

CRISTIANE NUNES FRANCISCO

**O USO DE SISTEMAS GEOGRÁFICOS DE INFORMAÇÃO (SGI) NA  
ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES DE UNIDADES DE  
CONSERVAÇÃO  
- UMA APLICAÇÃO NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ**

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia.

São Paulo  
1995

CRISTIANE NUNES FRANCISCO

**O USO DE SISTEMAS GEOGRÁFICOS DE INFORMAÇÃO (SGI) NA  
ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES DE UNIDADES DE  
CONSERVAÇÃO - UMA APLICAÇÃO NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA,  
RJ**

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia.

Área de Concentração:  
Engenharia de Transportes

Orientador:  
Jorge Xavier da Silva

São Paulo  
1995

Francisco, Cristiane Nunes

O Uso de Sistemas Geográficos de Informação SIG na  
Elaboração de Planos Diretores de Unidades de Conservação - Uma  
Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ. São Paulo, 1995.

xpp.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1. Sistemas Geográficos de Informação 2. Unidades de  
Conservação 3. Planos de Manejo de Unidades de Conservação 4.  
Geoprocessamento 5. Parque Nacional da Tijuca. I. Universidade de  
São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Transportes II. t

AOS MEUS PAIS,  
pelo amor, carinho, dedicação....

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Geografia da UFRJ, que concedeu o uso das suas instalações para o desenvolvimento da presente dissertação. Em especial, o Laboratório de Geoprocessamento e toda a sua equipe: Osvaldo, Osmar, João, Rosângela, Luis Fernando e Luis Mendes.

Ao Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ pela gentileza na digitalização dos mapas temáticos, em especial ao Prof. José Paulo e toda sua equipe.

Ao Prof. Pires do Departamento de Geologia da UFRJ, pelas valiosas informações em relação a Geologia do PNT.

Aos colegas da área de Geografia e afins que muito me auxiliaram na troca de experiências, em especial ao colega Hermani.

A várias outras instituições pela atenção e gentileza na prestação de algum serviço necessário ao desenvolvimento da dissertação, destacando o Setor de Cartografia do IPLANRIO; o Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, na pessoa do Pesquisador Ubiratan; e o Programa de Engenharia de Produção, na pessoa do Prof. Ricardo Wagner.

Ao meu orientador, Prof. Jorge Xavier da Silva, pelos ensinamentos que foram imprescindíveis para o desenvolvimento da dissertação, mas que, fundamentalmente, colaborarão para minha atuação profissional e acadêmica durante todo meu percurso.

Por fim, quero agradecer a todos meus AMIGOS que me encorajaram nos momentos de angústia e sorriram comigo nos momentos da conquista. Com carinho especial a:

- meus pais-amigos Alda e Antonio;
- minha irmã-amiga Vera;
- meu cunhado-amigo Sergio;
- meu primo-amigo Jorginho;
- meu namorado-amigo Nilton.

## SUMÁRIO

Lista de tabelas

Resumo

*Abstract*

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. ESBOÇO CONCEITUAL</b> .....	09
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	16
<b>4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	27
4.1 Características Ambientais Básicas do PNT.....	31
<b>5. BASE DE DADOS</b> .....	34
5.1 Mapas Temáticos - Fatores Ambientais.....	35
5.2 Mapas Temáticos - Fatores Sócio-Econômicos .....	44
<b>6. ENTRADA DE DADOS</b> .....	52
6.1 Preparação dos Mapas Temáticos - Pré-Processamento .....	53
6.2 Digitalização por <i>Scanner</i> .....	55
6.3 Entrada para o IDRISI .....	58
6.4 Entrada para o SAGA/UFRJ .....	61
6.5 Entrada de Dados por Scanner: Algumas Considerações .....	62
<b>7. ASSINATURA AMBIENTAL</b> .....	64
7.1 Assinaturas de Deslizamentos e Desmoronamentos .....	65
7.2 Assinaturas da Cobertura e Uso do Solo .....	80
7.2.1 Assinaturas de Favelas.....	83
7.2.2 Assinaturas de Residências de Alto Padrão .....	91
7.2.3 Assinaturas de Desmatamentos.....	98
<b>8. AVALIAÇÕES AMBIENTAIS DIRETAS</b> .....	106
8.1 Risco de Deslizamentos e Desmoronamentos.....	107
8.2 Risco de Mudança de Uso.....	120
8.2.1 Risco de Favelização.....	120

<b>8.2.2 Risco de Ocupação de Residências de Alto Padrão.....</b>	<b>131</b>
<b>8.2.3 Risco de Desmatamentos .....</b>	<b>139</b>
<b>9. AVALIAÇÕES COMPLEXAS: ÁREAS CRÍTICAS.....</b>	<b>148</b>
<b>9.1 Áreas Críticas: Risco de Favelização x Área para Preservação .....</b>	<b>150</b>
<b>9.2 Áreas Críticas: Risco de Ocupação por Residências de Alto Padrão x Área para Preservação .....</b>	<b>157</b>
<b>9.3 Áreas Críticas: Risco de Desmatamentos x Área de Preservação .....</b>	<b>159</b>
<b>9.4 Áreas Críticas: Risco de Deslizamentos e Desmoronamentos.....</b>	<b>163</b>
<b>10. ZONEAMENTO.....</b>	<b>167</b>
<b>10.1 Mapas Potenciais do PNT .....</b>	<b>168</b>
<b>10.2 Zoneamento do PNT .....</b>	<b>178</b>
<b>11. NORMAS DE MANEJO DO PNT.....</b>	<b>186</b>
<b>12. CONCLUSÕES.....</b>	<b>192</b>
<b>ANEXO - MAPAS .....</b>	<b>199</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>211</b>

## LISTA DE TABELAS

- **Tabela 7.1** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (70p.)
- **Tabela 7.2** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (71p.)
- **Tabela 7.3** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos. (71p.)
- **Tabela 7.4** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Pedologia x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (72p.)
- **Tabela 7.5** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Litologia 1 x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (73p.)
- **Tabela 7.6** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Litologia 2 x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (73p.)
- **Tabela 7.7** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (74p.)
- **Tabela 7.8** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (75p.)
- **Tabela 7.9** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (76p.)
- **Tabela 7.10** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estrutura Geológica x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (77p.)
- **Tabela 7.11** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Contato Geológico x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988. (78p.)
- **Tabela 7.12** - Área de proximidade de 100 m das variáveis ambientais em relação a área de análise **(A)**, e área de cicatrizes situadas nas classes de proximidade de 0 a 100 m das variáveis ambientais **(B)**. (80p.)
- **Tabela 7.13** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Favelas. (84p.)

- **Tabela 7.14** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Favelas. (85p.)

- **Tabela 7.15** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Favelas. (86p.)

- **Tabela 7.16** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Favelas. (87p.)

- **Tabela 7.17** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Favelas. (88p.)

- **Tabela 7.18** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Favelas. (88p.)

- **Tabela 7.19** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Cobertura e Uso do Solo x Mapa de Favelas. (90p.)

- **Tabela 7.20** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Residências de Alto Padrão. (92p.)

- **Tabela 7.21** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Residências de Alto Padrão. (93p.)

- **Tabela 7.22** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Residências de Alto Padrão. (93p.)

- **Tabela 7.23** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Residências de Alto Padrão. (94p.)

- **Tabela 7.24** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Residências de Alto Padrão. (95p.)

- **Tabela 7.25** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Residências de Alto Padrão. (96p.)

- **Tabela 7.26** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Uso do Solo x Mapa de Residências de Alto Padrão. (97p.)

- **Tabela 7.27** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Desmatamentos. (99p.)

- **Tabela 7.28** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Desmatamentos. (99p.)

- **Tabela 7.29** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Desmatamentos. (100p.)

- **Tabela 7.30** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Desmatamentos. (101p.)

- **Tabela 7.31** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Desmatamentos. (102p.)

- **Tabela 7.32** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Desmatamentos. (103p.)

- **Tabela 7.33** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Cobertura e Uso do Solo x Mapa de Desmatamentos. (104p.)

- **Tabela 8.1** - Classificação das Notas Finais do Mapa de Risco de Deslizamentos e Desmoronamentos. (119p.)

- **Tabela 8.2** - Classificação das Notas Finais do Mapa de Risco de Favelização. (129p.)

- **Tabela 8.3** - Classificação das Notas Finais do Mapa de Risco Ocupação por Residências de Alto Padrão. (137p.)

- **Tabela 8.4** - Classificação das Notas Finais do Mapa de Risco de Desmatamentos. (145p.)

- **Tabela 9.1** - Áreas Críticas de Favelização Segundo Distância do PNT. (155p.)

- **Tabela 9.2** - Áreas Críticas de Ocupação por Residências de Alto Padrão Segundo Distância do PNT. (158p.)

- **Tabela 9.3** - Áreas Críticas de Desmatamentos Segundo Distância do PNT. (162p.)

- **Tabela 9.4** - Cobertura e Uso do Solo da Área de Entorno do PNT. (163p.)

- **Tabela 9.5** - Áreas Críticas de Deslizamentos e Desmoronamentos do PNT e sua Área de Entorno. (164p.)

## ABREVIATURAS

- **APA** - Área de Proteção Ambiental.
- **ARIE** - Área de Relevante Interesse Ecológico.
- **CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- **COPPE** - Coordenadoria de Pos-Graduação em Engenharia da UFRJ.
- **DPI** - *Dots Per Inch*.
- **EMBRATEL** - Empresa Brasileira de Telecomunicações.
- **FBCN** - Fundação Brasileira de Conservação da Natureza.
- **FEEMA** - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.
- **IBDF** - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.
- **INPE** - Instituto de Pesquisas Espaciais.
- **IPLANRIO** - Instituto de Planejamento de Planejamento do Município do Rio de Janeiro.
- **LAGEOP** - Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ.
- **MDT** - Modelo Digital de Terreno.
- **PNT** - Parque Nacional da Tijuca.
- **SAGA/UFRJ** - Sistema de Análise Geo-Ambiental / Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- **SITIM** - Sistema de Tratamento de Imagem.
- **TIFF** - *Tagged Image File Format*.
- **UFRJ** - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- **UNESCO** - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.

## RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo a apresentação do desenvolvimento do Plano de Manejo para o Parque Nacional da Tijuca (RJ), a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento. A elaboração do plano foi baseada na metodologia de Análise Ambiental desenvolvida pelo Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ.

O volume e a complexidade dos dados ambientais requeridos nestes projetos demandam grandes recursos materiais e humanos. Desta forma, o uso de técnicas de geoprocessamento, especificamente, os Sistemas Geográficos de Informação (SGI), pode contribuir na elaboração dos Planos de Manejo, devido à sua capacidade de armazenamento e de manipulação de um grande volume de dados ambientais. Ao lado disso, é possível também o monitoramento ambiental, a partir da montagem e da constante atualização da base de dados da unidade de conservação.

O PNT, que abriga grande área da maior floresta urbana do mundo, está situado nas encostas do Maciço da Tijuca, no centro da Cidade do Rio de Janeiro, ficando exposto a diversos problemas relacionados com a expansão urbana da cidade. Entre estes problemas deve-se destacar: os movimentos de massa, os desmatamentos, a construção de residências de alto padrão nas encostas do maciço e a favelização. Estes problemas foram mapeados e, a partir da análise de uma ampla base de dados contendo as características ambientais básicas do PNT, foram avaliados os riscos de ocorrência destes eventos.

A base de dados foi constituída de diversos mapas temáticos. Estes mapas foram processados em SGI, resultando na elaboração dos mapas de riscos de ocorrência dos eventos acima citados. Também foram elaborados mapas de potenciais de uso do PNT, sendo estes definidos segundo o decreto que regulamenta os Parques Nacionais. A partir dos mapas de riscos e potenciais, foram definidas as normas de manejo e o zoneamento do PNT.

## ABSTRACT

This dissertation aims to present the development of the Management Plan for The Parque Nacional da Tijuca (RJ), using geoprocessing techniques. The plan execution was based in a Environmental Analysis methodology available at Geoprocessing Laboratory of Department Geography of the UFRJ.

The amount and complexity of environmental data required for these projects demand a great material and human efforts. In this context, the use of geoprocessing techniques, specifically the Geographical Information Systems (GIS), optimizes the Management Plans' development through its capability of storage and handling of a great amount of environmental data. Besides it is also possible the environmental monitoring through the constant updating of the conservation unit's data base.

The PNT, the world's biggest urban forest, situated at the center of Rio de Janeiro City, is subjected to several problems related to the urban expansion. Among these problems we may emphasize: the mass movement, the deforestation, the building of high level houses at the slopes and the growth of the slums. These problems were mapped, and through large data base analysis composed of the basic environmental elements, the risks of occurrence were evaluated and made available.

The data base was composed of several thematic maps. These maps were processed at GIS and the result was the mapping occurrence of risks of the events mentioned above. It was also prepared the potential maps defined by the law that regulated the National Parks. Based on risks and potential maps the management rules and conservation unit's zoning were defined.

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

Com o advento da Revolução Industrial e, conseqüentemente, a consolidação do modo de produção capitalista, a exploração dos recursos naturais passou a se fazer com velocidade e intensidade jamais vistas. Os recursos ambientais passam a ser considerados como mercadoria, matéria-prima para a produção, o que tem levado a grandes desequilíbrios ambientais vividos pela sociedade atual. Segundo Lemos (1989), a partir da segunda metade dos anos 60, começou a manifestar-se "a organização de uma consciência social e política em torno dos problemas ambientais" (1p.), devido ao agravamento destes problemas, causado pelos seguintes fatos ocorridos após a Segunda Guerra Mundial: a) explosão demográfica, b) aceleração da industrialização e c) crescimento da urbanização. Desde então a necessidade de conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental vem se firmando, como foi destacada na Conferência de Estocolmo em 1972. Nesta perspectiva, o gerenciamento ambiental, ou seja, a atuação do homem no meio ambiente tendo como base o planejamento, ganha destaque como um modo de utilização dos recursos naturais que minimiza os prejuízos ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, permite o desenvolvimento econômico.

Como forma de abrandar os efeitos causados pelos desequilíbrios ambientais e garantir a preservação de elementos ambientais básicos (físicos, bióticos e culturais), vêm sendo implantadas, em número crescente, as unidades de conservação. Segundo IBDF; FBCN (1979) "A proteção ou preservação de ecossistemas em estado clímax ou de áreas que englobam vários ecossistemas, onde os recursos naturais são passíveis de uso indireto, sem consumo, é basicamente efetuada pela Poder Público, através de unidades de conservação" (6p.).

A primeira unidade de conservação implantada no Brasil foi o Parque Nacional do Brasil, em Itatiaia, no Estado do Rio de Janeiro, em 1937. Deve-se enfatizar que os Parques Nacionais brasileiros, bem como os de toda a América Latina, até a década de 60, segundo IBDF;FBCN (1979), foram criados basicamente pela beleza cênica existente nestas áreas. A partir da década de 70, a preocupação em preservar os ecossistemas vem sendo o ponto principal para a implantação das unidades de conservação. Para Magnanini (1977), o estabelecimento de um maior número de Parques Nacionais e áreas análogas é, talvez, a única possibilidade de garantir a preservação da natureza primitiva para as futuras gerações.

Segundo IBDF; FBCN (1979) *apud* Pádua (1977), os objetivos de manejo de um sistema brasileiro de unidades de conservação deveriam ser essencialmente os seguintes:

- "1) proteger amostras de toda diversidade de ecossistemas do país (...);
- 2) proteger espécies raras, em perigo ou ameaçadas de extinção, biótipos, comunidades bióticas únicas, formações geológicas e geomorfológicas de grande valor, paisagens de rara beleza cênica (...);
- 3) preservar o patrimônio genético (...);
- 4) proteger a produção hídrica minimizando a erosão, a sedimentação (...);
- 5) proteger os recursos da flora e fauna (...);
- 6) conservar paisagens de relevantes belezas cênicas naturais ou alteradas (...);
- 7) conservar valores culturais, históricos e arqueológicos (...);
- 8) preservar grandes áreas provisoriamente até que estudos futuros indiquem sua melhor utilização (...);
- 9) levar o desenvolvimento através da conservação a regiões até então pouco desenvolvidas;
- 10) proporcionar condições de monitoramento ambiental;
- 11) proporcionar meios para educação, investigação, estudos e divulgação sobre os recursos naturais; e
- 12) fomentar o uso racional dos recursos naturais, através de áreas de uso múltiplo." (10p.).

A Resolução CONAMA nº 011 de 1987 declara como Unidades de Conservação as seguintes categorias de Sítios Ecológicos de Relevância Cultural, criadas por atos do poder público: a) Estações Ecológicas; b)

Reservas Ecológicas; c) Áreas de Proteção Ambiental - APA ; d) Parques Nacionais, Estaduais e Municipais; e) Reserva Biológicas; f) Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais; g) Monumentos Naturais; h) Jardins Botânicos; i) Jardins Zoológicos; e j) Hortos Florestais. A Resolução CONAMA nº 12 de 1988 altera esta lista, declarando, também, as Áreas de Relevante Interesse Ecológico - ARIE - como unidades de conservação.

As unidades de conservação podem ser divididas em três grupos quanto ao objetivo de sua criação e, principalmente, à forma de utilização dos recursos naturais nelas existentes.

O primeiro grupo refere-se àquelas cujo objetivo é a proteção integral dos recursos naturais, admitindo-se, desta forma, apenas o uso indireto dos recursos ali presentes. Os ecossistemas, ou parte dos mesmos, devem ser mantidos em estado natural, garantindo a sua evolução natural. Estas unidades devem ser destinadas, exclusivamente, a preservação dos ecossistemas, desenvolvimento da educação conservacionista e pesquisa científica. Fazem parte deste grupo as Estações Ecológicas, as Reservas Ecológicas, as Reservas Biológicas, os Parques (nacional, estadual e municipal) e Monumentos Naturais. Mesmo entre estas unidades, há diferenças quanto a restrição de uso, por exemplo, nos Parques Nacionais já são permitidas atividades relacionadas a recreação e lazer.

O segundo grupo refere-se às unidades de conservação onde é permitido o uso direto dos recursos naturais, através da utilização do manejo sustentado e do estabelecimento de normas que regulamentem as atividades econômicas que aí possam ser desenvolvidas. Porém, também, são previstas a proteção e a conservação da qualidade ambiental e dos sistemas naturais aí presentes, inclusive a criação de áreas de preservação permanente no interior destas unidades. As APA, as Florestas (nacionais, estaduais e municipais) e as ARIE pertencem a este grupo de unidade de conservação.

Por fim, o terceiro grupo refere-se às unidades onde estão presentes a fauna e a flora subsistindo em ambientes criados pelo homem que reproduzem as condições ambientais necessárias para que estas espécies se mantenham, como os Jardins Zoológicos, Jardins Botânicos e Hortos Florestais.

Ao se implantar uma unidade de conservação, é necessária a elaboração de um Plano de Manejo<sup>1</sup>, que segundo o artigo 5º do Decreto nº 84.017/79, que aprova o Regulamento dos Parques Nacionais brasileiros, visa "compatibilizar a preservação dos ecossistemas protegidos, com a utilização dos benefícios deles advindos", através do estabelecimento das diretrizes de utilização e do zoneamento da unidade de conservação contidos nestes planos. Conforme descrito no artigo 6º deste mesmo decreto, Planos de Manejo são definidos como "um projeto dinâmico que, utilizando-se de técnicas de planejamento ecológico determine o zoneamento de um Parque Nacional, caracterizando cada uma das zonas e propondo seu desenvolvimento físico, de acordo com suas finalidades".

Para a elaboração de um Plano de Manejo é necessário fazer um diagnóstico ambiental da unidade de conservação. Este deve conter as características físicas e bióticas, bem como o atual estado de preservação dos ecossistemas, além de informações sócio-econômicas, como população residente na área da unidade, condição legal das terras etc. Observa-se, assim, que um grande elenco de dados deve ser coletado e processado a fim de ser utilizado como base do diagnóstico.

O volume e a complexidade dos dados requeridos neste diagnóstico podem ser elevados. Depois de coletados, os dados devem ser processados segundo a metodologia adotada, de modo a gerarem informações e, estas, por sua vez, subsidiarem o estabelecimento das diretrizes de manejo e do

---

<sup>1</sup> Na literatura sobre unidades de conservação, tem-se observado a utilização dos termos Plano Diretor e Plano de Manejo para fazer referência aos planos aqui citados. Optou-se em utilizar, na presente dissertação, o termo Plano de Manejo, já que este é o que está definido no decreto que regulamenta os Parques Nacionais.

zoneamento da unidade de conservação. Deste modo, técnicas que visem coletar, armazenar, recuperar e processar os dados de modo mais eficiente e abrangente são extremamente necessárias para elaboração de Planos de Manejo. Neste ponto os Sistemas Geográficos de Informações - SGI - podem prestar um grande auxílio.

Segundo Aronoff (1989), em uma perspectiva ampla, SGI é um conjunto de procedimentos utilizado para armazenar ou manipular dados georeferenciados, que faça uso ou não de computadores. Uma definição mais específica, utilizada nesta dissertação, e também apresentada por Aronoff (1989) é: "SGI é um sistema baseado no uso computadores que possibilita os quatro seguintes pontos referentes à capacidade de manipular dados georeferenciados: 1) entrada, 2) gerenciamento (armazenamento e recuperação), 3) manipulação e análise e 4) saída" (39p.).

O grande volume e a complexidade de dados que estes sistemas podem armazenar e manipular lhes confere uma propriedade extremamente importante para estudos ambientais. Outro ponto importante é a capacidade de inclusão, exclusão e substituição de informações apresentada por estes sistemas, fornecendo possibilidade, assim, de atualização das informações, ou seja, uma capacidade de monitoramento dos recursos naturais a partir da implantação de um base de dados sobre uma determinada região.

O objetivo da presente dissertação é (a operacionalização de Planos de Manejo através do uso de SGI) elaboração do zoneamento e das normas de manejo, que fazem parte dos Planos de Manejo das unidades de conservação, para o Parque Nacional da Tijuca - RJ. Para isto utilizou-se de uma metodologia de análise ambiental que se baseia na utilização de Sistemas de Informações Geográficas. Através desta aplicação foi possível avaliar o desempenho desta ferramenta para os estudos ambientais, principalmente, os destinados a gestão dos recursos naturais. Deve-se destacar, também, a vasta gama de informações

obtidas para a área em estudo, a partir da diagnóstico ambiental preparado para dar base a elaboração do Plano de Manejo, com a execução das assinaturas e avaliações ambientais previstas na metodologia de análise ambiental aqui adotada.

A unidade de conservação estudada, o Parque Nacional da Tijuca - PNT, está localizado no núcleo urbano da cidade do Rio de Janeiro, e foi criado pelo Decreto nº 50.923/61 (Figura 1.1). O PNT é uma área de extrema importância para a população carioca, já que é uma das principais áreas de lazer da cidade. Deve-se destacar, também, sua importância ecológica a nível mundial, pois representa uma das maiores áreas florestadas no mundo no interior de uma metrópole, sendo esta importância reconhecida através da criação da Reserva da Biosfera em 1992 pela UNESCO, da qual o PNT faz parte.

Foram utilizados dois SGI nesta dissertação. Um dos sistemas é o IDRISI, desenvolvido pela Graduate School of Geography da Clark University, em Massachusetts, Estados Unidos. O outro é o Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ - desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento - LAGEOP - do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

O IDRISI, utilizado na dissertação para geração dos mapas de declividade e orientação de vertentes, é um sistema de baixo custo destinado ao ensino e às pesquisas acadêmicas, como consta em seu manual técnico (IDRISI, 1992). Este sistema, além de possuir funções típicas de um SGI, comporta operações que destinam-se ao processamento de imagens. Pode ser utilizado na maioria dos microcomputadores que possuam processadores da família Intel 8086, 80386 e 80486 e sistema operacional MS-DOS 2.11 ou versões mais novas. Os mapas gerados pelo IDRISI foram, posteriormente, importados para o SAGA/UFRJ.

O SAGA/UFRJ foi o SGI utilizado em todas as etapas de análise dos mapas temáticos nesta dissertação. O LAGEOP optou por desenvolver um

sistema que não exigisse um alto investimento inicial em relação a aquisição de equipamentos; sendo, assim, este SGI apresenta a seguinte configuração mínima inicial: computador compatível com IBM-PC de 16 bits em sistema operacional DOS, *scanner* de mesa A4 e impressora matricial colorida.

O SAGA/UFRJ é composto por três pacotes básicos e se utiliza da estrutura de armazenamento *raster*. Um pacote é responsável pela etapa inicial de entrada de dados, denominado MONTAGEM. O segundo pacote - TRAÇAVET - apresenta como função o reconhecimento das feições do documento digitalizado através de um processo interativo de perseguição de linhas. Por fim, o terceiro pacote SAD - Sistema de Apoio à Decisão - apresenta como objetivo básico análise geográfica dos mapas temáticos.

## **CAPÍTULO 2: ESBOÇO CONCEITUAL**

Considera-se ambiente como "uma visão sintética da realidade que nos cerca, visão esta que admite as mais diferentes escalas e que pode ser decomposta para aquisição de conhecimentos...Analisar um ambiente, portanto, equivale a desmembrá-lo em termos de suas partes componentes e apreender as suas funções internas e externas, com conseqüente criação de um conjunto integrado de informações representativo deste conhecimento assim adquirido." (Xavier-da-Silva; Souza, 1988, p.16). Nesta definição sistêmica do ambiente está implícita uma série de características ambientais: um sistema aberto, formado por partes componentes inter-relacionadas e recebendo influências externas. O grande auxílio prestado pela análise sistêmica é a segmentação do objeto de estudo e a explicitação das relações entre os componentes. Estas propriedades são de grande valia para a análise ambiental, devido às seguintes características apresentadas pelo meio ambiente: a) grande volume de componentes que integram o meio ambiente; b) grande diversidade destes elementos sob os mais variados aspectos; c) fortes relações entre estes elementos; e d) o *input* constante de elementos externos.

Devido ao volume e à variedade de componentes que integram o meio ambiente, a preparação de um conjunto de informações que seja representativo de uma dada área em estudo pode demandar tempo e recursos excessivos para coleta, armazenamento e processamento dos dados, principalmente, devido à complexidade do inter-relacionamento das variáveis ambientais. Mesmo em estudos ambientais com os mais diferentes objetivos, a complexidade está presente. Este objetivo pode ser, simplesmente, a compreensão da ocorrência de um determinado fenômeno como, por exemplo, o estudo dos processos erosivos - que pode demandar uma gama de informações, abrangendo desde o modo de utilização da terra até avaliação da porosidade do solo, já que as

condições do solo refletem tanto as suas características físicas quanto as de manejo, bem como as relações entre ambas. Pode-se almejar, entretanto, um objetivo mais complexo, como a apreensão das correlações espaciais que ocorrem no ambiente para fins gerenciamento dos recursos naturais.

O volume e a diversidade dos dados atualmente requeridos para os estudos ambientais podem dificultar e, até mesmo, inviabilizar estes estudos, caso não se utilize de técnicas apropriadas para contornar problema. Segundo Reference Manual-SPANS (1990), "vivemos em uma década em que a questão ambiental e os problemas ambientais que têm um impacto geográfico estendem-se muito além das fronteiras nacionais. Monitorar e avaliar os complexos impactos da poluição no meio ambiente são questões que requerem volumosos dados. Bilhões de informações sobre os níveis de poluentes são adquiridos a cada hora no mundo. Cada informação é um pequeno componente de um complexo mosaico que deve ser formado...para monitorar e compreender os efeitos geográficos que a poluição atual terá sobre o futuro do meio ambiente no mundo todo...As técnicas dos SGI permitem a compilação e a organização desses dados e facilitam a sua integração. Assim, o comportamento dos poluentes do meio ambiente pode ser entendido. Este novo conhecimento pode, posteriormente, ser utilizado para planejar os futuros programas de controle ambiental" (6p.).

Não só a complexidade dos problemas ambientais atuais exige volumosos dados, mas, com o próprio avanço tecnológico, ampliaram-se os meios utilizados para a coleta de dados ambientais, estando entre eles o sensoriamento remoto. Segundo Ehlers (1989), o avanço da tecnologia na área de detectores e imagens orbitais vem aumentando a capacidade de aquisição de informações espaciais com resoluções cada vez mais precisas, sendo que o gerenciamento destas informações é um dos maiores desafios para a próxima década.

Burrough (1987) define os SGI como sendo muito mais do que um meio de codificar, armazenar e recuperar dados sobre a superfície terrestre; os dados nos SGI representam um modelo do mundo real. Como se pode recuperar, transformar e manipular, interativamente, os dados nestes sistemas, os SGI podem ser utilizados para simular os processos que ocorrem no meio ambiente ou, também, antecipar os possíveis resultados das decisões a serem tomadas em um projeto de planejamento: "Utilizando-se o SGI de modo similar ao que um piloto em treinamento usa no vôo simulado, é possível, a princípio, aos planejadores e tomadores de decisão, explorar uma série de cenários prováveis e obter uma idéia das conseqüências advindas das ações antes dos erros terem sido, irrevogavelmente, impostos à paisagem." (Burrough, 1987, 7p.). Esta possibilidade é extremamente interessante para o gerenciamento ambiental, já que este é definido como "um conjunto de procedimentos de controle e inspeção com os quais se procura direcionar a utilização de uma área geográfica" (Xavier-da-Silva, 1989, 134p.), através de uma atuação planejada com objetivo final do uso adequado dos recursos naturais.

Deve-se ressaltar que o modelo é elaborado pelo usuário e o insucesso dos resultados pode estar relacionado à construção de um modelo que não corresponde ao mundo real, em decorrência da escolha e/ou da valorização de elementos do meio ambiente que, necessariamente, não contribuem no grau estabelecido pelo usuário. Aronoff (1989) coloca que um modelo é usado para simular certos aspectos da realidade, representada por entes e pelas relações entre eles, expressas em palavras, equações matemáticas ou em um conjunto de relações espaciais expostas em mapas ou armazenadas nos SGI: "Quanto mais fatores um modelo apresentar, mais complexo ele se torna, e mais dispendiosa é sua utilização e manutenção. Um modelo complexo pode ou não fornecer as 'melhores' respostas, dependendo das questões formuladas." (189p.).

Um outro aspecto que deve ser levantado é o da veracidade dos dados armazenados nos SGI, ou seja, o seu grau de representatividade do mundo real. É importante destacar que a veracidade está relacionada com a forma como o pesquisador coletou seus dados. Porém Burrough (1987) coloca que um dos maiores problemas na utilização de um SGI é que, implicitamente, é assumido que todas as informações contidas em um modelo são absolutamente corretas e que suas componentes não apresentam erros. Mas, ao mesmo tempo, cita como vantagem a necessidade apresentada a partir da utilização de um SGI, e não considerada em alguns países e disciplinas, de definir claramente o problema a ser estudado, bem como a coleção de dados requerida para resolvê-lo, forçando o usuário a pensar claramente nos passos a serem seguidos na elaboração da metodologia e na solução do problema .

Outra vantagem em se utilizar os SGI para gerenciamento ambiental é a grande capacidade de armazenamento de dados que sistemas apresentam, sendo esta característica por demais interessante para estes estudos, já que, como foi visto, estes requerem grandes volumes de dados complexos. Além desta característica básica apresentada por todos sistemas de informações, abaixo estão descritas algumas características próprias dos SGI que podem auxiliar nos estudos ambientais.

Uma propriedade apresentada pelos SGI é a capacidade de recuperação dos dados neles armazenados. Os dados são organizados de acordo com as indicações do usuário, que são baseadas na sua tipologia, nas análises a serem executadas e nos métodos de codificá-los. A maneira como os dados são organizados permite o estabelecimento de relações entre eles, possibilitando, desta forma a recuperação de dados através de perguntas como: "quais cidades possuem saneamento básico e mais de 100 mil habitantes?". Este tipo de questão para ser respondida requer a integração de uma série de informações que estão contidas em diversos mapas temáticos armazenados no sistema,

como os mapas representando a distribuição da população, a localização das cidades e a disponibilidade de infra-estrutura urbana.

Marble (1984) destaca que, tradicionalmente, a integração dos dados espaciais, que permite esse tipo de recuperação de dados, pode ser muito demorada, pois requer a execução de uma série de passos para a sobreposição dos mapas, como a mudança de escala e a elaboração dos mapas em *overlays* transparentes. O tempo dispendido é tão grande que desestimula o seu uso, bem como contribui para geração de erros.

A integração de dados é um dos principais pontos em uma análise ambiental, já que os elementos que compõem o meio ambiente estão fortemente inter-relacionados. A integração dos dados ambientais é executada conforme modelo elaborado pelo usuário, que tem como objetivo principal compreender as relações existentes entre os vários elementos que compõem o meio ambiente e estão representados no modelo, além de permitir a elaboração de cenários futuros após a apreensão destas relações. Desta forma, é importante destacar que os SGI permitem tanto a coleta de informações através do entrecruzamento dos dados e, assim, a possibilidade de estabelecer as relações entre os elementos que compõem o meio ambiente, quanto a elaboração de prognósticos através de simulações.

A utilização dos SGI possibilita a integração dos dados ambientais, porém alguns problemas podem dificultá-la, devido à natureza diversa dos dados ambientais, o que lhes atribui características próprias, e ao modo utilizado para representá-los. Para Townshend (1990), " talvez a característica mais notável de uma base de dados ambientais é a sua clara diversidade em relação a várias propriedades fundamentais".

Um destes pontos é a escala de representação dos dados ambientais, que pode ser nominal, ordinal, de intervalo ou de razão. Por exemplo, a escala nominal pode ser usada para os dados geológicos e a de razão para os de

densidade demográfica, estando ambos os tipos referidos a uma mesma base geográfica. Os SGI baseados em computação eletrônica manipulam apenas com dígitos, logo qualquer informação armazenada nestes sistemas deverá estar codificada nesta forma. Isto impõe que as tarefas de codificação sejam cuidadosamente efetuadas. Por outro lado, no momento da realização de algumas operações propostas pelo usuário, o sistema necessita executar as avaliações na forma de números, sendo que, a princípio, o usuário não precisa dominar a estrutura interna de armazenamento dos dados. Assim, por exemplo, armazenar uma informação de solo como aluvial para um conjunto de pixels georeferenciados tem significado restrito para o sistema; este precisa ser corretamente informado quanto ao valor desta característica no modelo de avaliação ambiental gerado pelo usuário.

Em suma, o usuário deve ficar atento na avaliação das informações no momento de execução de alguma operação pelo SGI, pois o valor atribuído a informação é feito pelo usuário, segundo a importância do dado para a ocorrência do evento estudado; logo, o vasto conhecimento dos processos que ocorrem no meio ambiente é imprescindível para atribuição dos valores, pois de outra forma os resultados não refletem a realidade.

Uma outra característica dos dados ambientais, quando armazenados sob a forma de mapas, é a escala espacial em que eles estão representados. Mapas em diferentes escalas apresentam diferentes níveis de detalhe da informação (resolução) o que dificulta a integração destes mapas. Porém existem procedimentos nos SGI que podem ajustá-los a apenas uma unidade territorial de integração dos dados, devendo o usuário avaliar a representatividade dos dados após o ajustamento.

Alguns dados ambientais, como os sócio-econômicos, apresentam uma característica específica, que é a necessidade de atualização. Com a utilização de métodos cartográficos tradicionais, a atualização das informações contidas

nos mapas demandaria a elaboração de um outro mapa contendo as informações atualizadas ou, ainda, a rasura do antigo mapa. Já com a utilização de um SGI, a atualização é mais eficiente, na medida em que não há necessidade de elaboração de uma nova base de dados, bem como não há perda da antiga base em função da entrada de novos dados. Segundo Xavier-da-Silva; Souza (1988), esta propriedade possibilita a formação de uma série temporal de dados, permitindo a realização da monitoria dos processos presentes na área em estudo.

Por fim, com a base de dados já no interior do sistema, diversas operações podem ser efetuadas sobre esta base. Os SGI permitem o cálculo de planimetrias, medições de ângulos e distâncias, definição de áreas de influência - *buffers*, sobreposição de mapas, interpolações de dados representados por pontos e linhas, entre outros.

Para Townshend (1990), os SGI apresentam um enorme valor para comunidade que trabalha com questões ambientais, já que os dados ambientais podem sempre apresentar uma referência espacial. Segundo Aronoff (1989), "o que difere os SGI de outros sistemas de informação são as suas funções de análise espacial. Estas funções utilizam-se de dados espaciais e de seus atributos não-espaciais numa base de dados para responder questões do mundo real" (189p.).

### **CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS**

A primeira etapa do trabalho constou da coleta de dados para elaboração dos mapas temáticos. Foram elaborados seguintes mapas temáticos: altimetria, hidrografia, litologia, pedologia, estrutura geológica, infra-estrutura viária, infra-estrutura recreativa, turística, instalações e de serviços, cobertura e uso do solo, unidades de conservação, situação fundiária, zoneamento do PNT contido no Plano de Manejo de 1981 e limites do PNT. A partir destes mapas temáticos, outros foram elaborados pelos SGI utilizados nesta dissertação: declividade, orientação de vertentes e áreas de proximidades - *buffers*. As áreas de proximidades foram elaboradas nos mapas que apresentavam entes representados por linhas ou pontos - hidrografia, infra-estrutura viária, estrutura geológica e infra-estrutura turística, recreativa e de serviços; e, também, foram definidas para alguns polígonos de interesse, como as favelas, por exemplo.

Estes temas foram selecionados levando em conta o Plano de Manejo já elaborado para o PNT (IBDF; FBCN, 1981) e o Guia Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo (1990). Alguns temas, contidos nestes documentos, não foram incluídos na presente dissertação, devido a ausência de informações sobre o assunto ou porque os dados não se apresentavam sistematizados, como foi o caso dos de fauna e flora. Em outros casos, os mapas existiam, porém houve necessidade de serem adaptados, principalmente, em relação à escala gráfica. Outros temas, não constantes dos citados documentos, foram incluídos por considerá-los relevantes para a unidade de conservação em estudo.

Para a entrada dos mapas temáticos nos SGI, utilizou-se o *scanner* tamanho A0 da INTERGRAPH, pertencente ao Laboratório de Hidrologia da Coordenadoria de Pós-Graduação em Engenharia - COPPE - da UFRJ. Os mapas foram digitalizados com 150 DPI - *dots per inch*, isto é, pontos por

polegadas - e convertidos para o formato TIFF - *tagged image file format* - aceito por ambos SGI utilizados. Posteriormente, foram reamostrados com a redução de 50% das linhas e colunas, apresentando uma resolução final de 8,46 m.

A edição dos mapas foi feita através do SAGA. Já para o mapa de altimetria, houve a necessidade de se utilizar outros programas de edição previamente à sua importação para o IDRISI, devido à incompatibilidade dos formatos dos arquivos gerados pelos dois sistemas. A partir do mapa de altimetria, o IDRISI elaborou os mapas de declividade e orientação de vertentes. Estes foram, posteriormente, importados para o SAGA em formato TIFF.

A opção pelo uso do *scanner* se deve à facilidade do uso deste equipamento para entrada de dados em SGI, presente no LAGEOP do Departamento de Geografia da UFRJ, onde esta dissertação foi desenvolvida.

A entrada de dados por *scanner* demanda tempo e grandes esforços, como ocorre com o uso de qualquer outro equipamento utilizado para entrada de dados apresentados em forma de mapas. No caso do *scanner*, isto acontece, principalmente, devido ao fato destes equipamentos e dos programas de digitalização não apresentarem funções para o reconhecimento de padrões, fazendo com que todas as feições contidas no documento original sejam digitalizadas, porém, posteriormente, tenham que ser identificadas pelo usuário e, assim, reconhecidas pelo sistema. Face a essa limitação, há necessidade de preparar o material antes de ser digitalizado, com objetivo de eliminar ou reduzir a captura de informações não desejadas. Após a digitalização, os arquivos devem ser editados, visando o reconhecimento e a reconstituição das feições, bem com a alocação dos seus atributos.

