabela 3).

<b>Classe de formação (estrutura)</b>	Florestal
<b>Subclasse de formação (clima)</b>	Ombrófila
<b>Grupo de formação (fisiologia)</b>	Higrófila
<b>Subgrupo de formação (fisionomia)</b>	Densa
<b>Formações (fitoambiente)</b>	Montana

**Tabela 3:** Classificação fitofisionômico-ecológica da formação florestal

Palmieri (1980) a classifica como floresta subperenifólia, que se caracteriza por formação florestal densa com espécies arbóreas de grande porte, típica de relevo montanhoso e de clima mesotérmico sub-úmido, onde nos períodos de estiagem algumas espécies perdem as folhas devido a falta de umidade.

Hoje, no entanto, parte da sua área se apresenta ocupada por mata secundária. A remoção de sua cobertura vegetal primária deu lugar a atividades agrícolas como: plantações de cana de açúcar, de cafezais e de laranjais, que ocuparam as baixadas e as encostas (Figuras 6 e 7).



Figura 6: Substituição da vegetação original de encosta por mata secundária.



Figura 7: Cultivos no sopé do Mendanha.

As encostas constituem-se na área mais crítica do Maciço no que diz respeito ao desmatamento e uso inadequado do solo. Subindo as encostas, encontram-se extensos capinzais e principalmente bananais, além de áreas de urbanização e exploração de recursos de forma imprópria (Figuras 8, 9 e 10).



**Figura 8:** Cultivo de bananas na encosta.

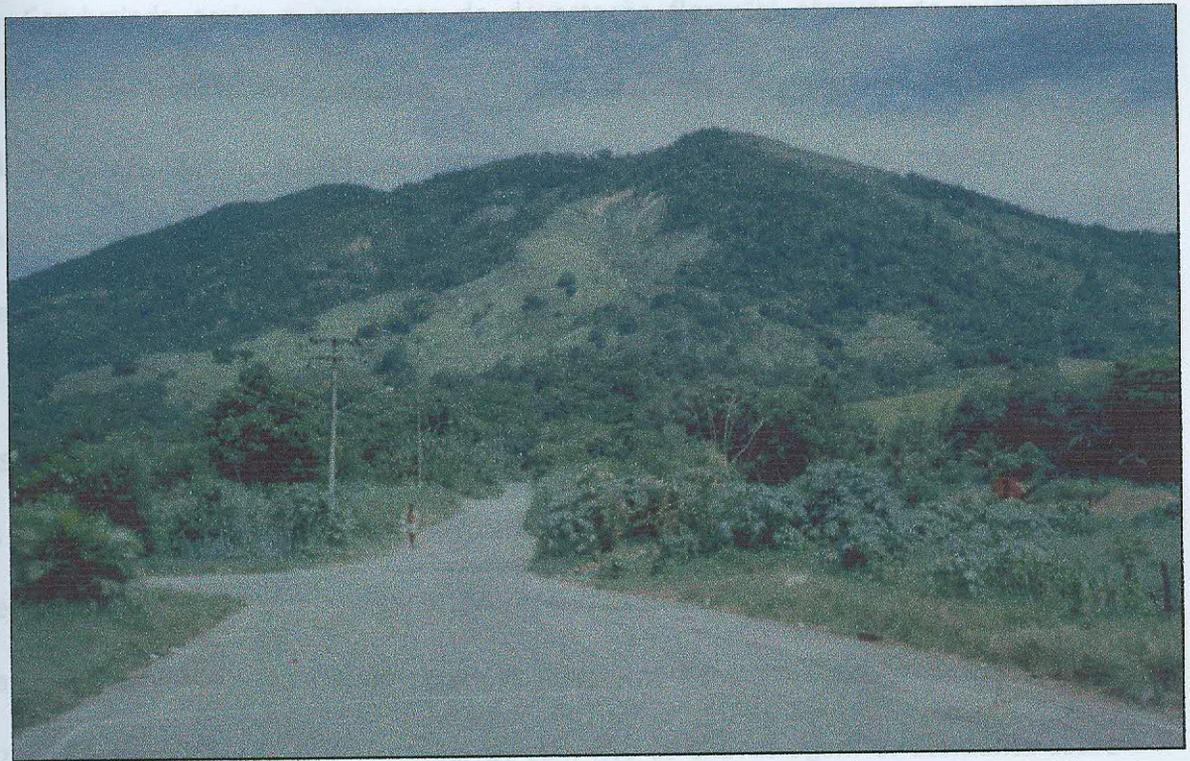


Fig 9: Capinzais "subindo" encosta do Morro do Marapicu.



Figura 10: Pressão urbana chegando ao sopé do Mendanha. Vista aérea a partir da encosta do Mendanha.

Conduzindo assim a processos de devastação florestal através de queimadas, exploração de pedras de cantaria, atividade agrícola, favelamento, especulação imobiliária e ainda incêndios provocados por balões, contribuindo para empobrecimento do solo, erosão acelerada, eventos catastróficos e profundas alterações no ecossistema local.

Além dos problemas acima mencionados, as linhas de alta tensão provocam imensos impactos, no sentido norte-sul, no Morro Marapicu e na Serra do Mendanha, essas são acompanhadas por um desmatamento que são mantidos para a manutenção da rede e como acesso aos invasores da reserva florestal e explorações de madeira e lenha. Essas atividades ocasionam grandes aberturas na mata causando cicatrizes de deslizamentos devido ao processo erosivo, com isso as chuvas agem diretamente sobre o solo nu, provocando enxurradas que levam grande quantidade de terras para os rios, causando um processo contínuo de assoreamento e inundações devido a perda do volume da calha fluvial.

#### 4.1.6- Solos

Os levantamentos de solos são ferramentas importantes para o planejamento de uso das terras. Além de mostrarem a distribuição espacial das diversas classes de solos, fornecem informações essenciais sobre as características químicas, físicas, mineralógicas e também sobre as condições ambientais dos solos, segundo critérios referentes às condições das terras que interferem direta ou indiretamente no comportamento e qualidade do meio ambiente (Palmieri & Larach, 1996).

De acordo com EMBRAPA (1980), devido aos desnivelamentos acentuados, na área do Maciço do Mendanha, ocorre a identificação de toposequências segundo uma escala hipsométrica somente alterada por influências do material originário. Uma das

mais comuns é constituída de Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo nas cristas dos maciços com altitudes superiores a 300 metros; Podzólico Vermelho-Amarelo e Brunizem Avermelhado nas encostas com altitudes entre 40 a 300 metros; Podzólico Vermelho-Amarelo moderadamente drenado, Planossolo, Solos Aluviais, Gley pouco-húmico e Solos Orgânicos em altitudes inferiores a 40 metros, em obediência aos desníveis dentro da baixada sedimentar.

Seguindo esse mesmo trabalho podemos destacar as seguintes classes de solos na área de estudo:

#### *Latossolo Vermelho-Amarelo*

Classe de solos minerais não hidromórficos, apresentam os horizontes principais: A / Bw/ C, com A moderado e com B latossólico, de estrutura granular e boa coesão. Associados a rochas alcalinas, desenvolvidos a partir de colúvio. Ocorrem em relevo montanhoso com declividade de 45 - 75%, em altitudes superiores a 300 metros.

A fração de argila deste horizonte, constituída por misturas de argilominerais do grupo da caolinita e óxidos/hidróxidos de Fe e Al, pode ter o destaque de argilominerais ou de componentes de Fe e Al. O horizonte C está relacionado às características mineralógicas/texturais das rochas de origem. Neste solo ocorre baixa atividade  $T < 24$  meq/100g de argila no horizonte B e procedem os valores baixos de saturação de bases (V%).

#### *Podzólico Vermelho - Amarelo*

Apresentam seqüência de horizontes A / E / Bt / C ou A / Bt / C; o horizonte eluvial E pode faltar. Ocorrem com horizonte A espesso e arenoso ou E, seguidos de horizonte B textural não plíntico, perfis bem drenados de contrastes acentuados entre

os diversos horizontes, modalidade textural argilosa ou muito argilosa, apresentando cerosidade característica, estrutura em blocos moderada a bem desenvolvida e do horizonte C, variável em função da composição mineral e textural da rocha de origem.

**tipo** A diferença textural entre os horizontes A e B, isto é, a maior concentração de argila no horizonte B, com cerosidade, o grau de desenvolvimento da estrutura, a presença de argila dispersável em água, entre outros, contribuem para sua suscetibilidade à erosão, desenvolvendo ravinas e voçorocas a partir de pequenas concentrações de águas pluviais.

**Planossolos**  
Ocupam áreas constituídas por rochas de caráter ácido / intermediário e podem ser encontrados em relevo suave ondulado (entre 3 a 8% de declividade), relevo ondulado (entre 8 a 20% de declividade) e relevo forte-ondulado (entre 20 a 45% de declividade).

**entre** Neste solo ocorre baixa capacidade de troca de cátions ( $T < 24$  meq/100g de argila), após correção para carbono; saturação de base ( $V < 50\%$ ).

### ***Brunizem Avermelhado***

**mesmo** Solos que apresentam seqüência de horizontes: A / Bt / C. Em relevo forte ondulado com declividade de 20 - 40%. Solos com horizonte A chernozêmico, horizonte superficial escuro, rico em matéria orgânica e horizonte B textural.

**tipo** O Brunizem tem horizonte B textural com argila de atividade alta ( $T > 24$  meq/100g de argila) após correção de carbono e saturação de base ( $V > 50\%$ ), é eutrófico, por isso tais solos dispõem de elevado potencial nutricional.

**fosfo** O horizonte A chernozêmico é o que engloba as melhores condições para o aproveitamento agrícola deste solo, devido não só a sua alta saturação de bases, como

também a sua estrutura e conteúdo de matéria orgânica, favoráveis ao desenvolvimento radicular e a uma boa nutrição das plantas.

**plano:** Solos bem estruturados com estrutura forte do tipo granular no horizonte A e do tipo em blocos angulares e subangulares com cerosidade forte e abundante no horizonte Bt. O Bt apresenta alta suscetibilidade à erosão por ravinas ou voçorocas, iniciando por pequenas concentrações de águas pluviais. O Bt é pouco espesso e seu uso adequado é a agricultura. Ocorrem em áreas de rochas de caráter intermediário.

#### **freático:** *Planossolo*

**const:** Solos que destacam uma seqüência de horizontes A /E /Bt /C. Há ocorrência de uma transição textural abrupta entre os horizontes A/E que são extremamente lavado e sua textura é arenosa. Quando o Bt está seco, ocorre uma superfície de fraturamento entre ele e o horizonte acima, devido a sua grande compactação e elevado conteúdo de argila.

**open:** O horizonte A, normalmente, aparece escurecido sobre camadas estratificadas (C). Seu uso adequado é para pastagens e agricultura, pois tem potencialidade agrícola, mesmo tendo baixa saturação por bases (V% de 15% a 30%), devido a sua posição na área de várzeas, sujeita a erosão ou não.

**sube:** Estes solos se distribuem nas baixadas em relevo plano, com 0 - 3% de declive e são desenvolvidos dos sedimentos aluvionares areno-argilosos do Quaternário. Pode ser usado para ocupação, porém, quando em áreas baixas, é inadequado para moradia, pois o lençol freático se encontra próximo à superfície, impedindo a instalação de fossas sépticas.

#### **tip:**

Às vezes, se apresenta com alto grau salino, que prejudica a água subterrânea extraída através de poços, tornando-a salobra; devido ao sódio é chamado de "planossolo solódico".

O regime hídrico é peculiar, havendo um excesso de umidade na época das chuvas e um extremo ressecamento na estiagem. O horizonte Bt, na seca se apresenta resistente à escavação e pode conter argila expansiva, prejudicando a instalação de fossas sépticas e a rede de abastecimento de água, devido a oscilação do lençol freático.

O horizonte E é essencialmente arenoso, sendo fonte de extração de areia, para construção civil.

#### *Solos Aluviais*

Abrangem solos pouco evoluídos e não hidromórficos, de grande potencialidade agrícola, onde a mecanização pode ser praticada de maneira intensa. Se desenvolvem apenas nas planícies aluvionais, em depósitos recentes de origem fluvial do Quaternário. Como horizonte diagnóstico encontra-se apenas o A, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas, geralmente gleizadas, sem relação pedogenética entre si, que é um aspecto importante, logo não têm horizontes diagnósticos de subsuperfície.

Variável em relação a sua profundidade, que depende da altura do lençol freático mas, de modo geral, isto não chega a impedir o desenvolvimento radicular, embora os riscos das inundações não possam deixar de ser considerados.

Os solos Aluviais variam quanto à saturação de bases (V%), atividade da argila, tipo de horizonte A, textura e tipo de vegetação.

### *Gley Pouco Húmico*

Solos minerais, hidromórficos, horizonte A moderado. Ocupam as várzeas inundáveis nos períodos mais chuvosos, desenvolvidos de sedimentos argilosos do Quaternário.

Solos mal ou muito mal drenados, elevado valor ácido e com grande influência de formação do lençol freático, do que sucedem as cores cinzentas com ou sem mosqueados decorrentes de reações de oxidação e redução relacionado ao processo de gleização. Têm textura argilosa ou muito argilosa e seqüência de horizontes. O horizonte C se apresenta fortemente fendilhado, quando seco.

Neste tipo de solo se destacam: as limitações devido ao lençol freático próximo à superfície, ocorrendo risco de inundações ou alagamentos freqüentes nos períodos chuvosos; textura argilosa dos horizontes A e C; materiais impróprios para aterros; condições precárias de fundação; má qualidade de água subterrânea, condições inadequadas para instalação de fossas de infiltração, baixa drenabilidade e baixa suscetibilidade à erosão. É eutrófico, logo solo fértil, com alta saturação de bases (V%), serve para atividade agrícola.

### *Solos Orgânicos*

São solos hidromórficos não minerais, apresentam baixa densidade aparente, cores escuras ou pretas, extremamente ácidos e altos teores de carbono. Se formam pela progressiva acumulação, em ambientes palustre, de resíduos vegetais que, com o tempo, vão se decompondo em material turfoso. A sua decomposição bioquímica é retardada devido as condições permanentes de encharcamento, ocasionando o seu acúmulo.

O lençol freático varia de 40 a 80 centímetros de profundidade e em muitos casos está à superfície. Estes solos são férteis, uma vez drenados apresentam boa potencialidade para agricultura.

#### 4.2- O "Quadro Humano" e o Processo de Ocupação

O Rio de Janeiro, já desde a sua fundação teria sido a "cidade da desordem", pelas curvas e pela inexistência de traçado retilíneo e pela ausência de fato de um plano regular ou um traçado prévio (Fridman, 1999).

Os arredores da cidade, no denominado "sertão carioca", atual Zona Oeste, que correspondiam administrativamente às freguesias de Jacarepaguá, Nossa Senhora do Desterro de Campo Grande, São Salvador do Mundo de Guaratiba e Santa Cruz, onde insere-se o Maciço do Mendanha.

A apropriação das terras brasileiras pelos portugueses deu-se através do sistema de doação de sesmarias, ou seja, a terra era doada gratuitamente a quem tivesse condições de aproveitá-la e de pagar o dízimo. Assim a responsabilidade pela ocupação e colonização das terras recaía sobre particulares, todavia as terras continuavam a pertencer ao Rei sob jurisdição espiritual da Ordem de Cristo (Fridman, 1999). Tais condições para o aproveitamento da terra, estavam intimamente relacionadas ao número de escravos possuídos pelos senhores que demandavam terras devolutas. O tipo de exploração da terra e as técnicas utilizadas para tal eram bastante arcaicas e degradantes, necessitando de um grande número de mão-de-obra escrava e ocasionando o esgotamento do solo e a conseqüente busca de novos lotes. Predominavam as monoculturas da cana-de-açúcar e do café em grandes propriedades rurais além de pequenos pastos pertencentes a homens abastados e mais próximos do poder.

Outra parcela da sociedade que era grande possuidora de terras eram as ordens religiosas, as quais recebiam terras doadas como forma de devoção de seus fiéis. Assim, de acordo com Fridman (1999), as localidades da atual Zona Oeste estiveram

condicionadas à ação do senhor de engenho e do padre. Como o contato com a cidade era pequeno, cada propriedade rural constituiu-se então como pólo aglutinador da sociedade. Colaboravam para isto a auto-suficiência das propriedades e a baixa densidade populacional residente em seus limites.

**Conseq** Em meados do século XIX, com a suspensão da doação de sesmarias em 1822, diversos posseiros e arrendatários que encontravam-se em situação ilegal -visto que a concessão de terras como sesmarias era condicionada ao uso produtivo da terra pelo senhor- tiveram sua situação legalizada, legitimando a divisão de terras já existente desde a época inicial da colonização. A partir da promulgação da Lei de Terras em 1850, foi consolidada a propriedade privada de terras e instituído o seu mercado. Avançaram assim as divisões e ocupações fundiárias.

**recon** Este período de mudanças extremamente significativas quanto à posse e ao uso da terra no Brasil marca a passagem do sistema de sesmarias para o de mercantilização das terras e ocorreu concomitantemente com a formação do Estado Imperial e com a inserção da economia brasileira no contexto capitalista internacional através do ciclo do café.

Todavia, apesar do aumento de foreiros e arrendatários legitimados como proprietários de terras, é notado nesta época do ciclo do café o monopólio da terra nas mãos de grandes fazendeiros latifundiários com ligações políticas e mercantilistas.

**func** A partir de 1870, com o declínio da oferta de mão-de-obra escrava e a propagação das pragas foi retomada a produção açucareira sob a forma de engenhos centrais, deixando para trás a agricultura de *plantation* (Fridman, 1999).

**foi** Quando o solo tornou-se uma mercadoria de interesse dos posseiros e dos proprietários rurais, grandes glebas na cidade do Rio de Janeiro acabaram divididas,

ocasionando posteriormente um amplo processo de urbanização nas freguesias rurais da Zona Oeste.

De acordo com Fridman (1999) a ocupação dos arredores do Maciço do Mendanha data de registros de 1660 quando as terras foram definidas como bens do Conselho para uso público. As chamadas terras realengas destinavam-se principalmente à pastagem e ao descanso do gado a ser consumido na cidade.

O Governo ao comprar algumas posses para a construção de um quartel militar, o Campo de Marte, estabelecido em 1859 juntamente com a Escola de Tiro e a Imperial Academia Militar, proporcionou o retalhamento das terras realengas, divididas agora em quadras regulares e aforadas. Em 1874 com a instalação do Arsenal de Guerra foi realizada uma nova distribuição de terras, visto que para a construção do Arsenal fez-se necessária a abertura de novas ruas e praças e mudar a direção de algumas ruas já existentes. Com a implementação das edificações militares e a disponibilização de serviços houve um aumento no número de aforamentos e no valor dos mesmos. A localização, a oferta de serviços e o uso previsto se caracterizaram como elementos fundamentais na fixação dos preços fundiários (Fridman, 1999).

O processo de ocupação transformou o Realengo de Campo Grande em uma zona militar cujo ápice foi o estabelecimento da Escola Preparatória e de Tática e do 1º Batalhão de Engenheiros em 1897. No Largo foram construídas moradias para funcionários da Fábrica de Cartuchos do Exército, inaugurada em 1898. Esta mudança de uso, de um povoado agrícola para uma localidade residencial, industrial e de serviços, implicou um processo de urbanização e de valorização fundiária, cuja marca foi a de ter sido empreendido pelo Estado.

Na localidade de Bangu, fundada como engenho da Serra em 1777 predominou a atividade rural até 1889, onde desenvolvia-se a pecuária, cultivava-se café, cana-de-

açúcar e capim para a cavalaria do Exército, além desta fazenda servir de hospedaria a Guarda Policial que acompanhava D. João VI em suas viagens. Por fim a Fazenda Bangu foi negociada com a Companhia Progresso Industrial do Brasil que inaugurou em 1889 uma fábrica têxtil. As terras adquiridas pela Companhia foram além da Fazenda Bangu e nos anos posteriores foram incorporadas mais terras que totalizaram cerca de 40Km<sup>2</sup> para o seu patrimônio. A instalação da fábrica em Bangu deveu-se a farta disponibilidade de energia hidráulica –que era o maior problema urbano do Rio de Janeiro– e ao transporte ferroviário –Estrada de Ferro D. Pedro II. A Companhia foi a grande responsável pelo início da urbanização na localidade de Bangu, com a construção da estação ferroviária para atender seus interesses, a edificação da vila operária, a abertura de ruas e implantação de sistemas de água, esgoto e eletricidade que permitiram a constituição de um núcleo urbano fabril, afastado do centro e relativamente autônomo. Neste caso, a urbanização foi um negócio privado com total apoio do Governo (Fridman, 1999). A produção de açúcar foi substituída pela a de algodão, mas logo foi restabelecida pois a última não atendia as necessidades as quais se destinava. Em 1906 um plano de urbanização e loteamento foi encomendado pela Companhia para a concessão de lotes aos seus funcionários a fim de que estes pudessem construir suas casas.

Nos arredores da Fazenda Bangu, entre as Serras do Bangu e do Mendanha, existiam extensas propriedades onde havia importante produção de café e de aguardente. Posteriormente uma destas propriedades -a Fazenda Gericinó, de 18,7Km<sup>2</sup>- foi adquirida pelo Governo à Empresa Industrial Brasileira para a formação dos campos de treinamento e manobras do Exército, existentes até hoje.

É importante salientar que a Fazenda do Mendanha, fundada na Segunda metade do século XVII, foi pioneira na cultura de café na cidade do Rio de Janeiro e para

Magalhães (*apud* Prefeitura do Rio de Janeiro, 1970) os cafezais alastraram-se na baixada, galgaram a Serra do Mendanha e só posteriormente se espalharam pelas terras cariocas.

**peru** Também muito contribuiu para a colonização e povoamento da Zona Oeste a Fazenda de Santa Cruz que teve sua origem ligada ao estabelecimento dos jesuítas na região desde o século XVI. A sua localização foi estratégica, não só ao que diz respeito aos interesses dos jesuítas como também pelas benfeitorias de serviços e infraestrutura que acompanharam o seu desenvolvimento e muito contribuíram ao desenvolvimento de toda a Zona Oeste.

**imp** A Fazenda de Santa Cruz desenvolve-se de maneira diferente que as anteriormente citadas, visto que os religiosos desde o início de sua ocupação já preferiram o sistema de arrendamentos -contrário à preferências dos demais proprietários- para manter o controle de suas propriedades. Outro ponto que difere as propriedades dos jesuítas das demais é a diversificação de atividades nelas desenvolvidas. A produção da Fazenda de Santa Cruz abrangia além da pecuária -que abasteceria a cidade durante todo o século XIX- uma diversa gama de atividades agrícolas tais como as culturas do arroz, feijão, mandioca, anil, fumo, algodão, legumes, frutas e posteriormente café. Havia também muita atividade manufatureira em olarias, serrarias, carpintarias, ferrarias, fábricas de canoas, de móveis e artigos de couro. Pode-se afirmar que a fazenda constituía-se em um grande centro agrofábril, autônomo, produtor de excedente escoado por caminhos tanto em direção ao mar quanto para outros engenhos (Fridman, 1999). Além da atividade produtiva-mercantil, os jesuítas desenvolviam atividades sociais tais como a alfabetização e alimentação das crianças e as ensinavam música e um ofício e ainda lhes proviam vestuário.

Em 1759 a Fazenda de Santa Cruz foi incorporada aos bens da Coroa e passou a Fazenda Real, subordinada diretamente ao Vice-Rei. Com a chegada de D. João VI, a residência dos jesuítas foi transformada em palácio de veraneio real e em todo o percurso da então Estrada Real de Santa Cruz foram realizados melhoramentos, principalmente a fim de atender aos muitos viajantes que por ela passavam. Neste período onde a Fazenda passou a ser utilizada pelo Rei, observam-se mudanças nas classes sociais dos foreiros daquelas terras, os quais agora constituíam-se em sua maioria de nobres. Inicia-se aí a ocupação de caráter urbano em Santa Cruz. Foram abertas ruas e alinhados lotes em suas terras, pelos quais agora eram cobrados impostos. Instaura-se também uma mudança nas atividades econômicas, transitando-se da agropecuária tradicional à agro-industrial e/ou a industrial propriamente dita. No final do século XIX já era claro o processo crescente de urbanização de Santa Cruz, lá já haviam uma rua do comércio, serviços de abastecimento de água e transporte ferroviário de bondes -porém não podemos atribuir ao transporte ferroviário nesta região o papel indutor de expansão urbana que teve nas zonas suburbanas, já que na Zona Oeste a função principal dos transportes ferroviários era o escoamento da produção das fazendas.

Em 1841 foi promulgada a lei que proibiu novas concessões de terras além de instituir a cobrança de impostos anuais por légua quadrada de terreno. Até então as terras não eram demarcadas pois com o esgotamento dos solos devido à utilização de técnicas rudimentares e inadequadas aos cultivos sempre havia a necessidade da incorporação de novas áreas. Era mais relevante o direito de uso que o de posse. Porém com a nova Lei de Terras, as terras ganharam um valor mercantil e tornaram-se um tipo de acumulação primitiva.

De acordo com Fridman (1999), entre 1838 e 1870, a população da cidade cresceu a uma taxa de 72%, a população urbana praticamente dobrou (98%) e a rural apresentou uma taxa de 11%.

No final do século XIX, o fim da escravidão promoveu a desvalorização das terras, as quais tinham o seu uso intimamente relacionado à disponibilidade de grandes contingentes de mão-de-obra escrava. O fim da escravatura, o deslocamento da cultura do café para o Vale do Paraíba, a instituição de leis que regulamentavam o uso e a propriedade das terras e que permitiram a criação de sociedades anônimas, o incremento na comunicação entre a Zona Oeste e o Centro e o incremento cada vez maior em infra-estrutura e serviços, com a conseqüente transformação na ordem econômica, tiveram como resultado imediato o parcelamento das antigas fazendas em propriedades menores, que no século XX tomaram ares verdadeiramente urbanos.

Nas primeiras décadas do século XX a economia rural, acompanhando os ciclos econômicos tem a laranja e a banana substituindo o plantio do café até a década de 1930, nas regiões da Baixada Fluminense, Bangu e Campo Grande e Baixada de Sepetiba (Ramalho, 2000).

Na década de 1940 a agricultura na Zona Oeste já estava em franca decadência e suas terras cediam cada vez mais espaço à ocupação urbana, impulsionada agora pela implementação de rodovias interestaduais - inauguração da Rodovia Rio-São Paulo, extensão da avenida Brasil (antigo Caminho de Santa Cruz ) e do pólo industrial. As condições de acesso foram melhoradas, obras de saneamento realizadas e a eletrificação da linha férrea concluída, o que contribuiu para a ocupação da porção norte dos bairros de Bangu e Campo Grande (Ramalho, 2000). Ocorre portanto, nos anos subseqüentes, a descaracterização das áreas destinadas à agricultura que vão dando lugar aos novos assentamentos urbanos, prioritariamente os de baixa renda.

O aumento populacional da Zona Oeste alcançou entre 1940 e 1950 um incremento de 70% e entre 1950 e 1960 atingiu 112%.

O processo de transformação do uso do solo culminou com a política de remoção de favelas das áreas consideradas nobres da Zona Sul para as regiões mais afastadas, quando vários conjuntos habitacionais foram construídos. Para a construção de tais conjuntos surge em 1975 da antiga Companhia da Habitação da Guanabara, a CEHAB-Companhia Estadual de Habitação com a finalidade de abrigar favelados que estavam sendo removidos de áreas nobres da Zona Sul da cidade. A década de 1970 foi marcante pela compra de terras pela CEHAB. Os maiores vendedores de terra para a construção dos 92 conjuntos habitacionais existentes no Rio de Janeiro foram os proprietários particulares, seguidos pelas empresas não imobiliárias e pelo INPS. Entretanto, os terrenos adquiridos pela CEHAB no final da década e início dos anos 80, encontram-se sem uso até hoje e encontram-se principalmente em Santa Cruz e Campo Grande (Fridman, 1999). Ainda segundo Fridman (*op cit.*) metade das terras públicas ociosas da cidade pertencem à CEHAB.

A localização desses conjuntos habitacionais não obedeceu a padrões preestabelecidos e nem à diretrizes de ocupação compatíveis com os solos ou com o meio físico, produzindo deficiências nos sistemas de infra-estrutura e equipamentos urbanos, favorecendo assim a aquisição pela população de baixa renda.

A atuação dos loteadores autônomos propiciou uma significativa transformação no uso do solo da região, sendo que 50% deles de maneira irregular. A produção de loteamentos regulares e irregulares nas áreas mais afastadas era prática comum, acarretando o desconhecimento pelo Órgão Responsável. Sem iluminação pública, sem ruas pavimentadas, sem esgotos e com pequenos trechos precários de abastecimento de água e de energia elétrica, esses loteamentos permaneciam na condição de irregulares,

constituindo um desafio à real ocupação de áreas com potencial urbano para o uso residencial. Moradias clandestinas, posseiros, invasões, direitos de "uso capião" são outras modalidades de ocupação não previstas em lei e que persistem aos dias atuais em toda a Zona Oeste.

A tentativa de regulamentar o uso do solo na década de 70 veio acompanhada de leis, decretos, normas, muitas vezes revelando contradições entre as leis gerais e as específicas. Mas a falência do Sistema Financeiro da Habitação no final dos anos 70 foi o fator de maior peso que provocou a aceleração no ritmo de ocupações irregulares em toda a região, apontando fortes tendências de expansão das áreas ainda desocupadas.

Na década de 80 altera-se o perfil dos loteamentos devido aos novos custos da produção legal de lotes e a diminuição da produção pelas empresas construtoras. Os loteamentos de casas prontas são destinados à classe média e a população de baixa renda, que tinha no loteamento sua forma de moradia, acaba se favelizando, produzindo o crescimento dos loteamentos clandestinos (Ramalho, 2000).

Ainda, segundo Ramalho (2000), nos dias de hoje a Zona Oeste tem a sua paisagem caracterizada por um mosaico de grupos sociais identificados através das estruturas de ocupação, isto é, favelas, invasões, loteamentos irregulares, Conjuntos Habitacionais, bem como "condomínios fechados" de classe média alta, residências de veraneio nas proximidades do mendanha e até um *shopping center*. Assim, o que no passado caracterizava-se por "Sertão Carioca" hoje encontra-se em fase final de transformações, com uma área agrícola restrita aos sopés das serras locais.

## 5 MÉTODOS E TÉCNICAS

---

Neste capítulo serão expostos os mecanismos e os procedimentos utilizados para o desenvolvimento da base operacional desta Dissertação, assim como a metodologia empregada para se atingir os resultados que explicam os produtos referentes à vulnerabilidade de paisagens do Maciço do Mendanha.

### 5.1- Proposta Metodológica

O crescente número de aspectos relacionado à conservação da paisagem requer soluções baseadas em perspectivas integradas, exigindo conseqüentemente, bases teóricas, conceituais e metodológicas –mesmo que transdisciplinares– convergentes à uma linguagem comum entre aspectos filosóficos e de implementação.

Isto é possível alicerçado nos princípios da ciência geográfica, que é tradicionalmente integrativa no que diz respeito à interação entre as questões humanas e as questões naturais no plano teórico e conceitual bem como enquanto prática.

A proposta metodológica baseia-se na utilização de critérios para definição/diagnóstico de potencialidades e limitações das unidades de paisagem a ajustes em resposta à perspectivas adversas ou indesejáveis. Sendo tais ajustes uma função de como os elementos que compõem cada unidade de paisagem constituem formas, *locus* e síndromes de vulnerabilidade em diferentes combinações e magnitude. Isto conseqüentemente resulta numa diferenciação da cena espacial, possibilitando a identificação de classes de vulnerabilidade de paisagens e, partindo destas, traçam-se diretrizes para o zoneamento ambiental do Maciço do Mendanha.

Para o estabelecimento das classes de vulnerabilidade, que correspondem ao propósito deste trabalho, são primeiro identificadas, separadamente, como cada classe de componentes da paisagem contribui para a vulnerabilidade da área como um todo.

Em cada classe de componentes da paisagem são "eleitas", de acordo com os dados disponíveis, variáveis que sejam condicionantes mais representativas da vulnerabilidade da classe. Estas variáveis são então inter-relacionadas de acordo com critérios pré-definidos em cinco classes distintas que representam classes de vulnerabilidade.

Posteriormente, cada uma das cinco classes de vulnerabilidade de cada classe de componentes da paisagem é inter-relacionada, resultando em cinco classes finais de vulnerabilidade da paisagem como um todo.

Desta forma pode-se ter uma visão sistêmica de o quanto cada grupo de aspectos é vulnerável bem como cada grupo contribui para a vulnerabilidade de uma determinada paisagem como um todo.

O zoneamento ambiental baseado na vulnerabilidade de paisagens tem como diretriz a combinação das classes de vulnerabilidade associadas às classes de uso/cobertura do solo, as quais são a base fisionômica que define a paisagem propriamente dita.

A partir da relação vulnerabilidadeXpaisagem e, ainda levando em consideração um limite de preservação a ser respeitado –por lei– acima da cota de 100m, é traçado um zoneamento ambiental para a área de estudo.

Com este procedimento unem-se as perspectivas sistêmica e de paisagem. A primeira estruturando e integrando fenômenos condicionantes em subsistemas, para um melhor entendimento do seu funcionamento e da sua contribuição para a vulnerabilidade da paisagem (Figura 11).

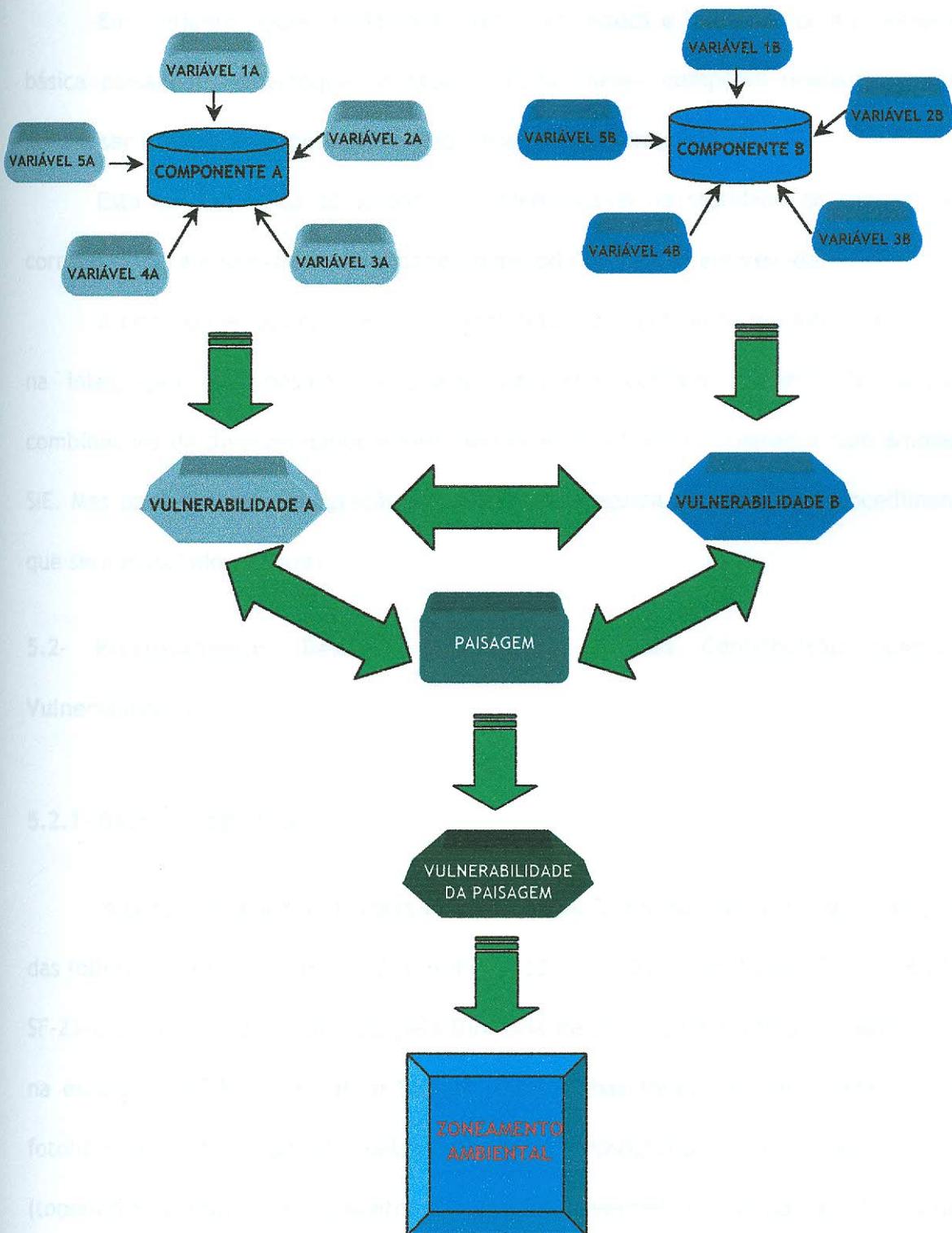


Figura 11: Fluxograma da metodologia.

Em conjunto, esses fenômenos inter-relacionados e balizados pela propriedade básica paisagem –o enfoque no aspecto fisionômico– compõem unidades as quais podem ser identificadas pela percepção visual na área em questão.

Esta característica comprobatória, identificável na realidade do terreno, vem corroborar para a relevância e validade do método de estudo empregado.

A criação destes cenários de vulnerabilidade bem como do produto final baseado na integração dos mesmos, é operacionalmente possível a partir de múltiplas combinações de diversos dados e informações espacialmente integrados num ambiente SIE. Mas para que esta integração seja possível é seguida uma série de procedimentos que será mostrado a seguir.

## 5.2- Processamento, Descrição dos Dados e sua Contribuição quanto a Vulnerabilidade

### 5.2.1- Base Cartográfica

A base cartográfica utilizada constitui-se da 2ª edição (1987)/3ª impressão (1993) das folhas de Santa Cruz (SF-23-Z-A-VI-4 e SF-23-Z-C-III-2) e Vila Militar (SF-23-Z-B-IV-3 e SF-23-Z-D-I-1), ambas produzidas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército-DSG, na escala 1:50.000 e no *datum* SAD-69. Essas folhas foram disponibilizadas em seus fotolitos originais –separados pelas cores sépia (hipsografia), azul (hidrografia), preta (toponímia, sistema viário e pontos de controle) e vermelha (sistema viário)–, os quais foram escaneados em formato binário *TIFF* com uma resolução de 800dpiX800dpi.

Através da utilização dos programas *I\_RAS/B* e *I\_GEOVEC* –que funcionam juntamente com o *CAD MicroStation*– foi possível o georreferenciamento dos fotolitos pelo método *Affine*, o qual consiste num modelo matemático para correção geométrica

que pode ser baseado em polinômios de diversas ordens. Neste caso foi utilizado um polinômio simples, de primeira ordem, o qual requer um mínimo de três pares de pontos fonte e destino para a performance do georreferenciamento.

Os pontos fontes são coletados da imagem (fotolito digitalizado) e os pontos de destino são coletados das cartas topográficas correspondentes impressas em papel.

Os parâmetros cartográficos, *datum* e projeção, utilizados para a vetorização foram SAD-69 e UTM zona 23S, respectivamente. Estes são os parâmetros em que se baseiam originalmente as cartas utilizadas.

Após o georreferenciamento todos os elementos que compõem as cartas são vetorizados num procedimento semi-automático, ou seja, com a intervenção do operador, através do programa *I\_GEOVEC*.

As características gráficas, bem como os padrões de acurácia dos elementos vetorizados seguiram os padrões da Mapoteca Topográfica Digital-MTD do IBGE.

Os arquivos vetoriais de cada fotolito são disponibilizados em formato *.dgn*, que é o formato do *MicroStation*, compondo uma carta topográfica digital.

Os subprodutos utilizados, obtidos com a carta topográfica digital foram a rede de drenagem e as curvas de nível, as quais serviram como base de dados para o modelo digital de terreno-MDT.

### 5.2.2- Modelo Digital de Terreno-MDT e Geração do Mapa de Declividade

Após a vetorização das curvas de nível, foram associados a estas os valores altitudinais através do módulo *Terrain Analyst-MTA* do *MGE*.

Os contornos das curvas de nível já com seus respectivos valores são exportados em formato *dxf* para o *Spring*, onde foi gerado o *TIN*.