Muitos dos SGI que destinam-se à análise ambiental, operam com dados na estrutura *raster*. Entretanto, a entrada de dados em vários desses sistemas é feita pela mesa digitalizadora, o que gera uma estrutura vetorial, havendo, posteriormente, a necessidade de conversão dos arquivos. Logo, a entrada de

dados por *scanner* aqui realizada, também, teve como objetivo a análise deste equipamento como uma opção para entrada de dados de estudos ambientais em SGI.

Com os mapas temáticos digitalizados, pôde-se, então, iniciar a análise das informações, possibilitando a realização do diagnóstico ambiental e a elaboração do plano de gestão ambiental. A metodologia de análise ambiental adotada foi baseada, essencialmente, na que vem sendo desenvolvida há vários anos pelo LAGEOP e reproduzida no artigo de Xavier-da-Silva; Carvalho Filho (1993) (Figura 3.1). Os principais pontos estão descritos nos próximos parágrafos.

Segundo esses autores, os procedimentos de análise ambiental para geoprocessamento podem ser divididos em dois grandes grupos: procedimentos de diagnose, que consistem na identificação de situações existentes ou de possível ocorrência relevantes para área em estudo; e os de prognose, que consistem na elaboração de previsões e na sugestão de provisões aos problemas ambientais em estudo, a partir dos resultados advindos do diagnóstico ambiental.

Os diagnósticos ambientais, por sua vez, são divididos em levantamentos ambientais e prospecções ambientais. O levantamento ambiental consiste "na criação de uma base de dados geocodificados, na qual estão contidos os dados ambientais básicos (físicos, bióticos e sócio-econômicos)" (Xavier-da-Silva; Carvalho Filho, 611p.). Fazem parte desta etapa, também, a utilização dos dados coletados para o estabelecimento das relações de causa e efeito entre as variáveis ambientais, através do cômputo de áreas de ocorrência territoriais; a associação de eventos a características ambientais específicas e, finalmente, o acompanhamento da evolução de ocorrências territoriais, ou seja, a monitoria dos processos que ocorrem no local estudado.

Figura 3.1 Fluxograma (Xavier-da-Silva; Carvalho Filho, 1993)

A criação da base de dados, a primeira etapa do levantamento ambiental, é chamada de inventário ambiental e pode ser entendida como "arcabouço físico e lógico representativo da realidade ambiental, comportando as variações identificadas dentro de entidades territoriais e taxonômicas" (Xavier-da-Silva; Carvalho Filho, 611p.). Com o uso de SGI, a base de dados é criada segundo um modelo digital do ambiente elaborado pelo usuário, compreendendo os dados cartografados - Banco de Dados Geográficos - associados ou não a dados alfanuméricos - Banco de Dados Convencional.

Planimetria, uma técnica utilizada com geoprocessamento, também incluída na etapa do levantamento ambiental, é definida pelos autores como a identificação da extensão territorial de ocorrências. Apesar de ser uma técnica simples, ela permite transformar os dados contidos nos inventários ambientais em informações relevantes. Com esta técnica, os mapas temáticos inspecionados fornecem informações que, dependendo da resolução da base de dados, podem ter precisão cartográfica.

As informações obtidas com a planimetria são relevantes na caracterização da área em estudo, tendo sido utilizada para caracterização do PNT, e fornecendo informações como área total de desmatamento, altitudes predominantes no PNT, entre outras.

Ainda inserida na etapa de levantamento ambiental, os autores descrevem uma outra técnica chamada de assinatura ambiental. Esta técnica consiste na recuperação da localização de uma dada informação, através da sobreposição do mapa contendo as ocorrências do fenômeno ambiental estudado com aqueles contendo as variáveis possivelmente responsáveis por sua ocorrência. Desta forma, é possível o estabelecimento, empiricamente, das prováveis associações causais entre variáveis ambientais, a partir da correlação entre a ocorrência do fenômeno estudado e a presença da variável ambiental no local de sua ocorrência. A importância da assinatura ambiental é destacada pelos autores,

colocando que "No estágio de conhecimento precário existente sobre processos ambientais (sequências de eventos que são responsáveis pela evolução do sistema) é imperativo que se façam inferências sobre problemas ambientais a partir de ocorrências territoriais conjuntas de fenômenos." (613p.).

Foram executadas quatro assinaturas ambientais para o PNT e sua área de entorno: desmatamento, deslizamentos e desmoronamentos, favelização e ocupação de residências de alto padrão. Estes fenômenos foram selecionados, porque na unidade de conservação em estudo são os mais atuantes e contrariam, inclusive, o objetivo principal de um Parque Nacional - a preservação dos ecossistemas. A execução de outras assinaturas, como ocorrência de incêndios e de assaltos, seria muito relevante, porém as localizações destes fenômenos não estiveram disponíveis.

Na realização da assinatura, os mapas são selecionados de acordo com a relação entre o fenômeno e as variáveis ambientais julgadas de interesse. Por exemplo, a relação entre a classe de solo e a presença de favelas é fraca, já que a classe de solo não exerce influência dominante para implantação de favelas. Por outro lado, esta variável ambiental já apresenta uma forte relação com as atividades agrícolas. Logo, é importante que o usuário tenha conhecimentos específicos acerca dos processos responsáveis pela ocorrência do fenômeno, com objetivo de selecionar, da melhor maneira possível, as variáveis que participarão da assinatura.

A prospecção ambiental, segunda parte do diagnóstico ambiental, possui esta denominação, segundo os autores, por analogia feita em geologia, a qual também se baseia em extrapolações territoriais. As prospecções ambientais podem ser inferidas a partir de avaliações ambientais elaboradas através de cálculos e expressões matemáticas executadas sobre a base de dados. Os cálculos e expressões são definidos a partir do modelo do ambiente criado com

base nas informações adquiridas na etapa anterior do diagnóstico, isto é, nas planimetrias, assinaturas e monitorias.

Os autores dividem as avaliações ambientais em diretas e complexas. As avaliações ambientais diretas são baseadas na utilização imediata dos dados originalmente inventariados e, por sua vez, estão divididas em riscos e potenciais ambientais.

No presente trabalho, foram denominados como riscos todos os processos ambientais expressos territorialmente que ocorrem na área em estudo e que divergem e prejudicam o objetivo principal da criação de um Parque Nacional. Por sua vez, potenciais ambientais são classes de uso que ocorrem - ou, potencialmente, podem ocorrer - na unidade em estudo e que, estando previstas na legislação referente aos Parques Nacionais brasileiros, representam utilizações possíveis do ecossistema como Parque Nacional.

Foram elaborados quatro mapas de riscos ambientais: desmatamentos, favelização, ocupação por residências de alto padrão e deslizamentos e desmoronamentos. Estes temas foram selecionados de acordo com o levantamento dos principais problemas que ocorrem no PNT e sua área de entorno. Os mapas de riscos foram elaborados tendo como base os resultados das assinaturas ambientais, que informaram as variáveis relevantes para as avaliações realizadas.

Os potenciais foram estabelecidos de acordo com o Decreto nº 84.017/79 que aprova o Regulamento dos Parques Nacionais brasileiros. De acordo com o artigo 1º, parágrafo 2º, estabelecendo que "os Parques Nacionais destinam-se a fins científicos, culturais, educativos e recreativos", foram definidos os seguintes potenciais: turístico, recreativo, excursionista, para preservação dos ecossistemas, para recuperação dos ecossistemas e para implantação de programas de educação ambiental.

Os mapas potenciais foram elaborados a partir dos mapas contidos na base de dados e, também, dos mapas de risco, os quais orientaram a definição de alguns potenciais em área de baixo risco. Neste caso de uso de mapas de risco na avaliação de potenciais, caminha-se para que os citados autores denominam avaliações complexas, por eles definidas como aquelas que se utilizam de uma ou mais avaliações diretas com base para sua execução. As avaliações complexas comportam quatro típicos básicos: incongruências de uso, potenciais conflitantes, áreas críticas e impactos ambientais.

As incongruências de uso podem são estabelecidas pelo entrecruzamento dos mapas de cobertura e uso do solo com mapas avaliativos de um potencial. O mapeamento derivado deste confronto identifica as áreas que apresentam um determinado potencial, porém não estão sendo utilizadas com este fim, ou áreas que apresentam um determinado uso, mas não apresentam o potencial para tal.

Já os potenciais conflitantes são feitos com entrecruzamento dos mapas de potenciais, definindo, assim, áreas onde existe mais de um potencial. Esta informação é de grande auxílio para o manejo de áreas, pois a administração da unidade de conservação, antecipadamente, pode orientar a ocupação adotando medidas que privilegiem um ou outro potencial.

As áreas críticas são definidas pelo confronto do mapa de cobertura e uso do solo com os mapas de riscos. As informações geradas nesta análise são bastante úteis para previsão de ocorrências, antecipando, assim, medidas que minimizem os efeitos ou eliminem as causas.

Na presente dissertação, elaborou-se mapas contendo as áreas críticas, tendo sido obtidos através do entrecruzamento dos mapas de risco com os limites do PNT e com o mapa contendo a cobertura florestal. Esta etapa teve como objetivo identificar as áreas mais ameaçadas do parque, bem como das localizadas no seu entorno cobertas floresta, já que estes locais funcionam como áreas tampões de proteção do PNT.

E, finalmente, os impactos ambientais são a última técnica de prospecção ambiental apresentada pelos autores. Os impactos são obtidos através da conjugação dos mapas de avaliação (riscos e potenciais), que permite a definição de diferentes níveis de perturbação ambiental associáveis territorialmente ao processo impactante.

A última etapa descrita por Xavier-da-Silva; Carvalho Filho (1993) é a do prognóstico. Nesta etapa, utiliza-se as informações adquiridas no diagnóstico ambiental com objetivo básico de prever situações ambientais de possível ocorrência e tomar decisões acerca das atitudes a serem adotadas face a situação ambiental apresentada. Com isso, na etapa de prognóstico são elaborados os cenários baseados em simulações que constituirão uma base de conhecimento específico para planos de controle e gestão ambiental.

As normas e as diretrizes de utilização dos recursos naturais podem ser estabelecidas, bem como definidas as aptidões da área em estudo, ou seja, a proposição de um zoneamento. As normas e as diretrizes de manejo e o zoneamento ambiental são, desta forma, resultados de uma síntese obtida com a conjugação das informações disponíveis através da aplicação de procedimentos de análise ambiental, e que fazem parte de um Plano de Manejo. Para os autores, o zoneamento define "extensões territoriais para os quais se esperam comportamentos específicos para o jogo de fatores físicos, bióticos e sócio-econômicos nelas atuantes".(624p.)

O zoneamento do PNT foi elaborado com base no Decreto nº 84.017/79 que regulamenta os Parques Nacionais brasileiros. Neste decreto, estão definidas as atividades que podem ser desenvolvidas nesta categoria de unidade de conservação, bem como as zonas que devem se identificadas no Plano de Manejo de um parque.

A partir da sobreposição dos mapas potenciais, de riscos e outros presentes na base de dados foi definido o zoneamento do PNT. A sobreposição

destes mapas identificou as áreas do interior do parque que apresentam as características definidas no decreto, citado no parágrafo anterior, para cada categoria do zoneamento.

São as seguintes as classes que o zoneamento de um Parque Nacional deve apresentar: zona intangível, zona primitiva, zona de uso extensivo, zona de uso intensivo, zona histórico-cultural, zona de recuperação e zona de uso especial. Estas categorias de zoneamento distinguem-se pelo grau de restrição na utilização indireta dos recursos naturais que cada uma possui, bem como pelo estado de preservação apresentado pelos ecossistemas. O zoneamento proposto por esta dissertação utilizou-se destas mesmas categorias.

As normas e as diretrizes de manejo foram definidas a partir da construção de uma matriz relacionando potenciais com as zonas acima mencionadas. A presença de um determinado potencial pode divergir ou não das diretrizes definidas para cada zona. Com este quadro, o gestor tem clara a situação presente em cada zona e, conseqüentemente, as decisões que devem ser tomadas para desestimular ou incentivar os potenciais ali presentes. Vale ressaltar que os potenciais elencados na matriz estão também mapeados, definindo-se, assim, a intensidade territorialmente variável de suas incidências.

Com base nas informações produzidas em todas as etapas de elaboração de Plano de Manejo e sintetizadas no zoneamento e nas normas de manejo da unidade de conservação, o administrador possui as informações necessárias sobre a unidade para sua gestão, sendo possível o estabelecimento das estratégias básicas de atuação. Porém, deve-se destacar que, segundo Xavier-da-Silva; Carvalho Filho (1993), os diagnósticos e prognósticos ambientais são apenas uma parte do Plano Diretor, consistindo na base para sua elaboração. Para os autores, o Plano Diretor "é um instrumento de gestão e controle ambiental e deve se apoiar em Decisões Políticas prévias...As Decisões Políticas e os Recursos Disponíveis constituem o motor da gestão" (625-6p.).

## **CAPÍTULO 4: DESCRIÇÃO DA ÁREA**

O Decreto nº 84.017/79, que aprova o Regulamento dos Parques Nacionais brasileiros, no seu artigo 1º, parágrafo 1º, define os Parques Nacionais como sendo "áreas geográficas extensas e delimitadas, dotadas de atributos naturais excepcionais, objeto de preservação permanente, submetidas à condição de inalienabilidade e indisponibilidade no seu todo". O parágrafo 2º, deste mesmo artigo, dispõe sobre os objetivos de sua criação, determinando que "os Parques Nacionais destinam-se a fins científicos, culturais, educativos e recreativos e, criados e administrados pelo Governo Federal, constituem bens da União destinados ao uso comum do povo, cabendo às autoridades, motivadas pelas razões de sua criação, preservá-los e mantê-los intocáveis". Desta forma, objetivo principal dos Parques Nacionais é a preservação dos ecossistemas contra quaisquer alterações, conforme estipula o artigo 3º.

O PNT foi criado, inicialmente, com o nome de Parque Nacional do Rio de Janeiro pelo Decreto nº 50.923/61; o Decreto nº 60.163/67 altera o seu nome e estabelece seus limites. O PNT, segundo este decreto, possui cerca de 3.200 ha e é constituído por três setores de áreas não contíguas no centro da Cidade do Rio de Janeiro. Um setor (Setor A) corresponde à Serra dos Três Rios, onde se localiza a chamada Floresta da Tijuca, fazendo limites com bairros da Zona Norte e Zona Oeste da cidade. O segundo setor (Setor B) corresponde à Serra da Carioca, onde se localizam o Corcovado e o Sumaré, limitando-se com os bairros da Zona Norte e Sul da cidade. Finalmente, o terceiro setor (Setor C) corresponde à Pedra Gávea e Pedra Bonita, situada na Zona Sul da cidade.

O PNT localiza-se no Maciço da Tijuca e representa 35% da área total desta unidade geomorfológica. O maciço é um relevo acidentado, orientado no sentido NE/SW, cuja altitude varia de 80 m a 1.021 m, compreendendo um bloco falhado da Serra do Mar. Geologicamente, é constituído em sua maior parte por

gnaisse, ocorrendo algumas intrusões graníticas (Humboldt et al., 1965). A presença do gnaisse facoidal é responsável pela presença de aspectos morfológicos peculiares como pontões ("pães-de-açúcar"), paredões escarpados, picos, mesas, e todo um conjunto de formas que se tornaram símbolo da cidade do Rio de Janeiro (Costa, 1986).

A orientação no sentido NE/SW exerce uma forte influência nas características climáticas do Maciço da Tijuca. As encostas voltadas para o sul apresentam menor incidência de raios solares e maior exposição aos ventos úmidos, o que lhe confere maior umidade e registro de temperaturas mais baixas do que as das encostas voltadas para o norte. Segundo Oliveira (1992), estas diferenças são responsáveis, inclusive, pela existência de uma diversidade de espécies florísticas entre as encostas sul e norte, gerando dois domínios ecológicos distintos, onde apenas 20% das espécies são comuns nas duas encostas.

A altitude é outro aspecto que exerce forte influência no clima local. O Maciço da Tijuca é a área onde se registra as temperaturas médias mais baixas da cidade e, também, segundo Coelho Neto; Santos (1979) a de maior pluviosidade, excedendo 2.000 mm anuais, não sendo registrado período seco durante o ano. Mattos (1976) classifica as áreas acima de 500 m de altitude do maciço como tipo climático CF segundo Koppen, ou seja, clima mesotérmico com verões quentes, sem estação chuvosa.

O Maciço da Tijuca sempre desempenhou um papel relevante para a Cidade do Rio de Janeiro, inclusive, como um fator de estruturação da cidade; confinada entre o mar e o maciço, a cidade apresentou uma forma de crescimento caracteristicamente linear, obedecendo a orientação das encostas do maciço (Abreu, 1992).

Segundo Scheiner (1976), até o século XVII, o Maciço da Tijuca permaneceu quase que intocado; neste período inicia-se a extração de madeira

e a atividade agrícola que coexistiram até o século XIX. Estas atividades afetaram profundamente o abastecimento de água da cidade, já que provocaram o desmatamento e, conseqüentemente, a redução da disponibilidade de água dos rios que desciam o maciço e, que desde o início do povoamento da cidade, abasteciam a população. Numa tentativa de garantir a manutenção do abastecimento, a partir de 1817, o Governo Imperial passou a adotar medidas que preservassem e recuperassem os mananciais d'água, culminando, em 1863, com início do reflorestamento no Maciço da Tijuca empreendido pelo Major Archer.

O sucesso da reconstituição florestal no maciço não pode ser apenas atribuída ao reflorestamento, pois apenas algumas áreas da Serra da Carioca e dos Três Rios foram reflorestadas. A regeneração natural das espécies, os plantios programados e o regime de conservação foram fatores importantes neste processo. Deve-se ressaltar, porém, que o reflorestamento executado por Archer é de mérito inquestionável, já que foi a primeira experiência bem sucedida de silvicultura tropical, aliada ao fato da precariedade dos conhecimentos de técnicas de manejo de florestas tropicais na época (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, 1985).

Atualmente, cerca de 55% do Maciço da Tijuca apresentam cobertura florestal, sendo que a área florestada do PNT corresponde a 65% deste total. Segundo a FEEMA (1985), a floresta encontrada no maciço difere, fundamentalmente, da mata primitiva em relação à população, distribuição espacial das comunidades vegetais e altura do dossel superior da mata. Existem manchas de mata que ainda apresentam vegetação bem conservada e outras áreas em estágio menos avançado de reconstituição, possuindo um composição florística que difere daquelas mais conservadas.

Apesar de grande parte da área florestada do Maciço da Tijuca estar protegida por lei, já que o PNT abrange mais de 50% desta área, a floresta

encontra-se extremamente ameaçada por estar situada no núcleo urbano da metrópole do Rio de Janeiro. O crescimento da cidade sem planejamento, a precária fiscalização e as políticas clientelistas do Estado, aliados a fatores estruturais presentes, principalmente, nos países subdesenvolvidos, caracterizados pela dificuldade de acesso às condições básicas de sobrevivência por uma determinada classe social e, para outra classe, pela facilidade na aquisição destas condições, fazem com que as encostas sejam constantemente invadidas tanto por favelas, onde a camada da população sem condições financeiras de adquirir um local de moradia e com a necessidade de ficar próxima ao local de trabalho aí se estabelece; quanto pela população de alta renda, que aí procura as amenidades não mais existentes no interior da malha urbana.

Outro grave problema que vem ameaçando as florestas é a ocorrência constante de incêndios. Estes são provocados pela queda de balões e pela queima do capim colônio nas proximidades das favelas localizadas nas encostas do maciço.

Por sua vez, a preservação da cobertura florestal é importante para a população carioca, pois representa uma das principais áreas de lazer da metrópole. Deve-se destacar, também, que a retirada da floresta significaria um aumento no escoamento superficial nas encostas do maciço no período das fortes chuvas, o que, por sua vez, agravaria a intensidade e a frequência das inundações na cidade. Desta forma, a floresta presente nas encostas desempenha um papel de reservatório das águas das chuvas.

A importância desta área já foi reconhecida, também, a nível mundial com a criação pela UNESCO da Reserva Mundial da Biosfera, da qual o PNT faz parte.

Deve-se ressaltar, por fim, que as características morfológicas do Maciço da Tijuca, como os pontões do Corcovado e Pão de Açúcar, são símbolos

marcantes da cidade e, inclusive, do próprio país no exterior, atraindo um importante fluxo turístico tanto de turistas brasileiros quanto estrangeiros.

É destacado em trabalho realizado pela FEEMA (1985), que a importância da preservação desse patrimônio ímpar não reside apenas na preservação de um dos ecossistemas mais ameaçadas do mundo - a Mata Atlântica - "mas também de resguardar uma característica última do mundo: uma gigantesca cidade cujo o centro, pela presença da floresta, funciona como fornecedor de amenidades ambientais"(12p.). Desta forma, como é apontado por Abreu (1991), "o grande desafio que se coloca no momento é o de como conciliar a necessidade de preservação desse sistema ambiental tão importante para a cidade do Rio de Janeiro, com demandas diferenciadas que partem da sociedade tão heterogênea e, infelizmente, tão díspar no que diz respeito ao acesso a recursos sociais, inclusive àqueles que são considerados básicos" (98p.).

#### **4.1 Características Ambientais Básicas do PNT**

Foi incluída, na análise do PNT, uma área além dos seus limites, sendo aqui denominada como área de análise: o PNT e a área de seu entorno. A área de entorno foi incluída na análise, pois as ocorrências nas proximidades dos limites de uma unidade de conservação podem afetar, diretamente, os ecossistemas localizados no seu interior. Deve-se destacar que a Resolução nº 13 de 6/12/90 do CONAMA, estabelece normas referentes ao entorno de uma unidade de conservação, visando à proteção dos ecossistemas ali existentes. No seu artigo 2º define que "nas áreas circundantes das unidades de conservação, num raio de 10 km, qualquer atividade que possa afetar a biota, deverá ser, obrigatoriamente, licenciada pelo órgão ambiental competente".

Considerou-se muito extenso o raio estabelecido pela resolução do CONAMA para demarcação da área de análise, principalmente, devido o PNT estar localizado no interior de uma metrópole, logo em área já densamente ocupada. Desta forma, definiu-se como área de entorno do PNT, a área que está situada entre os limites desta unidade e a cota 50 m. Porém, nos trechos de encosta onde já há algum tipo de ocupação urbana, decidiu-se excluí-los e demarcar estes locais como limite da área de análise. Este fato ocorreu com a favela da Rocinha e o bairro de Santa Teresa, ambos localizados nas encostas do maciço, onde a área de análise foi delimitada, desta forma, nas cotas superiores a 50 m.

Na Serra dos Pretos Forros, como a cota estabelecida está distante dos limites do PNT, não foi utilizado o parâmetro da cota 50 para demarcação da área de análise. Além da distância, verificou-se que entre o limite do parque e a esta cota, neste local, há um divisor de águas. Com isso, considerou-se satisfatório, como área de análise, o limite de abrangência apresentado pelo mapa<sup>2</sup> utilizado como base para presente dissertação, pois, caso se considerasse uma área mais extensa, seria necessária a utilização do mapa vizinho a este e, conseqüentemente, os esforços na coleta e na entrada de dados iriam aumentar de forma considerável, apresentando, entretanto, um excessivo afastamento da área de interesse.

A área de análise total é de 8.840 ha. A altitude atinge 1.022 m, onde está localizado, no interior do PNT, o Pico da Tijuca, porém cerca de 58% da área estão localizados em altitudes de até 350 m. As encostas apresentam-se bastante íngremes, com cerca de 41% da área situada na classe de declive entre 47 e 100%, e 31% das encostas entre 30 e 47%.

No PNT predominam as altitudes superiores a 300 m. Isto ocorre, porque, na demarcação do parque, excluiu-se as encostas desmatadas e ocupadas com

---

<sup>2</sup>Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

uso urbano, estas situadas nas altitudes mais baixas; por outro lado, os trechos de encostas com cobertura florestal estão localizados, predominantemente, nas médias e altas altitudes. Desta forma, os limites do PNT foram estabelecidos em três setores de áreas não contíguas localizados em cotas elevadas, sendo que, em alguns trechos, os limites atingem a altitude acima de 600 m, próximos aos divisores d'água. Os setores do PNT podem ser comparados a três ilhas cobertas por florestas e cercadas pela mancha urbana que continua a se expandir em direção ao PNT.

Na área de entorno do PNT, 42% das encostas estão cobertas com florestas, 28% estão desmatadas e 20% ocupadas com uso urbano. Já o parque encontra-se, predominantemente, coberto por florestas, representando cerca de 85% do total de sua área. Os desmatamentos correspondem a 3% e a área com vegetação degradada, também, representa 3% do parque. No restante da área, encontram-se os afloramentos rochosos. Deve-se ressaltar, que a área com uso urbano no interior do PNT, que corresponde a expansão da cidade em direção aos seus limites, representa 0,2% da área total do parque.

Estes dados foram obtidos através de uma técnica, denominada de planimetria por Xavier-da-Silva; Carvalho Filho (1993), executada com grande eficácia através da utilização dos SGI, consistindo no cálculo das extensões territoriais das ocorrências. Com a sua aplicação, é possível obter informações preliminares da área em estudo relacionadas à localização e extensão das classes dos mapas temáticos presentes na base de dados.

## **CAPÍTULO 5: BASE DE DADOS**

A base de dados que constitui um projeto que faça uso de SGI e composta por mapas temáticos. Este fato caracteriza estes sistemas e distingue os projetos que deles se utilizam. Para os estudos ambientais, esta característica é de suma importância, já que os elementos que compõem o meio ambiente são dados com expressão espacial.

A seleção dos mapas temáticos desta dissertação foi feita baseada, principalmente, no Guia Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo (1990), que aborda os itens que devem constar num Plano de Manejo. Deve-se ressaltar que este Guia contém apenas a descrição dos aspectos que o documento final deve apresentar. Verifica-se, assim, que os itens sugeridos para elaboração do plano visam a caracterização da unidade de conservação, e não a formação de uma base de dados para aplicação de uma metodologia específica de análise ambiental.

Segundo esse Guia, na elaboração do Plano de Manejo devem constar os seguintes itens:

- fatores ambientais - a) geologia, b) geomorfologia, c) espeleologia, c) solos, d) clima, e) hidrografia, f) oceanografia, g) limnologia, h) vegetação, i) fauna, j) ecologia, l) ocorrência de desastres naturais e outros e m) análise paisagística e ambiental;

- fatores sócio-econômicos - a) características da população, b) uso atual do solo, c) uso atual da área (visitantes e pesquisadores), d) caracterização do visitante, e) serviços, instalações e facilidades, f) patrimônio imobiliário e g) situação fundiária;

- fatores culturais: a) fatores históricos, b) arqueologia e/ou sítios históricos e c) cultura contemporânea;

- vias de acesso e transporte principais.

Alguns mapas foram gerados pelos SGI utilizados nesta dissertação, entre eles deve-se destacar os mapas de proximidade gerado pelo SAGA/UFRJ. Nestes mapas, são definidas áreas ao redor dos entes mapeados, sendo que a dimensão da área do entorno é definida pelo usuário. A geração de áreas de proximidade, também, denominadas *buffers*, é de extrema importância para feições lineares e pontuais, já que a influência exercida por um ente pode transcender os limites da representação gráfica de sua área de ocorrência. Os mapas de proximidade elaborados para as feições lineares e pontuais são particularmente necessários para a sobreposição com outros mapas temáticos. Foram geradas, também, áreas de proximidade para alguns entes que apresentam expressão espacial poligonal, quando estas foram necessárias para execução das assinaturas e das avaliações ambientais, como foi o caso da geração de *buffers* para favelas.

### **5.1 Mapas Temáticos - Fatores Ambientais**

Dos fatores ambientais citados não foram abordados em mapas temáticos de espeologia, oceanografia e limnologia, já que estes temas não estão representados nos limites do PNT. Quanto a espeleologia, existem grutas no interior do parque, porém de pequena extensão e de origem não calcária, sendo estas cavidades melhor denominadas como furnas, isto é, "cavidade que aparece nas encostas dos barrancos formada geralmente pelo acúmulo de blocos" (Guerra, 1987,196p.). Estas ocorrências foram plotadas no mapa de pontos turísticos, recreativos e históricos.

O ítem geomorfologia foi tratado nesta dissertação de forma decomposta, nos mapas de altimetria, declividade e orientação de vertentes.

Para o ítem clima não foram elaborados mapas temáticos. Segundo Oliveira (1992), existem diferenças de temperatura e precipitação entre as

encostas voltadas para o norte e para o sul, logo a elaboração de mapas temáticos de isoietas e isotermas seria relevante para a análise do PNT, porém a existência de apenas um posto meteorológico na área não permite a representação da heterogeneidade espacial destas variáveis na área em estudo.

A fauna e a flora são dois pontos fundamentais nos estudos de unidades de conservação que visam a elaboração de Planos de Manejo, pois é essencialmente para preservação dos ecossistemas que unidade de conservação é criada. Os dados de fauna e flora<sup>3</sup> existentes para o PNT que poderiam ser utilizados para elaboração dos respectivos mapas não encontram-se sistematizados, isto é, os dados foram coletados apenas para algumas áreas e por diversas formas de coleta. É importante ressaltar que para o mapeamento não é suficiente conhecer o quê e o quanto existe, mas é primordial conhecer onde se localiza; este último dado deve ser coletado através de uma rede amostragem capaz de demonstrar a diversidade espacial segundo a escala de estudo. Logo, os dados de fauna e flora existentes para o PNT são precários para o mapeamento pretendido, pois a coleta dos dados não foi feita segundo um plano de amostragem que visasse um mapeamento da área em estudo, mas, sim, com o objetivo de catalogação da existência de espécies, em si, um objetivo relevante. Desta forma, o mapeamento destes dados não possibilita uma comparação entre áreas do PNT e, com isto, a elaboração de uma classificação de áreas quanto a situação de preservação.

Outra forma de obter informações sobre o grau de preservação da vegetação é através de fotos aéreas e imagens de satélite. Estes recursos foram utilizados e as informações plotadas no mapa de cobertura e uso do solo, com as seguintes classes: áreas com florestas, com desmatamento e com vegetação degradada. Porém, uma classificação mais detalhada das áreas florestais,

---

<sup>3</sup> Estes dados estão catalogados em fichas contendo, essencialmente, a descrição da espécie, data e local da coleta, nos seguintes órgãos: FEEMA, Jardim Botânico e Administração do PNT.

considerando estrutura, densidade e morfologia não foi possível obter com uso destes recursos.

Foi utilizado um trecho de uma cena da Cidade do Rio de Janeiro e adjacências, de uma imagem de satélite SPOT de 1990, bandas 1, 2 e 3, em formato digital<sup>4</sup>. Esta imagem foi processada no Sistema de Tratamento de Imagem - SITIM, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, existente no Departamento de Geografia da UFRJ. O objetivo do processamento foi obter informações sobre uso e cobertura do solo, principalmente, para caracterização da cobertura florestal, com a identificação de classes referentes a diferentes estágios de desenvolvimento florestal. Não foi possível gerar este tipo de informação, principalmente, por que a área em estudo está localizada em uma superfície montanhosa, o que provoca uma diferença na intensidade de radiação solar nas encostas, em função da declividade e orientação das vertentes. Desta forma, as diversas classes de vegetação encontradas, no processamento digital efetuado na imagem, são respostas espectrais influenciadas pela diferença na intensidade de iluminação das encostas. Mais detalhes sobre o processamento desta imagem podem ser encontrados em Francisco (1993).

A ecologia e a análise paisagística e ambiental, ítems sugeridos no Guia já citado, são informações obtidas em vários mapas temáticos como cobertura e uso do solo, hidrografia, pontos turísticos, recreativos e históricos etc. Estes ítems, no presente estudo, são considerados como frutos da análise de diversos mapas temáticos em conjunto e, não, ítems mapeáveis previamente.

Os mapas temáticos elaborados para os fatores ambientais estão descritos a seguir.

---

<sup>4</sup> Imagem gentilmente cedida pelo representante da SPOT Image do INPE, em 1992.

## **I. Geologia**

### **I.a. Litologia**

- Fonte: - Pires & Heildron, (1984-1992) - Mapa Geológico do Rio de Janeiro.

- Legenda: 1) granito favela; 2) metagabro; 3) leptinito; 4) kinzigito; 5) biotita gnaisse; 6) gnaisse facoidal; e 7) gnaisse archer.

- Fonte: Hembold, R.; Valença, J.G; Leonardos Jr, O.H. **Mapa Geológico do Estado da Guanabara**. DNPM/MME. 1965. Escala 1:50.000. 1 mapa.

- Legenda: 1) granito plutônico, aplitos, pegmatitos e granito hipoabissal, não mapeados; 2) biotita-gnaisse, passando para kinzigito (biotita-plagioclásio(-ortoclásio)-quartzo-granada-gnaises); 3) microclina-gnaisse, com textura facoidal e semi-facoidal (microclina- oligoclásio/andesina-quartzo-biotita-granada-gnaisse, leucocráticos); 4) leptinito (microclina-quartzo-oligoclásio-biotita-granada-gnaises, hololeucocráticos, em parte, muito laminados); e 5) Intrusão.

### **I.b. Estrutura Geológica**

- Fonte: Costa, N.M.C. **Geomorfologia Estrutural dos Maciços Litorâneos do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1986. 108p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, UFRJ.

- Legenda: 1) fraturas preenchidas por diques; 2) lineamentos estruturais/fraturas/estruturas anelares; e 3) zonas da falhamento ou fraturamento, silicificados.

### **I.c. Proximidade da Estrutura Geológica**

- Fonte: gerado pelo SAGA/UFRJ, a partir do mapa temático de estrutura geológica.

- Legenda: foram criadas sete classes de proximidade em torno das feições lineares que representam as estruturas, distando: 20 m, 40 m, 60 m, 80 m, 100 m, 150 m e 200 m, respectivamente, destas feições.

#### **I.d. Proximidade do Contato Geológico**

- Fonte: gerado pelo SAGA/UFRJ, a partir do mapa de litologia . Para elaboração deste mapa foram plotados apenas os limites das classes litológicas e construídas as áreas de proximidade a partir destes limites.

- Legenda: foram criadas duas classes de proximidade em torno das feições lineares que representavam o contorno das classes do mapa de litologia, distando 50 m e 100 m, respectivamente, destas feições.

## **II. Geomorfologia**

### **II.a. Altimetria**

- Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

- Legenda: curvas de níveis com equidistância de 50 m.

### **II.b. Modelo Digital do Terreno - MDT**

- Fonte: elaborado a partir do mapa de altimetria no IDRISI.

- Legenda: as altitudes encontram-se expressas em números reais.

### **II.c. Declividade**

- Fonte: elaborado a partir do MDT no IDRISI.

- Legenda: Após consulta bibliografia e legislação abaixo especificadas, as classes de declividade foram estabelecidas baseadas em dois pontos: a) legislação de uso do solo que utiliza a declividade como parâmetro para

ocupação; b) declividade como parâmetro para indicação de características morfológicas do terreno e de ocupação. Foram definidas as seguintes classes:

1) 0-7% (0-4°) - relevo plano a suave ondulado<sup>5</sup>; divisores, interflúvios, terraços, planícies<sup>6</sup>;

2) 7-20% (4°-11°) - relevo ondulado<sup>3</sup>; até 20% de declive, áreas favoráveis à ocupação<sup>7</sup>;

3) 20-30% (11°-17°) - para áreas com declive maior que 20%, são estabelecidas condições para edificações<sup>8</sup>; nas áreas com declive maior que 30%, é proibido o parcelamento do solo urbano<sup>9</sup>; áreas com declive entre 20% e 30% são passíveis de ocupação com sérias restrições e maior que 30% são impróprias para ocupação<sup>5</sup>;

4) 30-47% (17°-25°) - entre 4° a 25° consideradas baixa e média encostas<sup>4</sup>; nas áreas com declive maior que 25°, é proibida a derrubada de mata<sup>8</sup>;

5) 47-100% (25°-45°) - áreas entre 26° e 35° classificadas como alta e média encostas<sup>4</sup>; e

6) >100% (>45°) - maior que 100% consideradas como encostas livres ou encostas rochosas - *free face*<sup>4</sup>; encostas com declive superior a 100% são consideradas como áreas de preservação permanente<sup>10</sup>

---

<sup>5</sup> Mendes (1982).

<sup>6</sup> Ferreira *apud* Nava *et al.* (1991).

<sup>7</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1990).

<sup>8</sup>(4) Decreto Municipal nº 8.321/88

"Art. 1º - Condições para edificações em terrenos de encostas situados em ZR-1 e ZE-1 ... cuja inclinação seja superior a 20% são estabelecidas neste decreto."

<sup>9</sup> (5) Lei Federal nº 6.766/79 - Dispõe sobre parcelamento do solo urbano e dá outras providências.

"Art. 3º - Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbano em zonas urbanas ou de expansão urbana, assim definidas por lei municipal.

Parágrafo Único - Não será permitido o parcelamento do solo:

...

III - em terrenos com declividade igual ou maior que 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes."

<sup>10</sup> Lei Federal nº 4.771/65 -Institui o novo Código Florestal.

## II.d. Orientação de Vertentes

- Fonte: elaborado a partir do mapa de MDT no IDRISI

- Legenda: 1) NNE; 2) ENE; 3) ESE; 4) SSE; 5) SSW; 6) WSW; 7) WNW; e 8) NNW.

Para elaboração do mapa de declividade e orientação de vertentes pelo IDRISI, é necessária a elaboração do MDT. Este modelo foi elaborado pelo próprio sistema a partir do mapa contendo as curvas de nível representadas por feições lineares. Como o mapa de altimetria representava as altitudes por faixas, ou seja, por polígonos e não por linhas, foi necessária a preparação de um mapa representando as curvas de nível. Para obtenção deste mapa, os polígonos do mapa de altimetria foram transformados em vetores e, em seguida, transformados, outra vez, para raster, gerando, por fim, o mapa com as curvas de nível. Todas estas operações foram executadas pelo IDRISI, e demandaram tempo excessivo de uso do equipamento, principalmente, em função do tamanho dos arquivos dos mapas temáticos.

## III. Pedologia

- Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento Semi-detalhado e Aptidão Agrícola dos Solos no Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1980. Escala 1:50.000. 1 mapa.

---

"Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação situadas:

...

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas com declividade maior que 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive.

...Art. 10º - Não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas com inclinação entre 25º a 45º, só sendo nelas toleradas a extração de toros quando em regime racional, que vise rendimentos permanentes."

\_\_\_\_\_ **Mapa de Solos. Parque Nacional da Tijuca.** Rio de Janeiro. 1977. Escala 1:20.000. /Ampliado a partir do mapa de Reconhecimento dos Solos do ex-Estado da Guanabara. / Cópia heliográfica/

Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico.** Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

- Legenda: 1) associação latossolo vermelho-amarelo pouco profundo + cambissolo latossólico ambos textura argilosa + cambissolo Tb textura média cascalhenta + solos litólicos indiscriminados todos álicos A moderado;

2) latossolo amarelo álico podzólico A moderado textura argilosa;

3) associação podzólico vermelho-amarelo Tb álico + podzólico vermelho-amarelo Tb eutrófico raso ambos A moderado textura média/argilosa + solos litólicos indiscriminados substrato rochas gnáissicas ácidas;

4) associação podzólico vermelho-amarelo Tb eutrófico raso + podzólico vermelho-amarelo Tb eutrófico + podzólico vermelho-amarelo Tb distrófico todos A moderado textura média/argilosa + solos litólicos indiscriminados fase substrato rochas graníticas e gnáissicas ácidas e básicas (migmatitos); e

5) afloramentos rochosos.

#### **IV. Hidrografia**

- Fonte: - Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico.** Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Carta Plani-Altimétrica da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 1976. Escala 1:10.000. /Cópia heliográfica/

- Legenda: canais fluviais. A partir dos mapas acima citados foi elaborada a reconstituição de drenagem.

#### **IV.a. Proximidade da Drenagem**

- Fonte: gerado pelo SAGA/UFRJ, a partir do mapa temático de hidrografia.
- Legenda: foram criadas quatro classes de proximidade em torno dos canais que distam: 20 m, 30 m, 50 m e 100 m, respectivamente, destas feições.

#### **V. Ocorrência de Deslizamentos e Desmoronamentos**

- Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

\_\_\_\_\_ **Floresta da Tijuca - Mapa Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:10.000. 1 mapa.