Os parâmetros informados como base de cálculo para a interpolação do tipo "linear" das linhas hipsométricas são calculados considerando a escala original dos dados. Sabe-se que a precisão dos dados disponíveis em mapas é em torno de 0.2 mm. O valor de 0.4 mm de tolerância para eliminação de pontos foi utilizado em testes que mostraram que este valor permite gerar grades triangulares bem comportadas (procuram-se triângulos mais equiláteros possíveis). A distância máxima entre pontos da isolinha é definida a partir da tolerância do "algoritmo de Douglas-Peucker" e testes indicaram que o valor dado por 20 vezes a tolerância pode ser utilizado. Estes valores são apresentados como *default* na janela de geração da grade triangular e os mesmos foram os utilizados para a geração desta superfície.

É válido salientar que a suavidade e a acurácia fornecidas por qualquer método de interpolação é afetada pela regularidade e pela densidade dos dados disponíveis.

A partir do modelo *TIN* foi então calculado um "modelo de declividade", o qual posteriormente foi dividido em classes de declividade de acordo com os parâmetros utilizados pela Embrapa (1988):

- *Plano* – Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%;
- *Suave ondulado* – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas (elevações de altitudes relativas até 100m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%;
- *Ondulado* – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;

- *Forte ondulado* – superfície de topografia movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;
- *Montanhoso* – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, serras e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;
- *Escarpado* – áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, com vertentes de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%.

Posteriormente o modelo de declividade classificado foi convertido como um mapa temático para o formato *shapefile*, acessado diretamente pelo *Geomedia Professional* e posteriormente inserido na mesma *Warehouse Access* dos demais dados.

No que diz respeito à vulnerabilidade, estas classes de declividade contribuem da seguinte forma de uma maneira simples e diretamente proporcional: quanto maior a declividade, maior a vulnerabilidade (tabela 5).

Vulnerabilidade	Classe de Declividade
Muito Baixa	Plano
Baixa	Suave ondulado
Moderada	Ondulado
Alta	Forte ondulado
Muito Alta	Montanhoso ou Escarpado

**Tabela 5:** Classes de vulnerabilidade segundo a declividade

### 5.2.3- Solos

Avaliando-se o solo isoladamente, verifica-se que, de acordo com suas características intrínsecas, estes possuem capacidades diferenciadas quanto à suscetibilidade à erosão hídrica. Esta resistência a erosão hídrica de cada solo é denominada de "erodibilidade do solo". Alguns atributos mineralógicos e químicos do solo afetam a erodibilidade de maneira indireta, basicamente de duas formas: influenciando a permeabilidade do solo e a resistência do solo às forças de dispersão, agregação, salpico, abrasão e transporte pela energia cinética da chuva e da enxurrada (Smith & Wischmeier, 1962).

A matéria orgânica do solo também exerce influencia indireta sobre a erodibilidade, principalmente na superfície do solo, onde em geral encontra-se em teores mais elevados. Pode-se salientar seu efeito na estruturação e formação de agregados estáveis, o que auxilia bastante para evitar a desagregação e o deslocamento de partículas, evitando assim a aceleração dos processos erosivos (Resende, 1985).

A estrutura do solo, ou seja, a forma com que suas partículas primárias (areia, silte e argila) estão arranjasdas em partículas maiores (agregados ou unidades estruturais), também exerce influência sobre a erodibilidade do solo. A estrutura granular, quando comparada com a estrutura maciça, laminar e em blocos, apresenta menor erodibilidade (Wischmeier *et al.*, 1971).

A granulometria ou a distribuição do tamanho de partículas é um dos atributos do solo que mais tem sido estudado em relação a erodibilidade. A erodibilidade tende a aumentar com o incremento do conteúdo de silte mais areia muito fina e a diminuir com o aumento dos conteúdos de areia com diâmetro maior que 0,1 mm e argila (Wischmeier *et al.*, 1971). A presença de gradiente textural ou mudança textural abrupta de um horizonte para outro, também é um importante fator a ser considerado na erodibilidade do solo, uma vez que acarreta a diminuição da permeabilidade em

subsuperfície, com conseqüente acúmulo de água e formação de fluxos subsuperficiais, facilitando o arraste dos horizontes superficiais pelo processo erosivo.

Com relação à condição de drenagem dos solos, é destacada a permeabilidade inerente a cada solo, a qual depende de sua textura, teor de matéria orgânica, tipo de argila, tipo de estrutura e presença de gradiente textural e/ou camada cimentada e/ou de impedimento. Outro aspecto considerado é a altura do lençol freático, a densidade de drenagem superficial da área e o risco de inundação devido a proximidades de rios, córregos, lagos e oceano.

A base cartográfica referente à delimitação das "classes de mapeamento de solos" foi cedida pela Embrapa-Solos em formato digital do *ARC/View* –*shapefile*– e é proveniente da última atualização do levantamento de solos do município do Rio de Janeiro (Embrapa, 1999).

O mapa de solos, originalmente realizado nas bases topográficas em escala 1:50.000 e *datum* SAD-69 do DSG, foi adequado à base municipal fornecida pela Secretaria Municipal do Meio-Ambiente (SMAC) em meio digital. Para isso o mapa de solos foi inicialmente ajustado na base impressa em papel vegetal, com checagem mancha a mancha pela rede de drenagem e curvas de nível.

Os limites das classes de uso, áreas urbanas, praias, mangue e afloramentos de rocha, considerados "tipos de terreno" num mapa de solos, foram redefinidos segundo a base cartográfica, os mapas de uso atual do Rio de Janeiro (de 1997) e as imagens de satélite disponíveis (SPOT 3).

Estes arquivos –da base fornecida pela Embrapa-Solos– não contavam com atributos referentes às características das classes de solos mas apenas com a geometria e o nome de identificação da unidade.

Os demais dados e informações sobre as características de cada unidade de mapeamento em relação à vulnerabilidade foram identificados e também extraídos deste mesmo levantamento de solos do município (Embrapa, 1999) e foram adicionados manualmente como atributos das geometrias correspondentes que definem cada unidade.

De acordo com Embrapa (1988) e Curi *et al.* (1993), os fatores inerentes ao solo que foram utilizados neste trabalho são:

- *Espessura do solum* – compreende a espessura dos horizontes A mais B, ou seja, da parte superior e pressupostamente mais intemperizada do perfil do solo;
- *Transição entre os horizontes* – refere-se à nitidez ou contraste de separação entre eles, sendo os seguintes os graus de distinção: Transição abrupta - quando a faixa de separação é menor que 2,5 cm; Transição clara - quando a faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm; Transição difusa - quando a faixa é maior que 12,5 cm. Apesar do tipo de transição já indicar a presença ou não de gradiente textural, vale realçar o conceito deste termo, dada a sua importância para avaliação da vulnerabilidade;
- *Gradiente textural* – corresponde a um considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância entre o horizonte A e o horizonte subjacente B;
- *Camadas adensadas em subsuperfície* – camadas com redução natural do espaço poroso e conseqüente aumento da densidade de camadas ou horizontes do solo por dessecação, iluviação ou precipitação química. Apresentam uma acentuada diminuição da condutividade hidráulica em relação às camadas ou horizontes adjacentes;

Estas “ampliações” na base de dados foram realizadas na nova *Warehouse*, comum aos outros dados e informações.

A partir de diferentes combinações entre estes atributos define-se a vulnerabilidade das classes de mapeamento de solos (tabela 6), que é principalmente relacionada à erodibilidade dos mesmos, que por sua vez baseia-se em fatores que interferem na percolação dos fluxos d'água no solo. Estes fatores são os utilizados aqui para definir o papel dos solos na vulnerabilidade da paisagem.

Vulnerabilidade	Espessura do Sólum (cm)	Transição entre horizontes	Gradiente textural	Camadas adensadas em subsuperfície
Muito Baixa	>150	Difusa ou clara	Não ocorre	Não ocorre
Baixa	50< e <=150	Difusa ou clara	Não ocorre	Não ocorre
Moderada	100<= e <150	Abrupta	Não ocorre	Ocorre
Alta	100< e <=150	Abrupta	Ocorre	Ocorre
Muito Alta	<=50	Abrupta	Ocorre	Ocorre

**Tabela 6:** Classes de vulnerabilidade segundo parâmetros pedológicos

#### 5.2.4- Base Censitária

As informações censitárias foram geradas a partir dos dados censitários do censo do IBGE de 1991.

A base cartográfica foi gerada em formato *ARC/View -shapefile-* pela Fundação Instituto Oswaldo Cruz-FIOCRUZ em convênio com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE e assim como a base de solos, contavam somente com a geometria e a identificação de cada setor, a que bairro e região administrativa-RA pertenciam e o seu tipo, segundo classificação do IBGE.

Os dados censitários propriamente ditos –obtidos através do Censo 1991-IBGE– relacionados à características sócio-econômicas, foram inseridos num banco de dados *Microsoft Access* e foram “normalizados” em valores percentuais para fins comparativos.

Estes dados “normalizados” então foram relacionados através de uma *join* à base de dados original. Esta *join* foi gravada posteriormente como uma nova classe de objetos na *Warehouse* juntamente com os demais dados.

A distribuição espacial da informação por “setor censitário” confere uma melhor caracterização das informações bem como uma melhor distinção entre elas.

Os dados utilizados foram aqueles relacionados à caracterização da área quanto à oferta de serviços públicos essenciais como coleta de lixo, água encanada e saneamento básico. Esses parâmetros foram escolhidos por retratarem, principalmente, a susceptibilidade a impactos negativos com conseqüências diretas no que diz respeito à degradação da natureza (tabela 7).

Na área existem, em praticamente todos os setores censitários analisados, condições de elevada vulnerabilidade no que diz respeito a aspectos sócio-econômicos e estruturais, apresentando condições por muitas vezes alarmantes quanto à falta de serviços públicos elementares.

Vulnerabilidade	Água encanada*	Saneamento básico*	Coleta de lixo*
Muito baixa	100	100	100
Baixa	<90 e <=100	<90 e <=100	<90 e <=100
Moderada	50<= e <=90	50<= e <=90	50<= e <=90
Alta	0< e <50	0< e <50	0< e <50
Muito alta	0	0	0

**Tabela 7:** Vulnerabilidade segundo aspectos de infra-estrutura

\*Em porcentagem de domicílios atendidos

### 5.2.5- Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto Orbital e Identificação de Unidades de Paisagem

O processamento digital de imagens refere-se a um conjunto de procedimentos realizados para otimizar as interpretações das informações contidas em uma cena em formato digital, no sentido de traduzir essa informação para o intérprete, extraíndo dela apenas a parte essencial aos fins determinados.

No presente estudo foi utilizada uma imagem LANDSAT-TM, nas bandas 3, 4 e 5 do dia 21 de março de 1999.

A informação de interesse é caracterizada em função das propriedades dos objetos e/ou padrões que compõem a imagem. Portanto, extrair informação de imagens envolve o reconhecimento de objetos e/ou padrões por parte do intérprete, devido à complexidade dos processos envolvidos e à falta de algoritmos computacionais precisos o bastante para realizá-lo de forma automática (Cruz, 2000). Em outras palavras, é preciso um bom nível de conhecimento dos elementos que compõem a paisagem imageada, bem como da sua morfologia, a fim de melhor interpretá-los.

O processamento digital de imagens pode ser dividido em duas fases distintas: o pré-processamento de imagens, que inclui os processamentos de caráter geral que devem ser executados independentemente da aplicação destino da imagem, ou seja, as correções geométrica e radiométrica, a restauração e calibração dos sensores; e o processamento de imagens propriamente dito, que inclui os processamentos realizados por um profissional para atender a uma aplicação específica, ou seja, realce, principais componentes, classificação, dentre outros.

O programa utilizado para o processamento de imagens foi o *Spring*, por este possuir ferramentas de segmentação de imagens que se adequaram melhor ao tipo de resultado que se buscou neste trabalho, por apresentar o mesmo modelo conceitual do *GeoMedia Professional* e por exportar e importar arquivos nos formatos *dxf* e *shapefile*, o que facilita muito o intercâmbio de dados.

#### 5.2.5.1- Realce da Imagem

O realce de imagens digitais trata do conjunto de técnicas empregadas para a melhoria da acurácia, da segurança, do conforto e da velocidade da interpretação visual (MacCloy, 1995).

Os dados contidos em imagens digitais de sensores remotos orbitais possuem uma gama muito maior de informações do que as que podem ser percebidas pelo olho humano. Conseqüentemente são necessários processos de realce de determinados dados a fim de torná-los mais visíveis ou representá-los de uma forma pela qual eles possam ser percebidos, de acordo com a sua relevância e com a finalidade de uso.

É de fundamental importância que o intérprete esteja familiarizado com as características de reflectância tanto dos dados a serem realçados quanto de toda a superfície imageada, bem como com os efeitos da técnica de realce utilizada, para que

não haja supressão de dados importantes tão pouco uma má interpretação dos dados realçados.

A técnica de realce aqui utilizada foi o "aumento linear de contraste". Esta técnica consiste em distribuir a frequência de *pixels*<sup>5</sup>, geralmente comprimida em uma determinada faixa de nível de cinza em uma imagem entrada, por todos os níveis de cinza numa imagem saída que apresentará assim um maior contraste entre os objetos de interesse e, conseqüentemente ampliando a capacidade do intérprete em discriminar seu(s) alvo(s).

As vantagens desta técnica encontram-se na facilidade da visualização dos seus efeitos pelo intérprete e no fato dos valores transformados serem linearmente correlacionados com os valores originais (MacCloy, 1995).

#### 5.2.5.2- Correção Geométrica

A correção geométrica, também chamada de retificação, registro ou georreferenciamento é o processo de transformação de uma imagem "bruta" em uma imagem orientada por coordenadas num sistema de projeção e *datum* específicos.

As imagens digitais contêm distorções geométricas significativas causadas por variações em altitude, atitude e velocidade do sensor e por fatores como distorção panorâmica, curvatura da Terra, refração atmosférica, "deslocamento de relevo", etc..

O intuito da correção geométrica é minimizar ao máximo tais distorções e garantir à imagem uma integridade geométrica como em um mapa.

A correção geométrica é normalmente dividida em duas etapas. O primeiro processo é aquele implementado para corrigir distorções esperadas, sistemáticas, tais como as provocadas pela rotação terrestre. Este processo é facilmente aplicado através

de fórmulas matemáticas. Neste trabalho não foi utilizado tal processo, pois a imagem já foi adquirida após a passagem por este tratamento. O segundo processo de correção geométrica é aquele implementado para correção de distorções aleatórias. Este processo é efetuado utilizando-se pontos de controle bem distribuídos e de coordenadas conhecidas no terreno. Pontos de controle são localizados em relação às coordenadas originais (linhas e colunas) da imagem e em relação às coordenadas do terreno, obtidas, neste trabalho, através de cartas topográfica –as mesmas já citadas. Estes valores são submetidos à uma análise de regressão para determinar os coeficientes para “equações de transformações de coordenadas” que são utilizadas para inter-relacionar as coordenadas geometricamente corretas do mapa com as coordenadas originais (linhas e colunas) correspondentes da imagem. Uma vez determinados os coeficientes de relação para as equações, estas são aplicadas em um processo automático e as coordenadas originais da imagem são então corrigidas e assim a imagem assume uma precisão onde qualquer feição pode ser localizada.

Neste processo de correção, em geral, os *pixels* da matriz saída (imagem de georreferenciada) não recobrem exatamente os *pixels* da matriz entrada (imagem original). Este problema é solucionado através de um processo de interpolação, onde cada DN<sup>6</sup> (*digital number*) da matriz saída é determinado tomando-se como base os valores que estão ao seu redor, transformando assim a posição da matriz original. Esta transformação é usualmente um polinômio de ordem  $n$ .

Existem diversos métodos para a interpolação de DNs, cada um requerendo um determinado número de pontos de controle, aumentando diretamente com o aumento da ordem do polinômio. Geralmente quanto maior a ordem polinomial, maior o número

---

<sup>6</sup> *Pixel* é uma derivação de *picture element*, i.e., cada intervalo dividido em *grids* ao longo da linha de varredura de um sensor (Robinson, et.al., 1995; DeMers, 1997).

de pontos de controle requeridos e menores os resíduos, proporcionando uma melhor "curva de melhor ajuste" dos dados. Neste trabalho foi aplicada a interpolação bilinear.

### 5.2.5.3- Classificação Digital da Imagem

O objetivo desta operação é auxiliar a análise visual da imagem com o uso de técnicas quantitativas automatizadas para a identificação de objetos em uma cena, classificando assim, os *pixels* da imagem em diversos temas. Estes dados classificados e categorizados podem ser usados para produzir mapas temáticos e/ou produzir dados estatísticos a respeito dos temas classificados.

Para o processo de classificação as bandas utilizadas 3, 4 e 5 foram associadas aos canais de cor azul, verde e vermelho, respectivamente.

Tais bandas foram escolhidas por serem as que melhor se aplicam à discriminação do mais abrangente tipo de cobertura do solo presente na área de estudo, a vegetação. Sendo a banda 3, situada na área visível do espectro eletromagnético, ainda útil na discriminação de feições não naturais.

A análise de *pixels* de forma isolada constitui-se numa limitação por a análise pontual *pixel-a-pixel* ser baseada somente em atributos espectrais. Para superar esta limitação propõe-se o uso do processo de "segmentação" da imagem antes da fase de classificação propriamente dita.

A definição mais comum encontrada para a segmentação de imagens, é que esta se trata de um processo que permite subdividir uma imagem em diversas partes ou regiões ou objetos constituintes, baseando-se em uma diferenciação areal a partir de descontinuidades de características espaciais e espectrais, intimamente ligadas a

---

<sup>6</sup> *Digital Number* – valor digital médio de brilho ou radiância medido eletronicamente sobre

aspectos visuais como cor, textura, padrão, ou seja, a aspectos fundamentais na identificação de paisagens. Melhor expressando, o processo de segmentação subdivide uma área imageada da superfície terrestre em diversos conjuntos que constituem por si só unidades de paisagem.

Em geral, a segmentação é baseada em duas características dos tons de cinza de uma imagem: a descontinuidade e a similaridade.

Os métodos que consideram a descontinuidade dos valores de nível de cinza dos *pixels* de uma imagem são baseados nas mudanças bruscas de tais valores entre os *pixels*. Esses métodos procuram por *pixels* que se encaixam nos pressupostos do método e que ao serem compostos em uma estrutura mais elaborada representem limites entre classes homogêneas.

Os métodos que consideram a similaridade dos valores de nível de cinza dos *pixels* de uma imagem procuram por *pixels* com valores semelhantes, os quais são agrupados em regiões homogêneas, se o critério de similaridade for satisfeito.

No presente trabalho foi utilizado um método baseado na similaridade dos valores de nível de cinza da imagem: o método de "crescimento de regiões", desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens-DPI do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, e que está implementado no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas-SPRING.

A segmentação por "crescimento de regiões" particiona as imagens em áreas homogêneas discriminadas pelas suas características espaciais e espectrais, e à medida que cada região é adquirida, ela é rotulada e seus atributos estatísticos são extraídos.

Este processo se dá a partir de comparações entre um "*pixel*-semente" e *pixels* adjacentes, agrupando os que possuem características similares e que satisfazem o

---

a área no terreno correspondente a cada *pixel* (Lillesand & Kiefer, 1994).

critério de similaridade. O crescimento continua até que são encontrados *pixels* que não se adaptam ao critério de similaridade, e então o processo pára. Uma nova região inicia-se, cuja média inicial é o valor do novo "*pixel*-semente".

Para tanto, as técnicas de segmentação lidam com a definição espacial das regiões que constituem uma imagem. As regiões que constituem uma imagem apresentam duas características básicas: 1) exibem alguma uniformidade interna com respeito a uma propriedade da imagem, 2) as regiões diferenciam-se de suas vizinhanças.

O algoritmo de segmentação utilizado possui dois limiares, o de similaridade e o de área.

O primeiro é o limiar abaixo do qual duas regiões são consideradas similares e então agrupadas. É o valor da distância Euclidiana mínima entre as médias das regiões consideradas.

O segundo limiar é o valor da área mínima dada em número de *pixels*, para que uma região seja individualizada.

Os valores "8" e "10" para os limiares de similaridade e de área, respectivamente, são os limiares padrões e os que apresentaram melhores resultados para a área de estudo.

A definição dos limiares é uma etapa crítica do processo, pois determinará a precisão da segmentação (Nascimento e Almeida Filho, 1996). Se os limiares forem muito baixos, o processo não atribuirá muitos *pixels* às classes. Por outro lado, se forem muito altos, *pixels* representativos de diferentes classes serão incorretamente agrupados.