Setor de Cartografia do Instituto de Planejamento Municipal - IPLANRIO. (Dados que não foram publicados nos mapas acima citados e que estão disponíveis em cópias heliográficas nesta instituição.)

Fotos aéreas - 1:60.000 - 1966 - vôo USAF.

Imagens de satélite SPOT, bandas 1, 2 e 3 de 1990, tratadas e classificadas no SITIM-INPE.

Comunicação pessoal do Geólogo Claudio Amaral da Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro.

- Legenda: 1) deslizamentos e desmoronamentos ocorridos em 1966; e 2) deslizamentos e desmoronamentos ocorridos em 1988.

Nos documentos dos quais foram extraídas as informações sobre as ocorrências dos deslizamentos e desmoronamentos, foram observadas as cicatrizes destas ocorrências.

## **5.2 Mapas Temáticos - Fatores Sócio-econômicos e Culturais**

Em relação aos fatores sócio-econômicos, alguns itens apontados não foram considerados em mapas específicos, mas o tema abordado em vários mapas. É o caso da características da população, cuja abordagem se deu no mapa de cobertura e uso do solo, que classifica a ocupação na área de entorno do PNT em favelas, urbano e predominância residências de alto padrão. Esta classificação fornece, indiretamente, uma caracterização da população a nível sócio-econômico. Deve-se ressaltar que como a unidade em estudo se situa no interior de uma metrópole, toda área de entorno encontra-se densamente povoada.

Caso similar ocorre com os itens uso atual da área (visitantes e pesquisadores) e caracterização do visitante. Através do mapa de infra-estrutura viária e de pontos turísticos, recreativos e históricos, pode-se inferir como as áreas do PNT vem sendo utilizadas. Por exemplo, as trilhas são visitadas por um público que é atraído pelos elementos da natureza; esta visitação pode ser denominada como um turismo ecológico; por sua vez, o Cristo Redentor já se destina ao turista, nacional ou estrangeiro, que deseja conhecer os pontos turísticos da cidade.

Os itens serviços, instalações e facilidades e patrimônio estão representados no mapa infra-estrutura turística, recreativa e de serviços. Os fatores culturais também estão contidos neste mapa temático quando podem ser representados espacialmente, como é o caso dos sítios arqueológicos e históricos.

Os mapas temáticos elaborados para os fatores sócio-econômicos e culturais estão descritos a seguir.

## I. Cobertura e Uso do Solo

- Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

\_\_\_\_\_ **Floresta da Tijuca - Mapa Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:10.000. 1 mapa.

Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Localização de Favelas, Loteamentos Irregulares e Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda no Município do RJ**. Rio de Janeiro, 1985. Escala 1:25.000. /Cópia heliográfica/

Setor de Cartografia do Instituto de Planejamento Municipal - IPLANRIO. (Dados que não foram publicados nos dois mapas anteriores e que estão disponíveis em cópias heliográficas nesta instituição.)

Imagens de satélite SPOT, bandas 1, 2 e 3 de 1990, tratadas e classificadas no SITIM-INPE.

Fotos de vôo de helicóptero (Aerocolor) de 1990, disponíveis no IPLANRIO.

- Legenda: 1) floresta - áreas extensas cobertas pela Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica);

2) vegetação degradada - áreas cobertas por vegetação, predominantemente, herbácea-arbustiva no interior da floresta. Refere-se, também, a áreas que podem, inclusive, apresentar vegetação arbórea, porém possuem pequena extensão e, assim, não apresentam a complexidade de espécies presentes na Mata Atlântica. Estas áreas se caracterizam como manchas de vegetação inseridas em áreas desmatadas ou ocupadas com uso urbano;

3) desmatamento - áreas onde predomina vegetação herbácea. As encostas desmatadas do Maciço da Tijuca, geralmente, estão ocupadas pelo capim colônia;

4) reflorestamento - áreas que foram reflorestadas, nas quais a regeneração não foi ainda completa, não sendo, assim, incluídas, na classe de floresta. Refere-se, também, a áreas onde o reflorestamento foi executado com a utilização, predominantemente, do eucalipto.

5) urbano - área densamente povoada onde não há exclusividade de nenhum uso - comercial, industrial e residencial.

6) predominância de residências de alto padrão - áreas com uso, predominantemente, residencial cujas construções são destinadas a população de média e alta renda. Nesta classe, podem ser observadas três formas de ocupação no que se refere a densidade de ocupação do solo e o tipo de construção:

a) condomínios - caracteriza-se por apresentar baixa a média taxa de ocupação do terreno com predominância de casas. Este tipo de ocupação é recente e apresenta como base para construção a privacidade e a segurança de seus moradores. No interior dos condomínios, muitas vezes, estão presentes vários serviços, o que faz com que os moradores não necessitem de utilizar-se de serviços externos;

B) mansões isoladas - construções muito luxuosas com baixa taxa de ocupação do solo, situadas isoladamente no interior da mata. Algumas residências são antigas e outras vêm sendo construídas recentemente;

C) residências construídas nas décadas passadas - construções que variam quanto ao seu padrão de construção, algumas residências mais e outras menos luxuosas, e à taxa de ocupação do solo, apresentando média a alta densidade. Algumas vias públicas, onde estas residências predominam, foram fechadas, pelos próprios moradores, ao uso público por motivos de segurança;

7) favelas - áreas que foram invadidas e ocupadas por população de baixa renda, sem condições financeiras de obter um local de moradia na cidade. Como os terrenos são invadidos, os moradores, em geral, não possuem o título de

propriedade da terra. As construções são feitas pelos próprios moradores e se caracterizam pela utilização de material de baixo padrão;

8) empresas/serviços - áreas de pequena extensão ocupadas apenas por uma instituição, podendo ter fins empresariais ou de prestação de serviços, como clubes, hotéis, hospitais etc;

9) FEEMA/Museu - refere-se a instituições que ficam próximas aos limites do PNT e, devido ao seu caráter de prestação de serviço no setor de cultura e meio ambiente, decidiu-se demarcá-las em separado das outras classes;

10) parques - locais de uso público que se destinam ao lazer da população, sendo caracterizados pelo predomínio de áreas verdes e mantidos por um órgão público competente; e

11) pedreiras - locais onde a extração de pedras para a construção encontra-se ativada ou foi recentemente desativada.

## **II. Infra-estrutura Turística, Recreativa e de Serviços**

- Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

\_\_\_\_\_ **Floresta da Tijuca - Mapa Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:10.000. 1 mapa.

Setor de Cartografia do Instituto de Planejamento Municipal - IPLANRIO. (Dados que não foram publicados nos dois mapas anteriores e que estão disponíveis em cópias heliográficas nesta instituição.)

- Legenda: 1) pontos recreativos - locais que se destinam ao lazer, frequentados, principalmente, por moradores da cidade que aí passam várias horas do dia, apresentando infra-estrutura como banheiros, mesas, churrasqueiras etc;

2) pontos turísticos - locais que se destinam à visitação de turistas nacionais e estrangeiros devido à presença de algum atrativo, como mirantes e monumentos, entre outros. Este público específico passa poucas horas no local;

3) pontos excursionistas - locais onde o ponto de atração é algum elemento da natureza como picos, grutas etc. Estes locais não são dotados de infraestrutura mínima e o público alvo é formado moradores da cidade que apreciam contato com a natureza através de caminhadas por trilhas;

4) pontos históricos - são locais onde estão presentes vestígios de antiga ocupação, como as ruínas de fazendas de café. Foram, também, aí incluídas algumas construções antigas como fontes, pontes etc; e

5) pontos administrativos - locais cuja função é a administração do PNT, destacando-se os portões e as guaritas nos pontos de acesso ao parque.

### **II.a. Proximidade de Infra-Estrutura Turística e Recreativa**

- Fonte: gerado pelo SAGA/UFRJ, a partir do mapa temático de infraestrutura recreativa, turística e de serviços.

- Legenda: foram criadas quatro classes de proximidade em torno das feições pontuais que distam: 100 m, 200 m, 300 m e 500 m, respectivamente, destas feições.

### **III. Unidades de Conservação**

- Fonte: Superintendência Municipal do Meio Ambiente do Rio de Janeiro

- Legenda: 1) Área de Proteção Ambiental - APA<sup>11</sup> - de Santa Teresa - Decreto Municipal nº 5050/85;

2) APA do Cosme Velho - Decreto Municipal nº 7046/87;

3) APA da Boa Vista - Decreto Municipal nº 11.301/92;

---

<sup>11</sup> Resolução CONAMA nº 10/88, define as APA, no seu Artigo 1º, como "unidades de conservação, destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando a melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais".

- 4) Parque Lage - SPHAN P01/85;
- 5) Parque da Gávea - Decreto "E" do município nº 927/65;
- 6) Jardim Botânico - SPHAN P0/85; e
- 7) Reserva Florestal do Grajaú - Decreto Estadual nº 192/78.

As áreas abrangidas por este mapa encontram-se regulamentadas por lei, apresentando restrições ou impedimento total a ocupação, estando situadas no interior do PNT ou na sua área de entorno.

#### **IV. Situação Fundiária**

- Fonte: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente; Fundação Brasileira Conservação Natureza. **Contribuição para o preparo do plano de manejo do PNT**. Rio de Janeiro, 1979.

- Legenda: 1) limites do PNT omitidos no Diário Oficial; 2) áreas integradas ao domínio da União; e 3) áreas ainda por regularizar, com situação duvidosa ou de posse de particulares.

#### **V. Estrutura Viária**

- Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

\_\_\_\_\_ **Floresta da Tijuca - Mapa Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:10.000. 1 mapa.

Setor de Cartografia do Instituto de Planejamento Municipal - IPLANRIO. (Dados que não foram publicados nos mapas acima citados e que estão disponíveis em cópias heliográficas nesta instituição.)

- Legenda: 1) ferrovias; 2) rodovias - vias pavimentadas e, no interior do PNT, possuem mão dupla; e 3) trilhas - vias sem calçamento, encontrando-se no interior da floresta.

### **V.a. Proximidade da Estrutura Viária**

- Fonte: gerado pelo SAGA/UFRJ, a partir do mapa temático estrutura viária.

- Legenda: foram criadas oito classes de proximidade em torno das vias que distam: 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 100 m, 200 m, 300 m e 500 m, respectivamente, destas feições.

### **VI. Zoneamento do Plano de Manejo de 1981**

- Fonte: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal; Fundação Brasileira de Conservação da Natureza. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca**. Brasília, 1981.

- Legenda: 1) Zona Primitiva; 2) Zona de Recuperação; 3) Zona de Uso Extensivo; 4) Zona de Uso Intensivo; 5) Zona de Uso Especial; e 5) Zona Histórico-Cultural.

### **VII. Instalações Especiais**

- Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Instituto de Planejamento Municipal. **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

\_\_\_\_\_ **Floresta da Tijuca - Mapa Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:10.000. 1 mapa.

Setor de Cartografia do Instituto de Planejamento Municipal - IPLANRIO. (Dados que não foram publicados nos mapas acima citados e que estão disponíveis em cópias heliográficas nesta instituição.)

Legenda: serviços para terceiros - locais onde estão instaladas construções ou são desenvolvidas atividades que não se relacionam com o Parque Nacional, entre eles: torre da EMBRATEL, plataforma de vôo livre e linhas de transmissão

### **VII.a. Proximidade de Instalações Especiais**

- Fonte: gerado pelo SAGA/UFRJ, a partir do mapa temático instalações especiais.

- Legenda: foram criadas duas classes de proximidade em torno dos pontos que representam estas instalações que distam: 50 m e 100 m, respectivamente, destas feições.

## **CAPÍTULO 6: ENTRADA DE DADOS**

A entrada de dados em SGI consiste na captura física de dados e, na concomitante, conversão destes em estruturas reconhecíveis pelos sistemas, e passíveis de armazenamento eficiente. A entrada de dados com expressão espacial no sistema baseia-se na digitalização da geometria das feições e do seu conteúdo lógico. Já os dados sem expressão espacial armazenados em bancos de dados convencionais podem ser relacionados às feições espaciais digitalizadas e identificadas.

A etapa de entrada de dados num projeto que faça uso de SGI deve ser muito bem planejada, pois é uma das etapas que demanda mais tempo e recursos. O custo inicial da montagem de uma base de dados, segundo Aronoff (1989), é, em muitos casos, 5 a 10 vezes mais do que o custo dos *hardwares* e *softwares* relacionados aos SGI.

A entrada de mapas nos SGI pode ser feita com uso da mesa digitalizadora, de *scanner* e, até mesmo, do teclado. No entanto, a maioria dos SGI utilizam-se das mesas digitalizadoras para entrada de dados, como demonstra trabalho realizado por Teixeira (1990), que constata que dos 64 SGI descritos no *International GIS Source Book* de 1989, 54 utilizavam a mesa para entrada de dados. Apesar do uso intensivo deste equipamento, não se pode considerar que a entrada de dados via mesa seja a forma mais eficiente, principalmente, em relação ao tempo e aos recursos dispendidos nesta operação. Isto se deve ao próprio mecanismo de funcionamento da mesa, que consiste na passagem do cursor por cada feição do mapa a ser digitalizado; desta forma, os dados são reconhecidos e armazenados pelo sistema.

Outras formas de entrada de dados têm sido pesquisadas como alternativas à mesa digitalizadora. Cartensen (1991) coloca o *scanner* como uma alternativa viável, principalmente, devido à queda de preços dos *scanners* de

mesa nos últimos anos. O mecanismo de funcionamento destes equipamentos, a princípio, parece ser mais eficiente do que o das mesas digitalizadoras. Consiste na codificação da geometria das feições para uma matriz de valores  $(x,y)$ , onde cada pixel contém o valor médio da reflectância de uma pequena área do documento original, gerando arquivos de formato raster. Porém, além da captura do dado, que é simples, há necessidade de executar procedimentos anterior e posteriormente à captura automática da geometria das feições, o que, segundo Cartesen (1991) e Peuquet (1984), pode demandar tempo excessivo.

No presente trabalho, fez-se uso do *scanner* para entrada dos mapas temáticos. A opção por este equipamento se deve a vários fatores. O primeiro é a existência de *scanners* e de toda uma metodologia para entrada de dados fazendo o uso desta ferramenta, desenvolvida durante vários anos no LABGEOP da UFRJ, onde essa dissertação foi desenvolvida. Um outro fator é a aceitação da estrutura raster, gerada pela digitalização por *scanner*, pelos SGI utilizados: IDRISI e SAGA/UFRJ. E, por fim, o terceiro fator está relacionado com a possibilidade de investigar este equipamento e uma respectiva metodologia que têm demonstrado uma eficiente alternativa para a entrada de dados em SGI.

### **6.1 Preparação dos Mapas Temáticos - Pré-Processamento**

Na digitalização com uso de mesas digitalizadoras, no momento em que o usuário passa o cursor sobre uma feição, a sua geometria e o seu conteúdo lógico são reconhecidos concomitantemente e apenas as informações selecionadas pelo usuário são digitalizadas. Já com uso do *scanner*, todas as feições existentes no mapa são digitalizadas, sendo que a geometria e o conteúdo lógico das feições são posteriormente identificados, na etapa denominada de edição dos mapas. É necessário, em alguns casos, que o material a ser digitalizado seja preparado para que, na etapa de edição, os

recursos e o tempo despendidos sejam menores. Esta etapa é chamada de pré-processamento. Segundo Peuquet (1984), teoricamente, é possível digitalizar por *scanner* um mapa com uma variedade de cores e símbolos, porém a edição deste material é extremamente custosa em termos de tempo e recursos, inclusive, este processo pode sair muito mais caro do que redesenhar o mapa original de uma forma mais adequada antes de passar pelo *scanner*.

No presente trabalho, as feições contidas nos mapas foram selecionadas e transferidas para papel vegetal e, posteriormente, digitalizadas. O objetivo da transferência foi eliminar as imperfeições do mapa original e separar as diferentes informações contidas no mapa em temas específicos; como foi o caso do mapa plani-altimétrico, onde estavam contidas as informações sobre hidrografia e altimetria, e foram gerados dois documentos, um contendo os cursos d'água e o outro com as curvas de nível. Para os entes representados por polígonos, como, por exemplo, as classes do mapa de pedologia, foram desenhados os limites destes polígonos; assim, tanto estes entes quanto os representados por feições lineares foram desenhados por linhas pretas no fundo branco registradas como um mapa de *bits*. As feições poligonais, na etapa de edição, foram transformadas em polígonos.

Deve-se ressaltar que, independentemente da necessidade de preparação dos mapas para serem digitalizados por *scanner*, alguns deles teriam de ser realmente refeitos para adequá-los ao projeto, como no caso do mapa de pedologia, no qual houve a necessidade de ajustar a escala.

Logo, em um projeto de maior dimensão, quando mapas devem ser produzidos, estes já na sua elaboração devem ser preparados para a digitalização por *scanner*, caso este seja o equipamento escolhido para entrada de dados. Peuquet (1984) destaca que alguns órgãos que confeccionam mapas, frequentemente, vêm mantendo cópias apenas com as feições e sem a

simbologia, justamente para reduzir os esforços da edição, caso venham a ser, posteriormente, digitalizados por *scanner*.

## 6.2 Digitalização por *Scanner*

Um dos grandes problemas no uso de *scanners* para digitalização de mapas está relacionado com a geração de arquivos de grande tamanho devido ao formato matricial do documento digitalizado, conhecido como raster. Este problema vem sendo contornado com métodos de compactação de arquivos. Assim, no momento da digitalização dos documentos alguns pontos devem ser observados para que sejam produzidos arquivos menores e que não contenham dados desnecessários ao usuário.

Um primeiro ponto está relacionado com a resolução espacial adotada, ou seja, o tamanho do pixel na matriz gerada pela digitalização. A resolução é definida pelo usuário através da DPI (*dots per inch* = pontos por polegada); quanto maior a DPI, mais refinada é a geometria das feições. Na definição da resolução, deve-se considerar a espessura da linha e os detalhes geométricos do documento original que se deseja preservar no produto final; assim, quanto mais detalhes apresentar o mapa temático, maior deve ser a DPI utilizada.

Deve-se atentar, assim, para relação existente entre tamanho do arquivo, DPI e produto final. Quanto maior a DPI, maior será o tamanho do arquivo e mais detalhes o produto digitalizado possuirá, porém não mais detalhes do que o mapa original; desta forma, ao se ultrapassar o nível de detalhe do mapa, gera-se arquivos contendo dados inúteis e com tamanho maior do que o necessário. Por sua vez, o processamento dos mapas se tornará mais lento e, em algumas vezes, impossibilitado, em função do tamanho do arquivo em relação a capacidade da máquina e dos programas utilizados no processamento da imagem.

Um outro ponto importante que deve ser considerado é a relação entre DPI e precisão do mapa digitalizado. Um trabalho realizado por Cartensen (1991) demonstra que a precisão não é afetada pela DPI. Neste trabalho, foi digitalizado, em scanner de mesa, um documento com as resoluções de 75, 150 e 300 DPI, sendo que o maior erro encontrado nos três testes foi de apenas 0,1 mm.

Uma outra questão que deve ser abordada quanto à digitalização de mapas por *scanner* refere-se à resolução radiométrica, ou seja, o intervalo de valores que pode ser discriminado pelo pixel que é dado em *bits*; estes valores representam a variação da tonalidade de cinza e de cores que o produto final possuirá. Um mapa digitalizado em 1 *bit* apresentará apenas o branco e o preto, enquanto em 8 *bits* poderá apresentar até 256 tons de cinza. Quanto maior a resolução radiométrica, maior o tamanho do arquivo do documento digitalizado. A escolha da resolução radiométrica mais adequada está relacionada com as características do documento original; desta forma, caso o documento apresente apenas linhas no fundo branco, 1 *bit* é o ideal, porém se o documento possuir diferenças de tons e cores, que se deseja manter no produto final, há necessidade de optar por resoluções maiores.

Por fim, é importante abordar o formato dos arquivos gerados pela digitalização por *scanner*. A estrutura dos dados é matricial e, por existir um número muito grande de formatos de arquivos *raster* em uso, pode ocorrer dificuldades e, inclusive, a impossibilidade, de interação entre o produto digitalizado e os diversos SGI, devido à limitação destes sistemas na conversão de formatos específicos. Desta forma, é imprescindível que o usuário conheça, previamente, os formatos aceitos pelo SGI a ser utilizado antes da digitalização dos mapas, pois todo trabalho de digitalização pode ser inútil, caso o SGI não aceite o formato do produto digitalizado. Segundo Brandalize (1993), com base nos dados contidos no *International GIS Source Book* de 1993, 25% dos

formatos de exportação existentes nos SGI são TIFF, que é de estrutura *raster*; este número coloca o formato TIFF em segundo lugar em exportação e importação pelos SGI, sendo o formato HPGL (*Hewlett Packard Graphics Language Format*), o primeiro. Deve-se atentar, porém, para as variantes existentes do formato TIFF.

Diante dos aspectos abordados, os mapas temáticos da presente dissertação foram digitalizados no *scanner* A0, com 150 DPI e resolução radiométrica de 1 *bit* por pixel, sendo exportados em formato TIFF compactado. Estes arquivos foram exportados para um programa de tratamento de imagens, onde a resolução foi convertida para 8 *bits* e reduzida em 50% o número de linhas e de colunas, passando a apresentar uma resolução de 8,46 m no terreno.

A mudança da resolução radiométrica acima citada foi necessária para se possibilitar, na etapa edição dos mapas para o sistema IDRISI, o reconhecimento das feições e do seu conteúdo lógico, já que este SGI utiliza-se da resolução radiométrica para identificação das classes. Este processo se dá através da atribuição de um tom de cinza para cada classe do mapa, como cada tom possui um valor numérico, é possível identificar as classes através da atribuição destes valores que ficam armazenados em cada pixel da matriz. Com a resolução de 8 *bits*, o intervalo de valores é de 0 a 255, enquanto 1 *bit* é de 0 e 1. Logo, com uma resolução de 8 *bits*, o mapa pode possuir até 256 classes, enquanto com 1 bit, apenas duas classes.

Após estes ajustes, iniciou-se a etapa de edição dos mapas. Como os *scanners* e os programas de digitalização não são dotados de algoritmos mais precisos capazes de identificar as feições dos mapas e o seu conteúdo lógico, há necessidade de que os mapas digitalizados sejam editados. A edição dos mapas para o IDRISI foi feita em programas de tratamento de imagens externos a este SGI, já que neste sistema, bem como em alguns outros, a entrada de dados é feita via mesa digitalizadora, sendo permitida, também, a importação de

mapas em estrutura raster, porém sem possuir funções eficientes de edição dos arquivos importados. Já para o SAGA/UFRJ, como a entrada de dados é feita por *scanner*, a edição dos mapas foi feita nos próprios programas deste sistema.

### 6.3 Entrada para o IDRISI

Para a edição dos mapas vários procedimentos devem ser executados no material digitalizado, com objetivo de torná-los um mapa temático, ou seja, apresentando dados espaciais representados graficamente nos locais de sua ocorrência, dentro de um sistema de coordenadas geográficas, juntamente com as feições e seus atributos identificados pelos usuários. Sem a edição este material representa apenas um arranjo de feições geométricas sem nenhum significado.

Os procedimentos adotados estão abaixo descritos e foram executados no mapa de altimetria, que foi assim processado visando a elaboração dos mapas de declividade e orientação de vertentes pelo IDRISI.

- Eliminação de ruídos: consiste na eliminação das imperfeições existentes no mapa original que foram repassadas para o material digitalizado, como sujeiras, ranhuras do papel etc. Os ruídos podem ser eliminados através de filtros existentes em programas de tratamento de imagens. No presente trabalho, foram eliminados na estação gráfica da INTERGRAPH, onde os mapas foram digitalizados.

- Junção dos mapas: quando os mapas originais são de maior tamanho que o *scanner* utilizado para digitalização, os mapas devem ser digitalizados em partes e unidos num programa de tratamento de imagens ou no SGI. Como os presentes mapas temáticos foram digitalizados em *scanner* de tamanho A0, esta operação não foi necessária.

- Rotação de imagens: quando da passagem do mapa original pelo *scanner*, o sistema de coordenadas do mapa apresentar-se inclinado em relação ao equipamento, ou seja, o mapa foi disposto incorretamente no *scanner*, deve ser executada a operação de rotar o documento digitalizado. Os presentes mapas foram ajustados na estação gráfica onde foram digitalizados.

- Restituição das feições: o material digitalizado pode apresentar as feições geométricas com falhas, o que é normal na digitalização por *scanner*. Estas falhas podem ser eliminadas em qualquer programa de tratamento de imagens, como foi feito no presente trabalho.

Outra característica do material digitalizado por *scanner* é a representação da espessura das linhas por vários pixels. Este fato está relacionado com a resolução espacial; quanto maior a DPI, mais refinada é a resolução, desta forma, mais pixels representam a espessura da linha. No caso dos entes representados por polígonos, onde são digitalizados apenas os limites dos polígonos, a espessura das linha pode superdimensionar a extensão das feições. Já os entes lineares, como a estradas, são representados em mapas de estrutura raster por uma linha com a largura contendo apenas um pixel. Logo, tanto para as feições poligonais quanto para as lineares, há necessidade de refinar as linhas, através da eliminação dos pixels mais periféricos e a permanência dos pixels centrais. O refinamento pode ser feito através de filtros existentes em programas de tratamento de imagens.

- Alocação de atributos: após a reconstituição geométrica das feições, os atributos devem ser aferidos aos respectivos entes representados por polígonos, linhas e pontos, isto é, deve-se relacionar os atributos às suas respectivas feições geométricas. Esta operação foi feita através da atribuição de um determinado tom de cinza a todas as feições que possuíam o mesmo atributo, isto porque cada tom de cinza apresenta um determinado valor numérico que é armazenado nos respectivos pixels que compõem a feição linear ou poligonal. O

operação descrita pode ser executada em vários programas de tratamento de imagens.

Após executadas estas operações em programas externos ao SGI, o mapa de altimetria foi importado para o IDRISI em formato TIFF. Neste SGI, as classes do mapa foram reclassificadas de modo a identificar os seus atributos e, assim, elaborar as legendas. Após a reclassificação, o mapa foi georeferenciado com base no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mércator - UTM.

O mapa final apresenta 2223 colunas por 1295 linhas e resolução de 8,46 m, o tamanho do arquivo é de aproximadamente 2,9 Mb no formato do IDRISI. Este sistema dispõe de opção de compactação de arquivos, porém muitas operações não podem ser executadas quando os arquivos estão compactados. Logo, o equipamento utilizado com este programa deve apresentar um *winchester* com grande capacidade de armazenamento, bem como um co-processador ágil, quando for utilizado no processamento de mapas em arquivos de grande tamanho.

A partir do mapa de altimetria, foram elaborados os mapas de orientação de vertentes e declividade e, posteriormente, exportados para o SAGA/UFRJ, em formato TIFF, compatível com os dois sistemas.

#### **6.4 Entrada para o SAGA/UFRJ**

Como a entrada de dados no SAGA/UFRJ é feita por *scanner*, este sistema possui programas próprios de digitalização e de edição de mapas em estrutura raster. Deste modo, os mapas digitalizados passaram por operações, descritas a seguir, de modo a ficarem na estrutura SAGA/UFRJ. Vale dizer que muitas das operações anteriores são desnecessárias quando se usa a estrutura de captura e edição do SAGA/UFRJ.

Após convertidos para estrutura SAGA/UFRJ, a resolução dos mapas é modificada para ser representada por números inteiros; com isso, os mapas passaram a apresentar 10 m de resolução. A operação seguinte de edição dos mapas tem como função refinar as linhas e mudar a resolução radiométrica para 1 *bit*, isto ocorre para facilitar a posterior reconstituição das feições. O próximo passo objetiva modular e georeferenciar os documentos digitalizados. A modulação é utilizada para gerar limites comuns para todos os mapas da área em estudo, permitindo a subdivisão ou a junção de partes de um mapa.

Finalmente, os mapas encontram-se prontos para identificação das feições e alocação dos atributos através de um programa próprio deste sistema. O procedimento consiste na perseguição da linha, que compõe uma feição no mapa, pelo cursor, de modo interativo com o usuário, semelhante a uma vetorização semi-automática, porém, o produto final não se apresenta em estrutura vetorial. A medida que a linha é perseguida as feições são reconstituídas e os atributos aferidos à feição. A perseguição da linha possui vários níveis de automação, que estão relacionados à capacidade de superação de dúvidas pelo cursor; quanto maior o nível, menor interferência do usuário na perseguição e, por sua vez, mais eficiente é a operação. Esta forma de identificação de feições é extremamente interessante, já que permite ao usuário corrigir as possíveis falhas existentes no mapa digitalizado interativamente com a máquina, eliminando a necessidade de uso de digitalização por vetor e, conseqüentemente, diminuindo a probabilidade de ocorrência de erros humanos no processo de captura da geometria das feições digitalizadas.

O produto gerado é formado por um conjunto de arquivos onde cada classe do mapa pode estar representada. Nestes arquivos estão armazenadas linhas representadas como um conjunto de pixels, denominadas de *neo-vetores*. Para elaboração dos mapas temáticos, estes arquivos são plotados em uma matriz. Este procedimento permite a criação de vários mapas contendo as mesmas

feições, por exemplo, as estradas ficam agrupadas em um arquivo e podem ser plotadas em todos os mapas temáticos. Como cada feição de uma classe é armazenada por um código, posteriormente, podem ser implementadas ligações com bancos de dados convencionais.

Os mapas finais contêm 1300 linhas por 2000 colunas. O tamanho do arquivos varia entre 20 Kb a 200 Kb, dependendo do número de classes existentes nos mapas temáticos. Pode-se verificar, assim, que apesar dos mapas apresentarem-se em estrutura raster, os arquivos gerados pelo SAGA/UFRJ possuem pequeno tamanho, isto se deve aos algoritmos de compactação existentes na estrutura do sistema. Este é um aspecto importante já que é comum os arquivos de estrutura raster apresentarem um tamanho excessivo, o que, inclusive, limita a sua adoção como estrutura de armazenamento.

### **6.5 Entrada de Dados por *Scanner*: Algumas Considerações**

Comparando-se os processos de edição de mapas utilizados para o SAGA/UFRJ e o para IDRISI, verifica-se que a utilização de programas específicos de edição de mapas digitalizados por *scanner*, como no caso o SAGA/UFRJ, agiliza a entrada de dados e coloca o *scanner* como uma boa alternativa para o trabalho tedioso de entrada de dados via mesa digitalizadora. Por outro lado, o tempo demandado para edição, quando dependente de programas externos aos SGI, como foi o caso do IDRISI, pode tornar desvantajoso o uso desse equipamento.

Este fato é bastante importante para projetos de estudos ambientais que façam uso de SGI. Geralmente, os sistemas destinados a estes estudos requerem os dados em estrutura raster, isto porque ela apresenta vantagens sobre a estrutura vetorial na aplicação de algumas operações, principalmente, as

associadas à superposição de mapas, que é muito utilizada nestes estudos. Entretanto, a entrada de dados nestes sistemas, como já foi visto, é em geral via mesa digitalizadora, gerando necessidade de conversão vetor-raster.

Na prática, o que se tem é a entrada dos mapas feita por estrutura vetorial, para que, posteriormente, os dados sejam convertidos para estrutura raster. Desta forma, seria mais interessante que estes sistemas oferecessem uma entrada de dados eficiente diretamente por *scanners*. O uso de *scanners* pode tornar-se viável num curto espaço de tempo, dada à queda de preços dos *scanners* de mesa e aos métodos de compactação de arquivos cada vez mais eficientes; fatos que, até pouco tempo, limitavam o uso destes equipamentos.

## **CAPÍTULO 7: ASSINATURA AMBIENTAL**

O PNT, por estar localizado no interior da malha urbana do Rio de Janeiro, apresenta como principal ameaça a preservação dos ecossistemas a expansão urbana pelas encostas em torno dos seus limites, através da favelização e da construção de residências de alto padrão. O conhecimento prévio dos locais mais susceptíveis a estas ocorrências possibilita que medidas sejam adotadas e desestimulem a ocupação destas encostas. Para isto é imprescindível conhecer quais são os principais fatores que levam a ocupações de determinadas encostas, para que seja possível, assim, identificar os locais mais susceptíveis. A utilização de SGI facilita a avaliação de possíveis fatores responsáveis pela ocorrência de fenômenos com expressão espacial, através de uma técnica chamada assinatura ambiental, que está abaixo descrita.

Assinatura ambiental, denominada assim por Xavier-da-Silva; Carvalho Filho (1993), é uma técnica semelhante a utilizada em sensoriamento remoto chamada de assinatura espectral. Esta técnica tem como objetivo a identificação de alvos e consiste na obtenção das características espectrais de um determinado alvo conhecido ou não pelo usuário, com objetivo de identificá-lo e correlacioná-lo com outros que apresentem características espectrais similares. Segundo estes autores, com utilização de SGI processo análogo pode ser executado na definição dos fatores responsáveis pela ocorrência de um determinado fenômeno, a partir do cruzamento das ocorrências territoriais dos fenômenos sobre vários planos de informação, ou seja, mapas temáticos. Este processo possibilita a identificação das características ambientais que estão presentes na área alvo, isto é, na área de ocorrência do fenômeno estudado.

As assinaturas ambientais executadas na presente dissertação foram elaboradas com o uso do SAGA/UFRJ, e o resultado consistiu no cômputo da

área da expressão territorial do fenômeno estudado em relação a vários planos de informação dada, em hectares e em porcentagens.

Foram realizadas assinaturas ambientais dos fenômenos existentes e considerados relevantes para a área em estudo cuja localização de ocorrência era conhecida. Na seleção, foram considerados relevantes aqueles fenômenos que estavam relacionados com objetivo principal da existência de um Parque Nacional, ou seja, a preservação dos ecossistemas, e que apresentavam uma dinâmica intrínseca própria; por exemplo, a identificação de área desmatadas é essencial para o manejo Parque Nacional. Desta forma, foram aqui categorizados como fenômenos a serem analisados aqueles com expressão espacial que apresentem uma dinâmica própria.

A partir das considerações acima, foram realizadas assinaturas para os seguintes fenômenos: desmatamentos, deslizamentos e desmoronamentos, favelização e ocupação de residências de alto padrão.

### **7.1 Assinatura de Deslizamentos e Desmoronamentos**

Deslizamentos e desmoronamentos são processos geomorfológicos que se caracterizam pelo deslocamento nas encostas de uma massa de solo/rocha sobre um embasamento, em geral sob condições de saturação hídrica (Christofoletti, 1980). Os trópicos úmidos são considerados como uma das regiões que apresentam vertentes mais instáveis, devido a abundância de precipitações, aliada a existência de espessos mantos de alteração (Leopold, 1964 *apud* Meis *et al.*, 1968). Os deslizamentos e desmoronamentos são fenômenos naturais; entretanto, a ação antrópica pode acelerar a sua ocorrência e, até mesmo, criar condições propícias em áreas que até então não eram susceptíveis.

Vários são os fatores responsáveis pela ocorrência dos deslizamentos e desmoronamentos. Para Meis; Xavier-da-Silva (1968), as contínuas transformações sofridas pelas vertentes resultam da atuação dos processos geomorfológicos, muitas vezes, sob condições de perturbação do seu equilíbrio natural devido à ação antrópica. Neste trabalho, os autores desenvolveram um estudo sobre os movimentos de massa ocorridos na Cidade do Rio de Janeiro nos anos de 1966. Foi observado, então, que as encostas ainda protegidas por denso manto florestal foram pouco atingidas; a ocorrência dos deslocamentos nas encostas estava associada às áreas desmatadas e descalçadas por obras de engenharia. Os movimentos de maior magnitude foram observados em vertentes com declives menos íngremes, porém apresentavam forte saturação de água por ter a ação antrópica facilitado a infiltração. Além da cobertura do solo e das obras de engenharia, estes autores destacam o papel da litologia e estrutura geológica como fatores responsáveis pela existência de zonas susceptíveis aos deslocamentos, enfatizando que, nos casos por eles estudados, estava quase sempre bem marcada a influência estrutural na ocorrência dos deslizamentos e desmoronamentos. A estrutura tende a orientar a circulação das águas infiltradas e o intemperismo em profundidade, assim como o aparecimento dos planos de cisalhamento.

Coelho Neto (1992) destaca fatores pontuais como desencadeadores dos processos erosivos, entre eles o trabalho da fauna escavadora dos solos, a queda de árvores e, até mesmo, a presença de certas espécies vegetais que produzem uma descarga de escoamento pluvial ao longo dos troncos, iniciando-se, assim, a formação de canais erosivos a partir da presença destes fatores. A autora aponta o papel ambivalente da cobertura vegetal no controle da erosão. Por exemplo, as raízes tanto podem aumentar a resistência do regolito como ampliar as zonas de fraqueza rocha. A ação antrópica, também, é outro fator levantado pela autora: nas trilhas construídas em ziguezague e nos atalhos

perpendiculares a estas, é observada a presença de erosão superficial, com possível formação de ravinamentos. Deslizamentos e desmoronamentos ocorridos no Maciço da Tijuca em 1988 foram detonados pelas fugas d'água existentes nas curvaturas da Estrada da Vista Chinesa, segundo Silva Filho (1991) *apud* Coelho Neto (1992). É ressaltado, porém, que os movimentos de massa em encostas florestadas não são explicados, exclusivamente, pela intervenção humana; ao contrário, trata-se de um processo característico destes ambientes.

Por fim, Coelho Neto (1992) conclui que, nas encostas florestadas, há o domínio dos fluxos d'água subsuperficiais que pode gerar grande instabilidade do material de encosta. Desta forma, este ambiente é propício às ocorrências de movimentos de massa lentos e rápidos. Os primeiros referem-se aos movimentos tipo *creep*, imperceptíveis ao olho humano. Os movimentos rápidos, também aí incluídos os deslizamentos e desmoronamentos, ocorrem, preferencialmente, ao longo dos eixos das concavidades, onde estão os planos de ruptura formados nas zonas de saturação subsuperficial.

A orientação de vertentes no Maciço da Tijuca é um fator já apontado por Oliveira (1992) que auxilia na delimitação das encostas instáveis do maciço. Segundo este autor, as encostas voltadas para o quadrante norte apresentam menor umidade do que aquelas voltadas para o sul, já que as primeiras recebem maior incidência de raios solares e, por não estarem voltadas para o mar, não recebem diretamente os ventos úmidos daí originados. Com isso, as encostas voltadas para o norte estão mais vulneráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais, o que, por sua vez, segundo o citado autor, as torna mais susceptíveis a presença dos movimentos de massa.

Outros autores destacam a geologia como fator importante na instabilidade das vertentes, como Costa *et al.* (1987) e Nava *et al.*(1991). Este último trabalho constou da elaboração um quadro de instabilidade para uma determinada

encosta localizada no Maciço da Tijuca, incluindo as seguintes variáveis: cobertura e uso do solo, gradiente e geologia.

Em relação ao fator solo, deve ser citado o trabalho realizado por Mendes (1982) que apresenta como base as unidades de mapeamento do solo para o estabelecimento dos graus de limitações do uso do solo por susceptibilidade à erosão. Para o autor, o solo é um dos fatores que exerce maior influência sobre a qualidade e quantidade do material erodido, estando relacionado com as características físicas do solo, especialmente textura, estrutura e permeabilidade. Neste trabalho, o autor propõe uma classificação do grau de limitação quanto ao uso do solo em relação à erosão, composta de cinco classes variando de nulo a muito forte. Esta classificação foi baseada, essencialmente, nas características pedológicas e no relevo, este representado pela declividade.

Antunes *et al.* (s.d.), também, destacam os mapas pedológicos como uma fonte extremamente útil na extração de informações para diversos estudos, entre eles, os geotécnicos. Estes mapas apresentam uma enorme quantidade de dados analíticos e descrições de perfis de solos, acrescidos de informações sobre rocha matriz, relevo e clima.

Face as considerações acima, balizadoras da seleção dos elementos ambientais relevantes para o assunto, a assinatura de deslizamentos e desmoronamentos foi elaborada utilizando os seguintes itens: altimetria, declividade, proximidade de drenagem, orientação de vertentes, proximidade de instalações especiais, pedologia, litologia, proximidade de infra-estrutura viária, proximidade de estruturas geológicas e cobertura e uso do solo.

O mapa identificador dos deslizamentos e desmoronamentos contém as cicatrizes deixadas por estes quando da ocorrência de fortes chuvas na Cidade do Rio de Janeiro nos anos de 1966 e 1988. Deve-se mencionar que só foram demarcados os deslizamentos e desmoronamentos ocorridos nas áreas cobertas por vegetação e desmatadas - excluídas as urbanizadas, edificadas,

com presença de favelas etc - já que as cicatrizes destas áreas eram francamente identificáveis na escala das fotos, registradas através das diferenças de tonalidade e textura.

Para a elaboração das assinaturas, as cicatrizes foram divididas em três grupos segundo sua extensão : **GRUPO 1** - menor do que 0,5 ha, **GRUPO 2** - de 0,5 a 2 ha e **GRUPO 3** - maior do que 2 ha. As tabelas abaixo expõem os resultados das assinaturas, segundo estes grupos. Na segunda coluna das tabelas está discriminada a relação entre a área total da respectiva classe e a área total de análise. Estes totais foram apresentados para mostrar que os resultados das assinaturas, em geral, não foram apenas um reflexo da maior frequência de ocorrência territorial das classes.

#### **a) Altimetria**

Observa-se que as cicatrizes dos três grupos ocorrem em todas as faixas altimétricas. No **GRUPO 1**, há uma concentração nas faixas de 200 m a 500 m e 600 m a 850 m, com cerca de 70% das ocorrências. As ocorrências do **GRUPO 2** estão concentradas nas faixas entre 150 m a 350 m e 600 m a 750 m, representando cerca de 60% do total. Já as cicatrizes maiores, **GRUPO 3**, estão presentes em maior extensão nas altitudes entre 200 m a 400 m e 550 m a 750 m, com 70% da ocorrências. Estes números demonstram que há dois blocos com presença dos deslizamentos e desmoronamentos, um em altitudes mais baixas e outro nas médias altitudes.

A distribuição dos eventos, se concentrando em dois blocos de altitude, identifica a localização das cicatrizes em determinados trechos do perfil de encosta. Os eventos localizados na faixa altimétrica de 200 m a 400 m podem estar situados nas médias a altas encostas com topos que estão a uma altitude de 400 m. Já os eventos localizados na faixa entre 600 m a 800 m encontram-se nas médias e altas encostas dos topos situados em altitudes superiores.

	ÁREDA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
50-100 m	10,7%	1,6%	2,8%	5,5%
100-150 m	11,3%	0,9%	4,0%	4,5%
150-200 m	8,5%	-	9,1%	3,5%
200-250 m	10,5%	5,3%	10,4%	7,8%
250-300 m	7,9%	4,9%	7,1%	14,8%
300-350 m	9,7%	6,7%	13,1%	8,8%
350-400 m	6,7%	7,0%	6,8%	6,5%
400-450 m	7,5%	15,7%	5,0%	3,2%
450-500 m	6,0%	7,9%	5,6%	4,8%
500-550 m	7,0%	1,3%	5,7%	3,6%
550-600 m	4,1%	3,7%	6,2%	5,7%
600-650 m	3,8%	7,9%	8,8%	8,2%
650-700 m	2,3%	10,1%	4,5%	11,4%
700-750 m	1,7%	12,6%	5,6%	5,9%
750-800 m	4,7%	9,5%	2,4%	2,6%
800-850 m	1,0%	4,9%	1,3%	1,8%
850-900 m	0,5%	-	0,7%	1,4%
900-950 m	0,4%	-	0,7%	-
950-1000 m	0,3%	-	0,1%	-

**Tabela 7.1 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

### **b) Declividade**

Observa-se que é na classe 47-100% que está presente o maior número de ocorrências, ultrapassando os 50% nos **GRUPO 2** e **3**. No **GRUPO 1**, esta classe e a de 30-47% apresentam ocorrências semelhantes, ou seja, as cicatrizes de menor extensão ocorrem em número significativo também em declives menos acentuados se comparadas com as dos outros grupos. Deve-se ressaltar que as faixas de declives com ocorrências significativas representam aquelas com áreas mais expressivas na área de análise, já que a área em estudo está localizada em um maciço montanhoso.

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>0-7%</b>	4,7%	4,0%	2,7%	0,7%
<b>7-20%</b>	8,2%	1,1%	1,1%	1,4%
<b>20-30%</b>	11,5%	3,6%	4,1%	5,1%
<b>30-47%</b>	30,7%	46,2%	26,5%	25,2%
<b>47-100%</b>	41,1%	41,7%	62,2%	63,7%
<b>&gt;100%</b>	3,7%	3,5%	3,4%	3,9%

**Tabela 7.2 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

### c) Orientação de Vertentes

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>NNE</b>	11,3%	34,5%	20,2%	26,3%
<b>ENE</b>	8,3%	17,8%	7,5%	4,3%
<b>ESE</b>	12,2%	10,9%	11,5%	4,4%
<b>SSE</b>	18,2%	19,0%	13,9%	18,7%
<b>SSW</b>	10,4%	6,5%	1,1%	0,9%
<b>WSW</b>	10,2%	-	5,3%	1,6%
<b>NWN</b>	12,8%	-	12,6%	8,8%
<b>NNW</b>	14,8%	11,3%	27,8%	34,9%
<b>Plana</b>	1,8%	-	-	0,2%

**Tabela 7.3 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Como pode ser observado, os deslizamentos e desmoronamentos ocorrem, predominantemente, nas vertentes voltadas para a direção norte, nos três grupos de cicatrizes; apesar das vertentes com componente norte apresentarem uma área menor se comparadas com as orientadas para o sul - S = 51% e N = 47% da área analisada, o restante sendo áreas planas. Em relação as vertentes com componentes leste e oeste, há uma grande predominância das ocorrências naquelas voltadas para o leste apenas no **GRUPO 1**, conforme demonstram os dados abaixo, que demonstram uma retabulação dos resultados da assinatura expressos na tabela anterior:

**GRUPO 1** - 63% e 81% dos deslizamentos e desmoronamentos ocorrem, respectivamente, nas vertentes com componentes norte e leste.

**GRUPO 2** - 68% e 53% dos deslizamentos e desmoronamentos ocorrem, respectivamente, em encostas com componentes norte e leste.

**GRUPO 3** - 71% e 51% dos deslizamentos e desmoronamentos ocorrem, respectivamente, em encostas com componentes norte e leste.

#### d) Pedologia

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>Lva1</b> <sup>12</sup>	47,8%	79,0%	74,2%	74,3%
<b>Pva1</b> <sup>13</sup>	34,7%	11,9%	20,1%	25,4%
<b>Lva2</b> <sup>14</sup>	10,7%	4,3%	-	-
<b>Pe1</b> <sup>15</sup>	1,1%	-	5,7%	-
<b>Afloramento</b>	5,7%	4,8%	-	0,3%

**Tabela 7.4** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Pedologia x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.

O mapa de pedologia, apesar de ser de maior importância nos estudos de movimentos de massa, no presente trabalho, encontra-se com limitações, já que as classes do mapa contêm associações muito abrangentes. Apesar das limitações, os resultados são satisfatórios, na medida que a maior ocorrência se dá na categoria Lva1 composta por classes de solos mais susceptíveis, segundo bibliografia analisada no capítulo 8. Deve-se ressaltar, entretanto, que as cicatrizes estão presentes, predominantemente, naquelas categorias de maior extensão, o que contribui para o registro de maior número de ocorrências.

#### e) Litologia

<sup>12</sup> Assoc. Lva p/ prof. + Camb. lat amb. text.arg. + Camb. text. méd/casc + Solos Litólicos indisc

<sup>13</sup> Assoc. Pva text. méd/arg + Solos Litólicos indisc.

<sup>14</sup> Lva p/ prof. text. arg.

<sup>15</sup> Assoc. Pe raso + Pe + Pva todos text. méd/arg + Solos Litólicos indisc.

Mapa de Hembold *et al.* (1965):

	ÁREDA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Microclina-gns.	43,3%	48,7%	40,7%	47,5%
Biotita-Gns.	40,1%	33,9%	48,1%	41,6%
Granito	5,5%	6,3%	2,9%	10,6%
Leptinito	8,8%	11,1%	8,3%	-
Intrusão	2,3%	-	-	0,3%

**Tabela 7.5 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Litologia x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Mapa de Pires; Heildron (1993):

	ÁREDA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Kinzigito	23%	30,6%	42,9%	33,3%
Biotita-Gns.	25%	45,4%	19,4%	16,7%
Gns. Archer	10%	2%	12,8%	33,3%
Gns. Facoidal	26%	9,3%	15,2%	-
Leptinito	9%	4,2%	9,7%	-
Gran. Favela	3%	-	-	10,2%
Metagabro	1%	-	-	6,5%

**Tabela 7.6 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Litologia x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

As classes e as suas respectivas áreas não correspondem as mesmas nos dois mapas de geologia analisados, o que fez com que os resultados fossem diferenciados e, até mesmo, antagônicos, em uma primeira análise.

No mapa de Hembold *et al.* (1965), o microclina-gnaise e biotita-gnaise são as classes que ocorrem mais deslizamentos. Já as classes com maior ocorrência no mapa de Pires; Heildron (1993) são aquelas mais susceptíveis segundo bibliografia consultada e analisada no capítulo 8 deste trabalho, como o kinzigito e biotita-gnaise. Deve-se ressaltar que este mapa apresenta maior detalhamento das unidades litológicas do que o anterior. Desta forma, na classe microclina-gnaise do primeiro mapa estão incluídas as áreas das classes biotita-gnaise, gnaise archer e kinzigito do segundo, sendo esta razão da

classe microclina-gnaisse apresentar uma alta ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos no mapa de Hembold *et al.* (1965).

Deve-se ressaltar que no mapa Pires (1993), estão presentes cicatrizes, no **GRUPO 1** e **GRUPO 2**, na classe gnaisse facoidal, este considerado menos susceptível (vide capítulo 8).

#### f) Proximidade de Drenagem

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>0-20 m</b>	11%	7,0%	8,3%	30,2%
<b>20-30 m</b>	5%	4,7%	3,7%	9,9%
<b>30-50 m</b>	10%	13,3%	9,1%	9,2%
<b>50-100 m</b>	21%	25,3%	18,4%	11,7%
<b>&gt; 100 m</b>	53%	49,7%	60,5%	39,0%

**Tabela 7.7 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

A importância da drenagem na ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos é destacada no **GRUPO 3**, onde apenas 39% das ocorrências estão presentes na categoria > 100 m, enquanto esta categoria representa 53% da área total de análise. Nota-se, também, neste grupo, a presença significativa das cicatrizes na classe mais próxima aos canais de drenagem (0-20 m), o que não ocorre com os outros grupos, ou seja, nos **GRUPO 1** e **GRUPO 2**, as classes de influência mais distantes apresentam maior presença do fenômeno estudado. Deve-se destacar, no entanto, que as classes com menor distância aos canais são aquelas que apresentam menor área total, o que em parte explicaria a menor frequência de cicatrizes encontradas.

#### g) Proximidade de Instalações Especiais

Este mapa contém classes de 50 m e 100 m de proximidade das linhas de transmissão e de outras construções existentes no PNT e que visam a prestação de serviços externos aos interesses do parque. Apenas 5% da área das ocorrências estão presentes no interior destas categorias, demonstrando a pequena influência deste ítem na ocorrência do fenômeno.

#### h) Proximidade da Infra-estrutura Viária

##### -Estradas

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
0-10 m	3%	6,2%	3,2%	2,3%
10-20 m	2%	5,8%	2,5%	2,3%
20-30 m	2%	6,3%	3,0%	2,9%
30-50 m	3%	10,8%	4,8%	4,9%
50-100 m	8%	11,8%	11,4%	9,3%
100-200 m	13%	3,7%	17,2%	19,2%
200-300 m	12%	6,1%	11,2%	11,6%
300-500 m	21%	13,5%	8,5%	9,6%
> 500 m	36%	35,9%	38,2%	38,8%

**Tabela 7.8 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Nos três grupos, observa-se a importância das estradas na ocorrência dos deslizamentos e desmoronamentos, demonstrada pela presença das cicatrizes abaixo de 40% na categoria > 500 m, enquanto a área desta categoria representa 36% da área total de análise. No **GRUPO 1**, os deslizamentos e desmoronamentos representam cerca de 40% até a área de influência de 100 m, já nos outros dois grupos este número fica em torno de 20%, ou seja, a presença maior das cicatrizes situa-se acima do 100 m de distância das estradas no **GRUPO 2** e **GRUPO 3**. Deve-se destacar, que o comportamento dos números no **GRUPO 2** e **3** pode estar refletindo o fato das cicatrizes maiores se prolongarem para áreas mais distantes das estradas.

**- Trilhas**

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>0-10 m</b>	2%	3,4%	1,8%	5,5%
<b>10-20 m</b>	2%	3,1%	1,3%	3,9%
<b>20-30 m</b>	2%	3,0%	1,7%	5,3%
<b>30-50 m</b>	4%	6,1%	3,2%	10,3%
<b>50-100 m</b>	8%	26,5%	7,6%	13,4%
<b>100-200 m</b>	12%	27,8%	16,7%	19,0%
<b>200-300 m</b>	10%	9,5%	10,2%	17,8%
<b>300-500 m</b>	16%	9,1%	9,8%	12,7%
<b>&gt; 500 m</b>	44%	11,5%	47,6%	12,1%

**Tabela 7.9 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Analisando o mesmo critério anteriormente utilizado para verificar a importância de um determinado parâmetro na ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos - ocorrência na categoria > 500 m - constata-se a importância da presença das trilhas. Nos **GRUPO 1** e **GRUPO 3**, estão presentes cerca de apenas 12% das ocorrências analisadas na categoria > 500 m, e a presença das cicatrizes nas classes maiores de 100 m é de cerca de 40%, Já no **GRUPO 2**, a presença de deslizamentos e desmoronamentos no > 500 m é próxima a 50%, além destes ocorrerem, predominantemente, acima de 100 m de distância das trilhas

Comparando-se os resultados das trilhas com os das estradas, observa-se a participação maior da primeira. Este fato pode estar associado a maior instabilidade das trilhas face ao constante uso e, aliado a isto, a formação de atalhos pelos excursionistas, visando encurtar o caminho, já que, originalmente, foram abertos obedecendo as curvas de nível. Por outro lado, as estradas já se encontram há muito construídas e, desta forma, mais estabilizadas que as trilhas.

**i) Proximidade de Estruturas Geológicas**

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>0-20 m</b>	7%	2,5%	9,0%	4,5%
<b>20-40 m</b>	6%	1,7%	6,2%	3,8%
<b>40-60 m</b>	6%	1,1%	5,4%	3,0%
<b>60-80 m</b>	6%	2,2%	3,6%	2,7%
<b>80-100 m</b>	6%	2,1%	3,5%	3,2%
<b>100-150 m</b>	14%	15,5%	10,5%	8,9%
<b>150-200 m</b>	13%	30,6%	13,2%	8,2%
<b>&gt; 200 m</b>	42%	44,4%	48,7%	65,6%

**Tabela 7.10 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estrutura Geológica x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Nos **GRUPO 1** e **GRUPO 2**, a ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos na categoria > 200 m é abaixo de 50%, já no **GRUPO 3** este número é 66%, enquanto que a área da categoria > 200 m é de 42%. Nos três grupos, a presença de cicatrizes é, na maioria das classes de influência, inferior a área total relativa da respectiva classe, o que demonstra a pequena influência desta variável na ocorrência destes fenômenos. Este fato pode estar associado a pequena rede de estruturas geológicas identificadas na área de estudo, nos mapeamentos disponíveis.

#### **j) Proximidade de Contato Litológico**

Nos **GRUPOS 2** e **3**, a ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos na categoria > 100 m é acima de 80%, já no **GRUPO 1** este número é de 60%. Estes resultados demonstram uma participação fraca do contato litológico na ocorrência deste fenômeno, o que, por sua vez, pode estar relacionado a grande abrangência das unidades litológicas, devido a sua escala de mapeamento - 1/50.000.

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
<b>0-50 m</b>	13%	21,4%	10,4%	3,2%

<b>50-100 m</b>	13%	18,2%	8,5%	10,6%
<b>&gt; 100 m</b>	74%	60,4%	81,1%	86,2%

**Tabela 7.11 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Contato Geológico x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

### **I) Cobertura e Uso do Solo**

Foram feitas duas assinaturas com este tema, uma incluindo os deslizamentos e desmoronamentos de 1966 e o mapa de uso e cobertura do solo do mesmo período; outra referente aos deslizamentos e desmoronamentos de 1988 e mapa de 1990. Apesar dos mapas de uso e cobertura serem posteriores a ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos, assinatura deste mapa ainda é válida, já que certas classes de uso do solo permanecem durante algum tempo; mesmo assim, os resultados destas assinaturas devem ser analisados com cuidado. Foi gerada uma área de influência de 50 m em torno das cicatrizes, com objetivo de verificar a classe que poderia ter influenciado a ocorrência do fenômeno.

No mapa de deslizamentos e desmoronamentos dos anos 60, 65% da área de influência dos deslizamentos e desmoronamentos ocorreram na classe floresta, 18% na classe desmatamento, 7% nos afloramentos, 4% na mata degradada e, finalmente, 2% na favela. No mapa de 1988, a distribuição é semelhante, sendo 85% nas florestas, 8% nos afloramentos e 4% na mata degradada. Deve-se destacar, que somente foram demarcadas as cicatrizes presentes que ocorreram nas florestas e desmatamentos, como foi exposto no início do ítem assinatura de deslizamentos e desmoronamentos.

### **m) Deslizamentos e Desmoronamentos 1966 x Deslizamentos e Desmoronamentos 1988**

Com os mapas de deslizamentos e desmoronamentos de 1966 e 1988, foi realizada uma assinatura com objetivo verificar a influência das cicatrizes no desencadeamento de futuras ocorrências e, também, certificar-se da

vulnerabilidade da encosta. Para isso, foram criadas duas classes de proximidade - 50 e 100 m - no mapa que continha os deslizamentos e desmoronamentos de 1966 e, posteriormente, este mapa foi sobreposto ao das ocorrências de 1988.

Os resultados são os seguintes: 2% das cicatrizes dos deslizamentos e desmoronamentos de 88 estavam sobre as cicatrizes das ocorrências anteriores; 4% estavam na área de influência de 50 m; e 7% ocorreram na área de influência de 100 m. Estes números, apesar de não serem muito elevados, podem estar demonstrando que há uma quadro propício que gera as ocorrências do fenômeno, pois 13% dos deslizamentos e desmoronamentos de 1988 ocorreram em até 100 m de distância das cicatrizes deixadas pelas ocorrências 1966.

#### **n) Algumas Considerações**

Por fim, foi feita a comparação entre a área relativa das classes de proximidade até 100 m em relação a área total de análise (**A**) e a área relativa das cicatrizes que ocorrem até a área de proximidade de 100 m (**B**), com objetivo de definir a importância das proximidades em cada mapa temático, na ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos (Tabela 7.12).

Observa-se que a drenagem, as trilhas e as estradas possuem uma área relativa com cicatrizes até a proximidade de 100 m superior a área relativa destas categorias. Conforme pode ser verificado na tabela abaixo, as classes de proximidade de 100 m das trilhas correspondem a 18% da área total de análise, por outro lado, 32% da área das cicatrizes estão presentes nestas classes. A mesma forma de análise deve ser adotada para outros parâmetros contidos na tabela. Já com os mapas de proximidade das estruturas geológicas, contatos litológicos e instalações especiais a área relativa com cicatrizes (**B**) apresenta-se menor do que a área relativa total (**A**). Este fato demonstra que a drenagem, as

trilhas e as estradas estão associadas à ocorrência dos deslizamentos e desmoronamentos.

	A	B
<b>Drenagem</b>	46%	50%
<b>Trilhas</b>	18%	32%
<b>Estradas</b>	18%	29%
<b>Serviços</b>	9%	5%
<b>Est. Geológica</b>	42%	18%
<b>Cnt. Litológico</b>	26%	15%

**Tabela 7.12** - Área de proximidade de 100 m das variáveis ambientais em relação a área de análise (A), e área das cicatrizes situadas nas classes de proximidade de 0 a 100 m das variáveis ambientais (B).

## 7.2 Assinaturas da Cobertura e Uso do Solo

Scheiner (1976) divide em quatro fases a ocupação humana no PNT. A primeira fase corresponde ao período entre o início da colonização e meados do século XVII, quando esta área permaneceu praticamente intocada. A partir desta data, iniciou-se a segunda fase da ocupação definida pela autora, correspondendo ao desenvolvimento da atividade agrícola, inicialmente, com a plantação de cana-de-açúcar e, posteriormente, já no século XVIII, com a do café.

Com o desenvolvimento desta atividade, o desmatamento expandiu-se por extensas áreas do Maciço da Tijuca o que, por sua vez, afetou o abastecimento d'água da Cidade do Rio de Janeiro, pois eram dos mananciais aí existentes que se fazia o abastecimento da cidade. Este fato fez com que o governo imperial adotasse várias medidas que visassem a recuperação dos mananciais, culminando com o reflorestamento de algumas bacias do maciço nos meados do século XIX. A autora definiu este último período como a terceira fase de ocupação do PNT, correspondendo a fase da captação de água e reconstituição da floresta.

Por fim, a quarta fase refere-se a implantação do PNT que ocorreu na década de 60. Com o sucesso da recuperação da floresta através do reflorestamento e da reconstituição natural e, também, com o grande crescimento da cidade, esta área passa a representar, para população metropolitana, uma importante área de lazer e, principalmente, um local que desempenha a importante função de amenizar as consequências de uma urbanização acelerada. A floresta influi no microclima local e, também, compõe a paisagem da Cidade do Rio de Janeiro, já que pode ser vista em vários pontos da cidade. Deve-se ressaltar, também, o papel da floresta como um reservatório das águas das chuvas de grande volume que caem na cidade, o que reduz a frequência e a intensidade das inundações nas áreas adjacentes as encostas do maciço, onde a malha urbana se encontra.

Abreu (1992) coloca que a relação entre natureza e sociedade é historicamente determinada; assim sendo, o Maciço da Tijuca já apresentou inúmeros outros significados na história da cidade, alguns bem diversos dos atuais. "Ao contrário dos séculos anteriores, em que a relação entre a cidade e o maciço se estabeleceu a partir de algum fator natural (o maciço fornecia a água, a pedra, a lenha, o carvão, o clima ideal para o café, o clima salubre para uma cidade assolada por epidemias), serão fatores eminentemente sociais que comandarão essas mesmas relações do século XX. Dentre esses, um papel relevante tem que ser atribuído às questões relacionadas à habitação." (89p.)

Ainda, segundo o mesmo autor, o censo de 1980 registrava que mais 160 mil habitantes ocupavam as encostas do Maciço da Tijuca em 90 favelas. A ocupação do maciço por favelas já era verificada no início deste século e se acelerou a partir da década de 40, quando as taxas de crescimento econômico e demográfico da cidade atingiram níveis muito altos. Cezar (1992) observa que os morros da Cidade do Rio de Janeiro desempenharam o papel de "fronteira livre" para moradia das camadas expropriadas da população urbana; enquanto em

outras cidades esta fronteira está na periferia do núcleo central, no Rio de Janeiro, há uma "periferia interior" em local inadequado para o crescimento urbano, ou seja, nos altos dos morros. Desta forma, o sítio do Rio de Janeiro faz com que esta cidade apresente uma característica peculiar: a presença de áreas valorizadas nas encostas situadas ao lado das favelas. O autor acrescenta, ainda, que esta geografia chega a influir, indiretamente, no espírito da cidade.

Deve-se destacar, desta forma, que as encostas do Maciço da Tijuca não estão apenas ocupadas por favelas, os loteamentos legalizados já eram registrados no início do século, sendo sua presença intensificada por volta da década de 50. Abreu (1992) aponta a ocupação deste espaço, também, pelos mais ricos que se auto-segregam em área nobres e de difícil acesso. Por fim, o mesmo autor conclui que as crises sucessivas de recessão econômica na década de 80 apresentaram como consequência um agravamento da crise habitacional, redefinindo as relações entre a cidade e o Maciço da Tijuca: de um lado a necessidade de preservação da floresta aí existente e, por outro, a ocupação crescente das encostas pelos ricos, pela classes média e pelos pobres.

Com base nas considerações acima, foram elaboradas as seguintes assinaturas quanto a cobertura e uso do solo do PNT e área de entorno: favelas, desmatamento e residências de alto padrão.

### **7.2.1 Assinaturas de Favelas**

No entorno do PNT, estão localizadas 55 favelas, algumas se expandindo em direção aos limites do parque. Muitas favelas se encontram ligadas territorialmente formando grandes aglomerados, como é o caso das favelas da Borda do Mato, Parque João Paulo II, Comunidade JK, Santo Agostinho, Arrelia e Jamelão.

A ocupação por favelas, como é o caso do Maciço da Tijuca, é comandada por critérios econômicos e sociais, regionais e nacionais, que extrapolam as

condições locais da área ocupada. A favelização, ocorrida após a década de 50, é resultado de um projeto de desenvolvimento econômico implantado no país, baseado na concentração de renda, que, por sua vez, gera desigualdades sociais e espaciais, expropriando uma parte da população que, sem condições econômicas, migram para os grandes centros, ocupando as áreas ainda disponíveis nas grandes cidades. Estas áreas geralmente se localizam em locais inadequados à ocupação ou que não interessam ao capital imobiliário, como as encostas íngremes e as planícies de inundação dos rios.

As condições locais selecionam as áreas passíveis de ocupação; nesta perspectiva, as características físicas e antrópicas locais desempenham um papel semelhante, ou seja, definem os limites das áreas passíveis de ocupação.

Para elaboração das assinaturas, as favelas foram divididas em quatro grupos segundo a sua extensão: **GRUPO 1** - menor que 2,0 ha, **GRUPO 2** - de 2,0 a 6,0 ha, **GRUPO 3** - de 6,0 a 15,0 ha e, **GRUPO 4** - favelas com área superior a 15,0 ha. Dois complexos de favelas foram considerados a parte devido a grande extensão por eles apresentados, com área superior a 70,0 ha. Um deles foi citado no primeiro parágrafo deste item (**CMPLX 1**) e, outro, é o complexo formado pelas favelas da Rocinha e Vila Laboriaux (**CMPLX 2**), com 75 ha. A área de geração das assinaturas inclui as favelas situadas acima da cota 50 m; logo, os trechos de favelas situados abaixo desta atitude foram excluídos da análise.

Os seguintes mapas foram selecionados para participar nesta assinatura: altimetria, proximidade de drenagem, declividade, orientação de vertentes, proximidade de instalações especiais, proximidade de infra-estrutura viária, unidades de conservação, situação fundiária e cobertura e uso do solo de 1990.

#### **a) Altimetria**

Como pode-se observar na tabela seguinte, as favelas estão presentes até a altitude 400 m, concentrando-se na faixa entre 50 m a 250 m de altitude, onde cerca de 90% da área das favelas estão localizadas. Este fato demonstra que, nos casos analisados, a origem das favelas está na malha urbana ou área próxima a ela, já que as favelas situam-se, predominantemente, nas cotas baixas do maciço e nas áreas adjacentes a este. Com seu crescimento, as favelas vão se expandindo para as médias e altas encostas.

	ÁREA DA CLASSE/ ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	CMLPX	CMLPX
		1	2	3	4	1	2
50-100 m	10,7%	23,7%	15,8%	27,8%	22,7%	25,8%	29,7%
100-150 m	11,3%	52,5%	31,2%	17,9%	31,2%	33,7%	26%
150-200 m	8,5%	4,6%	32,8%	11,3%	17,8%	16,1%	20,6%
200-250 m	10,5%	13,6%	8,9%	32,4%	21,9%	15,8%	16,5%
250-300 m	7,9%	5,6%	7,9%	10,1%	4,6%	4,7%	5,3%
300-350 m	9,7%	-	3,5%	0,5%	1,7%	3,8%	1,9%
350-400 m	6,7%	-	-	-	-	0,1%	-

**Tabela 7.13 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa Altimetria x Mapa de Favelas.**

### b) Proximidade de Drenagem

	ÁREADA CLASSE/ ÁREADE ANÁLISE	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	CMLPX	CMLPX
		1	2	3	4	1	2
0-20 m	11%	12,2%	13,9%	13,8%	3,0%	18,6%	16,5%
20-30 m	5%	7,2%	6,5%	6,5%	1,5%	8,6%	7,5%
30-50 m	10%	10,7%	12,6%	9,7%	2,9%	13,7%	13,4%
50-100 m	21%	19,1%	24,4%	14,4%	7,4%	23,1%	24,9%
> 100 m	53%	50,7%	42,6%	55,6%	85,1%	36,0%	37,7%

**Tabela 7.14 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa Proximidade de Drenagem x Mapa de Favelas.**

Observa-se que 50% da superfície das favelas em todos os grupos, com exceção do **GRUPO 4**, estão situadas no interior das classes de proximidade demarcadas neste mapa, o que demonstra uma participação importante da drenagem na localização de favelas.

Deve-se ressaltar os resultados apresentados pelo **COMPLEXO 1** e **COMPLEXO 2**. Observa-se que aproximadamente 70% da área destes aglomerados estão nas áreas de proximidade. Este fato pode estar associado a facilidade de expansão das favelas em função da topografia, pois as áreas de convergência de drenagem são menos declivosas e apresentam formas côncavas - os anfiteatros, o que facilita a expansão lateral das favelas.

### c) Declividade

	ÁREADA CLASSE/ ÁREADE ANÁLISE	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	CMLPX	CMLPX
		1	2	3	4	1	2
0-7%	4,7%	2,8%	-	15,5%	3,5%	-	13,7%
7-20%	8,2%	17,6%	21,1%	12,5%	7,8%	5,9%	2,0%
20-30%	11,5%	7,4%	16,5%	10,9%	7,6%	17,4%	18,3%
30-47%	30,7%	51,5%	34,0%	35,5%	45,5%	42,5%	39,2%
47-100%	41,1%	20,7%	28,5%	25,6%	35,5%	33,5%	23,3%
>100%	3,7%	-	-	-	-	0,7%	3,4%

**Tabela 7.15 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Favelas.**

Em todos os grupos analisados, a maior concentração ocorre na classe 30-47%, sendo seguida pela classe 47-100%. A predominância das duas classes deve-se ao fato destas apresentarem as maiores extensões e, também, das favelas se localizarem, predominantemente, em áreas de difícil ocupação, que não são valorizadas pelo capital imobiliário.

#### **d) Orientação de Vertentes**

Como pode-se observar na tabela seguinte, o **GRUPO 1** e o **GRUPO 4** apresentam maior ocorrência de favelas nas vertentes voltadas para norte, ou seja, as favelas de maior e menor extensão ocorrem, predominantemente, nas vertentes norte, voltadas para zona da cidade onde se concentra a população de média e baixa renda. Já as favelas do **GRUPO 2** e **GRUPO 3** situam-se, com predominância, nas encostas sul, voltadas para zona da cidade, onde concentra-se a população de média e alta renda.

	ÁREA DA CLASSE/ ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	CMLPX 1	CMLPX 2
<b>NNE</b>	11,3%	17,9%	5,1%	8,8%	17,4%	21,2%	8,2%
<b>ENE</b>	8,3%	25,4%	9,8%	15,3%	10,6%	17,7%	7,2%
<b>ESE</b>	12,2%	8,5%	20,2%	19,9%	16,8%	27,2%	3,4%
<b>SSE</b>	18,2%	9,8%	27,6%	19,9%	8,2%	2,1%	40,3%
<b>SSW</b>	10,4%	4,1%	6,9%	4,2%	2,0%	-	26,3%
<b>WSW</b>	10,2%	3,4%	7,4%	14,9%	2,8%	-	7,9%
<b>WNW</b>	12,8%	13,6%	10,9%	5,5%	14,5%	5,7%	4,6%
<b>NNW</b>	14,8%	17,3%	12,1%	1,6%	25,9%	26,1%	1,4%
<b>Plano</b>	1,8%	-	-	9,9%	1,7%	-	0,6%

**Tabela 7.16 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Favelas.**

Em todos os grupos, observa-se a ocorrência maior das favelas nas encostas direcionadas para leste em relação as de oeste. Isto deve estar

associado ao fato das encostas oeste estarem voltadas para a zona da cidade com ocupação em processo de expansão, logo as favelas desta zona estão situadas, ainda, nas áreas livres ainda existentes na Baixada de Jacarepáguá.

Em relação aos complexos de favelas, um encontra-se localizado na zona sul - **COMPLEXO 1** - e, o outro, na zona norte da cidade.

Abaixo estão apresentados os dados da tabela anterior agrupados de modo a permitirem uma melhor análise:

- **GRUPO 1** - N= 74% e S= 26%, L= 62% e O= 38%;
- **GRUPO 2** - N= 38% e S= 62%, L= 63% e O= 37%;
- **GRUPO 3** - N= 31% e S= 59%, L= 64% e O= 26%; e
- **GRUPO 4** - N= 68% e S= 30%, L= 53% e O= 45%;

#### e) Proximidade de Infra-Estrutura Viária

##### - Estradas

	ÁREADA CLASSE/ ÁREADE ANÁLISE	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	CMLPX	CMLPX
		1	2	3	4	1	2
0-10 m	3%	3,6%	5,2%	1,6%	0,4%	-	5,4%
10-20 m	2%	2,1%	3,8%	1,4%	0,5%	-	3,5%
20-30 m	2%	3,3%	4,9%	2,1%	0,5%	-	3,8%
30-50 m	3%	3,7%	7,9%	4,3%	1,0%	0,1%	6,7%
50-100 m	8%	9,9%	19,7%	11,7%	2,7%	1,0%	14,1%
100-200 m	13%	39,1%	28,2%	23,9%	7,6%	5,2%	23,5%
200-300 m	12%	5,6%	16,7%	22,1%	12,2%	8,4%	30%
300-500 m	21%	15,6%	13,5%	27,1%	42,2%	13,3%	19,9%
> 500 m	36%	16,7%	-	5,7%	32,8%	71,9%	2,1%

**Tabela 7.17 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Favelas.**

Com exceção do **COMPLEXO 1**, com cerca de 72% da área das favelas fora da área de proximidade das estradas, todos os outros grupos apresentam uma área significativa no interior destas classes. Este fato demonstra uma forte associação entre a localização das favelas e a presença das estradas, sendo

que estas últimas podem representar o ponto inicial de ocupação, em função da maior acessibilidade.

### - Trilhas

As trilhas não exercem influência na localização das favelas, o que pode ser verificado na tabela a seguir quando se observa a presença significativa da superfície das favelas fora das classes de proximidade das trilhas, ou seja, na categoria > 500 m. Verifica-se, também, uma pequena extensão das favelas presente nas classes mais próximas às trilhas. Este fato demonstra que a origem das favelas não encontra-se nas trilhas, sendo que favelas presentes nas suas proximidades referem-se à expansão deste tipo de ocupação em direção às altas e médias encostas.

	ÁREA DA CLASSE/ ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	CMLPX	CMLPX
		1	2	3	4	1	2
0-10 m	2%	1,2%	0,1%	2,7%	-	2,2%	0,1%
10-20 m	2%	0,8%	0,2%	1,5%	-	1,5%	0,1%
20-30 m	2%	1,4%	0,4%	1,9%	-	1,7%	0,2%
30-50 m	4%	2,3%	1,2%	2,3%	-	2,4%	0,4%
50-100 m	8%	4,8%	5,0%	4,5%	0,8%	5,7%	1,5%
100-200 m	12%	9,0%	14,3%	8,8%	7,1%	19,5%	5,9%
200-300 m	10%	8,3%	7,4%	10,0%	5,6%	22,8%	4,1%
300-500 m	16%	11,4%	14,2%	18,6%	29,6%	33,9%	14,9%
> 500 m	44%	60,8%	57,2%	49,7%	56,9%	10,2%	72,7%

**Tabela 7.18-** Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Favelas.

### f) Unidades de Conservação

89% da área de favelas estão localizadas fora das unidades de conservação vizinhas do PNT. As APA da Boa Vista, Cosme Velho e Santa Teresa apresentam, respectivamente, 5%, 2% e 3% da área das favelas analisadas no seu interior.

Deve-se ressaltar que a criação de APA tem como objetivo principal ordenar o uso e a ocupação do solo e, geralmente, as APA vêm sendo implantadas em áreas valorizadas pelo capital imobiliário na Cidade do Rio de Janeiro.

### g) Situação Fundiária

99% da área de favelas ocorrem fora das classes do mapa de situação fundiária do PNT. Este mapa é composto das seguintes classes: a) limites do PNT omitidos do Diário Oficial, b) áreas integradas ao domínio da União e c) áreas ainda por regularizar, com situação duvidosa ou de posse de particulares.

### h) Cobertura e Uso do Solo

	ÁREA DA CLASSE/ ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO	GRUPO	GRUPO	GRUPO	CMLPX	CMLPX
		1	2	3	4	1	2
URBANO	6%	16,9%	9,8%	16,8%	29,0%	19,4%	8,0%
FLORESTA	59%	28,7%	50,3%	33,3%	2,9%	16,5%	64,1%
MATA DEGRADADA	3%	7,2%	4,7%	31,5%	1,0%	53,0%	-
ÁREAS DESMATADAS	17%	9,6%	18,9%	2,2%	50,0%	-	16,1%
RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO	4%	22,8%	8,7%	-	-	-	0,5%
EMPRESA/SERVIÇO	0,3%	1,2%	-	-	-	-	-
PARQUES	0,2%	-	1,0%	-	-	-	-
AFLORAMENTO	5%	-	4,1%	-	-	-	-
FORA DE ANÁLISE	-	13,6%	2,4%	15,2%	16,9%	11,1%	11,2%

**Tabela 7.19 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa Cobertura e Uso do Solo x Mapa de Favelas.**

Esta assinatura foi elaborada utilizando-se o mapa com área de influência de 50 m em torno das favelas e o mapa de cobertura e uso do solo. O objetivo foi verificar os usos predominantes que situam-se ao redor das favelas e, desta forma, identificar os elementos de atração e/ou os que se encontram ameaçados pela existência desse tipo de ocupação. Deve-se destacar, também, a presença das favelas nas proximidades das classes referentes ao uso urbano (fora de análise, urbano e residências de alto padrão).

Verifica-se que nos três primeiros grupos, há uma presença considerável de favelas próximas a florestas, destacando-se aí o **GRUPO 2**, onde a floresta corresponde a 50% da área de proximidade das favelas. No **GRUPO 3**, também, se destaca a classe de vegetação degradada. O uso urbano e a área fora de análise já estão presentes em proporção significativa nas áreas de proximidade dos **GRUPOS 1, 3 e 4**, e o desmatamento nos **GRUPOS 1, 2 e 4**.

De acordo com estes resultados, pode-se concluir que as classes de uso e cobertura do solo relacionadas à floresta (desmatadas, com florestas e com vegetação degradada) exercem um papel direto na atração da implantação de favelas. Em relação a este tema, a implantação destas comunidade está relacionada diretamente com a existência de locais disponíveis, ou seja, a áreas sem ocupação.

É provável que, atualmente, o fator floresta esteja exercendo um controle maior na implantação das favelas no Rio de Janeiro, face ao destaque que a questão ambiental ganhou nos últimos, bem como a escassez de áreas verdes existentes na cidade. O poder e a própria consciência da população tendem a exercer maior controle neste tipo de ocupação. Deve-se destacar, no entanto, que grande parte das favelas existentes na área em análise teve origem há várias décadas; mesmo assim, é notada a expansão das favelas antigas para as áreas florestadas, como é o caso do complexo da Rocinha.

### 7.2.2 Assinaturas de Residências de Alto Padrão

Como consta no Capítulo 5, denominou-se residências de alto padrão as construções residenciais destinadas à população de média e alta renda. Nesta classe podem ser observadas três formas de ocupação, no que se refere a densidade de ocupação do solo e o tipo de construção: os condomínios, as mansões isoladas e as residências construídas nas décadas passadas.