Padilha e Kurkdjian (1996) salientam que não há valores ideais para os limiares de similaridade e de área. Estes dependem das características da cena e da imagem,

dos objetivos da pesquisa em conjunto com a resolução espacial do produto. Apenas através de alguns testes é que se poderá ter o valor ideal para um determinado objetivo.

Tendo sido fornecidos tais valores e de acordo com os pressupostos citados anteriormente, cada região começa a se formar, a partir de um pixel, simultaneamente em toda a imagem, nas bandas escolhidas previamente para o processo de segmentação.

O próximo passo a ser realizado é o de identificação das regiões geradas no processo de segmentação, ou seja, um processo conhecido por "treinamento", o qual consiste, neste caso, em uma identificação manual de amostras dentre as regiões segmentadas que constituam elementos da superfície terrestre previamente conhecidos.

Para a aquisição de "amostras" de unidades de paisagem previamente conhecidas foi realizado um procedimento de campo que se constituiu em aquisição de amostras no terreno em coordenadas correspondentes à coordenadas adquiridas em diferentes regiões identificadas na segmentação, como um processo de "treinamento" realizado no terreno.

Para isto foram realizadas idas a campo de posse de um computador portátil (*notebook*) com a imagem segmentada no SPRING, onde poderiam ser obtidas coordenadas das regiões e um receptor GPS, para a localização destas coordenadas no terreno e identificação da unidade de paisagem em que se situavam.

As amostras de regiões foram escolhidas de forma a estarem dispersas no terreno, em situações diferentes de relevo e exposição solar, objetivando diversas

amostras representativas de uma mesma classe em situações diferentes que poderiam gerar “confusões” no procedimento computacional de classificação.

Com este procedimento, as amostras do treinamento já foram baseadas em dados coletados em campo dentro da precisão admitida pela escala de trabalho. Isto faz com que a classificação já seja executada com um grau de confiabilidade elevada e que haja um menor “grau de confusão” entre as classes, evitando re-trabalhos de uma nova classificação ou posteriores idas a campo para validação das classes temáticas.

Após a execução do treinamento, as áreas escolhidas são analisadas num processo de validação do “grau de confusão” de amostras, ou seja, a quanto uma área de treinamento não se confunde com outras áreas. São mantidas aquelas áreas mais “puras”, ou seja, que apresentem um menor “grau de confusão” em relação à outras amostras.

Escolhidas as amostras que farão parte do processo de classificação, é executado um processo chamado de “extração de regiões”, o qual relaciona às regiões segmentadas às áreas de treinamento.

Com base nesta relação estabelecida pelo processo de “extração de regiões” é aplicado o algoritmo presente no SPRING denominado “Battacharya”, o qual é utilizado para classificar regiões de uma imagem segmentada. Trata-se de um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, aplicado sobre o conjunto de regiões. É uma técnica para classificação que procura agrupar regiões, a partir de uma medida de similaridade entre elas utilizando atributos estatísticos das regiões para estimar o valor central de cada classe.

Realizada a classificação das regiões, cada classe –que foi gerada baseando-se nas áreas de treinamento– foi associada à um tema previamente estabelecido, constituindo o objetivo final a classificação da imagem, o mapeamento temático.

Para este trabalho as unidades de paisagem definidas foram floresta, mata alterada, vegetação rupestre, cultivo de bananeiras e área urbana.

As áreas de cultivos de hortaliças e leguminosas foram incluídas na unidade “vegetação rupestre”, mesmo que de fato não se trate disto. Assim foi feito porque no que diz respeito à erosão nos solos a sua influência pode ser parametrizada à da vegetação de gramíneas propriamente dita. Outro fator que levou à junção destas classes é que estas compõem um mesmo estrato de vegetação, o que se faz semelhante em termos de paisagem. Por último –e mais decisivo– foi a elevação do grau de confusão quando se leva em consideração estas áreas no processo de “extração de regiões”, devido ao seu arranjo espacial na área de estudo –em pequenas áreas e “misturado” à outras unidades de paisagem (Figura 12).



**Figura 12:** Cultivos de hortaliças e leguminosas em meio a paisagem de baixada da área de estudo.

Essas classes, tais como as classes de declividade também possuem uma relação diretamente proporcional com a vulnerabilidade como expresso a seguir (tabela 8).

Vulnerabilidade	Unidade de paisagem
Muito Baixa	Floresta
Baixa	Mata alterada
Moderada	Vegetação rupestre
Alta	Área urbana
Muito Alta	Cultivo de bananeiras

**Tabela 8:** Classes de vulnerabilidade para unidades de paisagem

#### 5.2.6- Integração entre as Classes de Vulnerabilidade dos Componentes da Paisagem e Critérios para o Zoneamento

Os critérios para o zoneamento ambiental da paisagem são fundamentados no resultado das combinações entre as classes de vulnerabilidade dos componentes da paisagem com a paisagem, expressão visual propriamente dita. Portanto, antes de serem esclarecidos os critérios para o zoneamento, será exposta a lógica das interações entre as classes de vulnerabilidade dos elementos componentes da paisagem.

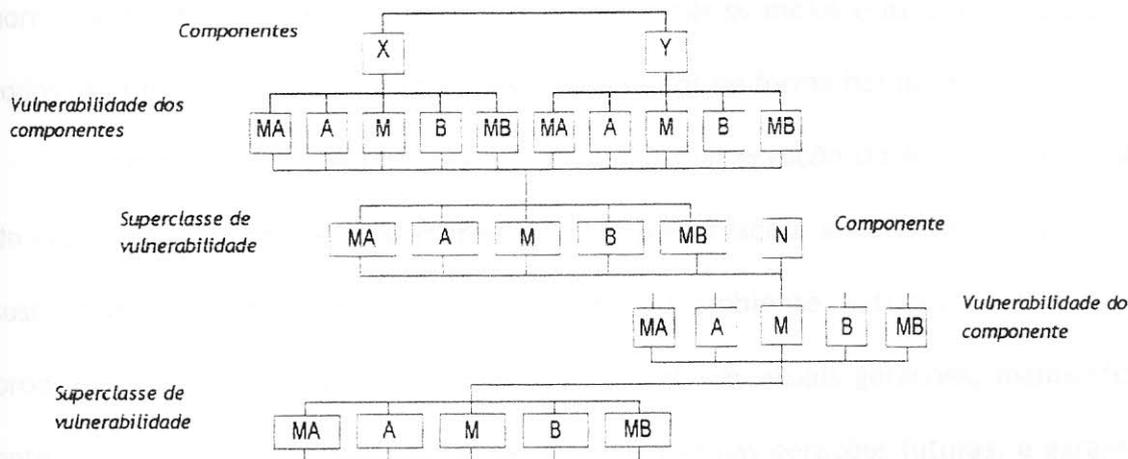
Como o programa utilizado –*GeoMedia Professional 4.0*– permite que se faça a análise espacial somente entre pares de classes ou objetos, estes então, são assim relacionados:

- Partindo-se da premissa que existem as classes de elementos componentes da paisagem “X”, “Y”, ..., “N”, subdivididas nas classes de vulnerabilidade muito alta (ma), alta (a), moderada (m), baixa (b) e muito baixa (mb);
- Formam-se, então, classes de elementos componentes com cinco classes de vulnerabilidade cada;
- Como existem cinco classes de vulnerabilidade para cada elemento componente, cada par relacionado dá origem à vinte e cinco combinações “componenteXvulnerabilidade”;
- As combinações resultantes são agrupadas em cinco “superclasses” de vulnerabilidade, seguindo o critério exemplificado na tabela 9;

Muito Alta (ma)	Alta (a)	Moderada (m)	Baixa (b)	Muito Baixa (mb)
XmaYma	XaYa	XmYm	XbYb	XmbYmb
	XaYm	XmaYmb	XbYm	
	XaYma	XaYb	XbYmb	
	XbYma	XaYmb	XmbYm	
	XmaYa	XbYa	XmbYb	
	XmaYm	XmbYa	XmYb	
	XmYa	XmbYma	XmYmb	
	XmYma			
	XmaYb			

**Tabela 9:** Critérios de relacionamento e agrupamento das classes de vulnerabilidade dos componentes da paisagem.

- O primeiro par de relacionamentos dá origem, então, à cinco "superclasses" de vulnerabilidade;
- Os pares seguintes são sucessivamente formados a partir da múltipla combinação das cinco "superclasses" de vulnerabilidade com as cinco classes de vulnerabilidade de uma dada classe de elementos componentes;
- A partir do relacionamento das "superclasses" com cada classe de elemento componente originam-se novas vinte e cinco combinações "componenteXvulnerabilidade";
- As combinações "componenteXvulnerabilidade" são, então, sucessivamente agrupadas nas "superclasses" de vulnerabilidade, como na seqüência mostrada na Figura 13.



**Figura 13:** Lógica de relacionamento entre as classes de vulnerabilidade dos componentes da paisagem.

Este procedimento faz com que todas as classes de vulnerabilidade dos elementos componentes da paisagem sejam relacionadas entre si, esgotando-se todas as combinações possíveis e sejam agrupadas em “superclasses” de vulnerabilidade, resultando num produto final de cinco classes de vulnerabilidade para a área como um todo.

A partir do produto obtido do relacionamento e do agrupamento das classes de vulnerabilidade com as classes de uso do solo, que constituem por si só a porção visível da paisagem, foi traçado um zoneamento ambiental para a área.

Tendo em vista que a área de estudo constitui-se numa “Unidade de Conservação da Natureza” para as diversas esferas de poder, do Municipal ao Federal, o zoneamento proposto norteia-se em algumas considerações previstas na Lei Federal nº 9985/00, que institui o “Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza” onde, em seu Capítulo I, Art. 2º, Inciso XVI, prevê o zoneamento como uma “definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e

normas específicos, 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”.

Entendendo-se –segundo esta Lei– como *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 (Inciso II)” e como *Unidade de Conservação* “o 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 (Inciso I)”.

Também foram levadas em consideração, para a delimitação das “zonas”, algumas outras disposições preliminares enumeradas como Incisos do Art. 2º da Lei Federal nº 9985/00, a saber:

- *Diversidade biológica* – A variabilidade de organismos 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 (Inciso III);
- *Preservação* – Conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais (Inciso V);

- *Proteção integral* – Manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais (Inciso VI);
- *Manejo* – Todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas (Inciso VIII);
- *Uso indireto* – Aquele que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais (Inciso IX);
- *Uso direto* – aquele que envolve coleta e uso, comercial ou não, dos recursos naturais (Inciso X);
- *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 (Inciso XI);
- *Recuperação* – Restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (Inciso XIII);
- *Restauração* – Restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original (Inciso XIV);
- *Zona de amortecimento* – O em torno 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 (Inciso XVIII). Sobre a “zona de amortecimento” ainda dispõe o Capítulo VII, Art. 49, 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”.

Com base nestas disposições foram criadas zonas a partir do encadeamento de procedimentos mostrados na Figura 14, seguindo as seguintes prerrogativas:

- *Zona de Preservação* – Engloba as áreas acima da cota de 100m, notoriamente ocupadas por florestas as quais devem satisfazer os critérios de “preservação” e “proteção integral” a fim de manter a sua “diversidade biológica”;
- *Zona de Conservação* – Trata-se da “zona de amortecimento”, que estende-se por uma faixa de 300m no em torno da “zona de preservação”, pois nesta extensão concentram-se as áreas de bananeiras e também áreas de mata alterada que devem ser entendidas como “zonas de restauração”. Constitui-se de uma zona que requer um maior esforço de manejo, dada à sua importância ecológica, à sua situação espacial e à sua condição de vulnerabilidade elevada;
- *Zona de Uso Restrito* – São áreas ocupadas por floresta alterada que encontram-se em áreas de vulnerabilidade moderada ou alta e que podem ser utilizadas seguindo-se o critério de “uso sustentável” e “direto” (quando apresentarem vulnerabilidade moderada) ou serem destinadas à “recuperação” e uso “indireto” (quando apresentarem vulnerabilidade alta);
- *Zona de Uso de Baixo Impacto* – Optou-se por assim denominar as áreas que podem ser utilizadas seguindo-se a filosofia do “uso sustentável” e “direto”. Compreendem as áreas ocupadas por vegetação rupestre que apresentam vulnerabilidade baixa;
- *Zona de Uso Urbano* – São áreas já ocupadas por atividades urbanas ou áreas de vulnerabilidade muito baixa que “suportam” um sítio urbano em melhores condições ambientais.

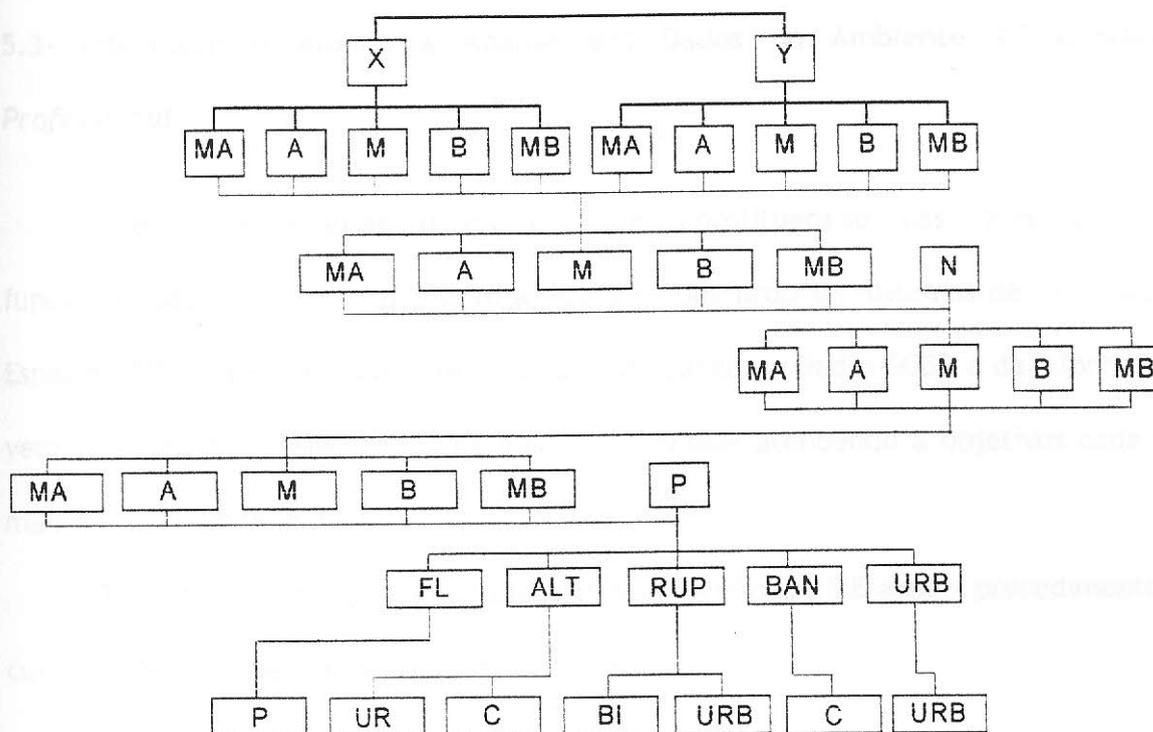


Figura 14: Fluxograma da lógica do zoneamento.

A figura 14 pode ser assim compreendida:

- X, Y e N são componentes da paisagem;
- MA, A, M, B, MB são níveis de vulnerabilidade muito alta, alta, moderada, baixa e muito baixa, respectivamente;
- P designa a paisagem como um todo e FL (floresta), ALT (mata alterada), RUP (vegetação rupestre), BAN (cultivo de bananeiras) e URB (área urbana) a sua tipologia, de acordo com o uso atual do solo, que configura a sua porção visível;
- P (em seu último nível no fluxograma) refere-se a Preservação, UR (uso restrito), C (conservação), BI (uso de baixo impacto) e URB (uso urbano).

### **5.3- Integração e Auxílio à Análise dos Dados no Ambiente SIE *GeoMedia Professional***

Integrar e analisar dados espaciais constituem-se nas duas principais funcionalidades de um SIE que com a evolução dos próprios Sistemas de Informações Espaciais-SIE, dos Sistemas de Gerenciadores de Banco de Dados-SGBD e da Informática, vem se tornando tarefas cada vez melhor realizadas atendendo a objetivos cada vez mais amplos e complexos.

Todavia para a operacionalização destas tarefas do SIE alguns procedimentos e cuidados têm que ser tomados, como será visto a seguir.

#### **5.3.1- Integração dos Dados em uma Base Única**

Em um trabalho multidisciplinar como um zoneamento ambiental bem como na ciência geográfica com suas múltiplas interfaces, são diversas as fontes de dados e informações, diversos também são os métodos de coleta, armazenamento e disponibilização, o que no âmbito operacional gera muitas vezes um conglomerado de informações que podem ser relacionadas, mas que se encontram de certa forma dispersas.

Operacionalmente em situações deste tipo, que requerem manipulação de informações espaciais, enfrentam-se problemas de acurácia, de resolução espacial, de relacionamento espacial (topologia), de escala, etc. além dos problemas comuns a qualquer trabalho multidisciplinar.

Neste trabalho para uma verdadeira integração dos dados e informações em uma base única, foram seguidos alguns procedimentos a fim de "nivelar" tais dados em uma mesma estrutura lógica com uma mesma "linguagem" conceitual.

Até pouco tempo quando se falava em uma “base única” de dados espaciais, subentendia-se que teríamos uma base cartográfica armazenada graficamente relacionada a um SGBD que continha todos os atributos relacionados a esta base, havia então dois produtos separados.

Hoje com o a evolução dos SGBD para estruturas “orientada a objeto” e “objeto relacional” e com o acompanhamento dos SIGs no que diz respeito a fluxogramas de trabalho que aproveitam ao máximo as vantagens em termos de manipulação de dados espaciais disponibilizadas por tais estruturas, temos o conceito “base única” verdadeiramente implementado, pois através destes tipos de estruturas é possível o armazenamento, tanto de dados (carto)gráficos como alfanuméricos (atributos) fisicamente em uma única base no SGBD.

Contudo, apesar dos dados cartográficos e seus atributos alfanuméricos estarem armazenados sob uma mesma base não-gráfica, não podem ser esquecidas a natureza espacial e a representação gráfica dos dados cartográficos e todas as implicações relacionadas a esta realidade, tais como a compatibilidade da escala de representação com o objetivo de trabalho e com a resolução espacial desejada, a manutenção da precisão cartográfica e os relacionamentos topológicos, estes, de importância visceral às estruturas SIE.

O primeiro passo tomado para a “equalização” dos diferentes aspectos cartográficos dos dados e informações, os quais foram provenientes de fontes diversas que utilizaram diferentes parâmetros cartográficos, modelos de armazenamento, metodologias de coleta e principalmente fatores relacionados à consistência dos dados e à precisão cartográfica, foi armazenar todos os dados num mesmo sistema cartográfico, com um mesmo *datum* e com uma mesma projeção.

O “modelo cartográfico” escolhido para “equalizar” todas as informações foi baseado na projeção Universal Transversa de Mercator-UTM, no *datum World Geodetic Datum 1984-WGS-84* e escala de apresentação 1:100.000.

A projeção UTM foi escolhida por ser a projeção original de todos os dados e também pelas suas qualidades de trabalho em grandes escalas, devido às suas facilidades de mensurações, pela pequena distorção em seus fusos, etc..

O *datum* WGS-84 foi escolhido por ser amplamente adotado no mundo e porque a diferença entre seus parâmetros  $\Delta Z$ ,  $\Delta X$  e  $\Delta Y$ , em sua última realização (WGS84 G873), para os mesmos parâmetros do futuro *datum* brasileiro –Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul-SIRGAS– é, para este caso, operacionalmente descartável, estando na ordem de  $5\text{cm}^7$ .

A escala de apresentação 1:100.000 foi adotada por ser menor que a menor escala dentre os dados disponíveis –a do mapeamento de solos que era de 1:75.000– e por conformar a área de trabalho em uma folha de papel tamanho A4 (210X297mm), o que facilita a disponibilização de acordo com o formato de uma Dissertação e não exige custos extras, além daqueles já esperados para a impressão de vários volumes da mesma.

Toda a apresentação em papel foi “construída” na “janela de *layout*” do *GeoMedia Professional*, a qual apresenta os objetos disponibilizados na janela de mapa através de uma ligação dinâmica com esta e com sua legenda. Além disso, na janela de *layout* pode ser construído e armazenado um padrão para todas as apresentações.