Para elaboração da assinatura foram criados dois grupos de áreas com ocupação destas residências, segundo a sua extensão: **GRUPO 1** - área menor que 7,0 ha e **GRUPO 2** - área maior que 7,0 ha.

Os mesmos mapas que participaram da assinatura de favelas, também aqui foram considerados, já que ambas assinaturas referem-se à ocupação de encostas por moradias. Deve-se destacar, porém, que a favelização se dirige para os locais que estejam desocupados e, em grande parte das vezes, não aconselháveis à ocupação, devido aos riscos de ocorrência de desastres ambientais, envolvendo perdas de vidas humanas, como inundações e movimentos de massa; ou, ainda, para locais não valorizados pelo capital imobiliário. A ocupação por residências de alto padrão ocorre em locais que apresentam amenidades advindas da natureza, como clima, área verde etc; porém, muitas vezes, também, em áreas não aconselháveis à ocupação. Nesta perspectiva, devem ser analisados os seguintes resultados das assinaturas.

#### a) Altimetria

Conforme pode ser observado na tabela a seguir, no **GRUPO 2** as residências de alto padrão estão presentes até a altitude 650 m, sendo que 65% das ocorrências são registradas na faixa entre 50 m a 200 m. No **GRUPO 1** as residências estão presentes ocorre até a cota 450 m, e 56% deste total situam-se até a altitude de 200 m.

O comportamento dos dados demonstra que conforme aumenta a altitude, a presença de residências tende a torna-se rarefeita. Porém, em ambos os grupos, é notada um pequeno aumento da presença de residências em altitudes mais elevadas, na faixa entre 250 m a 350 m para o **GRUPO 1** e 450 a 550 m para o **GRUPO 2**.

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
50-100 m	10,7%	28,9%	39,8%
100-150 m	11,3%	20,7%	15,8%
150-200 m	8,5%	6,4%	9,4%
200-250 m	10,5%	8,1%	5,1%
250-300 m	7,9%	10,5%	7,6%
300-350 m	9,7%	14,6%	3,7%
350-400 m	6,7%	5,4%	2,5%
400-450 m	7,5%	5,3%	1,8%
450-500 m	6,0%	-	7,1%
500-550 m	7,0%	-	5,4%
550-600 m	4,1%	-	1,5%
600-650 m	3,8%	-	0,2%

**Tabela 7.20** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Residências de Alto Padrão.

#### b) Proximidade de Drenagem

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
0-20 m	11%	13,9%	14,5%
20-30 m	5%	6,3%	6,4%
30-50 m	10%	11,0%	11,2%
50-100 m	21%	19,3%	19,6%
> 100 m	53%	49,5%	48,3%

**Tabela 7.21** - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Residências de Alto Padrão.

Com análise dos resultados, observa-se que há uma tendência de queda da área com residências de alto padrão com o aumento da distância dos cursos d'água. Na categoria >100 m, estão situados menos de 50% destas residências. A partir destes dados, pode-se considerar a drenagem como um elemento atuante na localização deste tipo de moradias.

A preferência na construção de residências de alto padrão próxima à drenagem pode estar relacionada com a menor declividade dos terrenos aí localizados.

### c) Declividade

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
<b>0-7%</b>	4,7%	8,3%	4,0%
<b>7-20%</b>	8,2%	21,5%	28,1%
<b>20-30%</b>	11,5%	16,7%	22,9%
<b>30-47%</b>	30,7%	37,2%	30,2%
<b>47-100%</b>	41,1%	15,5%	14,4%
<b>&gt;100%</b>	3,7%	0,8%	0,2%

**Tabela 7.22 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Residências de Alto Padrão.**

A classe onde está situada a área mais extensa com residências de alto padrão é a de 30-47% de declividade, sendo seguida pelas classes 7-20% e 20-30%. Analisando a primeira coluna da tabela, observa-se que estas duas últimas classes apresentam uma pequena extensão, representando somadas menos de 20% da área total de análise, enquanto em média 40% destas residências encontram-se aí localizadas. Por outro lado, a classe de declive 47-100% apresenta maior extensão, 41% do total, e, apenas, cerca de 15% da área com residências de alto padrão situam-se aí.

Este quadro caracteriza a preferência na construção destes tipos de moradias em locais menos íngremes, o que já não ocorre com as favelas. Como

foi visto anteriormente, as favelas se localizam em terrenos mais íngremes e, desta forma, menos valorizados pelo capital imobiliário, o que faz com que se tornem acessíveis à ocupação pela população de baixa renda.

#### d) Orientação de Vertentes

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
<b>NNE</b>	11,3%	6,6%	7,8%
<b>ENE</b>	8,3%	7,7%	10,7%
<b>ESE</b>	12,2%	9,7%	19,1%
<b>SSE</b>	18,2%	27,6%	19,9%
<b>SSW</b>	10,4%	13,1%	11,7%
<b>WSW</b>	10,2%	12,7%	8,5%
<b>WNW</b>	12,8%	8,1%	8,1%
<b>NNW</b>	14,8%	9,2%	13,4%
<b>Plano</b>	1,8%	5,4%	0,8%

**Tabela 7.23 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Residências de Alto Padrão.**

A maior presença das residências de alto padrão, principalmente as do **GRUPO 1**, está situada nas vertentes voltadas para o sul, direcionadas, assim, para a zona da cidade onde reside a população de mais alta renda. Deve-se destacar que o **GRUPO 1** é constituído por pequenas manchas e, muitas vezes, estas representam a presença de apenas uma única moradia, sendo caracterizadas por serem construções muito luxuosas. A predominância das residências do **GRUPO 1** na encosta sul, representando quase que o dobro da presença em relação as encostas norte, deve estar relacionado ao fato delas estarem localizadas justamente nas encostas direcionadas para área mais valorizada da cidade.

A presença de residências localizadas nas vertentes voltadas para leste predomina em relação as de oeste. Estas últimas encostas encontram-se

direcionadas para a área de expansão mais recente da cidade do Rio de Janeiro.

Os dados da tabela anterior encontram-se retabulados abaixo:

**GRUPO 1** - N= 32% e S= 63%, L= 51% e O= 43%; e

**GRUPO 2** - N= 40% e S= 59%, L= 57% e O= 42% .

#### e) Proximidade de Infra-estrutura Viária

##### - Estradas

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
<b>0-10 m</b>	3%	5,1%	7,8%
<b>10-20 m</b>	2%	3,3%	5,0%
<b>20-30 m</b>	2%	4,4%	5,7%
<b>30-50 m</b>	3%	9,1%	9,0%
<b>50-100 m</b>	8%	15,8%	14,6%
<b>100-200 m</b>	13%	16,9%	19,3%
<b>200-300 m</b>	12%	9,5%	16,0%
<b>300-500 m</b>	21%	26,3%	14,6%
<b>&gt; 500 m</b>	36%	9,6%	7,9%

**Tabela 7.24 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Residências de Alto Padrão.**

Observa-se a grande influência das estradas na construção das residências aqui estudadas, demonstrada pela pequena presença destas construções na categoria > 500 m, representando menos de 10% da superfície total das residências de alto padrão. Deve-se destacar a concentração de ocorrências na faixa entre 0 a 100 m de distância das estradas, registrando nesta faixa uma presença em torno de 40% da área destas residências em ambos grupos.

##### - Trilhas

Analisando a tabela a seguir, observa-se a pequena importância das trilhas como um parâmetro de atração para construção de residências de alto padrão, demonstrada pela grande área destas residências situadas na categoria > 500

m, com registro acima de 60% nos dois grupos. É, também, observado que com a maior distância das trilhas, há um aumento na presença das residências estudadas.

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
<b>0-10 m</b>	2%	-	0,4%
<b>0-20 m</b>	2%	0,1%	0,4%
<b>20-30 m</b>	2%	0,1%	0,5%
<b>30-50 m</b>	4%	0,3%	1,0%
<b>50-100 m</b>	8%	1,4%	3,2%
<b>100-200 m</b>	12%	3,8%	6,6%
<b>200-300 m</b>	10%	4,4%	7,9%
<b>300-500 m</b>	16%	18,9%	18,3%
<b>&gt; 500 m</b>	44%	71,1%	61,5%

**Tabela 7.25 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Trilhas x Mapa de Residências de Alto Padrão.**

#### **f) Unidades de Conservação**

Em ambos os grupos, cerca de 50% das residências de alto padrão situam-se no interior das unidades de conservação que encontram-se na área de análise. Estas residências estão localizadas em APA criadas recentemente e, desta forma, após a ocupação destas áreas com este tipo de residências. O objetivo da criação das APA é de ordenar o uso e a ocupação do solo em área específicas da cidade, o que vem coincidindo com as áreas mais valorizadas e ocupadas pela população de média e alta renda.

#### **g) Cobertura e Uso do Solo**

Esta assinatura foi elaborada com a utilização do mapa de cobertura e uso do solo e do mapa contendo a área de proximidade de 50 m ao redor das residências estudadas. Nos dois grupos, tendo grande destaque o **GRUPO 1**,

encontra-se presença considerável de floresta ao redor destas residências, demonstrando a atração da amenidade floresta na implantação de residências de alto padrão. No **GRUPO 2** deve-se destacar a grande ocorrência destas moradias na categoria fora da área de análise, o que demonstra que as residências contidas neste grupo estão situadas próximas a malha urbana da cidade e, até mesmo, nela inserida.

	ÁREADA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2
URBANO	6%	3,2%	3,4%
FLORESTA	59%	73,2%	41,6%
MATA DEGRADADA	3%	1,6%	1,2%
ÁREAS DESMATADAS	17%	10%	16,5%
RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO	4%	-	0,2%
FAVELA	4%	1,3%	2,4%
EMPRESA/SERVIÇO	0,3%	1,1%	0,2%
PARQUES	0,2%	0,5%	-
PEDREIRA	0,1%	-	0,3%
REFLORESTAMENTO	0,6%	-	0,7%
AFLORAMENTO	5%	0,2%	1,5%
FORA DA ÁREA DE ANÁLISE	-	8,8%	31,9%

**Tabela 7.26 - Resultado da Assinatura Ambiental -Mapa de Uso e Cobertura do Solo x Mapa Proximidade de Residências de Alto Padrão.**

### 7.2.3 Assinaturas do Desmatamento

Foram criados quatro grupos contendo as áreas de desmatamento segundo a a sua extensão destas: **GRUPO 1** - manchas menores de 10 ha; **GRUPO 2** - manchas com extensão entre 10 ha a 30 ha; **GRUPO 3** - manchas com 30 ha a 100 ha; e, por fim, **GRUPO 4** - manchas superiores a 100 ha. É importante ressaltar que os desmatamentos que apresentam maiores extensões correspondem a eventos que ocorreram no século passado, originário, principalmente, da atividade agrícola. Já os desmatamentos mais recentes estão associados a manchas de menores extensões, fruto de eventos pontuais como incêndios e movimentos de massa.

Os mapas utilizados nesta assinatura foram os mesmos que participaram das duas assinaturas anteriores.

#### a) Altimetria

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
50-100 m	10,7%	14,4%	18,7%	7,3%	12,3%
100-150 m	11,3%	17,0%	23,4%	19,2%	13,6%
150-200 m	8,5%	16,9%	10,6%	16,5%	11,6%
200-250 m	10,5%	13,0%	10,1%	16,5%	15,4%
250-300 m	7,9%	7,6%	6,8%	9,5%	12,3%
300-350 m	9,7%	4,0%	7,9%	10,0%	12,3%
350-400 m	6,7%	1,8%	2,2%	7,2%	7,0%
400-450 m	7,5%	0,6%	2,1%	6,3%	6,3%
450-500 m	6,0%	6,0%	1,9%	4,1%	2,9%
500-550 m	7,0%	6,8%	8,6%	2,3%	2,9%
550-600 m	4,1%	2,7%	5,1%	0,6%	1,2%
600-650 m	3,8%	6,6%	2,6%	0,6%	1,2%
650-700 m	2,3%	2,0%	-	-	0,7%
700-750 m	1,7%	0,5%	-	-	0,2%

**Tabela 7.27 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Altimetria x Mapa de Desmatamentos.**

Como pode-se verificar na tabela a seguir, os desmatamentos dos **GRUPOS 1 e 4** estão situados entre a cota 50 m e 750 m e dos **GRUPOS 2 e 3** até a cota 650 m. Verifica-se, no entanto, que na faixa de altitude entre 50 m e 250 m, que representa um quarto das classes, estão presentes mais de 50% desmatamentos em todos os grupos. A tendência verificada através da análise dos resultados é a queda de ocorrência dos desmatamentos com o aumento da altitude; no entanto deve-se registrar a presença significativa de manchas dos **GRUPOS 1 e 2** em altitudes superiores a 450 m.

#### b) Proximidade de Drenagem

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
<b>0-20 m</b>	11%	12,6%	3,9%	3,9%	8,1%
<b>20-30 m</b>	5%	5,7%	2,1%	2,3%	3,9%
<b>30-50 m</b>	10%	8,6%	4,0%	4,9%	7,4%
<b>50-100 m</b>	21%	15,0%	11,8%	13,1%	16,0%
<b>&gt; 100 m</b>	53%	58,1%	78,3%	75,8%	64,7%

**Tabela 7.28 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Desmatamento.**

A ocorrência de desmatamentos, em todos os grupos, na categoria > 100 m, é acima de 55% da área total das manchas, o que demonstra uma pequena influência da drenagem na sua ocorrência. No **GRUPO 1**, constituído por manchas de menor extensão, está presente uma área maior de ocorrências nas classes de proximidade, ou seja, fora da categoria > 100 m, com destaque para classe de 0-20 m. O resultado apresenta este comportamento devido a grande extensão dos desmatamentos presentes nos **GRUPOS 2, 3 e 4**; desta forma, as manchas de desmatamentos destes grupos extrapolam a área das classes de proximidade.

### c) Declividade

As vertentes que apresentam fortes gradientes - 30-47% e 47-100% - são aquelas onde se registram maior ocorrência de desmatamentos, com uma concentração acima de 66% da área de desmatamentos localizada nestas duas classes de declives. Deve-se destacar, porém, que estas duas classes apresentam as maiores extensões, como pode ser observado na última coluna da tabela acima, o que demonstra que o resultado da assinatura pode estar influenciado pela distribuição espacial das classes de declives.

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
<b>0-7%</b>	4,7%	6,6%	8,0%	2,2%	3,5%
<b>7-20%</b>	8,2%	10,5%	6,3%	7,7%	8,3%
<b>20-30%</b>	11,5%	14,9%	16,4%	9,4%	14,3%
<b>30-47%</b>	30,7%	29,7%	31,5%	31,6%	37,1%
<b>47-100%</b>	41,1%	37,3%	44,6%	47,5%	35,6%
<b>&gt;100%</b>	3,7%	1,0%	1,8%	1,6%	1,1%

**Tabela 7.29 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Declividade x Mapa de Desmatamento.**

### d) Orientação de Vertentes

Como pode-se observar na tabela a seguir, nos **GRUPOS 1 e 3** as manchas de desmatamento apresentam uma pequena predominância de ocorrência nas encostas voltadas para o sul. Já nos **GRUPOS 2 e 4** as manchas predominam nas encostas norte. Estes números indicam que os desmatamentos, principalmente, os de maiores extensões, tendem a se situar nas vertentes norte.

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
<b>NNE</b>	11,3%	9,4%	16,4%	12,6%	14,3%
<b>ENE</b>	8,3%	11,6%	2,3%	4,2%	7,2%
<b>ESE</b>	12,2%	7,7%	1,2%	8,0%	4,7%
<b>SSE</b>	18,2%	27,1%	0,8%	19,3%	5,7%
<b>SSW</b>	10,4%	13,4%	3,8%	11,5%	10,0%

<b>WSW</b>	10,2%	8,3%	9,3%	15,5%	14,0%
<b>WNW</b>	12,8%	7,8%	15,2%	15,5%	19,6%
<b>NNW</b>	14,8%	12,1%	46,4%	14,8%	22,8%
<b>Plana</b>	1,8%	2,7%	4,5%	0,7%	1,6%

**Tabela 7.30- Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Desmatamento.**

Já em relação as vertentes leste e oeste, verifica-se que a área de desmatamentos é maior do lado oeste nos **GRUPOS 2, 3 e 4**. Já os desmatamentos de menor extensão - **GRUPO 1** - predominam nas encostas leste.

Abaixo estão os dados que retratam este quadro, tendo sido obtidos através do somatório da tabela anterior.

- **GRUPO 1** - S= 56% e N= 41%, L= 56% e O= 41%;
- **GRUPO 2** - S= 15% e N= 80%, L= 21% e O= 74%;
- **GRUPO 3** - S= 52% e N= 45%, L= 43% e O= 54%; e
- **GRUPO 4** - S= 34% e N= 63%, L= 32% e O= 66%.

#### **e) Proximidade da Linhas de Transmissão**

Com a instalação das linhas de transmissão, os terrenos próximos a elas são desmatados, já que a vegetação pode afetar a operacionalidade da rede elétrica. Quando da instalação das linhas de transmissão na área em estudo, o PNT já havia sido criado, logo o órgão responsável pela administração do parque, através de acordos, conseguiu garantir a manutenção da floresta nas áreas pertencentes ao PNT e próximas a esta unidade. Desta forma, apenas 19% da área de desmatamento ocorrem nas classes de proximidade das linhas de transmissão, sendo que 7% estão na área de influência 50 m e 12% na área de influência de 100 m.

## f) Proximidade de Infra-estrutura Viária

### - Estradas

Os desmatamentos de menores extensões - **GRUPOS 1 e 2** - apresentam uma pequena área de ocorrência na categoria > 500 m, já as manchas de maiores extensões - **GRUPOS 3 e 4** - estão, predominantemente, situadas nesta categoria, com aproximadamente 50% da sua área aí localizada. O resultado deve apresentar este comportamento devido a grande extensão dos desmatamentos presentes nos **GRUPOS 3 e 4**; desta forma, as manchas de desmatamentos destes grupos extrapolam a área das classes de proximidade.

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
<b>0-10 m</b>	3%	2,7%	3,1%	1,2%	1,0%
<b>10-20 m</b>	2%	2,0%	2,0%	0,8%	0,7%
<b>20-30 m</b>	2%	2,7%	2,2%	1,0%	0,8%
<b>30-50 m</b>	3%	5,2%	3,2%	1,9%	1,7%
<b>50-100 m</b>	8%	11,1%	9,0%	1,9%	4,1%
<b>100-200 m</b>	13%	15,9%	19,1%	11,3%	10,7%
<b>200-300 m</b>	12%	13,6%	15,1%	9,6%	12,2%
<b>300-500 m</b>	21%	17,3%	28,4%	18,8%	22,0%
<b>&gt; 500 m</b>	36%	29,4%	17,9%	50,3%	46,9%

**Tabela 7.31 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Estradas x Mapa de Desmatamento.**

**- Trilhas**

	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
<b>0-10 m</b>	2%	1,1%	-	1,4%	1,6%
<b>10-20 m</b>	2%	0,9%	-	0,9%	1,0%
<b>20-30 m</b>	2%	0,9%	0,1%	1,1%	1,3%
<b>30-50 m</b>	4%	2,1%	0,2%	1,9%	2,4%
<b>50-100 m</b>	8%	4,7%	1,4%	4,2%	5,5%
<b>100-150 m</b>	6%	3,6%	2,6%	3,1%	4,9%
<b>150-200 m</b>	6%	3,1%	2,1%	1,5%	4,3%
<b>200-300 m</b>	10%	6,9%	4,8%	2,8%	8,3%
<b>300-500 m</b>	16%	14,1%	19,0%	4,8%	14,5%
<b>&gt; 500 m</b>	44%	62,6%	69,7%	78,3%	56,2%

**Tabela 7.32 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa de Proximidade de Drenagem x Mapa de Desmatamento.**

Mais de 55% das manchas de desmatamentos ocorrem fora das áreas de proximidades definidas no correspondente mapa de proximidades de trilhas, ou seja, estão presentes na categoria > 500 m. A presença de desmatamentos em distância inferior a 100 m das trilhas não é significativa, variando de 2% a 11%, enquanto que a área das classes de proximidade de 0 a 100 m corresponde a 18% da área de análise total. Estes resultados demonstram a pequena influência das trilhas na presença dos desmatamentos.

**h) Situação Fundiária**

94% das manchas de desmatamento estão fora das classes do mapa de situação fundiária. 0,3% está situado na classe limites do PNT omitidos no Diário Oficial, 4% na classe área do PNT ainda não regularizada e 0,1% da classe de área já integrada ao domínio da União.

### **i) Unidades de Conservação**

87% das manchas de desmatamento estão situadas fora dos limites das unidades de conservação existentes no interior e ao redor do PNT. 1% da área do desmatamento está no interior da APA do Cosme Velho, 8% na APA da Boa Vista, 2% na APA Santa Teresa e na Reserva Florestal do Grajau 2%.

Deve-se ressaltar, que a pequena extensão dos desmatamentos, presentes no interior das unidades de conservação, não indica que estas exercem algum tipo de controle na expansão das ocorrências. Estas unidades foram criadas recentemente, quando os desmatamentos já estavam presentes. Os resultados da assinatura podem estar, assim, demonstrando que as unidades foram criadas excluindo as áreas desmatadas.

### **j) Cobertura e Uso do Solo**

Esta assinatura foi elaborada com a utilização do mapa de cobertura e uso do solo e do mapa contendo uma área de proximidade de 50 m ao redor das manchas de desmatamento. Observa-se que predomina a cobertura florestal em torno das manchas de desmatamento nos quatro grupos, porém nas manchas menores, **GRUPOS 1 e 2**, a presença da floresta é maior. As outras classes que se destacam são urbano, favelas, residências de alto padrão e a área fora de análise. Estas quatro classes, que estão associadas ao uso urbano, somadas, ultrapassam a ocorrência nas florestas no **GRUPO 3**. A mata degradada é outra classe que se destaca, principalmente, no **GRUPO 4**.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	ÁREA DA CLASSE/ÁREA DE ANÁLISE
URBANO	8,6%	8,6%	9,1%	3,6%	6%
FLORESTA	68,4%	53,6%	43,8%	45,5%	59%
MATA DEGRADADA	-	6,8%	4,0%	18,7%	3%
DESMATAMENTO	0,7%	1,9%	-	0,3%	17%
RESIDÊNCIAS ALTO PADRÃO	5,9%	7,5%	15,4%	2,8%	4%
FAVELA	8,0%	3,1%	16,1%	7,5%	4%
EMPRESA/SERVIÇO	1,6%	3,4%	2,0%	-	0,3%
PEDREIRA	-	-	2,3%	-	0,1%
REFLORESTAMENTO		1,5%	-	2,7%	0,6%
AFLORAMENTO	4,8%	6,0%	1,9%	0,8%	5%
FORADA ÁREA DE ANÁLISE	2,0%	7,6%	5,4%	18,1%	-

**Tabela 7.33 - Resultado da Assinatura Ambiental - Mapa Cobertura e Uso do Solo x Mapa de Proximidade de Desmatamento.**

## **CAPÍTULO 8: AVALIAÇÕES AMBIENTAIS DIRETAS**

As avaliações ambientais fazem parte das prospecções ambientais. Têm como objetivo a delimitação de áreas para uma finalidade específica, baseada nas características ambientais contidas na base de dados. As avaliações ambientais diretas podem ser divididas no mapeamento de riscos e de potenciais, sendo elaboradas a partir dos dados originalmente coletados (Xavier-da-Silva; Carvalho Filho, 1993).

O SAGA/UFRJ apresenta um módulo próprio para realização das avaliações ambientais. Este módulo pode manipular até 12 mapas de uma única vez e consiste no entrecruzamento dos mapas através do cálculo da média aritmética ponderada. Cada mapa selecionado para fazer parte da avaliação recebe um peso atribuído pelo usuário de acordo com sua participação no evento estudado; os pesos são a ponderação e, conseqüentemente, se integram, compondo 100% da explicação sendo proposta para o problema em estudo. Cada classe dos mapas recebe uma nota (de 0 a 10 ou 0 a 100), de acordo com a possibilidade de associação da classe com o fenômeno estudado. Como produto final, tem-se a geração de um mapa onde cada pixel contém o respectivo resultado do cálculo da média ponderada, apresentado classes que variam de 0 a 10 ou de 0 a 100, de acordo com o intervalo escolhido. No mapa final pode ser executada uma aglomeração das classes que representam níveis semelhantes de susceptibilidade ou de aptidão à ocorrência do fenômeno estudado.

As avaliações ambientais diretas podem gerar mapas de riscos e de potenciais. Como já foi anteriormente explicitado, considerou-se, aqui, riscos como eventos com expressão territorial que divergissem e, inclusive, prejudicassem o objetivo da criação e da manutenção de um Parque Nacional, isto é, da preservação dos ecossistemas. Já os mapas de potenciais foram considerados como relacionados a eventos que convergissem e, inclusive,

auxiliassem na sua preservação. Foram realizadas quatro avaliações ambientais dos seguintes riscos: deslizamentos e desmoronamentos, desmatamento, favelização e ocupação por residências de alto padrão.

As notas atribuídas às classes dos mapas variavam de 0 a 10. Foi estabelecido que as classes com uma participação nula na ocorrência do fenômeno estudado receberiam nota 0. As classes com uma pequena participação receberiam nota de 1 a 3. Já aquelas com uma participação média, as notas variariam entre 4 e 6, e com grande participação, entre 7 e 9. Nas classes onde a ocorrência era extremamente provável foi atribuída a nota 10.

Os pesos e notas foram atribuídos de acordo com um modelo baseado no conhecimento prévio da área em estudo e, fundamentalmente, nos resultados apresentados nas assinaturas ambientais aqui executadas. Com base nesta estrutura foram executadas várias avaliações ambientais para cada risco. O resultado de cada avaliação foi analisado, com vistas a calibrar as notas e os pesos, e, finalmente, atingir um produto mais próximo à realidade.

A calibração do modelo consistiu no entrecruzamento do mapa de risco gerado pela avaliação e o mapa contendo as ocorrências do evento estudado. Caso cerca de 70% da área constatada do evento estivessem localizadas nas classes de maiores riscos, o resultado era considerado adequado. Em caso negativo, outra avaliação era executada, com atribuição de novos valores aos pesos e notas.

### **8.1 Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos**

A partir de consultas a estudos já realizados sobre movimentos de massa relativos a área do PNT e de seu entorno, e dos resultados das assinaturas expostos anteriormente, foram definidas as variáveis ambientais (planos de informação) que participariam das avaliações sobre deslizamentos e

desmoronamentos e que estão contidas na base de dados. Desta forma, foram definidos os mapas e os seus respectivos pesos, bem como as notas das classes contidas nas legendas dos mapas, para execução da avaliação de riscos de deslizamentos e desmoronamentos.

Foram realizadas cerca de quinze avaliações, com diferentes distribuições de pesos e notas entre os mapas, com objetivo de verificar o produto final mais próximo à realidade. A análise dos mapas de risco de deslizamentos e desmoronamentos produzidos nestas avaliações foi feita através do entrecruzamento do mapa de risco e o mapa contendo as cicatrizes dos eventos, conforme descrito nos parágrafos anteriores.

Foi verificado que nas avaliações que se valorizavam os mapas contendo as ações antrópicas - trilhas e estradas - através da atribuição de pesos maiores a estes, o produto final não era positivo, pois menos de 70% da área das cicatrizes estavam presentes nas classes de maior risco.

Outro ponto que deve ser destacado quanto a análise das avaliações é que as maiores cicatrizes plotadas no mapa de deslizamentos e desmoronamentos<sup>16</sup> estão situadas em áreas que correspondem às classes de mais alto risco de ocorrência na maioria das avaliações executadas. Este é um bom parâmetro de avaliação da acuidade dos mapas de risco de deslizamentos e desmoronamentos aqui produzidos.

Diante dos resultados das várias avaliações ambientais executadas, foi selecionada aquela apresentava os resultados mais positivos. A avaliação de risco selecionada apresentou cerca de 60% das cicatrizes nas classes de maior risco e 25% das cicatrizes nas classes de médio risco. Nos parágrafos abaixo, estão descritos os parâmetros nos quais esta avaliação foi baseada.

---

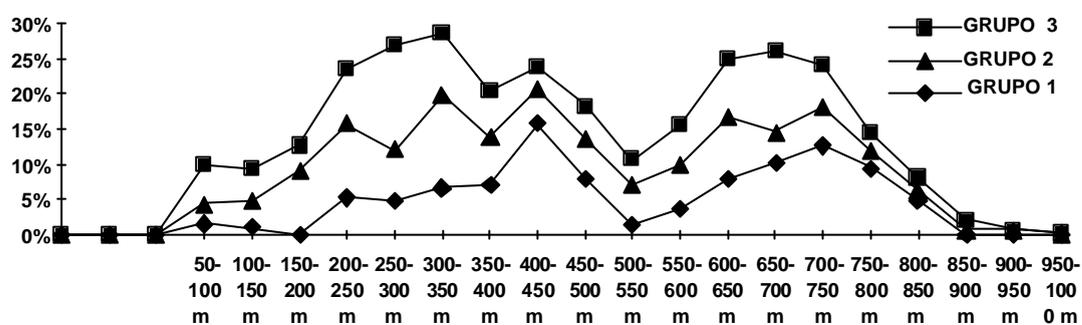
<sup>16</sup> Estas cicatrizes referem-se aos eventos que ocorreram a sopé das antenas de TV, situadas no Sumaré, após sua instalação, durante os grandes aguaceiros dos anos de 65 e 66, segundo informações contidas em FEEMA; FBCN (1979). As cicatrizes se iniciam a uma altitude aproximada de 700 m se dirigindo até proximidades da cota 200; uma cicatriz apresenta uma área de 7,8 ha e a outra de 3,9 ha.

O princípio básico que norteou a execução das avaliações é o fato dos movimentos de massa serem um processo geomorfológico de evolução de encostas, sendo, portanto, um fenômeno natural. Desta forma, considerou-se as características naturais existentes no ambiente como as responsáveis pela ocorrência dos eventos de deslizamentos e desmoronamentos. A ação antrópica participa como aceleradora deste processo. Para Meis; Xavier-da-Silva (1969), a localização dos movimentos de massa é determinada essencialmente pela interação entre a estrutura geológica, as formas topográficas e as alterações ambientais produzidas pelo homem.

As características naturais consideradas foram altimetria, declividade, orientação de vertentes, pedologia e litologia. A drenagem não foi incluída na elaboração do mapa de risco de deslizamentos e desmoronamentos devido aos resultados apresentados na assinatura, que não associavam diretamente a drenagem com estes riscos. A área de proximidade de drenagem até 100 m equivale a 46% da área de análise, enquanto apenas 50% da área das cicatrizes dos eventos ocorreram nesta área, demonstrando que não há uma forte associação entre a proximidade dos canais e a ocorrência dos eventos. Deve-se mencionar, também, que quando esta variável era incluída na avaliação não afetava significativamente o resultado.

Os mapas de altimetria e orientação de vertentes receberam pesos menores em relação às outras variáveis ambientais físicas (geologia e declividade), pois a sua participação nos processos geomorfológicos relativos aos movimentos de massa não se encontram totalmente esclarecidos e, inclusive, a bibliografia consultada acerca deste tema citada no capítulo anterior e neste item, não destaca estas variáveis como participantes neste processo. Por outro lado, elas foram incluídas nesta avaliação de risco, devido aos resultados apresentados por estas variáveis nas assinaturas ambientais, conforme encontra-se descrito nos parágrafos seguintes.

Ao se analisar o resultado da assinatura de altimetria, observa-se que a distribuição das ocorrências das cicatrizes dos eventos apresenta um comportamento senoidal nos três grupos dos eventos estudados (pequenas, médias e grandes cicatrizes), com grandes percentuais de ocorrências nas classes de altitudes entre 200 m e 400 m e entre 600 m e 750 m, conforme pode ser observado no gráfico a seguir. Este padrão de distribuição das cicatrizes dos três grupos demonstra que a altimetria apresenta, em princípio, uma participação significativa na ocorrência dos movimentos de massa.

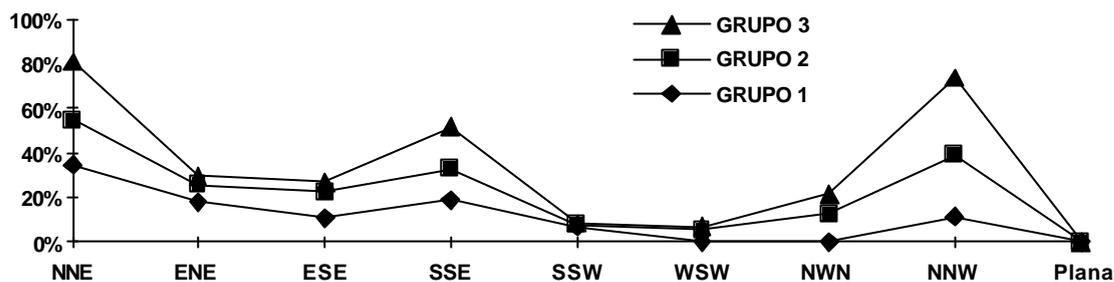


**Figura 8.1 -- Assinatura Ambiental: Mapa de Altimetria x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Em função dos resultados da assinatura, o mapa de altimetria recebeu 15% de peso e as notas foram atribuídas às classes do mapa conforme o grau de possibilidade abaixo especificado:

- 50-200 m - possibilidades baixas de associação com eventos estudados;
- 200-400 m - possibilidades altas de associação com eventos estudados;
- 400-600 m - possibilidades médias de associação com eventos estudados;
- 600-750 m - possibilidades altas de associação com eventos estudados;
- 750-850 m - possibilidades médias de associação com eventos estudados; e
- 850-1050 m - possibilidades baixas de associação com eventos estudados.

No mapa de orientação de vertentes, de acordo com o resultado da assinatura, observou-se que as classes referentes às encostas voltadas para o norte e leste apresentam uma maior presença de cicatrizes de deslizamentos e desmoronamentos, enquanto nas encostas sul e oeste a ocorrência é menor, como pode ser observado no gráfico abaixo.



**Figura 8.2 -- Assinatura Ambiental: Mapa de Orientação de Vertentes x Mapa de Deslizamentos e Desmoronamentos de 1966 e 1988.**

Segundo Oliveira (1992), há maior instabilidade nas vertentes voltadas para o norte, como foi citado no capítulo anterior, pois estas apresentam menor umidade, refletindo-se aí na vegetação e na maior ocorrência de incêndios, o que torna, assim, estas encostas mais instáveis. Deve-se destacar, também, que as encostas com componentes norte recebem maior incidência solar, devido a posição geográfica do Maciço da Tijuca, estando localizado na latitude de 23° S, ou seja, próximo ao Trópico de Capricórnio. Com base nestas considerações, ao mapa de orientação de vertentes foi atribuído peso 10% e a distribuição das notas das classes deste mapa obedeceu o seguinte grau de possibilidade de associação:

- NNE, NNW - possibilidades altas de associação com eventos estudados;
- ENE, ESE, SSE, WNW - com possibilidades médias de associação com eventos estudados; e
- SSW, WSW - possibilidades baixas de associação com com eventos estudados.

A geologia fornece informações sobre as características do material de encosta, entre elas a permeabilidade, resistência e profundidade dos solos, que oferecem condições básicas para existência da erosão. Segundo Meis; Xavier-da-Silva (1968), a circulação das águas, o intemperismo e a criação de planos de deslizamentos estão condicionados pela presença de diáclases retilíneas e curvas nas rochas cristalinas.

As principais unidades litológicas presentes no Maciço da Tijuca são o gnaiss facoidal, biotita gnaiss e leptinito. O gnaiss facoidal, segundo Nava *et al.* (1991), compõe-se de feldspato em percentual superior ao quartzo e este maior que a biotita; apresenta, ainda, textura grosseira com cristais desenvolvidos de feldspato - facóides - fazendo com que a rocha possua uma trama pouco xistosa. Para Costa *et al.* (1987), os gnaisses mais xistosos são mais susceptíveis ao ataque físico-químico, em decorrência de sua composição mineralógica e comportamento estrutural interno que orienta a penetração da água e facilita a decomposição dos minerais. Neste caso, o gnaiss facoidal apresenta maior resistência ao intemperismo e aos processos erosivos, pois a presença dos facóides, em grande quantidade, oferece maior compacidade. Heine (1986) *apud* Nava (1991) aponta os desprendimentos de lascas e blocos dos taludes rochosos como um evento geotécnico presente nesta unidade, que são condicionados, principalmente, ao processo de alívio de tensões.

A unidade biotita-gnaiss compõe-se de feldspato predominando sobre a biotita e este sobre o quartzo, apresenta uma textura fina e, geralmente, uma foliação bem evidenciada (Nava *et al.*, 1991). Segundo Costa *et al.* (1987), esta unidade é mais susceptível ao ataque físico-químico, pois além da foliação orientar a penetração da água, possui uma grande quantidade de minerais ferromagnesianos mais facilmente decompostos. Com isso, o biotita-gnaiss apresenta uma cobertura residual e coluvionar bastante espessa e a presença de poucos afloramentos rochosos, fazendo com que predominem problemas

geotécnicos referentes à instabilidade nos taludes em solos (Heine, 1986 *apud* Nava, 1991). Com o maior teor de outros minerais, como granada, cordierita e silimanita, esta unidade é denominada de kinzigito. Os resultados da assinatura confirmam a maior susceptibilidade desta litologia à ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos.

O leptinito é um gnaïsse que possui um teor de feldspato e quartzo equivalente, e o teor de biotita bem pequeno, apresentando uma textura granular que varia de fina a média (Nava *et al.*, 1991). Para Heine (1986) *apud* Nava *et al.* (1991), devido ao pequeno número de afloramentos e grande número de saibreiras, os problemas geotécnicos estão relacionados à instabilidade dos taludes das saibreiras.

Ainda segundo o mesmo autor, baseando-se nas características gerais destas unidades litológicas - composição, espessura dos pacotes de solos e número de afloramentos - considera o gnaïsse facoidal como mais resistente ao intemperismo, o biotita-gnaïsse e o kinzigito como pouco resistentes, e o leptinito apresentando resistência intermediária entre as duas anteriores.

Como o mapa de litologia de Pires (1993) apresenta-se com as classes mais detalhadas, porém o mapeamento não abrange toda área de análise, as classes deste mapa foram sobrepostas ao mapa de Humboldt (1965), detalhando as áreas onde as informações estavam disponíveis.

Face às considerações acima e aos resultados da assinatura, o mapa de litologia recebeu peso 20% e foram atribuídas as notas às classes segundo o grau de possibilidade abaixo apresentado:

- biotita gnaïsse e kinzigito - possibilidades altas de associação com eventos estudados;
- microclina-gnaïsse com textura facoidal, identificado por Pires (1993) como gnaïsse facoidal - possibilidades médias de associação com eventos estudados; e

- leptinito, intrusão e granito - possibilidades baixas de associação com eventos estudados.

Não renegando a importância da estrutura geológica e dos contatos litológicos na ocorrência dos movimentos de massa, estes não foram considerados na elaboração do mapa de risco, devido aos resultados apresentados na assinatura. As classes que compõem o mapa de proximidade de estrutura geológica - classes de proximidade até 100 m - representam 42% da área total de análise e, apenas, 18% das cicatrizes dos eventos registrados aí ocorrem. Já para o mapa de proximidade de contatos litológicos, estes números são, respectivamente, 26% e 15%. Desta forma, considerou-se que os elementos da estrutura lançados no mapa elaborado por Costa (1986) eram por demais generalizados para avaliação detalhada pretendida. As estruturas definidas localmente, ou seja, presentes na rocha, e as variações litológicas de detalhe (ex. diques), ambas possibilitando a maior percolação da água, apresentam um papel destacado na ocorrência dos deslizamentos e desmoronamentos, porém estas informações não se encontravam disponíveis nos mapeamentos consultados.