Uma possível “plotagem” em um formato de papel maior também foi preterida porque o *GeoMedia Professional 4.0* não disponibiliza seu *layout* para “plotagem” no

---

<sup>7</sup> De acordo com parâmetros adotados pelas gerências de Geodésia da Petrobras S.A.

formato usual ".plt" e apenas em um formato proprietário da *Intergraph* ".dpr", que exige o programa *InterPlot Client* instalado.

Vale ressaltar que o formato de mapa apresentado nesta Dissertação trata-se simplesmente de um formato impresso em papel e não tem qualquer influência na escala de análise. Como os dados e informações estão armazenados em meio digital, numa estrutura passível de ser manipulada pelos SIGs mais modernos do mercado, esta forma apresentada portanto não é estanque a uma dada apresentação em papel.

O segundo passo tomado foi a construção de uma base em *Microsoft Access* para armazenar tanto os dados cartográficos quanto os dados alfanuméricos que constituem atributos dos primeiros.

O *Microsoft Access* foi escolhido como base de dados por ser leve, por estar instalado na maioria dos computadores pessoais, por ter conexão "nativa" com o *GeoMedia Professional* e por permitir o armazenamento de dados espaciais, apesar de não contar com operadores de mesmo tipo, como ocorreria em um SGBD espacial objeto-relacional ou orientado a objeto.

Todavia, apesar do *Access* ser um SGBD relacional, tal fato não interfere em nada na lógica do fluxograma de trabalho do *GeoMedia Professional*, a qual é adequada à orientação a objeto e às normas do *Open GIS Consortium* (1998).

Toda a estruturação de classes, objetos, metadados e operadores na base *Access* foi realizada utilizando-se ferramentas presentes no *GeoMedia Professional*.

A premissa básica seguida foi a estruturação do banco de dados com um mínimo de classes de objetos possíveis, que contemplasse o máximo possível as facilidades e a flexibilidade do fluxograma de trabalho permitidas pela lógica do programa utilizado.

Através de conexões entre as bases de dados originais e o *GeoMedia Professional*, foram importadas todas as bases cartográficas para a nova *Warehouse* (Figura 15).

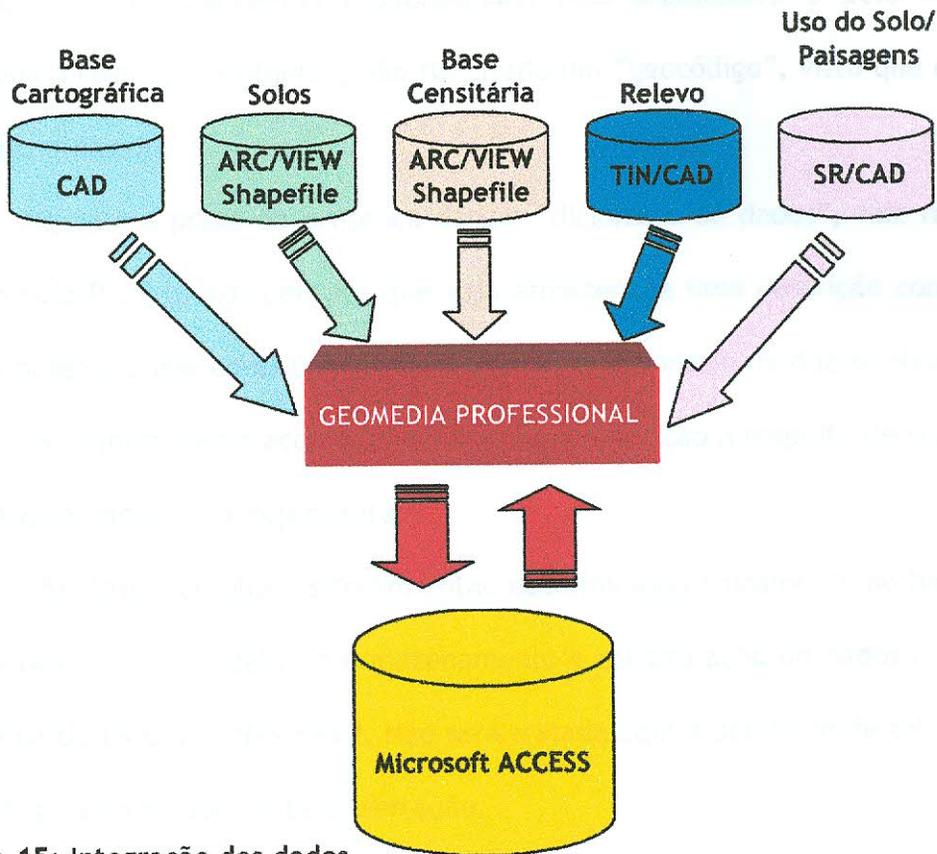


Figura 15: Integração dos dados

### 5.3.1.1- Classes e Objetos

A construção e a organização da estrutura de banco de dados se deu de maneira bem simples, tendo em vista a simplicidade e pequena quantidade de tipos dados e seus relacionamentos em termos de estruturas de banco de dados.

Conceitualmente buscou-se a definição de classes que abrigassem o maior número possível de objetos pertencentes ao mesmo tema e que pudessem ser descritos pelos mesmos atributos, sendo diferenciados tematicamente por estes quando necessário.

Em função da simplicidade conceitual adotada, há somente relacionamento lógico explícito entre a classe bairro e a classe setor, que justificaria a necessidade de uma codificação de objetos (geocódigo) com vistas a um possível relacionamento. No entanto, dada a já citada simplicidade conceitual do projeto e da otimização em termos de relacionamentos proporcionada pela arquitetura e pelo fluxograma de trabalho orientados a objetos, não foi criado um "geocódigo", visto que este não seria de fato utilizado.

Quanto a praxe da presença de um "dicionário de dados", vale ressaltar que o *Geomedia Professional* permite que seja armazenada uma descrição conjuntamente a cada objeto, o que constitui por si só o próprio dicionário de dados. Nesta Dissertação todos os objetos foram acompanhados de uma descrição a respeito de sua origem e/ou a respeito daquilo que representam.

As classes de objetos foram então determinadas fisicamente no banco de dados, de acordo com o modelo de armazenamento e estruturação de dados e metadados do sistema *GeoMedia Professional*. Não será tratada aqui a descrição de tal estrutura, pois isto fugiria ao escopo desta Dissertação.

As classes de objetos, suas geometrias e seus atributos são descritos a seguir, tais como foram determinados nas tabelas da *Warehouse*:

Classe LIMITE			
Objeto	Limite de estudo		
Descrição	Limite da área de estudo		
Representação geométrica	Área		
Estrutura			
Campo da tabela	Tipo	Dimensão	Descrição
Id	Auto number	-	Chave primária
Area	Double	-	Área do limite em Km <sup>2</sup>
Perimetro	Double	-	Perímetro do limite em Km <sup>2</sup>

Classe Bairro			
Objeto	Bairros		
Descrição	Bairros pertencentes a área de estudo		
Representação geométrica	Área		
Estrutura			
Campo da tabela	Tipo	Dimensão	Descrição
Id	Auto number	-	Chave primária
Nome	String	50	Nome do Bairro
RA	String	50	Nome da Região Administrativa
Area	Double	-	Área do Bairro em Km <sup>2</sup>
Perimetro	Double	-	Perimetro do Bairro em Km <sup>2</sup>

## Classe SETOR

<b>Objeto</b>	Setor censitário
<b>Descrição</b>	Setores censitários da área de estudo
<b>Representação geométrica</b>	Área

## Estrutura

<b>Campo da tabela</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Descrição</b>
Id	Auto number	-	Chave primária
Area	Double	-	Área do setor em Km <sup>2</sup>
Perimetro	Double	-	Perímetro do setor em Km <sup>2</sup>
Nome_Bairro	String	50	Nome do Bairro que contém o setor
Nome_RA	String	50	Nome da RA que contém o setor
TOT_DOM	Double	-	Total de domicílios do setor
POP_TOT	Double	-	Total populacional do setor
PAGCINT	Double	-	Domicílios com água encanada (%)
PSANSODOM	Double	-	Domicílios com saneamento (%)
PLIXODIR	Double	-	Domicílios com coleta de lixo (%)
Densidade	Double	-	Densidade populacional (hab/Km <sup>2</sup> )

Classe SOLO			
<b>Objeto</b>	Classe de solo/Perfil de solo		
<b>Descrição</b>	Áreas das classes de solos/Pontos de perfis de solos		
<b>Representação geométrica</b>	Composta (Área/Ponto)		
<b>Estrutura</b>			
Campo da tabela	Tipo	Dimensão	Descrição
Id	Auto number	-	Chave primária
Area	Double	-	Área da classe de solo em Km <sup>2</sup>
Perimetro	Double	-	Perímetro da classe de solo em Km <sup>2</sup>
Classe_de_mapeamento	String	50	Nome da classe de solo
Numero_perfil	String	50	Código do perfil de solo
Espessura_solum	Integer	-	Espessura do sólum (cm)
Transicao_horizontes	String	50	Tipo de transição entre horizontes
Gradiente_textural	String	50	Presença ou não de gradiente textural
Artilas_expansivas	String	50	Presença ou não de argilas expansivas
Textura_arenosa	String	50	Presença ou não de textura arenosa
Camadas_organicas	String	50	Presença ou não de camadas orgânicas
Camadas_adensadas	String	50	Presença ou não de camadas adensadas em subsuperfície

Classe USO			
Objeto	Classe de uso		
Descrição	Classes de uso do solo da área de estudo		
Representação geométrica	Área		
Estrutura			
Campo da tabela	Tipo	Dimensão	Descrição
Id	Auto number	-	Chave primária
Tipo	String	50	Tipo de uso do solo
Area	Double	-	Área do Bairro em Km <sup>2</sup>
Perimetro	Double	-	Perimetro do Bairro em Km <sup>2</sup>

Classe DECLIVIDADE			
Objeto	Classe de declividade		
Descrição	Classes de declividade da área de estudo		
Representação geométrica	Área		
Estrutura			
Campo da tabela	Tipo	Dimensão	Descrição
Id	Auto number	-	Chave primária
Nome	String	50	Nome do Bairro
Classe	String	50	Classe de declividade (Embrapa)
Area	Double	-	Área da classe em Km <sup>2</sup>
Perimetro	Double	-	Perímetro da classe em Km <sup>2</sup>

Tabela 10: Classes, geometrias e atributos

Vale ressaltar que a base de dados contém dados e informações que não foram utilizados nesta Dissertação. Porém foram armazenados, de forma a não se perderem em estruturas segmentadas.

### 5.3.1.2- Validações Geométricas e Topológicas dos Objetos

Um cuidado básico que deve ser sempre tomado em manipulações de dados espaciais, sobretudo quando estes são advindos de fontes distintas, reside em validar a consistência dos dados no que diz respeito às relações topológicas e à acurácia geométrica.

Inserido neste prisma, um ajuste que quase sempre tem que ser realizado é o de limites da área de trabalho, pois de uma base de dados para outra estes quase nunca se sobrepõem exatamente.

Para este trabalho, toda a base foi ajustada ao limite de município oficial do Rio de Janeiro a Norte, a Leste e a Oeste e à Av. Brasil a Sul.

A “consistência”, ou seja, o grau de confiabilidade quanto aos erros de topologia e geometria dos dados armazenados e disponibilizados em uma dada *Warehouse* através do *GeoMedia Professional* é dada por procedimentos de validação de geometria e conectividade.

Vale ressaltar que todos os cuidados em relação à consistência foram tomados, através da execução de procedimentos de validação que serão descritos a seguir.

A validação de geometria encontra erros para o modelo de dados do *GeoMedia Professional* que possam causar problemas em outros processos. Estes erros são os seguintes:

- *Pontos duplicados e sentido revertido* – geometrias que temporariamente revertem seu sentido sobre si mesmas, repetindo vértices e/ou apresentem pontos duplicados

sobre outros pontos já existentes. Estes tipos de erros são corrigidos automaticamente;

- *Loop* – geometria de uma área que intersecta a si mesma;
- *Áreas abertas* – geometrias areais onde o último vértice não coincide com o primeiro;
- *Vazio não contido* – uma geometria areal ou um vazio de uma geometria que sobreponha a sua fronteira;
- *Vazios sobrepostos* – vazios que se sobrepõem dentro da fronteira de uma geometria;
- *Tipo de geometria inválida* – geometria armazenada em uma tabela que não coincida com a definição de tipo de geometria da classe;
- *Geometria vazia* – objetos que deveria ter geometria mas não a tem;
- *Insuficiência de vértices* – polígonos com menos de quatro vértices e linhas com menos de dois vértices;
- *Geometria desconhecida* – formato binário que não pode ser convertido em uma geometria.

A validação de conectividade encontra anomalias que não são necessariamente erros, porém devem ser corrigidas para dar consistência e clareza aos dados, evitando a propagação de erros em consultas, análises e mensurações. Para este procedimento o *GeoMedia Professional* permite a escolha entre seis condições de conectividade, definidas de acordo com uma determinada tolerância a escolha do operador, a serem selecionadas em uma classe ou consulta ou em uma combinação de duas classes ou consultas que se relacionem espacialmente. São elas:

- *Overshoot* – esta condição ocorre quando o final de uma geometria linear se estende além do ponto onde ela deveria intersectar e parar em outra geometria. Corrigida automaticamente;
- *Undershoot* – esta condição ocorre quando o final de uma geometria linear ou pontual termina próximo ao ponto onde ela deveria intersectar e parar em outra geometria. Corrigida automaticamente;
- *Nó não coincidente* – ocorre quando o final de uma geometria linear ou pontual se encontra próxima da interseção com o final de outra geometria linear ou pontual;
- *Geometrias não coincidentes na interseção* – esta condição ocorre quando geometrias se intersectam sem a criação dos vértices correspondentes aos pontos de interseção. Corrigida automaticamente;
- *Geometrias não quebradas na interseção* – esta condição ocorre quando geometrias se intersectam sem criar um ponto final (nó) correspondente nos pontos de interseção. Apenas geometrias lineares podem ser quebradas, embora as geometrias intersectadas possam ser de todos os tipos. Corrigida automaticamente;
- *Geometrias próximas da coincidência* – ocorre quando um vértice de uma geometria encontra-se dentro dos limites de uma dada distância preestabelecida em relação a um outro vértice de outra geometria.

Outros erros comuns gerados em fluxogramas de trabalho em outras arquiteturas de armazenamento de dados espaciais não ocorrem no modelo orientado a objetos, como geometrias sem conexão com dados alfanuméricos, dados alfanuméricos que deveriam ter geometria e não possuem ou que se ligam indevidamente à uma dada geometria, *links* duplicados, visto que a representação espacial e seus atributos constituem uma única entidade fisicamente, o objeto.

### 5.3.1.3- Ferramentas Empregadas no Auxílio à Consultas/Análises

Para alcançar os objetivos desta Dissertação foram utilizados diversas ferramentas e operadores de consulta/análise presentes no *GeoMedia Professional*.

A sua utilização deu-se numa seqüência lógica de acordo com a Figura 16, mostrada a seguir.

Para as consultas/análises por atributos, foram utilizados todos os operadores *booleanos* e *condicionais*.

Nas análises espaciais, os operadores utilizados foram "tocam" (para "diferença" e "interseção" espacial), "sobrepoem" e "são espacialmente iguais" (somente para a interseção espacial).

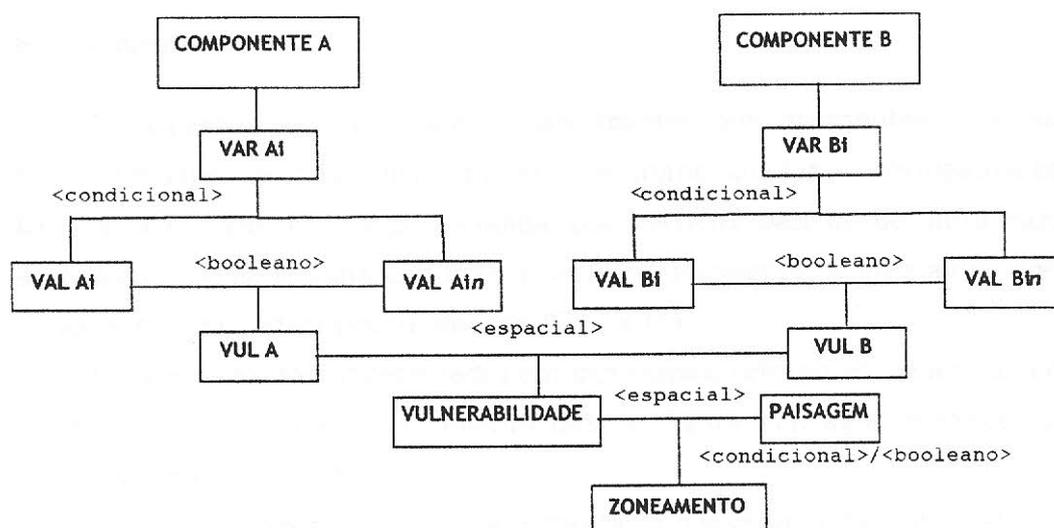


Figura 16: Seqüência de utilização de operadores de consulta/análise

## 6 RESULTADOS

---

Os resultados referem-se aos produtos obtidos após análises, consultas e classificações prévias nas classes de elementos utilizados como parâmetros para a classificação de vulnerabilidade. Tais produtos são antes expostos por grupo de fenômenos analisados para que se possa ter uma melhor visualização do significado e contribuição de cada um para o zoneamento como um todo.

Desta maneira trabalha-se sob uma ótica sistêmica. Em primeiro lugar, expondo e analisando cada componente isoladamente, melhor apreendendo suas funções, estruturas e relacionamentos internos e globais, no sistema como um todo. Posteriormente combinando todos num produto final, global, como um sistema de classes de vulnerabilidade, constituindo o mapa de vulnerabilidade do Maciço do Mendanha, o qual é a base para o produto final, que é a proposição de um zoneamento ambiental para a área.

### 6.1- A questão social

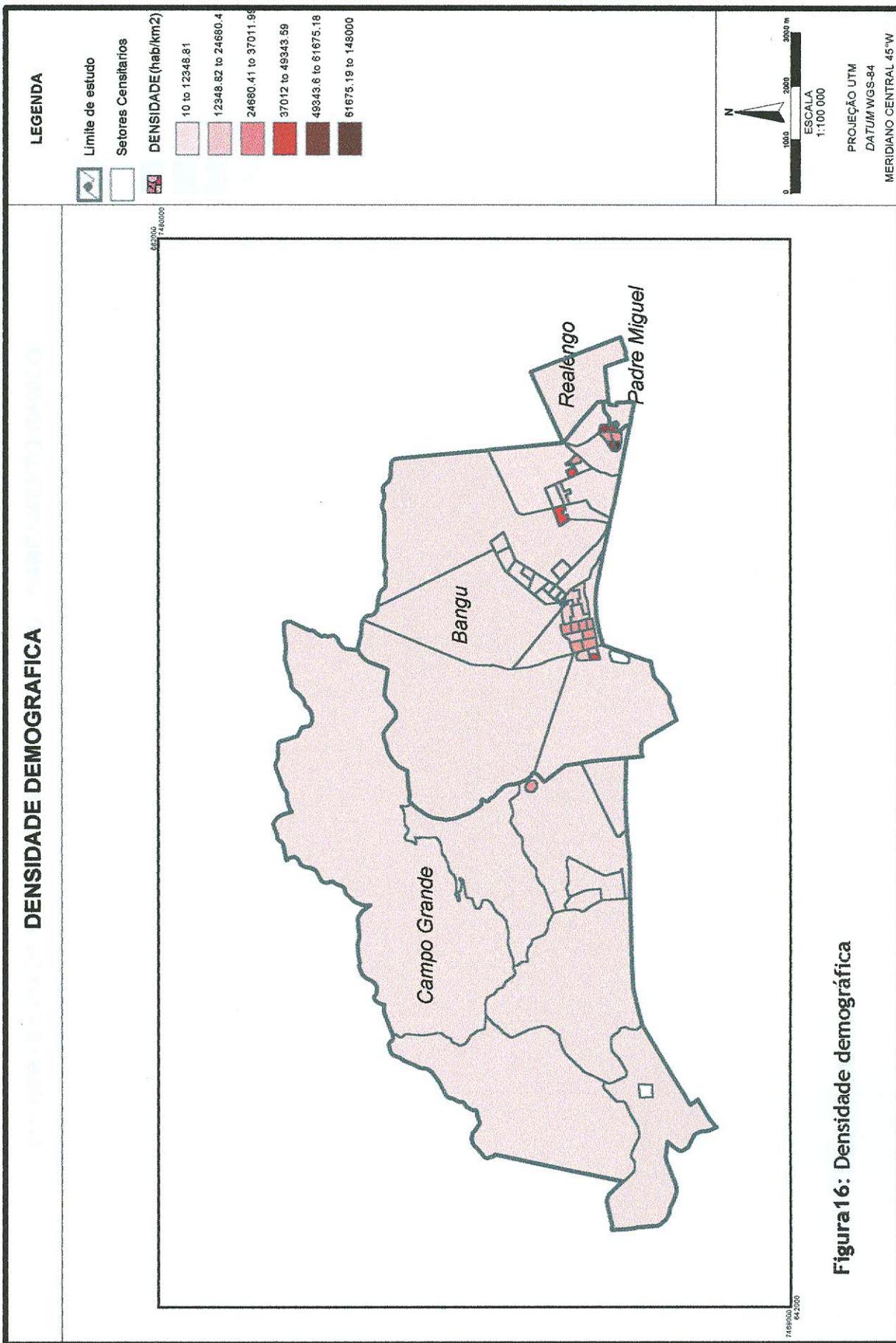
Os aspectos sócio-econômicos são aqueles que apresentam um maior grau de vulnerabilidade, visto que nenhum setor censitário satisfaz a prerrogativa básica de que toda a sua população seja atendida por serviços básicos de infra-estrutura, como saneamento, água encanada e coleta de lixo. Felizmente, a área ainda conta com uma densidade demográfica pouco elevada (Figura 16).

Os resultados são apresentados em três mapas, referentes à vulnerabilidade dos três componentes analisados: saneamento básico (Figura 17), água encanada (Figura 18) e coleta de lixo (Figura 19).

De acordo com a metodologia proposta, a quase totalidade dos setores se inclui na categoria de vulnerabilidade "alta".

Apenas 8 setores censitários têm toda sua população atendida por todos os serviços de infra-estrutura e menos de 10 setores —apenas 1 fora do bairro de Bangu, em Campo Grande— possuem 100% da população atendida por água encanada.

Com um nível de serviços essenciais muito baixos e, para grande parcela da população, inexistente, conclusivamente pode-se dizer que a área apresenta uma vulnerabilidade muito elevada no âmbito social, aliás, este é o setor do ambiente do Maciço do Mendanha que precisa de maior atenção.



**Figura 16:** Densidade demográfica

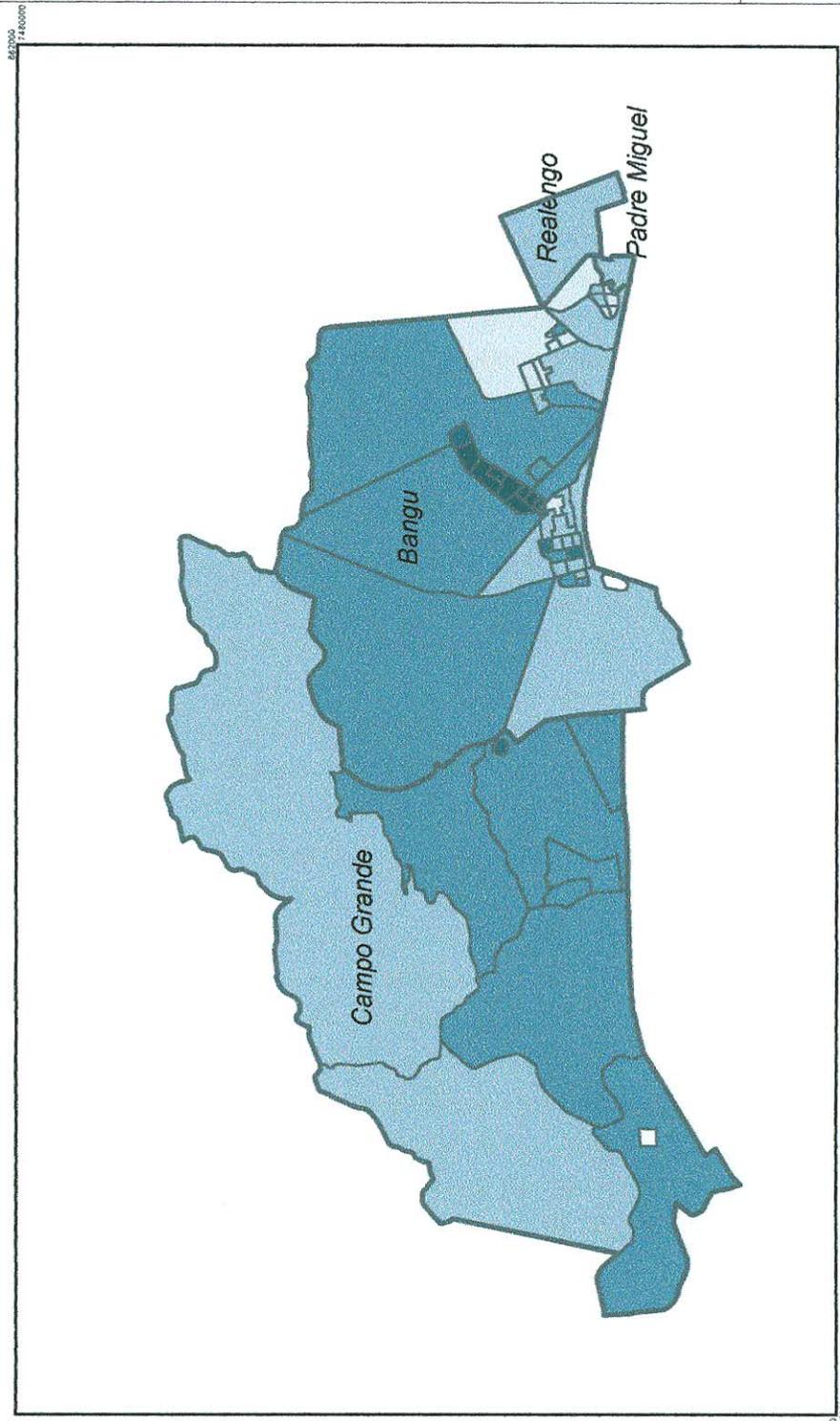
**VULNERABILIDADE QUANTO A INFRAESTRUTURA: SANEAMENTO BASICO**

**LEGENDA**

-  Limite de estudo
-  Setores Censitários
-  Muito Alta
-  Alta
-  Moderada
-  Baixa
-  Muito Baixa

  
0 1000 2000 3000 m  
ESCALA  
1:100 000

PROJEÇÃO UTM  
DATUM WGS-84  
MERIDIANO CENTRAL 45°W



**Figura 17:** Saneamento básico

21/05/2005  
04/2000

# VULNERABILIDADE QUANTO A INFRAESTRUTURA: ABASTECIMENTO DE AGUA

**LEGENDA**

- Limite de estudo
- Setores Censitários
- Muito Alta
- Alta
- Moderada
- Baixa
- Muito Baixa

N

0 1000 2000 3000 m

ESCALA  
1:100 000

PROJEÇÃO UTM  
DATUM WGS-84  
MERIDIANO CENTRAL 45°W

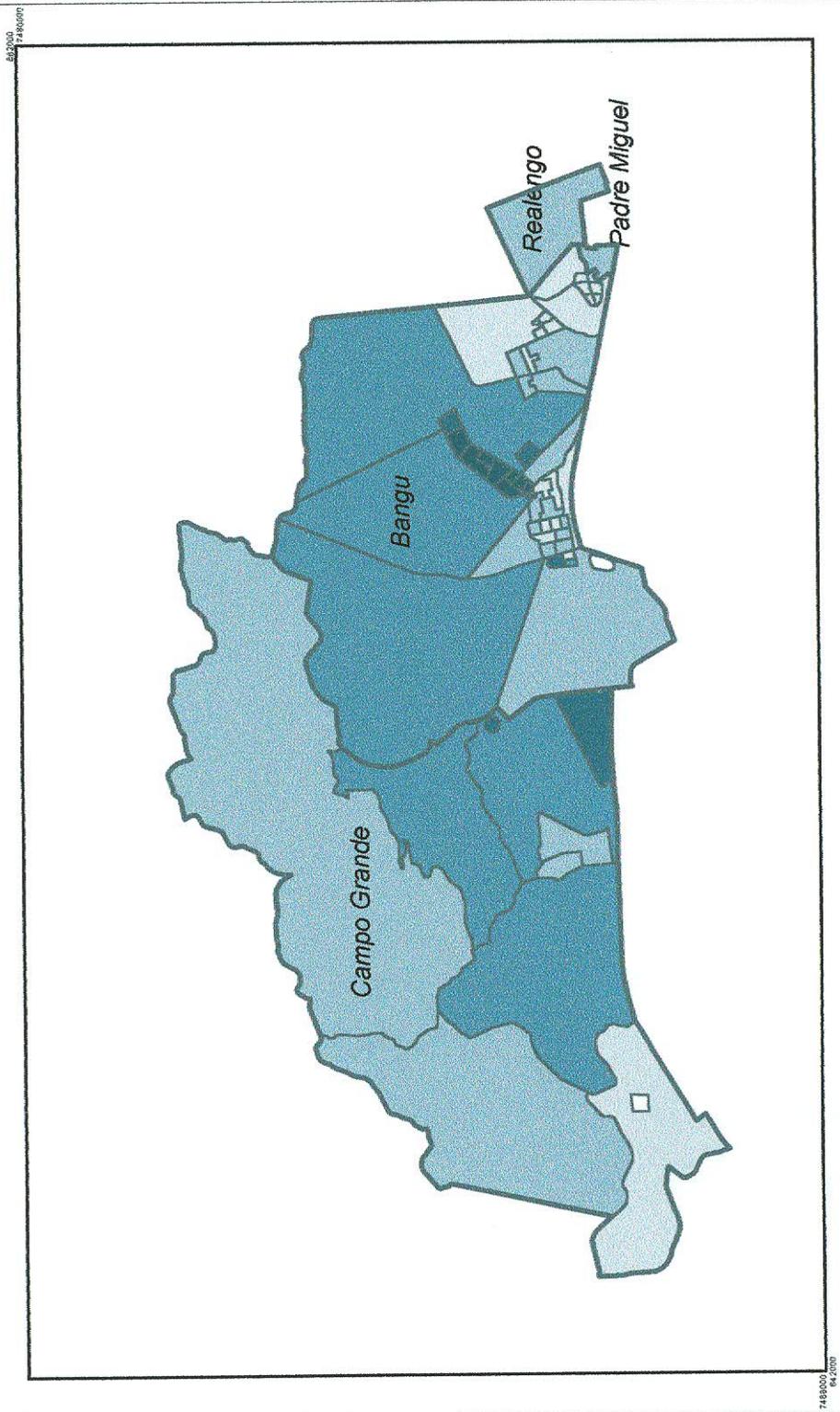


Figura 18: Água encanada

# VULNERABILIDADE QUANTO A INFRAESTRUTURA: COLETA DE LIXO

**LEGENDA**

- Limite de estudo
- Setores Censitários
- Muito Alta
- Alta
- Moderada
- Baixa
- Muito Baixa

N

ESCALA  
1:100 000

PROJEÇÃO UTM  
DATUM WGS-84  
MERIDIANO CENTRAL 45°W

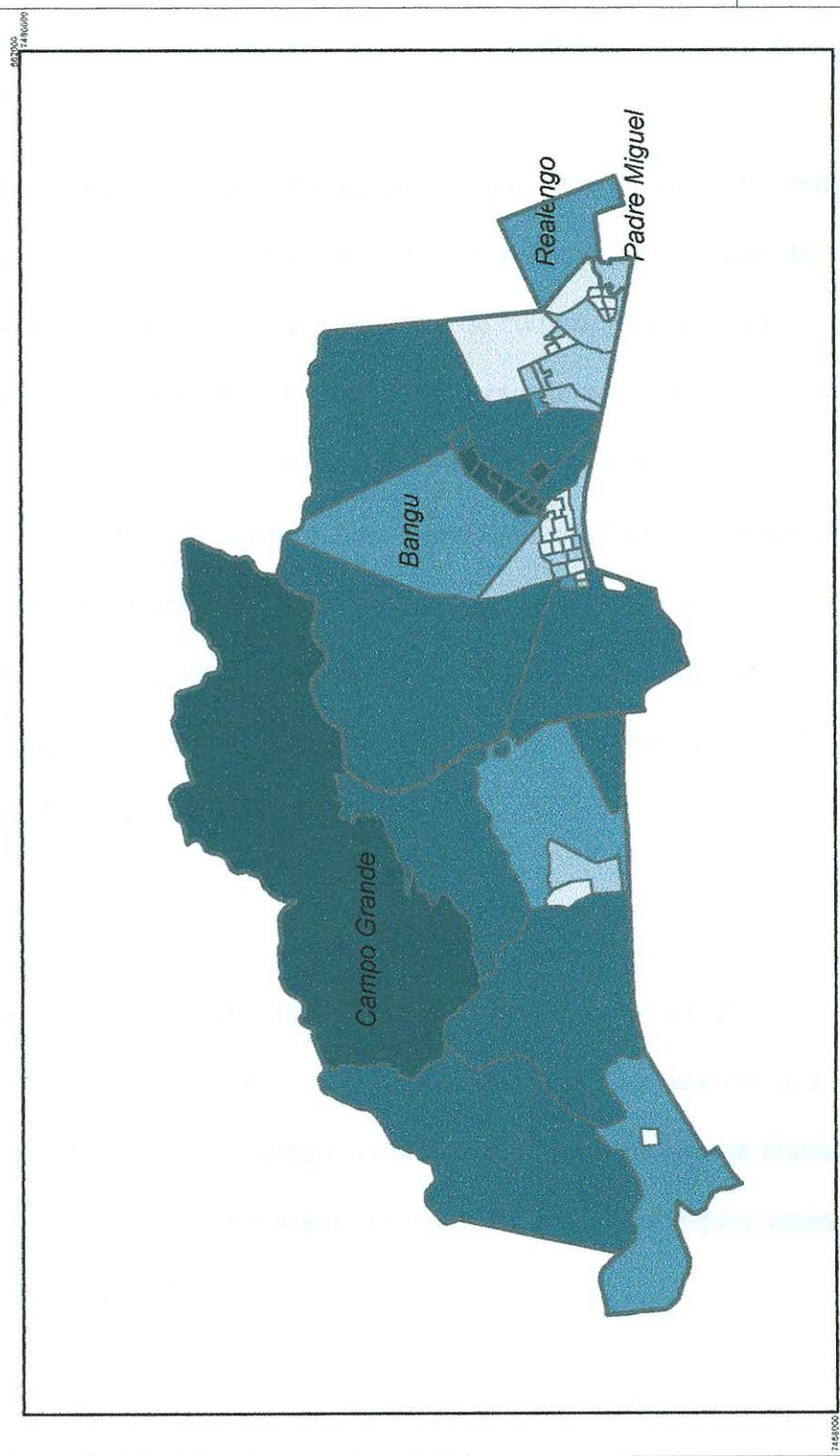


Figura 19: Coleta de lixo

7489000  
642000

## 6.2- Solos

No que diz respeito à vulnerabilidade dos solos, a maioria apresenta-se nas classes “muito baixa” e “baixa” (Figura 20).

Felizmente a porção da paisagem do mendanha que merece maior atenção – a área de floresta – encontra-se sobre solos que apresentam uma vulnerabilidade muito baixa.

A área mais crítica em relação ao uso, que é a de encostas com cultivos de bananas encontra-se sobre solos com baixa vulnerabilidade, o que de certa forma compensa a instabilidade gerada por este tipo de cultura “morro acima”.

As classes “moderada” e “alta”, encontram-se em áreas de baixada, de uso urbano ou com vegetação rupestre, o que faz com que não ocasionem maiores problemas de estabilidade dos solos bem como limitações ao uso, já que são áreas que já não estão sendo utilizadas para fins produtivos.

Há somente uma área de classe “muito alta”, mas que também encontra-se em uma área coberta por mata alterada, no sopé do Morro do Marapicu, sem uso produtivo ou ocupação de risco.

## 6.3- Relevo

Quanto à declividade, já era esperado o resultado obtido. Devido ao forte controle estrutural na área é notória a presença bem marcada de uma grande área plana em contato com uma região montanhosa com declives em sua maioria entre 20% e 45% e entre 45% e 70%, com áreas próximas a topos ou em alguns sopés de encostas entre 8% e 20% (Figura 21).

O fato de as maiores declividades estarem em sua maioria em áreas florestadas contribui para que isto não seja um problema com maiores conseqüências para a área. Todavia, vale salientar que áreas ocupadas por cultivos de bananas também apresentam declividades elevadas.

A alta declividade da área apresentou-se como um condicionante de extrema influência para elevar os níveis de vulnerabilidade, pois mesmo como citado anteriormente, que as maiores declividades encontram-se em áreas florestadas, isto não as exime de –por este motivo– estarem menos vulneráveis.

Como já é sabido, áreas de florestas são auto-sustentáveis e se estas mesmas áreas estão em uma condição de vulnerabilidade, mesmo que estejam ainda em um bom nível de preservação, tais áreas merecem uma atenção especial no que diz respeito a sua gestão ambiental, pois qualquer alteração em seu equilíbrio pode ter graves conseqüências.