O gradiente das vertentes, que recebeu peso 20%, fornece informações sobre profundidade do solo e processos hidrológicos dominantes em cada segmento de encosta demarcado pela declividade. Quanto maior a declividade, menor a profundidade do solo, o movimento vertical subsuperficial de água no solo diminui e o fluxo de escoamento superficial e subsuperficial torna-se mais intenso e com maior velocidade, levando a maior instabilidade da encosta.

Ferreira (1987) *apud* Nava (1991) fez uma classificação dos processos geomorfológicos dominantes segundo a declividade. Nos segmentos de encosta com declive de 0 a 7% (0° a 4°), e que correspondem, na área em estudo, aos interflúvios, divisores d'água, predominam os processos pedogenéticos e de intemperização associados aos movimentos verticais subsuperficiais do solo e

água. Nas áreas de transição, devido ao aumento da declividade, ocorrem os processos mecânicos e químicos de eluviação, bem como o *creep*.

Nos segmentos de encosta com declividade superior a 100% (45°), denominada *free face*, predominam as superfícies rochosas, podendo estar presente uma pequena frente de intemperização, predominando os processos de queda e deslizamentos, sendo, assim, considerados ambientes altamente instáveis.

Nas encostas com declividades entre 47% e 100% (26 a 35°), estão presentes os depósitos de talus, em inconformidade com o substrato rochoso, com discontinuidades texturais e espaciais, onde predominam os movimentos de massa. Estas características, associadas aos elevados declives, tornam este segmento de encosta altamente instável.

As encostas, com declividades entre 7% e 47% (4° a 26°), são ambientes considerados relativamente estáveis, onde, entretanto, ocorrem os processos erosivos. Caracterizam-se pela sucessão de colúvios de texturas variadas, predominando os processos de deposição e retrabalhamento, bem como *creep* de solos.

De acordo com os resultados da assinatura, os quais apresentam uma forte correlação com as descrições acima quanto ao grau de instabilidade dos declives, foram atribuídas notas correspondentes aos seguintes graus de associação com eventos de deslizamentos e desmoronamentos:

- 0-30% (0-17°) - possibilidade baixa de associação;
- 30%-47% (17°-25°) - possibilidade média de associação;
- 47%-100% (25°-35°) - possibilidade alta de associação; e

- >100% (>35°) - possibilidade média de associação. Foi atribuído médio grau, devido ao resultado da assinatura e, também, porque 52% da área desta classes são constituídas por afloramentos rochosos. Estes afloramentos estão

associados com a remoção da capa de solo em encostas de fortes declives durante o Pleistoceno, em condições climáticas diferentes das atuais.

Quanto ao parâmetro solos, Mendes (1982) considera que as características físicas do solo, especialmente, a textura, a estrutura e a permeabilidade, exercem maior influência sobre a quantidade e qualidade do material erodido. Estas características podem ser conhecidas através dos tipos de solo.

Os latossolos com textura argilosa oferecem grande resistência à erosão, tendo sido considerados por Mendes (1982) como solos que apresentam ligeiro grau de susceptibilidade à erosão. Foi mapeada uma unidade de latossolos no PNT, com pouca profundidade; Palmieri (1977) considera esta unidade com ligeiro a moderado grau susceptibilidade à erosão devido pouca profundidade por ela apresentada.

Os cambissolos e podzólicos encontrados no PNT apresentam ligeira a moderada susceptibilidade à erosão, segundo Palmieri (1977), podendo variar para forte grau em áreas localizadas nos terços superiores dos espigões para os primeiros e, para os podzólicos, áreas onde a vegetação florestal foi removida.

Finalmente, os solos litólicos do PNT apresentam uma forte limitação quanto à erosão. Isto devido a descontinuidade textural apresentada entre o regolito e o substrato rochoso, que está a pouco centímetros da superfície, impedindo a percolação da água e a criando um plano de ruptura (Palmieri, 1977).

Deve-se destacar o papel dos afloramentos rochosos na ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos, segundo Coelho Netto (1992), a água que escoia sobre a superfície impermeável da rocha infiltra-se no solo imediatamente adjacente, aumentando o teor da umidade em profundidade.

Apesar da importância do mapa de pedologia na avaliação das ocorrências de deslizamentos e desmoronamentos, este recebeu peso de 15%, já que as

classes do mapa (1:50.000) apresentam associações que agregam unidades de solos com propriedades diversas. De acordo com as considerações acima e os resultados da assinatura foram estabelecidas as notas correspondentes aos seguintes graus de associação com eventos estudados:

- Associação Latossolo Vermelho-Amarelo pouco profundo + Cambissolo Latossólico ambos textura argilosa + Cambissolo textura média cascalhenta + Solos Litólicos Indiscriminados - possibilidade alta de associação;

- Associação Podzólico Vermelho-Amarelo + Podzólico Vermelho-Amarelo raso ambos textura média/argilosa + Solos Litólicos Indiscriminados - possibilidade média de associação;

- Latossolo Vermelho pouco profundo A moderado textura argilosa - possibilidade baixa de associação;

- Associação Podzólico Vermelho-Amarelo raso + Podzólico Vermelho-Amarelo ambos textura média/argilosa + Solos Litólicos Indiscriminados - possibilidade baixa de associação; e

- Área de proximidade - 100 m - dos afloramentos - possibilidade alta de associação.

De acordo com a inúmeras avaliações realizadas para calibração do modelo, verificou-se que a atribuição de pesos elevados aos mapas de infraestrutura viária - trilhas e estradas - não gerava um bom resultado. Devido a estes resultados e ao fato de se considerar os movimentos de massa como processos naturais de evolução de encosta, o peso recebido por estes mapas foi de 10%. Foram atribuídas notas elevadas para todas as classes de proximidade - 0 a 500 m - que compõem estes mapas.

Os resultados da assinatura do mapa de proximidade instalações especiais demonstram uma baixa relação entre este e a ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos, não sendo assim incluídos na avaliação. Porém, deve-se ressaltar que a modificação da paisagem com a construção ou alocação de

qualquer monumento leva a alterações nos processos hidrológicos, que podem conduzir a aceleração dos eventos dos movimentos de massa em áreas de risco. Com o passar do tempo as encostas atingidas tendem a entrar em um novo equilíbrio, como é o caso das encostas onde se registraram os dois maiores eventos no período estudado, que ocorreram, segundo FEEMA; FBCN (1979), após a instalação das antenas transmissoras no Sumaré e, que foram desencadeados pelos aguaceiros de 1966. Nos aguaceiros de 1988, não foi registrada nenhuma ocorrência nestas encostas.

Por fim, resta abordar o por quê da não inclusão do mapa de cobertura e uso do solo na presente avaliação. Apenas os deslizamentos e desmoronamentos ocorridos em áreas com florestas e áreas desmatadas foram plotados. Desta forma, somente estas categorias de uso e cobertura do solo poderiam ser avaliadas. Como na bibliografia consultada (vide Cap. 7 - Assinaturas Ambientais), o papel das diferentes coberturas vegetais nos eventos de movimentos de massa se mostrou ambivalente, preferiu-se a não inclusão deste mapa.

O mapa de risco de deslizamentos e desmoronamentos final foi dividido em 5 classes de acordo com as notas alcançadas que variaram de 2 a 10. Os riscos foram classificados em baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo risco, com base no resultado apresentado pelo cruzamento entre o mapa de risco final e o mapa com as cicatrizes das ocorrências, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

NOTA	RISCO	ÁREA <sup>(1)</sup>	CICATRIZES X RISCO <sup>(2)</sup>
2 a 5	baixíssimo	27,4%	4,0%
6	baixo	23,5%	9,1%
7	médio	25,4%	25,4%
8	alto	16,4%	31,6%
9 e 10	altíssimo	7,3%	28,3%

**Tabela 8.1 - Classificação das notas finais do mapa de risco de deslizamentos e desmoronamentos.**

- (1) área total do risco em relação a área de análise
- (2) área das cicatrizes que ocorrem na área de risco

Deve-se destacar que os eventos de maior magnitude, citados nos parágrafos anteriores, localizam-se na classe de altíssimo risco, sendo este um dado importante que dá confiabilidade do mapa final. Outro fato que deve ser destacado, é que as classes de baixíssimo e baixo riscos possuem uma maior área, cerca de 50%, no entanto, apenas 13% dos eventos registrados nos anos de 66 e 88 ocorrem nestas classes. Já nas classes de altíssimo e alto riscos, que correspondem a cerca de 24% da área de análise, são registrados quase 60% dos eventos.

As classes que apresentam menor risco de ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos estão localizadas em altitudes baixas, até aproximadamente 350 m, e em encostas menos íngremes. Nas vertentes direcionadas para o sul e oeste predominam os riscos baixíssimos e baixos. Estas manchas, em sua maior parte, estão distantes das trilhas e estradas.

Já as classes de altíssimo e alto risco estão localizadas, predominantemente, em médias e altas altitudes. Cerca de 85% da área estão em declives que variam de 47 a 100% e, nas encostas voltadas para norte e oeste, a maior área das classes está presente. Por fim, mais de 90% da área das classes de maiores riscos estão situadas a menos de 500 m das estradas e das trilhas.

## **8.2. Riscos de Mudança de Uso**

Este ítem abrange a elaboração de três avaliações de riscos: desmatamento, favelização e ocupação por residências de alto padrão. Como já foi dito anteriormente, a presença e a expansão destas ocorrências são determinadas por fatores extra-locais, podendo abranger do nível regional ao internacional. Como, exemplo, pode-se citar o caso do Rio de Janeiro: o crescimento urbano ocorrido na cidade, após a Segunda Guerra Mundial, decorrente do grande surto industrial, levou a um aumento significativo das favelas, face a grande a migração campo-cidade. Outro exemplo é o reconhecimento mundial da importância ecológica da Floresta da Tijuca que ocorreu em 1992, quando esta área foi tombada pela UNESCO como parte da Reserva da Biosfera. Este último fato pode redirecionar a forma de ocupação que a área vem apresentando. Aos fatores locais cabe a seleção das áreas mais atrativas para presença e expansão dos eventos estudados.

Com base nesses fatos, considerou-se de fundamental importância os resultados das assinaturas para basear a distribuição de notas e pesos na realização das avaliações ambientais, pois através delas pôde-se verificar quais fatores locais influenciam no comportamento dos eventos estudados.

### **8.2.1. Riscos de Favelização**

Segundo Corrêa (1984), a divisão social do espaço urbano tende a refletir a divisão em classes sociais da população urbana (120 p.). Com isto, o espaço urbano tende a apresentar bairros mais ou menos homogêneos quanto ao grupo social que o ocupe, bem como às características da ocupação e das construções existentes nestes bairros. O autor acrescenta que "Em realidade a divisão social do espaço urbano significa segregação residencial que é simultaneamente social

e espacial" (121p.), o que permite, em essência, a reprodução das classes sociais. Sob esta perspectiva, é nas favelas que se concentra a maior parte da população urbana que não tem acesso a moradia pelo mercado, constituída por assalariados, trabalhadores subempregados e desempregados, que se utilizam do mecanismo de invasões de terrenos que, em um primeiro momento, são indesejáveis ao capital imobiliário, para obter o seu lugar de morar. Após as invasões, é utilizada a auto-construção das moradias. As favelas são, em geral, desprovidas de infra-estrutura urbana e estão disseminadas em todo espaço urbano, próximas ao mercado de trabalho. Para Abreu (1992), que descreve o processo de favelização na Cidade do Rio de Janeiro, "a ocupação dos morros por favelas, ainda no século passado, se mostrou como uma solução para o problema de habitação popular na cidade" (90 p.).

O Maciço da Tijuca, desta forma, constitui um palco privilegiado para ocupação por favelas. Devido às suas características topográficas, que tornam difícil a ocupação urbana, sendo, assim, terrenos pouco valorizados pelo capital imobiliário, e à sua excelência localização, no núcleo central da Cidade do Rio de Janeiro, as favelas já estavam aí presentes desde a década de 20, como as do Morro de São Carlos, Salgueiro, Rocinha e Dona Marta. Segundo Abreu (1992), se nos séculos anteriores as relações entre a cidade e o maciço se davam através do fator natural - o maciço atendia a cidade com abastecimento d'água, fornecimento de lenha etc - neste século são os fatores sociais que comandarão estas relações.

Tendo por base as reflexões acima, considerou-se que a favelização nas encostas do Maciço da Tijuca ocorreria em locais próximos às favelas já existentes, a partir da sua expansão e da ocupação de novas áreas, bem como em locais próximos à malha urbana. As áreas com uso urbano são dotadas de infra-estrutura de transporte que possibilita o deslocamento da população favelada para o trabalho. A acessibilidade aqui considerada refere-se não

apenas a presença de vias, mas, fundamentalmente, a presença de transportes coletivos, no caso as linhas de ônibus, já que existem várias estradas na área em estudo que não são dotadas de linhas de ônibus, pois atravessam áreas no interior do PNT. Estas informações foram fornecidas pelos mapas de proximidade de favelas e de uso urbano. O mapa de altimetria foi aqui, também, considerado, pois as áreas com altitudes mais baixas situam-se na malha urbana da cidade ou próxima a ela.

Aos mapas contendo os aspectos físicos - orientação de vertentes e declividade - coube à seleção das áreas mais propícias à ocupação por favelas. Já o mapa de cobertura e uso do solo fornece as informações sobre os locais ainda disponíveis à ocupação.

Os resultados da assinatura ambiental demonstraram que as estradas apresentam uma significativa correlação com as favelas como, de resto, seria operado para a urbanização, em geral. Como a maioria das estradas presentes e próximas à área de análise possuem uma baixa acessibilidade, devido a carência de meios de transportes coletivos, estas foram consideradas apenas como vetores de expansão da favelização na avaliação de risco. Esta indução à favelização, entretanto, pode ser diretamente observada em algumas vias presentes na área de análise - Estrada do Sumaré, onde se localiza a favela do Sumaré, e a Avenida Menezes Cortes, com as favelas da Cachoeirinha e Morro da Cachoeira Grande, aí situadas.

Por fim, foi incluído na avaliação de risco de favelização o mapa contendo as proximidades das linhas de transmissão pertencentes à empresa de distribuição de energia elétrica da Cidade do Rio de Janeiro - Light. Como os terrenos próximos à passagem da rede devem permanecer livres de qualquer ocupação, quando não existe ocupação anterior a instalação das antenas, são locais propícios à implantação de favelas. Porém, observa-se no Mapa do Parque Nacional da Tijuca do IPLANRIO (1991), que as favelas recentes

próximas a estas áreas não vem se expandindo em sua direção. Isto deve ocorrer, porque a Light deve exercer um controle na ocupação destes terrenos, o que vem impedindo a implantação das favelas nestes locais no Maciço da Tijuca.

O mapeamento do risco de favelização foi elaborado a partir do entrecruzamento dos seguintes parâmetros: altimetria, declividade, orientação de vertentes, cobertura e uso do solo, proximidade do uso urbano, proximidade de residências de alto padrão, proximidade de favelas, proximidade de linhas de transmissão, proximidade de estradas e unidades de conservação.

Foram realizadas cerca de vinte avaliações de risco à favelização. Verificou-se que nas avaliações em que se atribuíram pesos maiores aos mapas contendo os fatores físicos - orientação de vertentes e declividade, o resultado não foi tão positivo quando comparado com aquelas que ocorreu uma valorização das aspectos antrópicos, principalmente, dos mapas de proximidade de favelas e de uso urbano.

A avaliação selecionada foi aquela a qual aos mapas de proximidade de uso urbano, proximidade de residências de alto padrão, proximidade de favelas, cobertura e uso do solo e altimetria foram atribuídos os maiores pesos. Enquanto os mapas relacionados aos fatores físicos (declividade e orientação de vertentes) receberam pesos de menor valor. Os mapas contendo a proximidade de estradas e de linhas de transmissão participaram da avaliação e receberam, também, os menores pesos.

O mapa final apresentou como resultado manchas de riscos elevados próximas às áreas de ocupação urbana e de favelas e, gradativamente, conforme o distanciamento destas áreas, os riscos tornam-se menores. As manchas penetram mais ou menos para o interior do maciço, em função das características locais, principalmente, dos aspectos físicos.

O mapa de altimetria, que recebeu peso 12%, apresenta uma grande importância na localização de favelas, sendo esta constatada nos resultados da

assinatura, onde ficou demonstrada a concentração de favelas até a altitude de 400 m. Este comportamento deve estar relacionado a dificuldade de acesso a locais mais afastados pela população favelada, pois comparando com os resultados da assinatura das residências de alto padrão, verifica-se a ocorrência destas últimas em altitudes mais elevadas. Desta forma, as notas estipuladas para as classes do mapa de altimetria foram decrescendo conforme o aumento da altitude, e as classes superiores a cota 450 receberam nota 0. As notas foram distribuídas seguindo os grau de associação com evento estudado apresentados abaixo:

- 50-250 m - alta possibilidade de associação;
- 250-350 m - média possibilidade de associação;
- 350-450 m - baixa possibilidade de associação; e
- > 500 m - sem associação.

Apesar do acesso mais difícil e, também, da dificuldade da construção em áreas de maior declive, as favelas vêm sendo, tradicionalmente, implantadas em encostas íngremes. Isto porque este tipo de ocupação ocorre em terrenos devolutos dentro do espaço urbano e, estes, por sua vez, situam-se em locais inadequados para ocupação e, assim, menos valorizados pelo capital imobiliário. Tendo como base a assinatura de favelização, verifica-se que as áreas com declives menos acentuados - classe 0-7% - apresentam uma reduzida presença de favelas, recebendo, assim, uma nota baixa. Já a classe de 47-100% recebeu a maior nota, pois, na assinatura, esta classe apresentou maior ocupação com favelas. Por outro lado, as áreas com declive superior a 100% por serem de difícil ocupação, também demonstrada na assinatura, receberam a nota mais baixa. O peso atribuído a este mapa foi de 9% e as notas foram assim distribuídas, segundo o grau de associação com o evento em questão:

- 0-7% - média/baixa possibilidade de associação;
- 7-20% e 20-30% - média/alta possibilidade de associação;

- 30-47% - alta possibilidade de associação;
- 47-100% - média/baixa possibilidade de associação; e
- > 100 % - baixa possibilidade de associação.

Observa-se uma presença maior de favelas nas encostas voltadas para o norte, o que coincide com a zona norte da cidade, habitada, em geral, por uma população com menor poder aquisitivo, se comparada com a da zona sul da cidade que, também, faz limites com o Maciço da Tijuca. Deve-se destacar, além disto, que a zona norte apresenta menos amenidades - não há praias nem lagoas - se também comparada com a zona sul, o que torna esta última uma área mais valorizada pelo capital imobiliário. As encostas voltadas para o norte encontram-se, também, com extensas áreas desmatadas, que têm origem ainda no século passado, fato que pode ter estimulado uma favelização mais intensa nestas vertentes. Já a zona sul recebe mais atenção do poder público, por se tratar da zona onde habita a classe social mais privilegiada da cidade, além dos principais pontos turísticos estarem aí localizados, o que pode ter gerado um maior controle na favelização, com a implantação de políticas, inclusive, de remoção de favelas ocorridas na década de 60. Porém, por outro lado, deve-se destacar que este fato não se traduziu em uma ausência deste tipo de ocupação nessa zona da cidade, são, inclusive, aí encontradas favelas de grandes extensões como a Rocinha, Vidigal etc.

A presença menor de favelas nas encostas do quadrante oeste pode se dar em consequência da zona oeste da cidade ter uma ocupação urbana recente, o que se traduziu em uma grande taxa de favelização nas planícies localizadas na Baixada de Jacarepaguá, situada nesta área da cidade. Segundo Abreu (1992), a partir da década de 70, a ocupação zona oeste da cidade multiplicou-se. Com a menor disponibilidade de áreas planas, pode ocorrer uma pressão maior nas encostas do maciço voltadas para zona oeste; a tendência pode ser forte, já que estas encostas apresentam-se com grandes áreas desmatadas. O poder público

e a população local, por outro lado, poderá exercer um grande controle, visto que se trata de uma área muito valorizada, como foi constatado em trabalho de campo, quando foi verificada a presença de extensos condomínios de alto padrão ao sopé do Maciço da Tijuca. Deve-se destacar, também, que o discurso ambientalista nos dias atuais pode ser utilizado como uma forma de limitar o crescimento das favelas em áreas muito valorizadas pelo capital imobiliário, discurso este que não estava presente quando se deu a ocupação inicial das favelas na cidade. O peso atribuído ao mapa foi de 9% e abaixo está demonstrada a distribuição das notas:

- NNE, ENE, ESE, NNW - alta possibilidade de associação;
- SSE, WNW - média possibilidade de associação; e
- SSW, WSW - baixa possibilidade de associação.

Considerou-se a proximidade de favelas como um parâmetro importante para favelização, já que as áreas próximas a elas estão expostas a sua expansão, além do fato destes locais possuírem ou estarem nas imediações dos fatores que estimularam o surgimento das favelas já existentes. Foi, assim, utilizado o mapa de proximidades de favelas, na elaboração da avaliação, recebendo o maior peso - 14%. O mapa é composto por classes de proximidade abrangendo a distância de até 1.000 m. As notas foram assim distribuídas:

- 0-300 m - alta possibilidade de associação;
- 300-500 m - média possibilidade de associação;
- 500-1.000 m - média/baixa possibilidade de associação; e
- > 1.000 m - sem associação.

Foi considerada, também, a proximidade do uso urbano como um indutor ao surgimento de favelas, sendo atribuído o peso de 13% ao mapa contendo estas informações. Inicialmente, colocou-se em apenas um único mapa a proximidade do uso urbano e a proximidade das residências de alto padrão, atribuindo às classes deste último notas mais baixas. Verificou-se, porém, a

necessidade de separar estes dois parâmetros em mapas específicos, devido aos resultados das várias avaliações realizadas, que apresentavam, no mapa final de risco, extensas áreas com potencial à favelização próximas às residências de alto padrão. Preferiu considerar-se, então, as áreas de proximidades destas residências como um baixo indutor à favelização em um mapa específico. Deve-se ressaltar, que na categoria de residências de alto padrão está englobada uma variedade de formas de ocupação, entre elas, os grandes condomínios fechados localizados ao sopé do Maciço da Tijuca, que impedem a implantação das favelas nas vertentes mais próximas, e, também, as moradias situadas em áreas isoladas no meio de florestas bem preservadas. Os dois mapas de proximidade receberam os mesmos pesos, porém foram atribuídas notas mais baixas às classes do mapa contendo as residências de alto padrão. Desta forma, os locais onde havia coincidência de proximidade ao urbano e às residências de alto padrão apresentaram seu potencial reduzido. As notas foram assim distribuídas:

- proximidade de uso urbano de 0-300 m - alta possibilidade de associação;
- proximidade de uso urbano de 300-500 m - média possibilidade de associação;
- proximidade de uso urbano de 500-1.000 m - média/baixa possibilidade de associação;
- proximidade de uso urbano > 1.000 m - sem associação;
- proximidade de residências 0-100 m - baixa possibilidade de associação;
- proximidade de residências 100-200 m - média possibilidade de associação;
- proximidade de residências 200-300 m - alta/média possibilidade de associação; e
- proximidade de residências > 300 m - alta possibilidade de associação.

O mapa de cobertura e uso do solo recebeu peso de 13%. Com base nos resultados da assinatura, verificou-se que a maior presença das favelas ocorre nas proximidades de áreas desmatadas, florestadas e urbanizadas. Como as favelas podem ser apenas implantadas em locais ainda sem um uso específico, considerou-se as áreas desmatadas e com vegetação degradada como aquelas que apresentam maior probabilidade de favelização. Devido à grande extensão das florestas, e estas situadas em áreas mais ou menos expostas à favelização, atribui-se a esta categoria uma nota média. Abaixo estão a distribuição das notas:

- floresta e reflorestamento - média possibilidade de associação;
- mata degradada, desmatamento e predeiras recentemente desativadas - alta possibilidade de associação;
- parques e afloramentos - sem associação.

O mapa contendo a proximidade de estradas recebeu peso 10%, pois considerou-se que este fator representa apenas um vetor de expansão das favelas. A sua presença não indica, necessariamente, uma maior acessibilidade para a população de baixa renda, já que esta utiliza maciçamente os transportes de massa; assim, além de estradas, é necessária a presença de ônibus nos locais próximos à moradia da população favelada. As notas foram assim distribuídas:

- 0-300 m - alta possibilidade de associação;
- 300-500 m - média possibilidade de associação; e
- > 500 m - sem associação.

Por fim, ao mapa contendo as áreas de proximidade das linhas de transmissão foi atribuído peso 7%. Foi verificado no mapa do IPLANRIO (1991), que os locais próximos a estas linhas tendem a não apresentar a presença de favelas. Desta forma às áreas próximas às linhas de transmissão foram atribuídas notas baixas, conforme está demonstrado abaixo:

- 0-100 m - baixa possibilidade de associação; e
- > 100 m - alta possibilidade de associação.

O mapa de risco de favelização final foi dividido em 5 classes quanto a susceptibilidade: baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo riscos. Esta classificação foi baseada no entrecruzamento do mapa de risco com o mapa contendo as favelas. Os resultados podem ser observados na tabela abaixo:

NOTA	RISCO	ÁREA <sup>(1)</sup>	PROX. DE FAVELAS X RISCO <sup>(2)</sup>
2 a 4	baixíssimo	23,8%	0%
5	baixo	28,0%	0,9%
6	médio	19,2%	6,6%
7	alto	9,4%	29,5%
8 a 10	altíssimo	5,1%	37,7%
-	<b>ÁREAS JÁ OCUPADAS</b>	14,4%	25,3%

**Tabela 8.2.- Classificação das notas finais do mapa de risco de favelização.**

(1) área total do risco em relação a área de análise.

(2) área de proximidade de 100 m das favelas que ocorrem na área de risco.

Na última coluna da tabela acima, está exposto o resultado do entrecruzamento da área de proximidade de 100 m das favelas e o mapa de risco. Este dado foi incluído, pois como foi atribuída na avaliação a nota máxima à classe favela do mapa de cobertura e uso do solo e do mapa proximidade de favelas, ocorreu uma supervalorização do risco de favelização em áreas já com a presença de favelas. Desta forma, considerou-se uma área de proximidade de 100 m em torno das favelas para efetuar a calibração no mapa de risco de favelização.

A classe de baixíssimo risco à favelização é constituída por áreas distantes da ocupação urbana e com cobertura florestal e, também, por outras que não apresentam condições naturais propícias à ocupação por favelas, como altas altitudes, afloramentos rochosos etc. A classe de baixo risco é composta por áreas mais próximas à ocupação urbana e, também, a estradas, estando

localizadas em altitudes médias. O médio risco à favelização está em torno das áreas com alto e altíssimo riscos de favelização, apresentando condições naturais mais favoráveis à implantação de favelas; e, também, está composto por aquelas áreas denominadas como vetores de expansão - áreas próximas a estradas. As classes de alto e altíssimo riscos são constituídas por áreas desmatadas próximas às favelas e às áreas urbanizadas, predominando nas encostas voltadas para o norte e em gradientes menos íngremes do que as classes anteriores.

A não ocupação, ainda, das áreas que apresentam altíssimo e alto riscos por favelas pode ser em decorrência de questões de detalhes locais - por exemplo, a presença de uma empresa que bloqueia a passagem para o sopé do maciço; ou, também, da presença de uma variável altamente limitante (afloramentos rochosos íngremes, por exemplo), embora possam ocorrer outras variáveis favoráveis à favelização. Deve-se destacar, entretanto, que as classes de alto e altíssimo riscos representam apenas 14,5% da área total de risco, porém 67,2% da área de 100 m em torno das favelas estão aí localizadas. Isto demonstra a intensidade do poder de perturbação ambiental associado à favelização.

### **8.2.2 Risco de Ocupação por Residências de Alto Padrão**

A ocupação por residências de alto padrão encontra-se há algum tempo presente em alguns locais do Maciço da Tijuca e, segundo Abreu (1992), o processo se acelerou na segunda metade deste século. Ainda segundo o mesmo autor, a procura destas áreas pela camada da população com maior poder aquisitivo se deve a um desejo de se auto-segregar em locais nobres e de difícil acesso da cidade. Para Corrêa (1984), "a divisão social do espaço urbano significa segregação residencial, que é simultaneamente social e espacial. Os

bairros da classe dominante e da alta classe média tendem a se localizar em setores de amenidades, caracterizados por condições micro-climáticas mais agradáveis, por elevado preço da terra, que é o mais importante fator de seleção de seus habitantes, e por uma infra-estrutura bem desenvolvida" (121p.).

Estas residências podem ser divididas em três grupos quanto às suas características de localização e de construção, como foi explicitado no Capítulo 5: Base de Dados. Um primeiro grupo refere-se a mansões muito luxuosas que estão isoladas e, desta forma, mais afastadas do movimento da cidade, se localizando no meio da mata, na área interior do Maciço da Tijuca - como a Gávea Pequena; ou, ainda, nas bordas deste maciço, em áreas com vistas para o mar - como ocorre na Estrada do Joá. Um outro grupo refere-se a uma ocupação antiga e com maior densidade de construções - como é o caso da Usina. Por fim, o terceiro grupo apresenta uma ocupação mais recente, os condomínios, caracterizando-se por uma ocupação do terreno de densidade média e pela apropriação de extensas áreas, muitas vezes vias públicas, como ocorre no Jardim Botânico. Para Corrêa (1984), "os condomínios fechados constituem a expressão acabada da segregação e da produção de um espaço residencial que é programado pelo capital" (121p.).

A população de maior poder aquisitivo que se dirige para o maciço vai à busca das amenidades, que ainda aí são encontradas: a floresta, o clima mais ameno da cidade e, em alguns pontos, uma excelente vista da cidade e do mar. Porém, o Decreto nº 322 de 1976, que aprova o Regulamento do Zoneamento do Município do Rio de Janeiro, no seu Capítulo IX, Seção 1, que trata da Zona Especial ZE-1, vem limitar a ocupação nestas áreas, considerando *non aedificandi* as áreas que estão acima da curva de nível de 100 m. Com base neste decreto, após a sua publicação, fica proibida qualquer construção acima da cota 100 m.

Apesar deste decreto, na elaboração do mapa de risco por ocupação de residências de alto padrão, toda área de análise participou da avaliação, inclusive, as altitudes superiores a 100 m. Procedeu-se assim, pois, desta forma, poderia se identificar os terrenos de mais alto valor e, também, aquelas áreas com maior pressão imobiliária, apesar da ilegalidade de sua ocupação.

Foram executadas cerca de dez avaliações de risco. Verificou-se que os melhores resultados ocorriam nas avaliações nas quais foram atribuídos pesos maiores ao mapa de proximidade de residências de alto padrão e, também, naquelas cujas características naturais foram mais valorizadas. Este último fato difere da avaliação do risco de favelização, porque as características naturais - como declividade e orientação de vertentes - são parâmetros que participam na seleção de locais para construção das residências de alto padrão, o que não ocorre com as favelas, já que estas se implantam em quaisquer locais disponíveis.

Os mapas que participaram da avaliação do risco de ocupação de residências de alto padrão foram: altimetria, declividade, orientação de vertentes, proximidade de estradas, unidades de conservação, cobertura e uso do solo, proximidade de favelas e proximidade de residências de alto padrão.

A presença de residências de alto padrão ocorre até a altitude 650 m, segundo os resultados da assinatura. O mapa de altimetria recebeu peso 14% e as classes de altitude até 150 m receberam maior nota, devido a ilegalidade de ocupação acima da cota 100 m. Com o aumento da altitude, as notas foram obedecendo o seguinte grau de associação com evento de interesse:

- 50-150 m - alta possibilidade de associação;
- 150-350 m - média possibilidade de associação;
- 350-700 m - baixa possibilidade de associação; e
- > 700 m - sem associação.

A declividade recebeu peso 14%. Observa-se que a presença maior dessas residências ocorre nas classes de 7-20% e 20-30%, o que difere das favelas, que predominam em encostas de gradientes mais elevados. A classe que representa o menor declive - 0-7%, segundo os resultados da assinatura, não registra uma alta ocorrência destas moradias. Este fato deve ocorrer em função dos topos das elevações estarem incluídos nesta classe de declividade. As notas foram assim distribuídas:

- 0-7% - média possibilidade de associação;
- 7-30% - alta possibilidade de associação;
- 30-47% - média/alta possibilidade de associação;
- 47-100% - baixa possibilidade de associação; e
- >100% - baixa possibilidade de associação.

Como os outros mapas que contêm os aspectos físicos, o mapa de orientação de vertentes recebeu peso elevado - 13%. Observa-se maior presença das residências de alto padrão nas vertentes voltadas para a zona sul da cidade, segundo os resultados da assinatura. Deve-se destacar que esta é a área da cidade onde está concentrada a população de maior poder aquisitivo. Às vertentes direcionadas para a zona oeste foram atribuídas notas médias, pois estas estão voltadas para uma zona que é um das áreas de expansão da cidade - Baixada de Jacarepaguá. Os condomínios, inclusive, vêm sendo uma das principais formas de ocupação no sopé das encostas do Maciço da Tijuca, como foi constatado em trabalho de campo. Abaixo segue-se a distribuição das notas:

- ESE, SSE, SSW - alta possibilidade de associação;
- WSW, WNW, NNW - média/alta possibilidade de associação;
- ENE - média possibilidade de associação; e
- NNE - baixa possibilidade de associação.

A proximidade de drenagem não foi considerada na presente avaliação, apesar dos resultados razoáveis apresentados pelas assinaturas cujos números

demonstraram que cerca de 50% das residências analisadas ocorriam na área de proximidade de até 100 m dos canais de drenagem. A presença das residências nesta área pode estar relacionada a menor declividade apresentada nas proximidades dos canais. Como há um mapa próprio para o tema declividade, optou-se por não incluir a variável drenagem na avaliação.

Em relação à infra-estrutura viária, as trilhas foram excluídas da avaliação, devido aos resultados da assinatura, que demonstraram que menos de 40% das residências analisadas ocorriam até a distância de 500 m das trilhas. Já os resultados da assinatura do mapa de proximidade de estradas demonstraram que mais de 90% das residências situam-se até 500 m de distância destas vias. A este mapa foi atribuído peso de 8%, pois considerou-se as estradas como vetores de expansão das residências de alto padrão. As notas foram assim distribuídas:

- 0-300 m - alta possibilidade de associação; e
- 300-500 m - média possibilidade de associação.

Nas unidades de conservação que prevêm um uso mais restrito do solo - como os parques e reservas - a propriedade das terras da unidade deve ser da União. Neste caso, mesmo que o poder público não tenha legalizado por completo a propriedade das terras, qualquer construção feita pelo proprietário, representa um altíssimo risco de prejuízo para o mesmo, pois a lei prevê a desapropriação de terras para implantação da unidade. Desta forma, às unidades de conservação mais restritivas, foram atribuídas notas baixas para ocupação por este tipo de moradia.

Por outro lado, as APA, cujo principal objetivo é o ordenamento e o disciplinamento do uso e ocupação do solo, não apresentam um papel restritivo a construção do tipo de moradia estudada. Pelo contrário, esta categoria de unidade de conservação pode facilitar este tipo ocupação, por poder prever e, até estimular, uma baixa taxa de ocupação do solo através do seu Plano Diretor.

A implantação de uma APA, inclusive, pode ter como intenção modificar o parcelamento do solo ou, até mesmo, desconsiderar a proibição de ocupação de um determinado local; como pode ser o caso da implantação da APA da Boa Vista, onde a proibição de construção já existe, devido a área estar acima da cota 100 m. Concluindo, a implantação de uma APA pode ter como objetivo legitimar a ocupação, mascarando este verdadeiro objetivo por de atrás de um discurso ambientalista. Com base nestas considerações, as notas foram assim distribuídas:

- Áreas de Proteção Ambiental (APAs) - alta/média possibilidade de associação;
- área com ausência de unidades de conservação - alta possibilidade de associação;
- área de entorno da FEEMA - baixa/média possibilidade de associação; e
- Reserva Florestal do Grajaú, Parque Lage, Parque da Cidade, Jardim Botânico e Parque Nacional da Tijuca - sem associação.

O mapa de uso e cobertura do solo recebeu peso 13%. Com este mapa é possível obter informações das áreas ainda disponíveis para ocupação, sendo aquelas que não apresentam ocupação urbana - sejam áreas desmatadas ou com vegetação. Os resultados da assinatura demonstraram que cerca de 52% da área de proximidade de 50 m em torno das residências de alto padrão estão ocupadas por florestas. Quanto a desmatamentos, este número é de apenas 15%. Desta forma, fica, assim, comprovada a importância da amenidade floresta como elemento de atração da construção residências estudadas. De acordo com estes resultados, as notas foram distribuídas:

- floresta - alta possibilidade de associação;
- reflorestamento, mata degradada e desmatamento - média possibilidade de associação; e

- pedreira recentemente destivada, parques públicos e afloramentos rochosos - sem associação.

Ao mapa de proximidade de favelas foi atribuído peso 13%. Considerou-se que a presença deste tipo de ocupação seria um fator de repulsão da construção das moradias em questão; entre outras razões, deve-se destacar a desvalorização do terreno próximo às favelas (Abreu, 1992), bem como a insegurança atribuída às áreas próximas a elas. Desta forma, às áreas mais próximas às favelas foram atribuídos menores notas, sendo o seu valor gradativamente elevado conforme o distanciamento das favelas, conforme pode-se observar abaixo:

- proximidade de 0-500 m - baixa possibilidade de associação;
- proximidade de 500-1000 m - média possibilidade de associação; e
- proximidade > 1.000 m - alta susceptibilidade.

Não foi considerado na avaliação o mapa de proximidades do uso urbano, isto por que este apresenta um papel dúbio quanto ao complexo residências de alto padrão/condomínios. Na localização de residências muito luxuosas e em áreas afastadas, como é o caso da Gávea Pequena, o uso urbano iria ser um fator de repulsão. Já no caso dos condomínios, esta proximidade pode ser um fator de atração.

Por fim, ao mapa de proximidade de residências de alto padrão foram atribuídos o maior peso - 15%. Considerou-se que as áreas com grande potencial de ocupação com estas residências de alto padrão seriam aquelas relacionadas à expansão de áreas já ocupadas (efeito de vizinhança), pois estes locais estariam próximos aos supostos atrativos que levaram a construção das residências já existentes. As notas foram distribuídas da seguinte forma:

- proximidade de 0-500 m - alta possibilidade de associação;
- proximidade de 500-1000 m - média possibilidade de associação; e
- proximidade > 1.000 m - sem associação.

O mapa de risco à ocupação de residência de alto padrão foi dividido, também, em cinco classes, de acordo com o grau de risco de ocupação dado pelo cruzamento entre os mapas de risco e o de localização destas residências, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

NOTA	RISCO	ÁREA <sup>(1)</sup>	PROX. DE RESIDÊNCIAS X RISCO <sup>(2)</sup>
2 a 5	baixíssimo	30,2%	1,0%
6	baixo	21,0%	5,0%
7	médio	19,9%	25,7%
8	alto	10,8%	45,6%
9 e 10	altíssimo	1,7%	13,1%
-	ÁREAS JÁ OCUPADAS	16,2%	9,4%

**Tabela 8.3. - Classificação das notas finais do mapa de risco de ocupação por residências de alto padrão.**

(1) área total do risco em relação a área de análise.

(2) área de proximidade de 100 m das residências que ocorrem na área de risco.

Na última coluna da tabela acima, está exposto o resultado do entrecruzamento da área de proximidade de 100 m das residências de alto padrão e o mapa de risco. Este dado foi incluído, pois como foi atribuída na avaliação a nota máxima à classe residências de alto padrão nos mapas de cobertura e uso do solo e de proximidade de residências, ocorreu uma supervalorização do risco de ocupação de residências da alto padrão em áreas já ocupadas por estas moradias. Desta forma, para avaliar o resultado do mapa final de risco, foi utilizada a área de proximidade de 100 m das residências de alto padrão.