# VULNERABILIDADE DE SOLOS

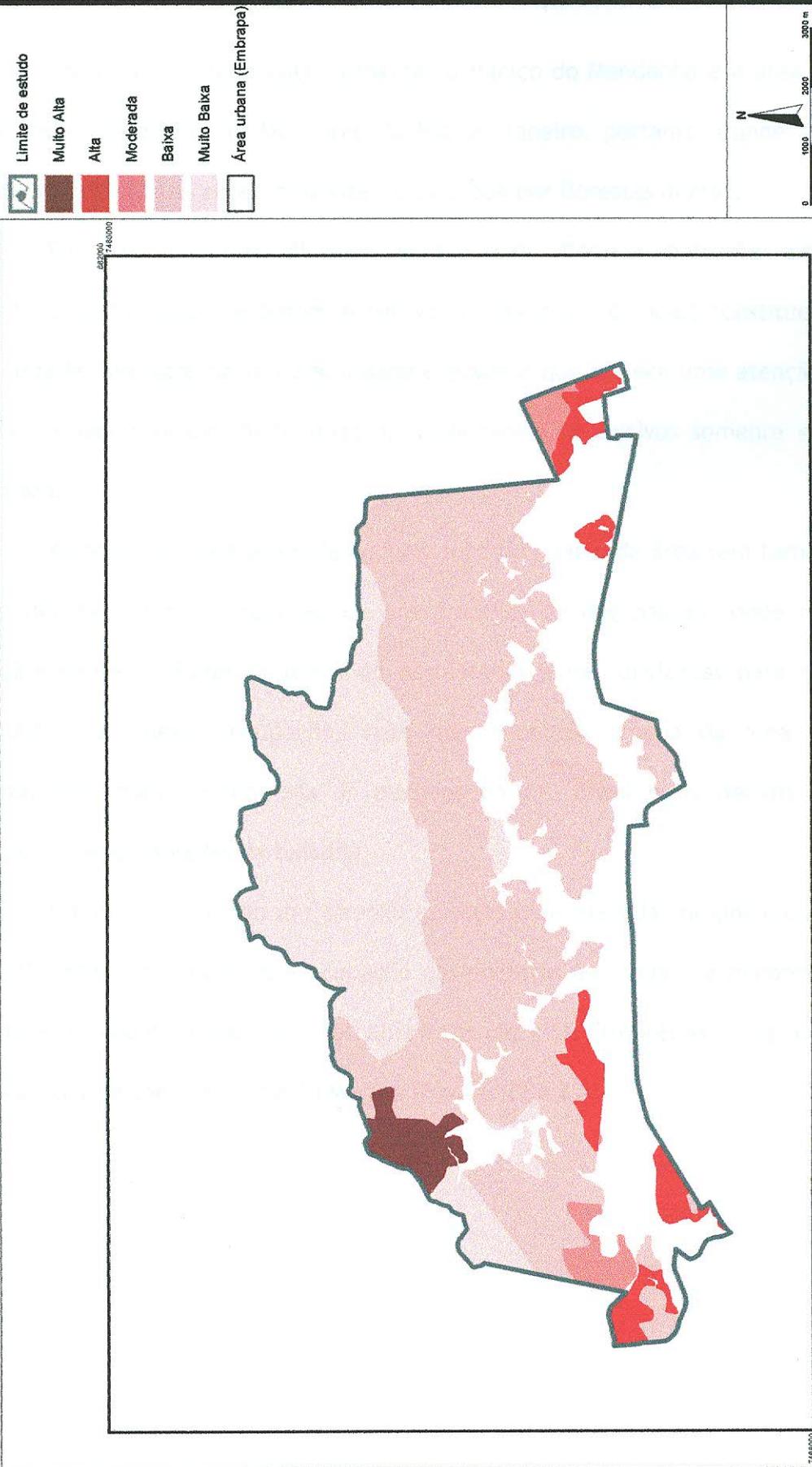
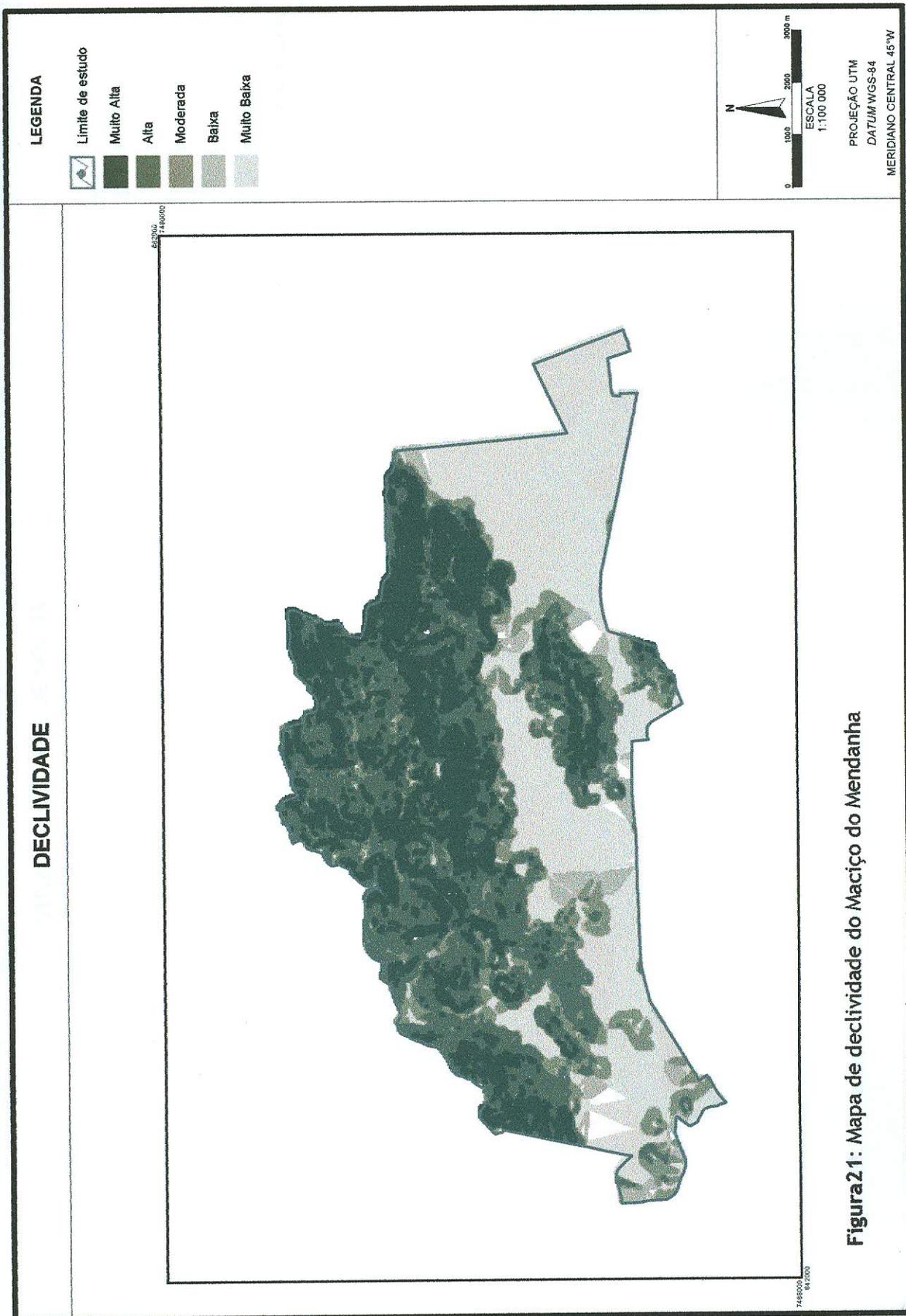


Figura 20: Vulnerabilidade de solos

748000  
642000



**Figura 21:** Mapa de declividade do Maciço do Mendanha

#### 6.4- Unidades de Paisagem

Como já foi citado anteriormente, o Maciço do Mendanha é a área de florestas mais bem preservada do Município do Rio de Janeiro, portanto grande parte de sua área, sobretudo suas cotas mais altas, é ocupada por florestas densas.

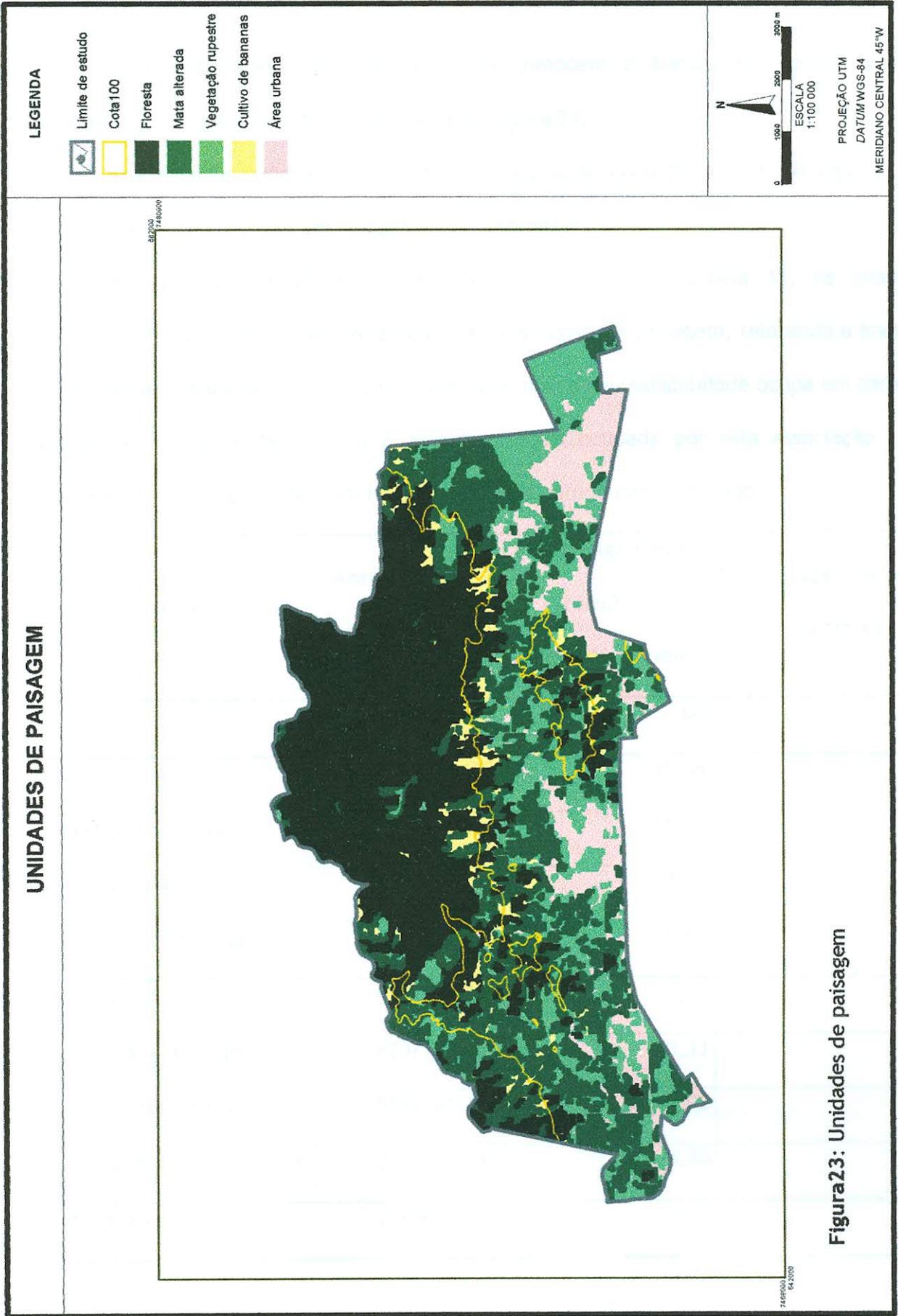
Em suas encostas dividem espaço uma floresta bastante alterada pelo desmatamento destas vertentes e cultivos de bananas, os quais constituem-se nestas localidades um fator de vulnerabilidade elevado e que merece uma atenção especial e uma possível reversão deste quadro, implementando cultivos somente em áreas de baixada.

As áreas de mata alterada ocupam uma boa parte da área (em torno de 25%), o que denota a franca expansão de um processo de degradação, onde muitas áreas originalmente de florestas têm sido desmatadas e não utilizadas para qualquer fim produtivo ou mesmo ocupação, visto que a porção urbana da área de trabalho encontra-se mais concentrada às margens da Av. Brasil e os demais cultivos em pequenas áreas isoladas de baixada.

É notória a pressão em direção as cotas mais elevadas originalmente ocupadas por florestas, sobretudo pela ocupação das encostas por cada vez maiores cultivos de bananas e pelo desmatamento que abre cada vez mais "fronteiras" para uma ocupação urbana que já chega ao sopé do Maciço (Figuras 22 e 23).



**Figura 22: Alteração da vegetação, plantio de bananeiras e pressão urbana na encosta a leste do Mendanha.**



**Figura 23:** Unidades de paisagem

## 6.5- Vulnerabilidade da Paisagem

A vulnerabilidade das paisagens que compõem o Maciço do Mendanha é apresentada em sua forma final pelo mapa da Figura 24.

Através dele podemos localizar no espaço onde encontram-se as paisagens e como estas apresentam-se em relação à vulnerabilidade.

A partir dos resultados numéricos, apresentados na tabela 11, os quais relacionam cada classe de vulnerabilidade a cada classe de paisagem, relatando a área – em valores absolutos e percentuais – que cada nível de vulnerabilidade ocupa em cada classe de paisagem, bem como a área percentual ocupada por esta associação – paisagem X vulnerabilidade – em relação a área de estudo como um todo.

Classe	Área total da classe (m <sup>2</sup> )	Porcentagem em relação a área de estudo	Porcentagem em relação a classe
Limite	74466048,45	100	100
Floresta alta	11664433,17	15,66	42,47
Floresta moderada	12491816,48	16,77	45,48
Floresta baixa	3354972,07	4,50	12,21
Floresta muito baixa	628732,70	0,84	2,289
Mata alterada alta	4128103,92	5,53	17,23
Mata alterada moderada	6207163,85	8,33	34,20
Mata alterada baixa	5239791,48	7,03	28,87
Mata alterada muito baixa	3133284,34	4,20	17,26
Vegetação rupestre alta	2264620,32	0,11	0,57

Vegetação rupestre moderada	6362884,51	8,54	38,69
Vegetação rupestre baixa	4495323,50	6,03	27,33
Vegetação rupestre muito baixa	4830657,59	6,48	29,37
Cultivo de bananas alta	1274590,27	1,68	35,83
Cultivo de bananas moderada	1784174,25	2,39	50,82
Cultivo de bananas baixa	640399,63	0,85	18,24
Cultivo de bananas muito baixa	269993,57	0,36	7,69
Área urbana alta	117110,22	0,15	1,29
Área urbana moderada	1099089,96	1,47	12,37
Área urbana baixa	1583963,77	2,12	17,82
Área urbana muito baixa	5625545,40	7,55	63,32

**Tabela 11:** Estatísticas a respeito da vulnerabilidade das paisagens do Mendanha.

Com estas fontes de dados e informações podemos inferir que:

- Por ser uma área montanhosa, o fator preponderante, de maior peso, como condicionante da vulnerabilidade é a declividade, estando os condicionantes pedológicos em segundo plano, chamando mais a atenção quando ocorrem situações de relacionamentos entre extremos de vulnerabilidade segundo a declividade com extremos de vulnerabilidade segundo fatores dos solos;
- Os maiores percentuais de vulnerabilidade alta encontram-se em áreas de floresta, mais de 40% destas áreas florestadas encontram-se na classe de

vulnerabilidade alta, perfazendo mais de 15% da área de estudo. Isto constitui um fator que chama a atenção para a necessidade de manter preservadas as áreas de florestas, as quais ainda ocupam 37,77% da área de estudo;

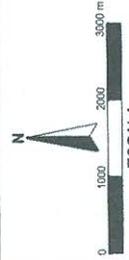
- As áreas de cultivo de bananas também encontram-se em sua maioria em áreas de vulnerabilidade alta (35,83%) e moderada (50,82%). Como trata-se de um tipo de cultivo que causa bastante degradação do solo, principalmente se realizado como no Maciço do Mendanha, ou seja, "morro acima", constitui-se na paisagem que merece maior atenção no sentido de procurar reverter o seu quadro atual para o seu quadro natural. As áreas de cultivos de bananas no Mendanha apresentam-se como áreas de risco;
- As áreas de vulnerabilidade moderada também ocupam elevados percentuais nas áreas de florestas (45,48%), de matas alteradas (34,20%) e de vegetação rupestre (38,69%) ocupando a maior extensão da paisagem do Mendanha (37,5%);
- As áreas de vulnerabilidade moderada também encontram seus maiores percentuais distribuídos em áreas de florestas, 16,77% da área de estudo e 45,48% da área total de florestas
- A maior concentração de áreas com vulnerabilidade muito baixa, felizmente, encontra-se na unidade de paisagem urbana (7,55% da área de estudo). Esta unidade apresenta 63,32% de sua área nesta classe de vulnerabilidade. No entanto vale salientar que as condições sociais na área são críticas;
- As áreas de matas já bastante alteradas por ações antrópicas, geralmente desmatadas e abandonadas, sem uso, ocupam 25,09% da área de estudo, sendo que, felizmente, apresentam vulnerabilidade concentrada nas classes muito baixa, baixa e moderada, perfazendo 79,17% de sua área.

Com base em tais parâmetros pode-se dizer, de uma maneira geral, que a paisagem do Maciço do Mendanha como um todo apresenta uma vulnerabilidade moderada.

# VULNERABILIDADE

## LEGENDA

- Limite de estudo
- Alta
- Moderada
- Baixa
- Muito baixa



ESCALA  
1:100 000

PROJEÇÃO UTM  
DATUM WGS-84  
MERIDIANO CENTRAL 45°W

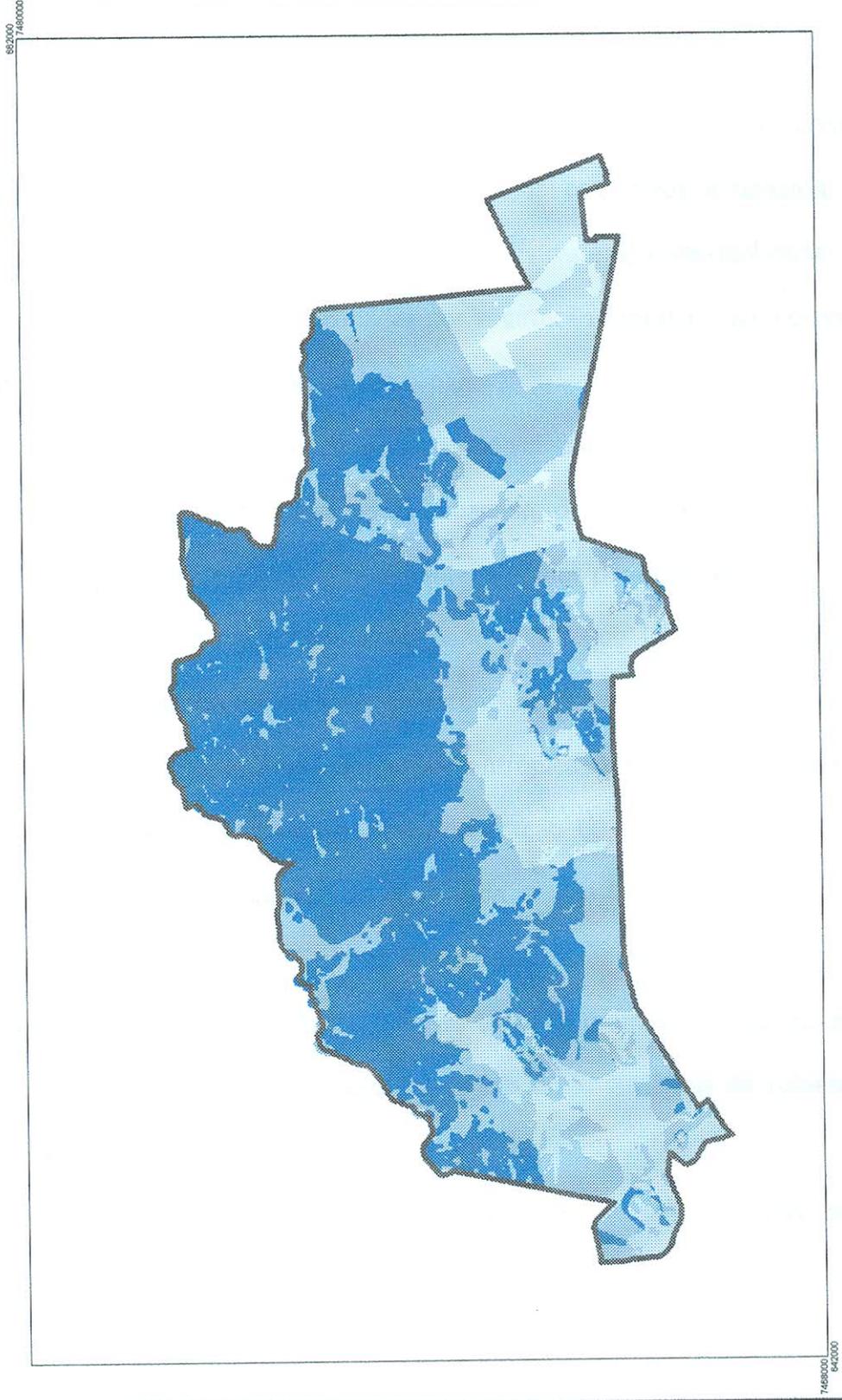


Figura 24: Mapa de vulnerabilidade

## 6.6- Zoneamento

Os resultados referentes ao zoneamento proposto são expressos como propostas de ações mitigadoras a serem tomadas para que se mantenham os propósitos de cada zona (Figura 25).

Algumas áreas merecem atenção especial. São elas:

- Toda a zona de amortecimento, que compreende a zona de conservação proposta deve ser restaurada, eliminando-se daí os cultivos de bananas, os quais podem ser transferidos para áreas de declividade e vulnerabilidade de solos muito baixa, que estejam ocupadas por vegetação rupestre, que correspondem às mesmas áreas destinadas ao uso urbano
- As florestas que encontram-se em áreas de vulnerabilidade de moderada a alta, devem ser preservadas. Como estas situam-se, de uma maneira geral, acima da cota de 100m, bastava-se a implementação pelos poderes executivos da União, do Estado e/ou do Município implementarem o que já foi determinado pelos poderes Legislativos destas mesmas instâncias;
- As áreas de mata alterada por ações antrópicas devem ser bem geridas, de forma que seja promovida a sua recuperação ou restauração em áreas que apresentem vulnerabilidade de moderada a alta, respectivamente, as quais representam mais de 50% destas áreas, localizadas notadamente nas zonas de “uso restrito” e “conervação”. Deve-se também promover o uso em atividades de baixo impacto ou a recuperação de tais áreas em áreas de vulnerabilidade baixa e muito baixa;
- As áreas de vegetação rupestre, que na maioria são ocupadas por capim colônio, vegetação arbustiva e capoeira podem ser em muitos casos destinadas

à ocupação urbana onde apresentam vulnerabilidade muito baixa e à recuperação ou a usos de baixo impacto onde apresentam vulnerabilidade moderada;

- Os aspectos sócio-econômicos em todos os setores do Maciço do Mendanha carecem extremamente de atenção no que diz respeito à questões básicas de bem-estar. Quase toda a população da área carece de educação, infraestrutura e salários dignos.

Um investimento interessante que poderia ser implementado na área de estudo e que traria retornos sociais ao menos educacionalmente e economicamente, além de promover um uso racional e a preservação da área, seria o turismo sustentável –já proposto por Ramalho (2000)–, uma vez que o Maciço do Mendanha conta com inúmeros atrativos naturais de grande beleza cênica e utilidade recreativa, como rios cachoeiras, trilhas pela floresta e mirantes.

O turismo sustentável poderia desenvolver-se com recursos humanos locais, pois a participação desta população ainda promoveria um melhoramento da “afinidade” entre a sociedade e a natureza locais. Fato de extrema importância, visto que grande parte da população residente na área de estudo não tem origens, “raízes”, ali.

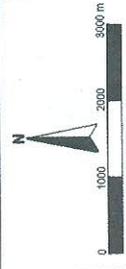
O turismo sustentável exige um equilíbrio sutil entre a exploração econômica – tendo o turista como fonte de renda– e a conservação das paisagens –como fonte de atração *ad eternum*.

Como a atividade turística só se sustenta com a integridade da área, esta atividade garantiria um uso racional dos recursos do Maciço, caso contrário haveria um colapso humano ou natural ou, ainda, ambos.

# ZONEAMENTO AMBIENTAL

## LEGENDA

- Limite de estudo
- Preservacao (Cota 100)
- Conservacao (300m)
- Uso restrito
- Uso de baixo impacto
- Uso urbano



PROJEÇÃO UTM  
DATUM WGS-84  
MERIDIANO CENTRAL 45°W

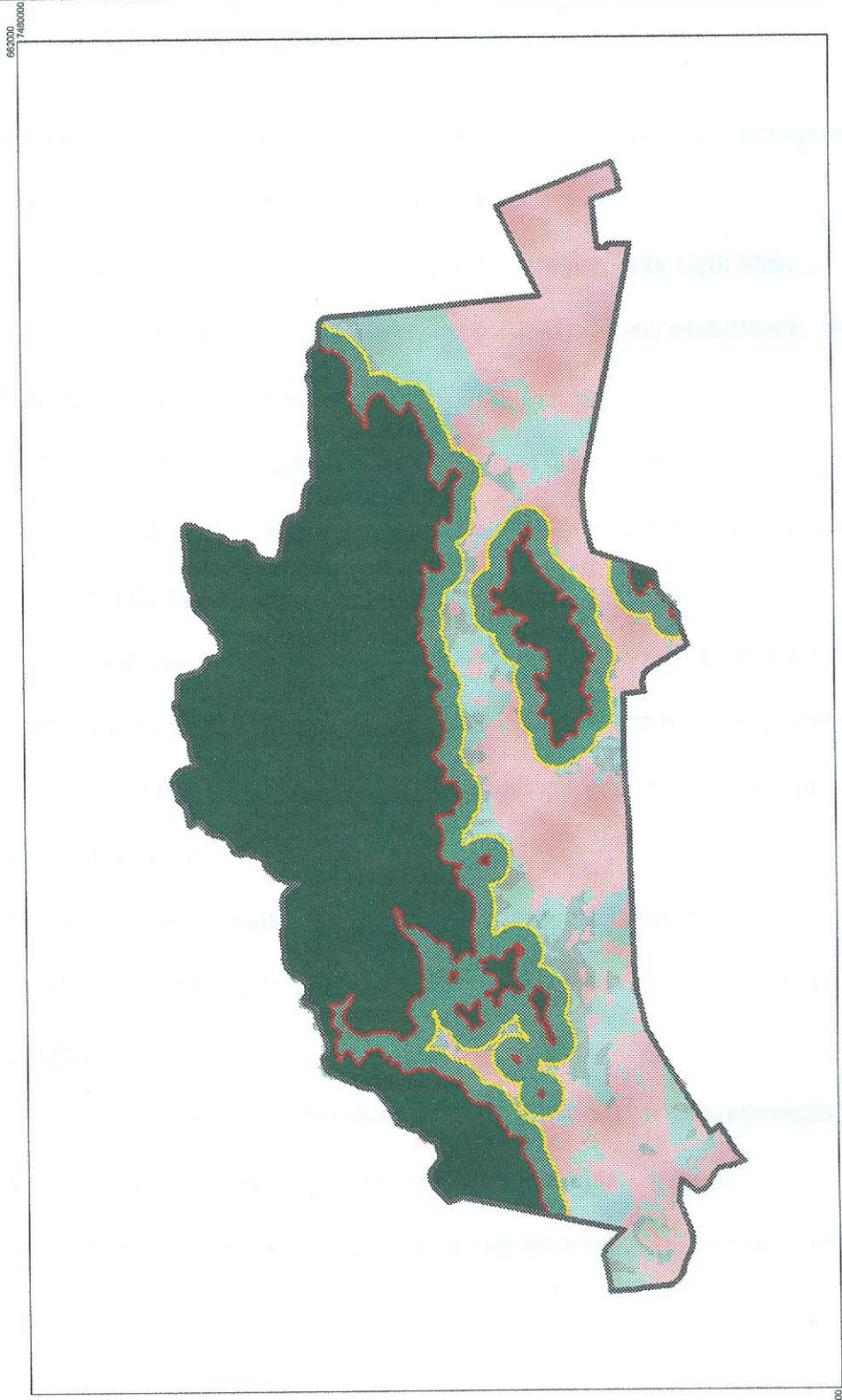


Figura25: Zoneamento Ambiental

## 7 CONCLUSÕES

---

Este capítulo tem o objetivo de concluir a respeito do emprego dos dados, métodos, técnicas e conceitos em relação aos objetivos propostos.

### 7.1- Quanto à Metodologia Empregada

A identificação de unidades de paisagem possui algumas vantagens entre os métodos de diferenciação de áreas de estudo, pois:

- Não se apresentam como áreas com limites previamente definidos;
- Permitem o desenvolvimento de vários estudos, de vulnerabilidade, de risco, de degradação, de classificação, de tipologia;
- Permitem a aplicação sob a ótica de diversas ciências e até nas artes: Geografia, Ecologia, Pedologia, Arquitetura, Urbanismo, só para citar as que mais se apropriam do conceito;
- Seus limites são estipulados por uma associação de variáveis que resultam numa diferenciação espacial percebida visualmente, ou melhor, seus limites já são a expressão visual de condicionantes que por sua vez serão utilizados na busca de seu conhecimento;
- Por estarem associadas, por definição, a aspectos fisionômicos, permitem que os estudos baseados neste conceito possam ser facilmente comprovados ou não no terreno;
- Permitem ajustes implementados com facilidade entre as estruturas e funções de seus componentes de acordo com a dinâmica de cada um.

A abordagem sistêmica se aplica perfeitamente ao estudo das paisagens, pois:

- A paisagem é composta por um mosaico de elementos que se associam e resultam num produto final comum, ou seja, é composta por diversos subsistemas que associados dão origem a um sistema de nível hierárquico mais elevado. Logo, já apresenta uma estrutura sistêmica por definição;
- Analisando a paisagem por cada componente pode-se ter um melhor conhecimento e um melhor controle do seu funcionamento;
- Este tipo de análise também permite a eleição de subsistemas que melhor se adequam ao propósito em questão;
- A análise sistêmica propicia a identificação de estruturas essenciais, diagnóstico, de grupos de fenômenos, otimizando procedimentos práticos.

Quanto às ferramentas empregadas, pode-se concluir que a interação entre Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Espaciais abrange a análise tanto das características não visíveis quanto das percebidas visualmente que compõem a paisagem, sendo, portanto, a combinação ideal de ferramentas para o trabalho com a paisagem.

Em síntese, graças à flexibilidade do conceito de paisagem associada à estrutura de análise sistêmica, pode-se dizer que a metodologia empregada atingiu o seu objetivo com sucesso.

## **7.2- Quanto aos Dados e Informações Disponíveis**

Os dados e informações disponíveis apresentaram-se suficientes, pois eram representativos das classes de fenômenos mais heterogêneas presentes na área de estudo.

Todavia uma série temporal melhor distribuída de dados sociais e de uso/cobertura do solo seria de grande valia.

Uma espacialização de perfis de solos melhor definida retrataria as características pedológicas com maior precisão, aumentando a sua confiabilidade.

Também seria muito pertinentes o uso de dados hidrológicos da área, bem distribuídos espacial e temporalmente, os quais não foram disponíveis, visto que a água é um elemento de integração entre sistemas, constituindo-se por isto um excelente indicador da qualidade ambiental, qualquer que seja a área de estudo.

### 7.3- Quanto aos Materiais e Técnicas Empregados

Para a representação e o trabalho com os dados e informações disponíveis, os materiais e técnicas empregados foram os melhores possíveis, excetuando-se a imagem utilizada, LANDSAT-TM, pois a sua resolução espacial mostrou-se não ser a mais adequada para a área de estudo. Este problema foi atenuado com reconhecimentos de campo de coordenadas conhecidas de classes de fenômenos (unidades de paisagem).

Contudo a técnica de classificação de imagens por segmentação mostrou eficiência acima da expectativa, atenuando também a deficiência de definição espacial da imagem para o emprego na área de estudo.

Toda a base cartográfica foi construída a partir das cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército-DSG, seguindo o rigor desta para as demais bases derivadas.

O Sistema de Informações Espaciais-SIE utilizado para a integração dos dados é baseado no que a de mais moderno atualmente, seguindo as determinações do *Open GIS Consortium* tanto no que diz respeito ao seu fluxograma de trabalho, bastante otimizado, quanto ao que diz respeito do seu modelo de armazenamento de dados.

O potencial das ferramentas de processamento da informação espacial para a análise de dados ambientais vem se superando a cada dia e no que diz respeito a esta Dissertação, este potencial atendeu plenamente a todos os objetivos propostos.

A possibilidade de "fragmentar e recompor" os sistemas, oferecida pela ferramenta de SIE vem de encontro a abordagem sistêmica empregada.

A interação entre Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica, constitui-se em um casamento perfeito no que diz respeito ao estudo de paisagens, pois abrange a análise tanto das características não visíveis quanto das percebidas visualmente que compõem a paisagem. Permitindo que estas sempre caminhem associadas e não fujam ao escopo da abordagem da paisagem.

#### **7.4- Quanto ao Zoneamento Ambiental**

O zoneamento é o primeiro passo a ser dado para a gestão e o planejamento ambiental.

Sua forma baseada em unidades de paisagem por si só já constitui um produto de diagnóstico integrado com a visão transdisciplinar exigida para a compreensão e avaliação dos sistemas ambientais, com uma dimensão espacialmente identificável e perceptível no terreno e conseqüentemente cartografável em diferentes temas de acordo com os objetivos a serem alcançados.

O elenco de fenômenos que constituem a estrutura da paisagem adapta-se à variadas abordagens, podendo assim sob um mesmo conceito serem apresentados diferentes tipos de zoneamentos baseados em paisagens, constituindo-se a definição das paisagens, o próprio zoneamento.

A fácil identificação, de forma direta, de tais estruturas no terreno, em função da qualidade cênica da paisagem, facilita todo o processo não só da delimitação das

"zonas" como também o direcionamento da implementação das decisões para que haja um melhoramento das relações sociedade X natureza, ordenando o território de uma maneira racional.

Por estes motivos, em síntese, o zoneamento ambiental baseado na identificação de paisagens apresenta-se como um formato ideal.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AGNEW, J. *et al.* (1996) – General Introduction. In: Agnew, J. *et al.* (eds.), *Human Geography: An Essential Anthology*. Oxford. Blackwell Publishers Ltd.. pp. 1-16.
- APPLETON, J. (1996) – *The Experience of Landscape*. Chichester. Revised Edition. John Wiley & Sons. Ltd..
- ASPINALL, R.J. (1999) – GIS and Landscape Conservation. In: P.A. Longley *et al.* (eds.), *Geographical Information Systems: Management Issues and Applications*. Vol.2. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- BERQUE, A. (1995) – *Les Raisons du Paysage: de la Chine Antique aux Environnements de Synthèse*. Paris. Éditions Hazan.
- BERTRAND, G. (1982) – Construire la Géographie Physique. *Hérodote: Écologies/Géographie*, 26/40, 90-116.
- CÂMARA, G. *et al.* (2001) – Representações Computacionais do Espaço: Um Diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação. São José dos Campos. DPI/INPE.
- COSGROVE, D. (1984) – Prospect, Perspective and the Evolution of the Landscape Idea. *Transactions of Institute of British Geographers, N.S.*, 10, 45-62.
- COSTA, N.C. (1986) – Geomorfologia Estrutural dos Maciços Litorâneos do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, Instituto de Geociências-UFRJ. 108p.
- COSTA, R.G.S. (1998) – Mapeamento Geo-ambiental do Complexo Gericinó - Mendanha e Áreas Circunvizinhas - Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- CRÓSTA, A.P. (1992) – Processamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas. UNICAMP.
- CRUZ, C.B.M. (2000) – Bases Operacionais para Modelagem e Implementação de um Banco de Dados Geográficos em Apoio à Gestão Ambiental. Um Exemplo Aplicado à Bacia de Campos, RJ. Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências- UFRJ. 438 p.
- CURI, N. *et al.* (1993) – Vocabulário de Ciência do Solo. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- DeMERS, M.N. (1997) – Fundamentals of Geographic Information Systems. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (1980) – Levantamento Semi-detalhado e Aptidão Agrícola dos Solos do Município do Rio de Janeiro-RJ. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS, *Boletim Técnico*, 66.
- \_\_\_\_\_(1988) – Critérios para Distinção de Classes de Solos e Fases de Unidades de Mapeamento: Normas em Uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS. *Documentos*,
- EMBRAPA Solos (1999) – Mapeamento Pedológico e Interpretações Úteis ao Planejamento Ambiental do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Embrapa-Solos
- FONSECA, J.P.C. de & DRACH, A. (1985) – Un Modèle Spatio-dynamic du Paysage. In: Berdoly, V. & Phipps, M. (dir.), *Paysage et Système: de l'Organisation Écologique à l'Organisation Visuelle*. Ottawa. Éditions de l'Université d'Ottawa. pp. 103-112.
- FRIDMAN, F. (1999) – Donos do Rio em Nome do Rei: Uma História Fundiária da Cidade do Rio de Janeiro. 2ª ed.. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editor Ltda..

- GOMES, P.C.C. (1997) – Geografia *Fin-de-siècle*: O Discurso Sobre a Ordem Espacial do Mundo e o Fim das Ilusões. In: Castro, I.E. de et al.(orgs.), *Explorações Geográficas*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.
- HAYNES-YOUNG et al. (1993) – Landscape Ecology and GIS. London. Taylor & Francis.
- HEILBRON, M. et al. (1995) – Orogênese Brasileira no Segmento Central da Faixa Ribeira, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências*, 25(4): 249-266 pp.
- HELMBOLD, R et al. (1965) – Mapa Geológico do Estado da Guanabara (1:50000). Rio de Janeiro. Departamento de Fomento à Produção Mineral, Divisão de Geologia Mineral.
- HEWITT, K. (1997) – Regions of Risk. A Geographical Introduction to Disasters. Essex. Addison Wesley Longman Ltd..
- HUGGETT, R.J. (1995) – Catastrophism: Systems of Earth History. London. Edward Arnold.
- INPE (2001) – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING. Manual do Usuário Versão 3.5.1. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE.
- INTERGRAPH Corporation (2001) – Working with *GeoMedia Professional*. Huntisville. Intergraph Corporation.
- KLEIN, V.C. & VALENÇA, J.G. (1984) – Ignimbritos do Vilção de Nova Iguaçu e da Chaminé do Lamego. Rio de Janeiro. *Anais XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*. 4335-4345pp.
- KLEIN, V.C. & VIEIRA, A.C. (1984) – Aspectos da Intrusão de Diques Alcalinos na Serra do Mendanha, RJ. Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 56(3), 361p.

- KLEIN, V.C. (1993) – O Vulcão Alcalino de Nova Iguaçu (Estado do Rio de Janeiro). Controle Estrutural e Processo de Erupção. Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Departamento de Geologia, Instituto de Geociências-UFRJ. 107p.
- LACOSTE, Y. (1982) – Les Écologistes, les Géographes et les "Écolos". *Hérodote: Écologies/Géographie*, 26/40: 3-22.
- LILLESAND, T.M. & KIEFER, R.W. (1994) – Remote Sensing and Image Interpretation. 3<sup>rd</sup> ed. New York. John Wiley&Sons, Inc.
- LINEHAN, J.R. & GROSS, M. (1998) – Back to the Future, Back to the Basics: The Social Ecology of Landscapes and the Future of Landscape Planning. *Landscape and Urban Planning*, 42, 207-223.
- LIVINGSTONE, D.N. (1992) – The Geographical Tradition: Episodes in the History of a Contested Enterprise. Oxford. Blackwell Publishers.
- MANNION, A.M., (1991) – Global Environmental Change. A Natural and Cultural Environmental History. London. Longman Group UK Ltd..
- MATEO, J. (1984) – Apuntes de Geografía de los Paisajes. Ciudad de La Habana. Universidad de La Habana. Facultad de Geografía.
- MCCLOY, K.R. (1995) – Resource Management Information Systems: Process and Practice. London. Taylor&Francis, Ltd..
- OPEN GIS CONSORTIUM (1998) – The Open GIS Guide: Introduction to Interoperable Geoprocessing and the Open GIS Specification. 3<sup>rd</sup> ed. Massachusetts. Open GIS Consortium, Inc..
- PADILHA, R.C.B.L.A. & KURKDIAN, M.L.N.O. () – Aplicação da Técnica de Segmentação em Imagens HRV/SPOT para a Discriminação dos Vazios Urbanos. Salvador. *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Em CD-ROM.

- PALMIERI, F. & LARACH, J.O.I.** (1996) – Pedologia e Geomorfologia. In: Guerra, A. J.T. & Cunha, S.B. da (org.), *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. pp 59-122.
- PHIPPS, M.** (1985) – Théorie de l'Information et Problématique du Paysage. In: Berdoley, V. & Phipps, M. (dir.), *Paysage et Système: de l'Organisation Écologique à l'Organisation Visuelle*. Ottawa. Éditions de l'Université d'Ottawa. pp. 59-74.
- PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO** (1970) – Síntese Histórica de Campo Grande. XVIII Região Administrativa de Campo Grande.
- PROJETO RADAMBRASIL** (1983) – Geomorfologia do Rio de Janeiro/Vitória, Folhas SF23/24. Brasília. RADAMBRASIL.
- RAMALHO, R.S.** (2000) – Análise Ambiental do Potencial Turístico da Vertente Sul do Maciço do Gericinó-Mendanha, Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- RESENDE, M.** (1985) – Aplicações de Conhecimentos Pedológicos à Conservação de Solos. Belo Horizonte. *Informe Agropecuário*, 11(128): 3-18.
- ROBINSON, A.H. et al.** (1995) – Elements of Cartography. 6<sup>th</sup> ed.. New York. John Wiley & Sons, Inc..
- ROSS, J.L.S.** (1996) – Geomorfologia Aplicada aos EIAs RIMAs. In: Guerra, A. J.T. & Cunha, S.B. da (org.), *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. pp 291-336.
- RUMBAUGH, J. et al.** (1991) – Object-Oriented Modeling and Design. New Jersey. Prentice-Hall.

- SÁNCHEZ, R.O. e SILVA, T.C. da (1995) – Zoneamento Ambiental: Uma Estratégia de Ordenamento da Paisagem. *Cadernos de Geociências*, 14, 47-53, abril/junho.
- SAUER, C. (1925) – The Morphology of Landscape. *University of California Publication in Geography*, 2, 19-54.
- SMITH, D.D. & WISCHMEIER, W.H. (1962) – Rainfall Erosion. *Advances in Agronomy*, vol.14, 109-148.
- SMITH, R.L. (1972) – Concept of the Ecosystem. In: Smith, R.L. (ed.) *The Ecology of Man: An Ecosystem Approach..* New York. Harper & How Publishers. pp.3-22.
- TRICART, J. (1985) – Paysage et Télédétection. In: Berdoly, V. & Phipps, M. (dir.), *Paysage et Système: de l'Organisation Écologique à l'Organisation Visuelle.* Ottawa. Éditions de l'Université d'Ottawa. pp. 113-123.
- WIEBER, J.C. (1985) – Le Paysage Visible, Un Concept Nécessaire. In: Berdoly, V. & Phipps, M. (dir.), *Paysage et Système: de l'Organisation Écologique à l'Organisation Visuelle.* Ottawa. Éditions de l'Université d'Ottawa. pp. 167-178.
- WISCHMEIER, W.H. *et al.* (1971) – A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. Ankey. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26(5): 189-193.