Observa-se que apenas uma pequena parte da área analisada, cerca de 13%, apresenta um elevado risco a ocupação por residências de alto padrão, porém mais de 58% da área de proximidade de 100 m estão aí localizadas aí localizadas. Por outro lado, cerca de 51% da área de análise apresenta baixíssimo e baixo riscos, porém apenas cerca de 6% da área de 100 m em

torno das residências estão nestas situadas nestas classes de risco. Com estes números verifica-se que o resultado do mapa tende a apresentar um grau elevado de confiabilidade, face ao fato de que em pequena área de análise se concentra mais da metade da área de proximidade de 100 m das residências de alto padrão.

As áreas com baixíssimo risco correspondem às desmatadas, próximas às favelas e, também, distantes da ocupação urbana, predominando nas vertentes voltadas para o norte. A classe com baixo risco apresentam-se próximas às estradas, estas vias representando vetores de expansão, e predominam nas vertentes sul. As áreas situadas na classe de risco médio correspondem às médias altitudes, com declives menos acentuados do que nas áreas das classes de riscos anteriores e localizadas nas vertentes voltadas para o sul. Por fim, as classes de alto e altíssimo riscos correspondem às áreas com declives mais suaves e situadas em baixas altitudes, predominando até a cota 150 m; são cobertas por floresta e estão próximas às residências de alto padrão e distantes das favelas, concentrando-se nas vertentes sul.

### **8.2.3 Risco de Desmatamento**

Os desmatamentos presentes no Maciço da Tijuca podem ser divididos em dois grupos. Um refere-se aos desmatamentos antigos que ocupam extensas áreas das encostas do maciço e que tiveram início com a colonização da cidade a partir da retirada de madeira e lenha e, posteriormente, prosseguiram com a atividade agrícola no século XVIII.

O outro grupo corresponde a manchas de desmatamento de menor extensão, que tem origem, principalmente, nos movimentos de massa e nos incêndios ocorridos recentemente. Muitas das encostas desmatadas estão cobertas por capim-colonião, o que facilita a propagação de incêndios. Os desmatamentos que são frutos da expansão da cidade em direção ao maciço destinam-se à ocupação, logo não são apresentados nos mapeamentos consultados como áreas desmatadas e, sim, como áreas de uso urbano.

A existência dos desmatamentos originários das atividades sócio-econômicas não mais presentes na Cidade do Rio de Janeiro foi notada nas diversas avaliações executadas. As baixas coincidências obtidas no entrecruzamento do mapa de risco de desmatamento com o mapa das manchas dos desmatamentos podem ser explicadas por esse fator. Ao se valorizar os fatores de proximidade das áreas ocupadas por uso urbano, por se considerar estas áreas as mais associáveis a desmatamentos, o resultado das avaliações não foi muito positivo, pois grande parte da área desmatada não tem origem nos processos atuais referentes ao crescimento urbano e, sim, em processos não mais presentes. Por outro lado, as áreas próximas às urbanas, quando desmatadas, o são para dar lugar a alguma ocupação, logo não são computadas como desmatamentos.

Tendo como base essas considerações, a avaliação final que apresentou o melhor resultado foi aquela em que foram atribuídos valores semelhantes para os

mapas contendo as variáveis físicas e antrópicas. Os mapas que participaram desta avaliação foram: altimetria, declividade, orientação de vertentes, proximidade de estradas, unidades de conservação, cobertura e uso do solo, proximidade de favelas, proximidade do uso urbano, proximidade de residências de alto padrão e proximidade de desmatamento.

Para o mapa de altimetria foi atribuído peso de 11%. A presença dos desmatamentos verifica-se até a cota 750 m, segundo os resultados da assinatura, sendo que a área desmatada tende a reduzir sua extensão com o aumento da altitude. As notas para as classes do mapa de altimetria foram assim distribuídas:

- 50-400 m - alta possibilidade de associação;
- 400-650 m - média possibilidade de associação;
- 650-800 m - baixa possibilidade de associação; e
- > 800 m - sem associação.

A declividade recebeu peso de 7%. O baixo peso atribuído a este mapa deve-se ao fato de ter sido verificado, nos resultados das assinaturas ambientais, que a presença dos desmatamentos nas classes de declividade é relativamente ambígua, ocorrendo desmatamentos ao longo das várias classes. Entretanto a classe de menor ocorrência do evento estudado é a de maior declive - > 100%, embora devendo-se destacar que em 52% da extensão desta classe estão presentes os afloramentos. Abaixo está a distribuição das notas:

- 0-20% - média possibilidade de associação;
- 20-100% - alta possibilidade de associação; e
- >100% - baixa possibilidade de associação.

O mapa de orientação de vertentes recebeu peso 11%. De acordo com as assinaturas, há predominância da presença de desmatamentos nas encostas voltadas para direção oeste e norte. Oliveira (1992), inclusive, coloca que as matas situadas nas encostas voltadas para o norte apresentam uma tendência à

regressão, enquanto as na vertente sul, à expansão. Isto porque há menor disponibilidade de água nas encostas norte, o que gera, também, maior susceptibilidade à ocorrência de incêndios, sendo que a ocorrência destes incêndios são, em grande parte, decorrentes da orientação das encostas, sendo as voltadas para o Norte associáveis a balões juninos e presença de favelas. Face a estas considerações, as notas foram assim distribuídas:

- WNW, NNW, NNE - alta possibilidade de associação;
- WSW, SSW, SSE - alta/média possibilidade de associação; e
- ESE, ENE, Plana - média/baixa possibilidade de associação.

Em relação infra-estrutura viária, apenas o mapa de proximidade de estradas participou da elaboração do mapa de risco, com peso de 8%. As trilhas não foram consideradas, pois cerca de 70% dos desmatamentos ocorrem fora da área de proximidade de 500 m em torno das vias, segundo os resultados da assinatura ambiental. Já em relação às estradas, verificou-se, também, na assinatura, que os desmatamentos de menores extensões estão presentes em mais de 70% da área de 500 m em torno das estradas e, para as manchas de maiores extensões, este número é de cerca de 50%. Desta forma, considerou-se que a presença de estradas como um fator de influência na ocorrência de desmatamentos, principalmente, por se considerar que as áreas mais susceptíveis aos desmatamentos são aquelas que se apresentam mais acessíveis. As notas foram assim distribuídas:

- 0-100 m - alta possibilidade de associação;
- 100-200 m - média possibilidade de associação; e
- 200-500 m - baixa possibilidade de associação.

O mapa contendo as unidades de conservação recebeu peso de 7%. Elas foram incluídas na avaliação, pois auxiliam na demarcação das áreas com vegetação mais preservada, pois, como já foi mencionado anteriormente, as unidades que prevêm usos mais restritivos são, geralmente, implantadas em

áreas que apresentam mata preservada. Caso esta não seja as condições presentes na unidade, como é o caso de Reserva Florestal do Grajaú, considerou-se, também, que a presença de funcionários, apesar de ser em número limitado, possa inibir uma degradação maior, se comparada com outras áreas sem nenhum aspecto legal que vise a proteção. Ao PNT, por ser uma unidades de conservação com grande extensão e, assim, com maior dificuldade de fiscalização, foi atribuído uma nota média. Foram atribuídas as seguintes notas:

- Áreas de Proteção Ambiental - alta/média possibilidade de associação;
- Parque Nacional da Tijuca e área de entorno da FEEMA - média possibilidade de associação; e
- Reserva Florestal do Grajaú, Parque Lage, Parque da Cidade, Jardim Botânico - baixa possibilidade de associação.

Ao mapa de cobertura e uso do solo foi atribuído o peso 12%. O papel deste mapa é apontar as áreas que possam ocorrer os desmatamentos, eliminando àquelas já desmatadas e com uso urbano. Considerou-se, assim, que as áreas com florestas, vegetação degradada e reflorestamento apresentem uma possibilidade de serem desmatadas, sendo atribuídas as notas mais altas. O restante das classes não participaram da avaliação por serem áreas já ocupadas.

As áreas próximas aos desmatamentos receberam peso de 10%. Este peso relaciona-se a baixa correlação apresentada entre o mapa de risco e as manchas de desmatamento nas avaliações em que se valorizou o mapa de proximidade dos desmatamentos. Deve-se ressaltar, mais uma vez, que este fato pode estar relacionado a ausência dos processos que motivaram o desmatamento nos séculos passados e, hoje, não estão mais presentes, processos relacionados à atividade agrícola. As notas das classes de

proximidade foram distribuídas da seguinte forma em decorrência dos resultados apresentados na assinatura:

- 0-500 m - alta possibilidade de associação; e
- > 500 m - sem associação.

As áreas próximas a favelas foram consideradas com grande risco de ocorrência dos desmatamentos, pois a expansão deste tipo de ocupação em áreas florestadas, leva à destruição da vegetação. Deve-se mencionar, também, que em FEEMA; FBCN (1979), foi destacado que as áreas circunvizinhas a favelas e cobertas por capinzais são locais com grande susceptibilidade a ocorrência de incêndios. Diante destes fatos, foi atribuído ao mapa de proximidade de favelas peso de 12% e as notas foram, assim, distribuídas:

- 0-500 m - alta possibilidade de associação;
- 500-1.000 m - média possibilidade de associação; e
- > 1.000 m - sem associação.

Ao mapa de proximidade do uso urbano foi atribuído peso de 10% e ao mapa de proximidades de residências de alto padrão 12%. O peso maior atribuído às residências de alto padrão se deve ao fato de ter se considerado que este tipo de ocupação exerce uma maior pressão sobre o Maciço da Tijuca do que o uso urbano geral. Foram atribuídas notas menores para as classes de proximidade das residências de alto padrão por se considerar que a vegetação é um atributo de amenidade que tende a permanecer, mesmo em que menor área, próximas a este tipo de moradia, além do fato de que, pelo menos no início da ocupação por estas residências, a taxa de ocupação do solo é baixa. Desta forma, as notas foram assim distribuídas:

- proximidade do urbano - 0-300 m - alta possibilidade de associação;
- proximidade do urbano - 300-1.000 m - média possibilidade de associação;
- proximidade do urbano - > 1.000 m - sem associação;

- proximidade de residências de alto padrão - 0-100 m - alta possibilidade de associação;

- proximidade de residências de alto padrão - 100-500 m - média possibilidade de associação;

- proximidade de residências de alto padrão - 500-1.000 m - baixa possibilidade de associação; e

- proximidade de residências de alto padrão - > 1.000 m - sem associação.

O mapa final de risco de desmatamento foi dividido em cinco classes conforme a maior susceptibilidade à ocorrência de desmatamentos. O grau dos riscos foi definido pelo entrecruzamento dos mapas de risco com o das manchas de desmatamento, conforme foi elaborado, também, nas avaliações anteriores.

Na última coluna da tabela abaixo, está exposto o resultado entre o entrecruzamento da área de proximidade de 100 m dos desmatamentos e o mapa de risco. Este dado foi incluído, pois como foi atribuída, na avaliação, a nota máxima à classe de desmatamentos nos mapas de cobertura e uso do solo e de proximidade de desmatamentos, ocorreu uma supervalorização do risco em áreas já desmatadas. Por isso utilizou-se a área de proximidade de 100 m em torno das manchas desmatadas para calibrar o mapa de risco de desmatamentos através do entrecruzamento deste com as áreas de proximidade de 100 m.

NOTA	RISCO	ÁREA(1)	PROX. DESMATAMENTOS X RISCO (2)
1 a 3	baixíssimo	9,6%	0,7%
4	baixo	17,0%	4,9%
5	médio	17,3%	15,4%
6	alto	15,6%	25,8%
7 a 9	altíssimo	8,4%	26,2%
-	ÁREAS JÁ DESMATADAS E OCUPADAS	31,2%	27,0%

**Tabela 8.4 - Classificação das notas finais do mapa de risco de desmatamento.**

(1) área total do risco em relação a área de análise.

(2) área de proximidade de 100 m dos desmatamentos que ocorrem na área de risco.

Como pode ser observado na tabela anterior, cerca de 24% da área de análise apresentam riscos elevados de serem desmatadas, enquanto que 52% da área de proximidade de 100 m dos desmatamentos aí ocorrem. Por outro lado, 26% da área de análise apresentam baixíssimo e baixo riscos de desmatamentos, enquanto apenas 6% da área de proximidade de 100 m das manchas desmatadas aí estão situadas. Estes números demonstram o grau elevado de associação entre o mapa final de riscos de desmatamentos e as suas ocorrências.

A maior parte da área analisada possui um risco baixíssimo a médio para o desmatamento. As áreas delimitadas com baixíssimo risco não há a presença de nenhuma mancha de desmatamento; estas áreas estão localizadas em altas altitudes e distantes da ocupação urbana. A classe de baixo risco também localiza-se distante da ocupação e envolvem as áreas anteriores. A classe delimitada como médio risco apresenta-se nas médias altitudes. Por fim, as classes de alto e altíssimo risco encontram-se situadas em baixas altitudes e próximas à ocupação urbana.

Já foi descrito, no início deste ítem, sobre as dificuldades em se executar a avaliação de risco de desmatamento; desta forma o mapa de risco de desmatamento deve ser analisado com a seguinte perspectiva: quais são as áreas mais preservadas? Ou, quais são as áreas que apresentam menor probabilidade de serem eliminadas dada as características físicas presentes e a proximidade dos elementos mais ameaçadores?

Analisando o mapa de risco final elaborado, verifica-se que parte das áreas com menor risco de desmatamento correspondem às apontadas por Scheiner (1976) como as áreas menos alteradas do PNT. Estas mesmas áreas, também, foram definidas no Zoneamento do PNT que faz parte do Plano de Manejo (IBDF, 1981), como Zona Primitiva. As áreas definidas nesta classe de zoneamento, segundo o Regulamento dos Parques Nacionais, devem apresentar uma pequena ou mínima intervenção humana e se destinam a preservação do ambiente natural.

Na caracterização do PNT, que está presente no Plano de Manejo do PNT (IBDF, 1981), são apontadas as seguintes áreas como as mais conservadas, sendo que estas foram as mesmas mapeadas como apresentando os mais baixos riscos de desmatamento no mapa aqui elaborado:

- 1) Mata do Pai Ricardo, próxima a Vista Chinesa;
- 2) área próxima a Represa dos Ciganos;
- 3) área em torno do Caminho do Encanamento;
- 4) mata situada entre a Pedra do Beijo e as Paineiras; e
- 5) grotão da Pedra Bonita, em frente à Barra da Tijuca.

O fato destas áreas apresentarem-se ainda bem conservadas pode estar relacionado às características aí encontradas que permaneceram na área desde o início do povoamento da cidade. Estas características referem-se às suas localizações em áreas centrais do maciço, e não nas suas bordas, o que permitiu a sua conservação.

Por fim, deve-se destacar que o fato dos resultados apresentados pelo mapeamento de risco de desmatamentos corresponderem a realidade presente na área, vem validar o método utilizado nas avaliações ambientais.

## **CAPÍTULO 9: AVALIAÇÕES COMPLEXAS - ÁREAS CRÍTICAS**

Xavier-da-Silva; Carvalho Filho (1993) definem avaliações complexas como aquelas que apresentam como base para sua elaboração as avaliações diretas; estas, por sua vez, são executadas a partir dos dados originais presentes no inventário ambiental, conforme explicitado no capítulo anterior. Vários são os tipos de análise que podem ser elaboradas a partir das avaliações complexas, entre elas, são descritas pelos autores as seguintes: incongruências de uso, potenciais conflitantes, áreas críticas e impactos ambientais. Sabendo que as avaliações complexas apresentam como objetivo o confronto de informações geradas nas avaliações diretas, os exemplos citados pelos autores vão variar segundo os tipos de informações confrontadas.

Foram denominadas incongruências de uso, as avaliações que confrontam a utilização da terra da área em estudo, através das informações contidas no mapa de cobertura e uso do solo, com os de aptidão, gerados nas avaliações de potenciais ambientais. Com entrecruzamento destes mapas, é possível verificar quais são as áreas cujos potenciais estão sendo desprezados face a utilização da área para um outro fim (por exemplo: área de preservação x potencial turístico). Já com o cruzamento entre os vários mapas de potenciais de um determinado local, é possível verificar áreas com mais de um potencial, podendo ser estes conflitantes ou não; esta avaliação é denominada de potenciais conflitantes (por exemplo: potencial agrícola x potencial turístico). A partir do confronto do mapa de uso do solo com o mapa de risco é gerado o mapa contendo as áreas críticas, a partir desta avaliação é possível identificar áreas de conflito entre o uso e os riscos que existentes na área e que podem ameaçar o modo de utilização da terra (por exemplo: uso urbano x risco de enchentes). Por fim, impactos ambientais são definidos a partir do confronto de um processo impactante (favelização, por exemplo) com mapas de riscos e de potenciais;

através do cruzamento destas informações, é possível se prever possíveis impactos na área e, também, caso o processo impactante se concretize, tomar decisões que possam eliminar ou minimizar os seus efeitos.

Como a área em estudo é uma unidade de conservação, interessava, neste caso, identificar os locais onde há o conflito entre preservação dos ecossistemas e os riscos de possíveis ocorrências que ameacem a existência do PNT. Desta forma, foram elaborados mapas contendo as áreas críticas da área em estudo, a partir do cruzamento dos mapas de riscos com o do limite do parque e do seu entorno. A área de entorno foi classificada em seis áreas de proximidade: 0 a 100 m, 100 a 200 m, 200 a 300 m, 300 a 400 m, 400 a 500 m e maior que 500 m.

Também foram elaborados mapas contendo outras áreas críticas identificadas a partir do confronto dos mapas de risco com o de cobertura florestal de toda área de análise. Considerou-se que as áreas com floresta ao redor do parque representam uma "cerca" de proteção, logo devem ser preservadas. Segundo a entrevista de Freire (1994), Chefe do Centro de Sensoriamento Remoto - CSR, do Instituto Brasileiro de Recurso Naturais Renováveis - IBAMA, os principais problemas das unidades de conservação "estão nas áreas de entorno, pois têm uso restrito e orientado permanentemente. Estudo e pesquisas nos limites das unidades de conservação visam à conservação para preservação natural. Pesquisas e controles nas áreas de entorno visam manter as unidades de conservação em equilíbrio".

Os mapas contendo as áreas críticas foram elaborados no módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ. Através da atribuição de pesos aos mapas e notas às classes dos mapas, é possível definir, com base no cálculo da média ponderada, a interseção, a união, a inclusão e a exclusão entre áreas, gerando um mapa com a delimitação de regiões que contenham as características definidas pelo usuário.

Abaixo estão descritos os mapas das áreas críticas aqui elaborados:

- Áreas Críticas entre Área de Preservação e Risco de Favelização;
- Áreas Críticas entre Área de Preservação e Risco de Ocupação por Residências de Alto Padrão;
- Áreas Críticas entre Área de Preservação e Risco de Desmatamentos;
- Áreas Críticas entre Área de Preservação e Risco de Deslizamentos/ Desmoronamentos;
- Áreas Críticas entre Cobertura Florestal e Risco de Favelização;
- Áreas Críticas entre Cobertura Florestal e Risco de Ocupação por Residências de Alto Padrão;
- Áreas Críticas entre Cobertura Florestal e Risco de Desmatamento;

### **9.1. Áreas Críticas: Risco de Favelização X Área de Preservação**

A elaboração do mapa contendo as áreas críticas contou com a participação do mapa com os limites do PNT e o mapa de risco de favelização, este último produzido a partir das avaliações diretas conforme explicitado no capítulo anterior.

Ao se analisar o mapa de áreas críticas, observa-se que mais de 80% da área do PNT apresentam um baixíssimo a baixo risco de favelização; por sua vez, menos de 4% estão sob um risco altíssimo a alto e são, obviamente, merecedores de atenções especiais (Tabela 9.1). Estes números são reflexos das divisas do parque. Estas foram demarcadas, segundo Scheiner (1976), seguindo os preceitos técnicos conservacionistas. Desta forma, áreas consideradas irrecuperáveis pelos técnicos foram excluídas, permanecendo aquelas com vegetação bem preservada e, de certa forma, mais afastadas do uso urbano. Este critério utilizado na demarcação fez com que em alguns pontos do parque as linhas divisórias alcançassem a cota dos 600 m. Assim, apesar do

Maciço da Tijuca ser uma área privilegiada para implantação de favelas, o risco geral destas atingir grandes extensões do PNT é muito pequeno. Há que considerar, entretanto, as pequenas áreas de altíssimo risc, como já mencionado.

O PNT representa cerca de 35% da área do Maciço da Tijuca e de seu entorno estão situadas mais de 50 favelas, inclusive a favela mais populosa da cidade encontra-se aí localizada, o complexo da Rocinha. O parque está localizado em um dos locais do maciço que sofre grande pressão da expansão da cidade. Ao se analisar a imagem de satélite - SPOT de 1991 - da cidade, verifica-se que a floresta aí localizada apresenta um situação insular, e encontra-se rodeada pela cidade que cresce por suas encostas, principalmente, as voltadas para as zonas norte e sul da cidade. Porém, como os limites do parque excluem as áreas mais degradadas, além das linhas divisórias estarem situadas em altitudes elevadas em alguns trechos a expansão das favelas para o interior do PNT é dificultada.

Mesmo assim não deve ser desprezada a área que se apresenta com riscos elevados à favelização. Os 4% de riscos elevados da área do PNT correspondem a cerca de 120 ha. Esta área está distribuída em seis manchas principais no interior do parque descritas abaixo e representadas nos mapeamentos efetuados.

**- Área Crítica nas Margens da Avenida Menezes Cortes** - esta área está a cerca de 300 m de altitude, com 6 ha de extensão e não se apresenta dentro da malha urbana. As encostas aí situadas, que estão fora do parque, estão desmatadas, e a pequena mancha de alto risco apontada no interior do parque, também, está situada em um pequeno trecho de encosta desmatada. É notável que as favelas vêm se expandindo a partir dos bairros situados na zona norte para esta região, seguindo o vetor da avenida citada.

**- Área Crítica nas Encostas do Grajaú** - esta área, com 20 ha, é a mais ameaçada do parque em relação à favelização, sendo a maior mancha de

altíssimo risco no interior do PNT. A favela Borda do Mato localiza-se junto aos limites desta unidade de conservação, apresentando ao seu redor encostas com floresta em bom estado de conservação. Junto a esta favela, existem outras seis que vêm se aglomerando, formando um grande complexo de favelas e ocupando extensos trechos de encosta. Com uma população, segundo IPLANRIO (1993), de mais de 10 mil habitantes em 1991, é importante ressaltar que algumas das favelas aí localizadas têm origem nas décadas de 70, o que difere da maior parte das favelas que se situam no maciço e que surgiram entre a década de 20 e 50. Esta mancha está situada a cerca de 150 m de altitude e em área totalmente coberta por florestas. A favelização que, supostamente, poderá ocorrer na área se dará pela expansão das favelas, dada a inexistência de estradas e outros vetores de expansão.

- **Área Crítica nas Encostas da Tijuca** - esta mancha, com 23 ha, encontra-se situada na área de influência da favela da Coréia, próxima aos limites do parque, a uma altitude que varia de 100 m a 400 m. A favela é de pequena extensão e, segundo o IPLANRIO (1993), apresentava apenas 131 habitantes em 1991. A pequena área ocupada pela favela pode estar relacionada a proximidade das linhas de transmissão, inibindo a sua expansão. 70% da área da mancha estão cobertas por florestas. Também, neste caso, a favelização tenderá ocorrer por expansão da favela.

- **Área Crítica nas Encostas da Tijuca e Rio Comprido** - uma grande mancha, com 25 ha, está localizada nas encostas do maciço próxima a favela do Sumaré e a um complexo formado por mais 6 favelas, que vem se aglomerando e que apresenta uma população de mais de 9 mil habitantes em 1991 (IPLANRIO, 1993). Esta mancha estende-se até as proximidades da entrada do Túnel Rebouças, onde são encontradas quatro outras favelas de pequena extensão, com uma população de cerca de 2,5 mil habitantes (IPLANRIO, 1993). Deve-se ressaltar que três das favelas aqui citadas, foram implantadas na década de 70 e

80. A altitude da mancha varia de 200 m a 450 m e mais de 60% dela encontram-se cobertas por floresta. A presença da estrada no interior da mancha pode se transformar-se em um vetor de expansão para favelização.

- **Área Crítica no Cosme Velho** - esta área, com 32 ha, está localizada próxima às favelas do Guararapes, Vila Cândido e Vila da Imaculada Conceição, com uma população de cerca de 2,2 mil habitantes em 1991 (IPLANRIO, 1993). Apesar destas estarem muito próximas aos limites do parque, não ocorreu a demarcação de altíssimo risco, devido às proximidades de residências de alto padrão. Há presença de estradas que podem se constituir em vetores de expansão. Os limites do PNT nesta área encontram-se junto a uma área densamente ocupada. A altitude da mancha está entre 200 a 350 m e 65% da área encontram-se coberta por florestas.

- **Área Crítica no Horto** - a estrada Dona Castorina apresenta-se como um vetor para implantação das favelas. No local, fora dos limites do PNT, há uma favela de pequena extensão - Rua Modesto Brocós, com 22 habitantes em 1991 (IPLANRIO, 1993). Esta mancha está localizada em encostas cobertas por vegetação em bom estado de conservação e em declividades mais suaves que às manchas anteriores. Este fato aliado a presença das estradas podem ter sido as variáveis responsáveis pela demarcação desta mancha como alto risco. A mancha apresenta uma altitude que varia de 100 a 200 m e com uma área de 28 ha.

Como pode se verificar na descrição acima, as manchas de alto e altíssimo riscos que estão no interior do PNT ocorrem em baixas altitudes, alcançando, no máximo, a cota de 450 m. Desta forma, estas manchas estão presentes nos locais onde os limites do parque estão em altitudes mais baixas. Nos trechos do parque com os limites estão altitudes elevadas, estas manchas não estão presentes, como pode ser verificado nas encostas voltadas para o oeste do setor A do parque, onde as divisas estão situadas a cerca de 600 m de altitude.

Outro ponto comum nestas manchas é a proximidade com as favelas. A presença de favelas próximas aos limites do parque geram as classes de risco mais elevados no interior desta unidade de conservação. Porém, quando as favelas estão mais distantes, mas há presença de estradas, ou de áreas desmatadas ou, ainda, encostas menos íngremes, sempre em altitudes baixas, as manchas estão presentes.

Por fim, deve-se destacar que algumas áreas críticas estão próximas a favelas implantadas na década de 70 e 80, sendo que a predominância na área de estudo é de favelas surgidas nas décadas anteriores. Este dado é interessante, pois as áreas de riscos elevados podem corresponder às áreas de expansão destas.

Deve ser ressaltada uma área do PNT que apresentou um baixíssimo risco de favelização, apesar de estar situada nas proximidades do complexo de favelas da Rocinha, complexo que vem apresentando expansão nas últimas décadas, inclusive em direção a áreas florestadas. Alguns pontos devem ser destacados quanto a este resultado.

Primeiro ponto é a presença de afloramentos nos limites do PNT, o que representa um fator natural de impedimento à expansão das favelas para o interior do parque. Um outro é a presença da categoria de uso do solo denominada residências de alto padrão próxima à Rocinha, sendo esta categoria de uso do solo considerada inibidora da favelização nas classes de proximidade de 200 m deste tipo de residências. Por fim, os trechos de encostas com baixo risco aí localizados estão direcionados para o sul e em altitudes superiores a 350 m, e sendo que estas características receberam notas com menor valor, respectivamente, nos mapas de altimetria e orientação de vertentes.

Em relação a área de entorno do PNT, observa-se que quanto maior a distância do parque, maior o risco de favelização. Enquanto na área de proximidade de 100 m do parque, a área de risco altíssimo e alto representam

cerca de 15% da área de risco, este número é de 33% para área de proximidade acima de 500 m. Por outro lado, a classe de baixíssimo risco que representa apenas 28% da área de proximidade de 100 m do parque, no interior do PNT, este número cresce para 43%. Isto ocorre porque as áreas mais distantes estão em baixas altitudes e, desta forma, próximas e, inclusive, fazendo parte da malha urbana. Estes números estão expostos na tabela abaixo:

		ÁREAS DE PROXIMIDADE DO PNT				
	PNT	0-100 m	100-200m	200-300m	300-500m	> 500 m
<b>Baixíssimo</b>	42,7%	28,1%	21,9%	17,0%	12,2%	10,3%
<b>Baixo</b>	37,9%	31,2%	28,6%	30,3%	28,7%	26,9%
<b>Médio</b>	15,2%	25,5%	29,9%	27,6%	27,1%	29,8%
<b>Alto</b>	3,6%	10,9%	11,8%	15,5%	22,0%	19,4%
<b>Altíssimo</b>	0,5%	4,2%	7,7%	9,6%	9,9%	13,5%

**Tabela 9.1 - Áreas críticas de favelização segundo distância ao PNT.**

A localização precisa das áreas com maiores risco de favelização é de extrema importância para preservação da unidade de conservação. Desta forma, na gestão da unidade, os esforços são dispendidos em setores que, realmente, necessitam de um maior controle e fiscalização.

A preservação da área de entorno de uma unidade de conservação é uma garantia de preservação da própria unidade, ou seja, preservar o entorno é garantir a preservação da unidade, principalmente, quando no caso do PNT. Os dados coletados e as informações até aqui produzidas comprovam este fato: os riscos de favelização no parque estão, justamente, nos seus limites. Por este motivo, resolveu-se elaborar um mapa contendo as áreas críticas produzidas a partir do confronto entre os mapas de risco de favelização e o de cobertura florestal. Considerou-se que a área em torno ao parque, que garantiria a preservação da unidade, não deveria ter nenhuma atividade humana e, principalmente, apresentar cobertura florestal.

A análise do mapa de uso do solo demonstra que a área de cobertura florestal diminui ao se afastar para o exterior dos limites do PNT. Enquanto na área de proximidade de 100 m do parque, as florestas correspondem a 70% de toda área, nos locais com mais de 500 m de distância do PNT, este número é de 29% (Tabela 9.4).

Por sua vez, a área com cobertura florestal que apresenta um altíssimo e um alto risco de favelização aumenta conforme se distancia do PNT. Na área de proximidade de 100 m do parque, 7% da área com floresta estão sob um risco altíssimo e alto, enquanto na área de 500 m, este número é de 11%. Já no interior do parque, 3% da área com floresta estão sob forte pressão de favelização. Em termos de área absoluta, cerca de 417 ha de floresta ao redor do parque estão sob forte ameaça de desaparecerem, face ao avanço da favelização. Para área interior ao PNT, este número é cerca de 110 ha.

Das áreas que sofrem grande pressão de favelização no entorno do PNT, merece destaque a que está situada na Estrada de Furnas, no vale do Rio Cachoeira. Por apresentar condições naturais apropriadas para favelização - baixas altitudes, proximidade de estradas e encostas com gradientes pouco acentuados - este local apresenta a uma forte pressão de ocupação. Várias favelas já se encontram aí situadas, como Mata Machado, Agrícola, Furnas e Fazenda. A expansão da favelização nesta região pode trazer sérios prejuízos ao parque, pois se situa entre os seus três setores.

## **9.2. Áreas Críticas: Risco de Ocupação por Residências de Alto Padrão x Áreas de Preservação**

Para elaboração deste mapa de áreas críticas foram utilizados os mapas de risco de ocupação por residências de alto padrão e dos limites do PNT. O primeiro produzido pelas avaliações diretas, conforme descrito no capítulo anterior.

Apenas 1% da área do parque está sob alto risco de ocupação por residências de alto padrão. Isto ocorre devido às condições legais da área em estudo, pois, além de só ser permitida a utilização de um Parque Nacional para fins de preservação, educação ambiental e pesquisa, as terras devem ser de propriedade da União. Um outro fato é a proibição da construção de edificações acima da cota de 100 m, segundo o Decreto nº 322/76, que aprova o Regulamento do Zoneamento do Município do Rio de Janeiro. Desta forma, a construção de qualquer edificação que não seja para os objetivos acima citados é proibida no PNT e na sua área de entorno acima de 100 m de altitude.

A validade na elaboração do mapa de áreas críticas de residências de alto padrão se deve a identificação das áreas de grande valor imobiliário que sofrem grande pressão antrópica, bem como das áreas que já poderiam estar ocupadas, caso estes mecanismos legais não estivessem vigentes.

Três manchas de áreas críticas de alto risco estão presentes no interior do parque: nas margens da Av. Edson Passos, no Horto e na Gávea Pequena, representando 1% da área do parque. Estas se localizam próximas às residências de alto padrão e às estradas e em altitudes que variam de 100 a 400 m, junto aos limites do PNT.

Cerca de 87% da área do PNT apresentam um baixíssimo a baixo risco de ocupação por residências de alto padrão. O restante da área possui médio risco, representando 12% do parque, estando distribuídas em pequenas manchas em encostas direcionadas, predominantemente, para o sul. Estas manchas estão próximas às estradas e às residências de alto padrão, em altitudes que variam de 150 a 500 m.

Verifica-se que as áreas mais protegidas são aquelas localizadas no interior do parque, como também pode ser observado para áreas críticas de favelização. Outro ponto que merece ser destacado, mais uma vez, é que as

áreas próximas aos limites do PNT que se encontram em altitudes mais elevadas estão menos ameaçadas.

Em relação à área de entorno ao parque, verifica-se que o risco de ocupação por residências de alto padrão se eleva conforme aumenta a distância ao PNT. Na classe de proximidade de 0 a 100 m, a presença de altíssimo e alto risco corresponde a 22% da área, para classe de proximidade de 300 a 500 m, este número é de 47%, ou seja, quase a metade da área apresenta um altíssimo a alto risco de ocupação por este tipo de residências (Tabela 9.2). Deve-se destacar que isto ocorre, principalmente, pela questão da altitude. Os locais mais distantes dos limites do parque apresentam uma altitude mais baixa e estão próximos a malha urbana da cidade.'

		ÁREAS DE PROXIMIDADE DO PNT				
	PNT	0-100 m	100-200 m	200-300m	300-500m	> 500 m
<b>Baixíssimo</b>	59%	25%	22%	22%	13%	10%
<b>Baixo</b>	27%	23%	23%	25%	19%	21%
<b>Médio</b>	12%	30%	28%	28%	20%	37%
<b>Alto</b>	1%	20%	23%	19%	9%	27%
<b>Altíssimo</b>	-	2%	3%	5%	38%	5%

**Tabela 9.2 - Áreas críticas de residências de alto padrão segundo distância ao PNT.**

Os locais do entorno do PNT que se encontram sob maior risco de ocupação por residências de alto padrão são:

- Gávea Pequena;
- sopé da Pedra da Gávea, até os limites do PNT;
- Estrada das Canoas;
- Rua Pacheco Leão;
- sopé do Corcovado, até os limites do parque;
- Av. Edison Passos; e
- Av. Menezes Cortes.

A ocupação destas áreas críticas acarretaria a retirada de vegetação, que se apresenta com papel fundamental para proteção do próprio parque. O confronto dos mapas de cobertura florestal com risco de ocupação por residências demonstra que cerca de 19% da classe de proximidade de 100 m do parque correspondem à classe de altíssimo e alto risco de ocupação, enquanto que para a distância maior que 500 m, este número é de 12%. Concluindo, cerca de 860 ha de mata estão em classes de altíssimo e alto risco de ocupação por residências de alto padrão em toda área de análise, o que representa 10% da área de total de todas classes de risco. Desta forma, caso não existissem os impedimentos legais que proíbem a construção acima da cota de 100 m e, também, da presença de algumas unidades de conservação na de estudo, esta extensão com florestas já poderia ter sido desmatada.

### **9.3 Áreas Críticas: Risco de Desmatamento x Área de Preservação**

Como já foi mencionado anteriormente, há dois tipos de desmatamentos no Maciço da Tijuca; um que ocorreu entre os séculos XVII e XIX, fruto da atividade agrícola e, também, da retirada de lenha e de madeira. Estes se caracterizam por grandes manchas, principalmente, situadas nas encostas voltadas para o norte.

O outro tipo de desmatamento refere-se aos mais recentes, que tem como origem, principalmente, os incêndios e os movimentos de massa, e se caracterizam por pequenas manchas no interior da mata. Segundo Oliveira (1992), nas vertentes norte, a periodicidade dos incêndios é quase anual e, a continuar a presente situação, pode-se prever para um futuro muito próximo o desaparecimento das matas nestas vertentes, restando apenas pequenas manchas localizadas nos principais talvegues. Os desmatamentos, fruto diretamente da atividade humana, são ocupados por construções, logo não são demarcados como áreas desmatadas.

Um outro ponto que deve ser ressaltado é que as áreas de baixíssimo risco de desmatamento correspondem aquelas citadas em bibliografia, entre elas Scheiner (1979), FEEMA (1985) e IBDF (1979), como as áreas do PNT que apresentam floresta mais preservada. Isto pode demonstrar que a preservação destas pode ter se dado por estas estarem situadas em locais distantes e pouco acessíveis para o desenvolvimento de atividades.

As áreas com maior risco de desmatamento no PNT estão próximas aos seus limites e representam cerca de 12% da área do parque, ou seja, 400 ha de floresta. Estas áreas estão localizadas, predominantemente, próximas às favelas presentes nas vertentes norte do maciço. São elas:

1. as duas entrada para Setor A (Floresta da Tijuca);
2. encosta próxima às favelas situadas no bairro do Grajaú;
3. entrada para o Setor B (Serra da Carioca) pela Estrada do Redentor;
4. encosta próxima à Favela da Formiga;
5. trecho compreendido entre a Favela do Salgueiro e a Santa Marta;
6. vertentes próximas ao Horto; e
7. Setor C do PNT (Pedra Bonita e Pedra da Gávea) em torno dos desmatamentos já existentes.

O Setor B, por apresentar, em alguns trechos, uma pequena extensão na direção norte-sul do PNT e estes trechos estarem situados em pontos de grande pressão de expansão da cidade, tem aí localizadas as áreas mais críticas. Entre estas deve-se destacar a área onde está localizado o Mirante de Santa Marta. Nesta área, um trecho de encosta já encontra-se desmatado; a altitude baixa e a proximidade com a malha urbana da cidade e com algumas favelas podem levar a expansão desta mancha de desmatamento.

Outro ponto que deve ser ressaltado em relação ao Setor B, é que alguns trechos do limite norte do parque estão situados em mais altas altitudes, isto porque as manchas de desmatamentos atingem pontos mais altos das encostas,

e estes, por sua vez, foram excluídos da área do PNT, quando o parque foi delimitado. A ocupação das encostas norte, principalmente, por favelas, atinge, também, maiores altitudes. Já nas encostas sul, o limite de parque se situa em baixas altitudes e, entre o limite do parque e o uso urbano, há uma faixa de mata, que foi excluída dos limites do parque. Desta forma, nas encostas sul, o parque está mais protegido dos desmatamentos, pois há uma "cerca" de proteção formada pela própria floresta, situada entre o parque e o uso urbano. No entanto, apesar do impedimento legal de construir acima da cota de 100 m, estas áreas devem ser controladas, pois estão em locais de alto valor imobiliário, pois se situam na zona da cidade mais valorizada, além do fato das encostas apresentarem amenidades - a floresta, a paisagem, a vista para o mar e o maciço - o que estimula ainda mais a ocupação, principalmente, em um momento em que a ecologia vem sendo tão valorizada pelo mercado imobiliário.

Em relação ao Setor A (Floresta da Tijuca), este apresenta a maior extensão contínua com baixíssimo risco de desmatamentos. Estas áreas correspondem aquelas sem presença de estradas e distantes da ocupação urbana em todas as direções, podendo-se, assim, caracterizar esta como uma das mais protegidas do parque da expansão da cidade. Isto, também, ocorre porque estão aí presentes as mais altas altitudes de todo parque, inclusive, o segundo ponto mais alto da cidade, o Pico da Tijuca com 1.022 m, está aí situado nesta área.

Por fim, o Setor C (Pedrada Gávea e Pedra Bonita) apresenta uma grande mancha de desmatamento no seu interior, esta mancha corresponde a cerca de 8% da área total do setor. Segundo FEEMA; FBCN (1979) quase 89% da área deste setor ainda não haviam sido regularizados, ou seja, a propriedade das terras ainda não estava sob o domínio da União.

**ÁREAS DE PROXIMIDADE DO PNT**

	PNT	0-100 m	100-200 m	200-300m	300-500m	> 500 m
Baixíssimo	24%	2%	1%	0%	0%	0%
Baixo	40%	13%	8%	5%	3%	1%
Médio	22%	36%	31%	31%	30%	23%
Alto	10%	33%	40%	43%	41%	40%
Altíssimo	2%	16%	20%	21%	26%	36%

**Tabela 9.3 - Áreas críticas dos desmatamentos segundo distância ao PNT.**

Ao se analisar a Tabela 9.3, observa-se que o risco de desmatamento se eleva conforme aumenta a distância do PNT. Enquanto na área de proximidade de 0 a 100 m do parque, cerca de 49% da área de risco apresentam um alto a altíssimo risco, na área acima de 500 m de distância, este número é de 76%. Mesmo assim, deve-se ressaltar o elevado risco de desmatamentos nas imediações do parque, o que significa dizer que cerca de 250 ha de florestas estão ameaçadas de desaparecer na área de 100 m em torno do PNT. Considerando toda a extensão da área de entorno do parque aqui considerada, 1.700 ha de florestas estão ameaçadas. Como já foi mencionado, a área com cobertura florestal que está situada além dos limites do PNT representa uma "cerca" de proteção para esta unidade. A tabela abaixo demonstra a distribuição de terras nas áreas de proximidade do PNT, segundo a cobertura e uso do solo:

<b>ÁREAS DE PROXIMIDADE DO PNT</b>					
	<b>0-100 m</b>	<b>100-200 m</b>	<b>200-300m</b>	<b>300-500m</b>	<b>&gt; 500 m</b>
<b>Urbano</b>	2%	4%	5%	7%	10%
<b>Favela</b>	1%	2%	3%	6%	9%
<b>Residências de alto padrão</b>	3%	8%	13%	11%	8%
<b>Floresta</b>	70%	63%	52%	42%	29%
<b>Veg. degradada</b>	2%	3%	4%	6%	6%
<b>Desmatamento</b>	15%	17%	21%	25%	36%
<b>Afloramento</b>	6%	3%	1%	1%	2%

**Tabela 9.4 - Cobertura e uso do solo na área de entorno do PNT.**

Verifica-se que nas proximidades do PNT, há uma predominância de floresta, chegando a representar 70% da área de proximidade de 100 m em torno da unidade de conservação. Porém, conforme aumenta a distância do parque, a área com floresta reduz-se, e eleva-se a área com desmatamento e uso urbano. Na área de proximidade maior que 500 m, as áreas cobertas com florestas representam apenas 29% e, justamente, estas encontram-se mais ameaçadas pelo desmatamento que tem como origem a expansão urbana em direção ao maciço. A preservação da área em torno do PNT, onde ainda está presente a floresta, é de vital importância para a existência do próprio parque.

#### **9.4. Áreas Críticas: Risco de Deslizamento e Desmoronamento x Área de Preservação**

Este mapa foi elaborado a partir do entrecruzamento dos mapas de risco de deslizamento e desmoronamento com o que contém os limites do PNT.

Como pode-se observar na tabela abaixo, apenas 26% da área do parque apresentam baixíssimo a baixo risco de ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos, enquanto 41% estão sob alto e altíssimo riscos. Já para em área de entorno do parque os números são contrários, ou seja, 10% da área

estão sob um risco altíssimo a alto, enquanto 70% apresentam um baixíssimo a baixo risco.

	PNT	ÁREA DE ENTORNO
<b>Baixíssimo</b>	2%	16%
<b>Baixo</b>	24%	54%
<b>Médio</b>	33%	20%
<b>Alto</b>	27%	8%
<b>Altíssimo</b>	14%	2%

**Tabela 9.5 - Áreas críticas de deslizamentos e desmoronamentos.**

Estes números são reflexos da localização do PNT. Este parque está localizado nas áreas com as mais altas altitudes do maciço caracterizadas por apresentar os declives mais acentuados, cerca de 56% da área do PNT apresentam gradientes superiores a 47%. Outro ponto que deve ser ressaltado, é que a área onde está situada o parque é coberta por uma floresta que é resquício da vegetação que cobria grande parte do que é hoje a Cidade do Rio de Janeiro. A preservação desta mata até hoje se deve, entre outros fatores, a difícil ocupação deste trecho do maciço.

Uma outra conclusão, que se pode retirar da análise da tabela acima, é a necessidade de manter a vegetação do parque, pois apesar dos riscos elevados de deslizamentos e desmoronamentos em grande área do parque, o que tem se observado é que os grandes eventos que aí ocorreram estão associados a ocupação humana, como:

1) os eventos que ocorreram no Sumaré com os aguaceiros da década de 60, após a instalação das torres de TV, deixaram as maiores cicatrizes registradas entre os eventos aqui levantados, 7,8 ha e 3,9 ha cada;

2) o evento ocorrido com os aguaceiros que ocorreram em 1966, que iniciou-se na Estrada do Soberbo indo até Estrada das Furnas, interditando estas pistas por algum tempo e deixando uma cicatriz de 3,9 ha nas captadas por fotos aéreas do mesmo ano;

3) os eventos ocorridos em 1988 na Estrada da Vista Chinesa cujas cicatrizes apresentam 2,4 ha e 1,88 ha cada e que, segundo Silva Filho (1991) *apud* Coelho Neto (1992), estão relacionados às fugas d'água a jusante das curvaturas da estrada, ;

4) o evento ocorrido em 1988, junto a Estrada Major Archer, cuja cicatriz apresenta 1,7 ha;

5) o evento ocorrido em 1988, na trilha do Bico do Papagaio, com 1,2 ha de extensão; e

6) o evento ocorrido em 1988, na trilha do Pico da Tijuca, com 1,3 ha de extensão, sendo que a cicatriz deste evento e do anterior apresentam características semelhantes. Estas cicatrizes estão situadas a montante das respectivas trilhas se prolongam a jusante destas, com exposição do embasamento rochoso.

Estes fatos demonstram que apesar dos elevados riscos de ocorrências de deslizamentos e desmoronamentos no PNT, a floresta vem desempenhando o papel de dar suporte ao regolito. Quando há intervenção humana, ocorrem mudanças nos processos hidrológicos da encosta, aumentando os riscos naquelas áreas que já apresentam condições naturais mais propícias a ocorrências dos movimentos de massa.

Desta forma, a existência do PNT, sendo uma garantia da preservação da floresta aí presente, também, desempenha o papel de salvaguardar as encostas do maciço e, por sua vez, prevenir os impactos que poderiam ocorrer na Cidade do Rio de Janeiro sem a presença desta floresta. Entre eles, deve ser citado a maior intensidade e frequência das inundações na cidade, face ao maior volume de água que escoaria das encostas, volume antes infiltrado no solo pela presença da vegetação. O escoamento superficial mais intenso, também, traria maior quantidade de material das encostas o que entulharia os cursos d'água e a rede de escoamento d'água e esgotamento sanitário da cidade.

No Setor B (Serra da Carioca), as áreas com maior risco tendem a estar próximas a estradas e trilhas situadas em encostas de gradientes fortes. No Setor A, a tendência é semelhante, porém há um fato interessante das áreas de maiores riscos estarem distribuídas nas encostas que contornam os pontões rochosos, como o Pico da Tijuca, Bico do Papagaio e Pedra do Conde, sendo que nas áreas mais altas, onde estão localizados os pontões e os topos, o risco é menor. Por fim, no Setor C, a área com riscos elevados é de pequena extensão, isto porque 38% do setor são constituídos por afloramentos rochosos, além da presença dos topos semi-tabulares, como o da Pedra da Gávea e da Pedra Bonita, que ocupam grandes extensões.

## **CAPÍTULO 10: ZONEAMENTO**

A execução do Plano de Manejo para uma Unidade de Conservação tem como objetivo final a elaboração do zoneamento e das diretrizes e normas de manejo da unidade. O Decreto nº 84.017/79, que aprova o Regulamento dos Parques Nacionais, no seu artigo 6º, define Plano de Manejo como um "projeto dinâmico que, utilizando técnicas de planejamento ecológico, determine o Zoneamento de um Parque Nacional, caracterizando cada uma das suas zonas e propondo seu desenvolvimento físico, de acordo com suas finalidades". No seu artigo 7º, são definidas as zonas que um Parque Nacional deve apresentar no seu todo ou em parte, estando abaixo descritas:

- **Zona Intangível** - nesta zona, a primitividade deve permanecer intacta, apresentando o mais alto grau de preservação e funcionando como matriz de repovoamento das outras zonas, não sendo toleradas quaisquer alterações humanas. O objetivo básico é a preservação garantindo a evolução natural, através da proteção integral dos ecossistemas, dos recursos genéticos e do monitoramento ambiental.

- **Zona Primitiva** - local onde já tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana e que contenha espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. Representa uma zona de transição entre a Zona Intangível e a Zona de Uso Extensivo. Desta forma, apresenta como objetivo geral a preservação do ambiente natural e, ao mesmo tempo, a execução de atividades de pesquisa científica, de educação ambiental e de formas primitivas de recreação.

- **Zona de Uso Extensivo** - constituída em sua maior parte por áreas naturais, podendo apresentar alguma alteração humana. Representa uma zona de transição entre a Zona Primitiva e a Zona de Uso Intensivo. O objetivo de

manejo é a manutenção de um ambiente natural com mínimo de impacto humano, podendo oferecer acesso e facilidades para fins recreativos e educativos.

- **Zona de Uso Intensivo** - constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem. O ambiente é mantido o mais próximo possível do natural, devendo conter: centro de visitantes, museus e outras facilidades e serviços. O objetivo de manejo é possibilitar a recreação intensiva e a educação ambiental em harmonia com o meio.

- **Zona Histórico-Cultural** - local onde são encontradas manifestações históricas e culturais ou arqueológicas, que serão preservadas, estudadas, restauradas e interpretadas para o público, atendendo a pesquisa, educação e uso científico. O objetivo de manejo é o de proteger sítios históricos ou arqueológicos, em harmonia com o meio ambiente.

- **Zona de Recuperação** - locais consideravelmente alterados pelo homem. Representa uma zona provisória e, quando restaurada, deverá ser incorporada novamente em uma das zonas permanentes. A restauração deverá ser natural ou naturalmente agilizada, as espécies exóticas introduzidas deverão ser removidas. O objetivo de manejo é conter a degradação dos recursos ou restaurar a área.

- **Zona de Uso Especial** - constituída por áreas necessárias à administração, manutenção e serviços do Parque Nacional, abrangendo habitações, oficinas e outros. Esta zona deve estar localizada, preferencialmente, na periferia do parque e controlada de forma que não venha a entrar em conflito com seu caráter natural.

## 10.1 Mapas de Potenciais do PNT

De acordo com a definição das zonas e dos critérios descritos acima, foi elaborado o zoneamento do PNT. Por se tratar de um parque com características singulares, principalmente, por se situar no centro de uma metrópole, desempenha papéis diversos para a população residente na Cidade do Rio de Janeiro, que se refletem nos vários usos que aí estão presentes e na grande frequência de visitantes. Desta forma, o zoneamento levou em conta, também, estas potencialidades existentes na unidade e que não ameaçam a razão de sua existência, ou seja, a preservação dos ecossistemas.

Segundo FEEMA; FBCN (1979), a afluência de visitantes no PNT apresenta-se maior nos finais de semana e no período de férias escolares, com o pico de frequência durante o verão, sendo comum, nesta época do ano, problemas de circulação e de estacionamento nos diversos pontos de visitação. Ainda neste trabalho, os visitantes que frequentam o parque foram classificados nos seguintes tipos:

- turista estrangeiro - visita apenas os locais mais acessíveis e conhecidos, programados pelas agências de turismo. A grande maioria não tem o conhecimento de estar visitando um Parque Nacional.

- turista nacional - procede de maneira semelhante ao anterior, mas, em geral, não vem em grupos organizados por agências. Poucos têm, também, conhecimento de que estão em um Parque Nacional.

- praticante de cultos religiosos - assíduos frequentadores, principalmente, aqueles que colocam suas oferendas nos mais variados locais. Por vezes entram por dentro da mata, o que é altamente prejudicial à fauna, à flora e aos mananciais, já que pode ocasionar incêndios, envenenamento de animais, contaminação das águas etc.

- habitantes da cidade - utilizam-se da área nos fins de semana. Passeios de carro, caminhadas, piqueniques, jogos de bola e prática de corridas e ginástica são algumas das atividades praticadas por estes frequentadores.

- excursionista experimentado - frequenta, principalmente, as trilhas de difícil acesso. Normalmente, tem conhecimento de que está em um Parque Nacional e procura não comprometer excessivamente as áreas visitadas. Há uma outra categoria de excursionistas inexperientes cujo comportamento difere essencialmente dos anteriores, e que traz grandes prejuízos à infra-estrutura e aos ecossistemas locais.

- praticante de vôo livre - é um frequentador de uma área específica do parque, uma vez que aí está instalada uma rampa autorizada para saltos. Tem conhecimento de que está em um Parque Nacional, mas seu interesse é apenas motivado pela paisagem e pelas condições oferecidas para prática de vôo livre.

- cientista e estudioso - em número reduzido, geralmente, com um fim específico e com maiores informações sobre área.

- morador dentro do PNT ou de suas área limítrofes - apresenta uma grande atuação sobre os ecossistemas locais, através de abertura de novas trilhas e percorrendo-as frequentemente. Em geral, em função dos seus hábitos, passa a considerar as áreas do parque como extensões de sua residência, praticando com frequência a coleta de plantas e frutas e a caça.

A análise das informações acima permitiu que fossem identificados os potenciais existentes no PNT. Com base nestas informações e nas definições de zoneamento presentes no Regulamento dos Parques Nacionais, foram elaboradas diversas avaliações com objetivo de elaborar os mapas de potenciais, que serviram de base para o zoneamento.

Os mapas de potenciais foram elaborados no módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ e seguiram padrões semelhantes aos utilizados para elaboração dos mapas de risco. Para algumas avaliações de potenciais, a

atribuição das notas e pesos teve como objetivo fazer a interseção e a união das áreas em diversos dos mapas entrecruzados. Já na elaboração dos mapas de risco, o objetivo baseava-se na importância relativa dos mapas temáticos e de suas classes, sendo, assim, as notas e pesos foram atribuídos de acordo com a possibilidade de associação com a ocorrência do fenômeno estudado.

Foram elaborados os seguintes mapas de potenciais:

**I. Áreas para Preservação** - as áreas definidas nesta avaliação são destinadas à preservação dos ecossistemas. Desta forma devem apresentar os ecossistemas em bom estado de conservação e estar distantes dos riscos estabelecidos para o PNT, ou seja, os desmatamentos e favelização. Deve-se ressaltar que, como foi visto nos capítulos anteriores, os locais mais preservados do maciço estão diretamente relacionados a menor acessibilidade e mais distantes da malha urbana da cidade. Desta forma, para definição destas áreas foram entrecruzados os mapas contendo a cobertura florestal, risco de favelização e risco de desmatamentos. A sobreposição destes mapas teve como objetivo fazer a interseção de áreas com classes de baixíssimo e baixo riscos e da cobertura florestal, conforme está abaixo descrito.

O mapa com a cobertura florestal foi entrecruzado com os de risco de favelização e de desmatamentos. Os pesos dos mapas foram distribuídos uniformemente entre eles, valorizando-se ligeiramente o mapa de risco de desmatamento, tendo sido atribuído peso 40% a este, enquanto aos outros dois foi atribuído peso de 30%. As classes de alto e altíssimo riscos não foram indicadas para a preservação, tendo sido atribuído a elas nota nula, ou seja, nota 0. Já às classes de médio, baixo e baixíssimo riscos foram atribuídas notas elevadas, indicando-se, assim, áreas com potencial para preservação. As classes finais do mapa final do entrecruzamento foram classificadas como apresentando altíssimo, alto e médio potenciais à preservação conforme os resultados da avaliação. As áreas com resultados muito baixos, devido às notas

baixas atribuídas a classes de mais alto risco, foram consideradas sem potencial para preservação.

Como produto final desta avaliação, tem-se a delimitação das áreas que estão atualmente preservadas e, ao mesmo tempo, apresentam um baixíssimo e baixos riscos de serem atingidas. Estas áreas, desta forma, podem ser definidas como Zona Intangível ou Zona Primitiva, seguindo as definições de zoneamento de um Parque Nacional. Também foram delimitadas as áreas com grau médio de preservação, sendo estas incluídas na Zona de Uso Intensivo. Por fim, as áreas alta e altíssima possibilidades de serem atingidas pela ação antrópica foram incluídas na Zona para Recuperação.

**II. Áreas para Recuperação** - áreas que não apresentam-se com cobertura florestal em função da presença de desmatamentos e de outros usos que não correspondam a função de um parque. Estas áreas foram delimitadas a partir da união dos seguintes mapas: mapa de cobertura e uso do solo, destacando as informações das áreas desmatadas, com vegetação degradada e com favelas, e mapa com as cicatrizes dos movimentos de massa ocorridos em 1988 cuja vegetação ainda está em processo de recuperação. As áreas demarcadas compõem a Zona de Recuperação do Zoneamento do PNT.

**III. Potencial para Excursão** - aqui são definidos os locais que podem ser utilizados para a prática de caminhadas através de trilhas no interior da floresta. Para elaboração desta avaliação, foram utilizados os mapas de proximidade de trilhas e de pontos de interesse para os excursionistas, este último composto por locais que atraem este tipo de visitantes, geralmente, constituídos por acidentes naturais, como grutas, pontões e locais com vista para mar, montanha e cidade. As classes de proximidade destes dois mapas foram unidas e o resultado foi entrecruzado com os mapas de risco de deslizamentos e desmoronamentos,

porque, de acordo com os resultados da assinatura ambiental, nas áreas próximas às trilhas, há uma alta incidência de ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos.

Por fim, o mapa originário das operações acima descritas foi entrecruzado com o mapa de proximidade de favelas, pois, apesar de não terem sido coletados dados sobre a ocorrência de assaltos no PNT, estes locais são considerados como áreas de alta incidência (FEEMA; FBCN, 1979). A Estrada do Excelsior, por exemplo, situada no interior da unidade, foi fechada pela administração do parque, devido a constante ocorrência de assaltos, estando situada próxima a favelas. É comum o relato de ocorrência de assaltos por excursionistas durante as caminhadas; entre estas deve-se citar a trilha que leva a Pedra da Gávea. As favelas situadas nas vertentes do maciço facilitam o acesso de pessoas pelas trilhas situadas no interior da mata, atingindo os pontos com fluxo de visitantes. As operações obedeceram ao esquema abaixo descrito:

- o mapa de proximidade de pontos de excursão sobreposto ao mapa de proximidade de trilhas foi denominado Potencial para Excursão 1. O entrecruzamento foi elaborado através da união das áreas de proximidade de 100 m de ambos os mapas, identificando as áreas com potencial ao excursionismo;

- o mapa de Potencial para Excursão 1 sobreposto ao mapa de risco de deslizamentos e desmoronamentos foi denominado Potencial para Excursão 2. O entrecruzamento foi elaborado com a sobreposição das áreas com altíssimo e alto riscos de deslizamentos e desmoronamentos com o mapa de Potencial de Excursão 1, gerando as seguintes classes:

- i- potencial sem risco de deslizamentos/desmoronamentos

- ii- potencial com risco altíssimo/alto de deslizamentos/desmoronamentos

- iii- sem potencial

- o mapa Potencial para Excursão 2, sobreposto ao mapa de proximidade de favelas, foi denominado Potencial para Excursão 3. O entrecruzamento dos mapas foi feito através da sobreposição das classes de proximidade de favelas com o mapa de Potencial para Excursão 2, gerando as seguintes classes:

- i - potencial para excursão com risco altíssimo/alto de deslizamentos/desmoronamentos e próximo a favelas.
- ii - potencial para excursão com risco altíssimo/alto de deslizamentos/desmoronamentos e distante de favelas.
- iii - potencial para excursão com baixo risco de deslizamento/desmoronamentos e próximo a favelas.
- iv - potencial para excursão com baixo risco de deslizamentos/desmoronamentos e distante de favelas.
- v - sem potencial.

As áreas delimitadas nesta avaliação podem compor a Zona de Uso Extensivo prevista no Regulamento dos Parques Nacionais. As classes que apresentam potencial, mas estão próximas a favelas ou possuem altíssimo/alto risco de deslizamentos e desmoronamentos, não devem ser desconsideradas para o utilização para caminhadas, porém medidas específicas devem ser adotadas que visem a minimização dos problemas de segurança a elas obviamente associados.

**IV. Potencial para Atividade Turística** - nesta avaliação foram delimitadas áreas que apresentam potencial para o turismo, sendo esta atividade caracterizada como aquela destinada a grupo específico de visitantes, composto por turistas nacionais e estrangeiros, que permanecem por poucas horas no interior do parque. Esta atividade demanda uma boa acessibilidade e a presença de pontos atrativos; desta forma foram utilizados os mapas de proximidade de estradas e de pontos turísticos. O produto da união destes mapas foi

entrecruzado com o mapa de proximidade de favelas, locais com a presença, supostamente, de maior incidência de assaltos.

- O mapa de proximidade de pontos de turismo sobreposto ao mapa de proximidade de estradas foi denominado Potencial Turístico 1. O entrecruzamento foi feito através da interseção das áreas de proximidade de 200 m de ambos os mapas.

- O mapa de Potencial Turístico 1 sobreposto ao mapa de proximidade de favelas foi denominado Potencial Turístico 2. O entrecruzamento foi feito através da sobreposição do mapa de proximidade de favelas com o mapa Potencial Turístico 2, gerando as seguintes classes:

- i - potencial para o turismo próximo a favelas.
- ii - potencial para o turismo distante de favelas.

As áreas delimitadas com potencial para atividade turística podem compor a Zona de Uso Intensivo, prevista no Regulamento dos Parques Nacionais. Estas áreas, além de apresentarem um grande fluxo de visitantes, principalmente, por aí estarem situados os principais pontos turísticos da Cidade do Rio de Janeiro, como a Estátua do Cristo Redentor, já apresentam-se alteradas, preenchendo os requisitos para a inclusão nesta categoria de zoneamento. As áreas potenciais próximas às favelas não devem ser desconsideradas para atividade turística, mas medidas que eliminem ou minimizem o problema de segurança pessoal dos turistas devem ser adotadas.

**V. Potencial para Recreação** - estas áreas recebem os moradores da própria cidade, que passam um longo período do dia no interior do parque, desenvolvendo diversas atividades, entre elas, a prática de ginástica, corrida, caminhadas, jogos de bola, piqueniques, lazer para crianças etc. Devem apresentar, desta forma, uma boa acessibilidade e locais para a realização das atividades, como mesas, churrasqueiras, banheiros, áreas gramadas, entre outros.

Para delimitação destes locais, foram utilizados os mapas de proximidade de estradas e de proximidade de pontos de recreação. O resultado do cruzamento destes mapas foi sobreposto ao mapa de proximidade de favelas, conforme observa-se abaixo:

- mapa de proximidade de estradas sobreposto ao mapa de proximidade de pontos de recreação foi denominado Potencial para Recreação 1. O entrecruzamento foi feito através da união das classes de proximidade de 200 m de ambos os mapas;

- mapa de Potencial para Recreação 1 sobreposto ao mapa de proximidade de favelas foi denominado mapa de Potencial para Recreação 2. O entrecruzamento foi elaborado através da sobreposição das classes do mapa de proximidade de favelas de 500 m no potencial 1, gerando as seguintes classes:

- i - potencial para recreação próximo a favelas.
- ii - potencial para recreação distante de favelas.

As áreas com potencial para recreação podem ser incluídas na Zona de Uso Intensivo segundo o Regulamento dos Parques Nacionais. As alterações existentes nestes locais e a grande frequência de visitantes são características que as colocam nesta categoria.

**VI. Potencial para Desenvolvimento de Projetos de Educação Ambiental** - uma das funções de um Parque Nacional, segundo o seu regulamento, é a educação ambiental. A princípio, qualquer local no interior do parque pode comportar este tipo de atividade: estradas, trilhas, áreas de recreação, pontos turísticos etc. Da mesma forma, existe uma variedade de possibilidades para execução destes projetos, porém os que estão sendo aqui estudados referem-se aqueles baseados na alocação de infra-estrutura, como sinalizações, placas interpretativas etc.

Considerou-se que o sucesso destes projetos depende da boa acessibilidade, o que faz com que um grande público seja atingido, e da presença de alguma atração histórica ou natural que motive o interesse do visitante. Desta forma, os locais onde o desenvolvimento de projetos de educação surtiriam em resultados mais eficientes seriam aqueles próximos às estradas e aos pontos históricos e excursionistas. No caminho aos locais contendo os pontos de atração, onde o acesso não se faz através de estradas, poderiam ser implementadas as trilhas interpretativas, isto faz com que o visitante tenha um maior contato com a natureza e, ao mesmo tempo, seja despertado para observar a paisagem e obtenha o conhecimento sobre ela.

Foram utilizados os mapas de proximidade de estradas, de pontos históricos, de interesse para excursionistas, de trilhas e de favelas. Este último foi utilizado pelos mesmos motivos já considerados em ítems anteriores. O entrecruzamento foi elaborado da seguinte forma:

- mapa de proximidade de pontos históricos e de pontos de interesses para excursionistas sobreposto ao mapa de proximidade de estradas, que foi denominado mapa de Potencial para Desenvolvimento de Projetos de Educação Ambiental 1. O entrecruzamento foi feito através da interseção das classes de 100 m de proximidade dos mapas citados;

- mapa de Potencial 1 sobreposto ao mapa de proximidade de trilhas foi denominado mapa de Potencial para Desenvolvimento de Projetos 2. O entrecruzamento foi feito através da sobreposição das áreas de proximidade de trilhas no mapa Potencial 1;

- mapa Potencial 2 sobreposto mapa de proximidade de favelas, foi denominado mapa de Potencial para Desenvolvimento de Projetos 3. O entrecruzamento foi elaborado através da sobreposição das áreas de proximidade de favelas no mapa Potencial 2, gerando as seguintes classes:

- i - potencial para desenvolvimento de projetos de educação ambiental com trilhas interpretativas.
- ii - potencial para desenvolvimento de projetos de educação ambiental.

As áreas delimitadas nesta avaliação podem ser incluídas na Zona se Uso Intensivo. As áreas próximas às favelas foram consideradas sem potencial, devido aos investimentos que devem ser efetuados para implantação destes projetos, sendo que estes não devem correr risco de serem desestimulados face a eventuais problemas de segurança.

## **10.2 Zoneamento do PNT**

O zoneamento do PNT foi definido através da sobreposição dos mapas potenciais aqui explicitados e segundo os critérios a seguir expostos:

- o mapa com as áreas para preservação foi entrecruzado com o mapa de potencial ao excursionismo, sendo que as áreas definidas como potenciais neste último mapa prevaleceram sobre as áreas indicadas para preservação. Considerou-se que as áreas com potencial para excursão já possuíam características que atraíam visitantes para a área, sendo difícil a concretização de uma completa proibição, caso se estabelecesse que as áreas para preservação prevaleceriam sobre estas. Logo nas áreas onde há coincidência dos dois potenciais, normas de manejo específicas devem ser aplicadas como vistas a conciliar os potenciais;

- o resultado do entrecruzamento acima foi sobreposto ao mapa de potencial ao turismo. As áreas com potencial turístico prevaleceram sobre as outras definidas no entrecruzamento anterior. Deve-se elaborar normas de manejo específicas para as áreas com coincidência de potenciais; e

- ao resultado do entrecruzamento acima exposto foram sobrepostas as áreas indicadas para recuperação, histórico-culturais e com uso especial, já que a utilização destas áreas tem prioridade sobre todos os outros potenciais.

O zoneamento final apresentou-se da seguinte forma:

- **Zona Primitiva** - composta pelas áreas com alto e altíssimo potenciais à preservação, delimitadas conforme explicitado anteriormente no item de áreas indicadas para preservação. Como no PNT não há nenhuma área onde a primitividade da natureza se mantém intacta, a Zona Intangível, assim definida no Regulamento dos Parques Nacionais (Decreto nº 84.017/79), não foi delimitada. Este regulamento prevê que o parque pode ou não conter todas as zonas nele descritas.

Pelo fato do Maciço da Tijuca ser uma área muito alterada pela atividade humana ocorrida durante toda história de ocupação da Cidade do Rio de Janeiro, a Zona Primitiva apresenta um papel destacado na preservação dos ecossistemas aí existentes e que apresentam-se pouco alterados. Esta zona funciona como matriz de repovoamento de outras zonas, desta forma as atividades humanas devem ser mantidas a nível mínimo ou, se possível, serem eliminadas.

A área constituída pela Zona Primitiva representa cerca de 25% do PNT. No Setor A (Floresta da Tijuca), está localizada nas altitudes mais elevadas, sendo recortada pela Zona Extensiva, nos locais onde as trilhas estão presentes. Deve-se ressaltar que o uso destas trilhas deve ser ao máximo desestimulado, pois, além de estar no interior de uma das áreas mais preservadas do PNT, o seu uso constante vem acelerando os processos erosivos, com ocorrência de ravinamentos e até de deslizamentos e desmoronamentos. No entanto, as trilhas incluídas nesta área são as mais procuradas do PNT, devido a presença de monumentos naturais, como as grutas, os picos e os mirantes naturais da cidade e do litoral, o que incentiva práticas como o montanhismo e o alpinismo; entre

estes locais deve-se destacar o Pico da Tijuca e o Bico do Papagaio. Para conciliar o interesse dos visitantes com a necessidade de proteção ambiental desta Zona Primitiva, fiscalização ou mesma vigilância e educação ambiental dos visitantes deve ser objeto de atenções especiais pela administração do PNT. Por fim, deve-se destacar que esta área proposta como Zona Primitiva também o foi no Zoneamento do PNT elaborado em 1979.

No Setor B (Serra da Carioca), a Zona Primitiva está localizada também nas altitudes mais elevadas e sem a presença de trilhas; entre as áreas, deve-se destacar a Floresta da Gávea Pequena e a Mata do Pai Ricardo. Esta última área também foi proposta como Zona Primitiva no Zoneamento elaborado para o PNT em 1979.

Por fim, o Setor C (Pedra da Gávea) a Zona Primitiva está presente nos afloramentos rochosos, já que este constitui grande parte da área deste setor.

- **Zona de Uso Extensivo** - esta zona é constituída pelas áreas com potencial para atividades relacionadas ao excursionismo. Conforme consta no Regulamento dos Parques Nacionais, nesta categoria de zoneamento o impacto humano deve ser mínimo, sendo objetivo de manejo a manutenção de um ambiente natural. Esta categoria de zoneamento foi demarcada a partir do mapa de potencial ao excursionismo e, também, do mapa com indicação de áreas para preservação. Neste último, foram consideradas na categoria de zona de uso extensivo as áreas que apresentam uma indicação média a preservação.

A caminhada por trilhas no interior da mata é a principal atividade que aí pode ser desenvolvida. Devem-se ser evitadas as trilhas que estão localizadas em áreas com altíssimo e alto risco de deslizamentos e desmoronamentos, através da proibição total da utilização ou da limitação do número de excursionistas, principalmente, naquelas mais utilizadas, como as que levam ao Pico da Tijuca e ao Bico do Papagaio.

Nos finais de semana, principalmente, no período de férias, nesses caminhos são formadas verdadeiras "procissões". O mais indicado para duas trilhas citadas seria o fechamento por completo do trânsito de pessoas, para que pudessem ser recuperadas, pois o uso intensivo vem abrindo grandes ravinações. Este fato ocorre, principalmente, pelo fato dos excursionistas não seguirem a trilha original, que obedece as curvas de nível, e abrirem atalhos entre as curvas. Em alguns trechos do caminho, já é difícil identificar a verdadeira trilha, pois já se encontra tomada pelo mato, por outro lado, os atalhos apresentam-se como grandes ravinas, evoluindo para um voçorocamento. Desta forma, campanhas de esclarecimento aos excursionistas para que obedçam a trilha original é uma medida imprescindível. A implementação de trilhas interpretativas, destacando os processos erosivos originários de má utilização do caminho, é uma opção.

Conforme pode ser observado no mapa do zoneamento, foram demarcadas áreas nesta zona que se mostram com grande potencial ao desenvolvimento de projetos de educação ambiental. Esta categoria de zoneamento também prevê a utilização da área para fins educativos.

A área proposta como Zona de Uso Extensivo corresponde a 30% da área do PNT. No Setor A (Floresta da Tijuca) do PNT, esta zona está associada à presença das trilhas, já no Setor B (Serra da Carioca) refere-se às áreas que apresentam média indicação para preservação.

- **Zona de Uso Intensivo** - nesta zona, foram incluídas as áreas com potencial para turismo e recreação. Conforme descrito no Regulamento dos Parques Nacionais, nesta categoria de zoneamento o objetivo é facilitar a recreação intensiva e a educação ambiental, em harmonia com o meio. Nos trechos de áreas próximos a favelas, medidas de segurança devem ser adotadas.

Foram também demarcadas, no interior desta zona, as áreas com potencial para o desenvolvimento de projetos em educação ambiental. Deve-se destacar que estas áreas são locais de excelência para o desenvolvimento dos projetos, devido ao fluxo de visitantes a estes locais. Com a implementação destes projetos, é criada mais uma opção de lazer para os visitantes.

A área constituída pela Zona de Uso Intensivo corresponde a 20% do PNT. Toda esta área está incluída nas áreas de 200 m de proximidades das estradas que atravessam o PNT.

- **Zona Histórico-Cultural** - no Regulamento dos Parques Nacionais, há uma categoria de zoneamento denominada Zona Histórico-Cultural; esta zona deve atender a objetivos de pesquisa e educação ambiental, além da necessidade de sua preservação.

No PNT, há diversos locais que podem ser incluídos nesta categoria. Alguns se relacionam à ocupação do maciço pela atividade cafeeira, com a presença de construções que faziam parte das antigas fazendas de café e, mais tarde, transformadas em chácaras onde passaram a residir importantes cavalheiros da Corte (Scheiner, 1976). Atualmente, estas construções são propriedades particulares ou foram transformadas em locais de turismo. São exemplos: a Capela Mayrink; antigo prédio da residência do Barão do Bom Retiro, "A Solidão"; antigo prédio da residência dos Midosi, onde se encontra o restaurante "Os Esquilos"; antiga senzala da fazenda do Major Archer, onde está instalado o restaurante "A Floresta"; ruínas, como as da Vila Rica, da Açude, da Casa do Colono, entre outras. Estas ruínas apresentam um grande valor arqueológico e histórico, inclusive as Ruínas da Vila Rica foram objeto de pesquisas desenvolvidas pela Fundação Brasileira para Conservação da Natureza - FBCN. Nestas ruínas foram localizados terreiro de café, roda de moenda, senzala e caixa d'água, além de terem sido encontrados objetos de metal, cerâmica e vidro

que permitem reconstituir a vida cotidiana de uma típica fazenda carioca do ciclo cafeeiro (Cezar, 1992). As pesquisas realizadas pela FBCN já catalogaram mais de 130 eventos de interesse histórico, alguns datados de até 200 anos.

Os pontos histórico-culturais foram incluídos como atrativos para o desenvolvimento de projetos de educação ambiental. O conhecimento por parte do público da história de ocupação do Maciço da Tijuca é o saber da história de sua cidade, além de ser um grande incentivo a preservação do PNT.

Os locais que compõem a Zona Histórico-Cultural foram sobrepostos ao mapa resultante da sobreposição da Zona Primitiva, Zona de Uso Extensivo e Zona de Uso Intensivo. A preservação destes locais de valor histórico-cultural tem prioridade sobre qualquer outra atividade especificada nestas zonas.

A área proposta como Zona Histórico-Cultural corresponde a 2% da área do PNT, tendo sido delimitada com base na área de proximidade de até 100 m em torno dos locais históricos.

- **Zona de Uso Especial** - esta categoria de zoneamento está especificada no Regulamento dos Parques Nacionais. Segundo a definição aí contida, devem ser incluídos nesta zona os locais necessários a administração, manutenção e serviços do parque.

A área aqui proposta como Zona Especial-Loações Administrativas representa 1% do PNT, correspondendo a uma área de 100 m em torno das locações aí existentes e que são utilizadas para este fim; são exemplos os oito portões de acesso ao parque onde estão construídas guaritas e uma construção histórica (Casa do Visc. do Bom Retiro), usada para administração.

O PNT, por se tratar de um parque com a especificidade de estar localizado em uma metrópole, apresenta usos que não estão previstos em unidades de conservação de uso mais restritivo, como é o caso de outros parques nacionais. Algumas das atividades presentes no PNT, inclusive, agridem o objetivo principal

de existência de um parque - a preservação dos ecossistemas. Entre estas atividades, deve-se ressaltar a presença de torres de transmissão de rádio e TV, da torre da EMBRATEL e das linhas de transmissão de energia. Outras construções aí existentes são o heliporto e a plataforma de vôo livre; o primeiro vem sendo utilizado como plataforma de vôo de helicóptero para passeios turísticos sobre a cidade. Estes locais foram inseridos na Zona de Uso Especial, conforme foi feito, também, no Zoneamento do Plano de Manejo de 1979.

A área constituída pela Zona Especial-Loações de Serviços a Terceiros, onde estão presentes as construções acima citadas, representa 7% do PNT. Nesta zona estão incluídas as áreas de proximidade de 100 m em torno destas locações.

Cabe a administração do parque fiscalizar constantemente estas áreas, com objetivo de verificar se estas estão sendo utilizadas de modo adequado e, desta forma, eliminar completamente ou, então, minimizar, as possíveis agressões aos ecossistemas do PNT.

**- Zona de Recuperação** - nesta zona, foram incluídos os locais delimitados na avaliação, descrita anteriormente, de áreas para recuperação. Estas são compostas por áreas que já foram atingidas diretamente pela ação antrópica, como as áreas desmatadas, com vegetação degradada e ocupadas por uso urbano e, também, as áreas atingidas por deslizamentos e desmoronamentos ocorridos em 1988. Como este objetivo da zona tem prioridade sobre qualquer outra atividade prevista no parque, ela foi sobreposta a todas as outras zonas.

As áreas acima citadas foram incluídas nesta zona, sendo esta denominada como Zona de Recuperação- Áreas já Atingidas. A área desta categoria representa 6% da área total do PNT. A administração do parque deve encarar a Zona de Recuperação com prioridade absoluta. Para aí devem ser alocados esforços e recursos com objetivo de recuperar os ecossistemas que já se

encontram alterados, através, por exemplo, de programas de reflorestamento e, em alguns casos específicos, retirada das construções alheias ao parque.

Devido a localização do PNT ser no interior de uma metrópole nacional, há determinadas áreas do parque que encontram-se diretamente ameaçadas pela expansão urbana. Estas áreas merecem atenções muito especiais por parte da administração do parque. Como não há uma categoria de zoneamento que contemple este tipo de situação, resolveu-se incluir estas áreas na categoria de zoneamento aqui descrita, denominando-a como Zona de Recuperação-Perigo de Agressão, com objetivo de alertar para a presença deste problema no Mapa de Zoneamento do PNT.

Esta zona corresponde a 10% da área total do PNT. Cabe a administração do parque o constante monitoramento destas áreas para que a possibilidade de agressão não seja efetivada. O monitoramento deve ser feito no local através de vistorias constantes nestas áreas. O monitoramento deve entrar na agenda de gestão do parque. A descrição detalhada destas áreas encontra-se Capítulo 9: Áreas Críticas.

## **CAPÍTULO 11: NORMAS DE MANEJO DO PNT**

Este capítulo tem como objetivo sintetizar as informações adquiridas em todo trabalho e redirecioná-las como normas de manejo para o PNT. Para isto foram entrecruzados os mapas de potencial com o da proposta final de zoneamento e, desta forma, as normas de manejo foram estabelecidas segundo a orientação das categorias de zoneamento. De posse destas informações, a administração da unidade de conservação pode estabelecer as estratégias e as prioridades na gestão do PNT.

A seguir estão expostas as normas de manejo segundo as categorias de zoneamento estabelecidas para o PNT:

<b>ZONA PRIMITIVA</b>	
<b>ÁREAS PARA PRESERVAÇÃO</b>	<p style="text-align: center;">Área: 876 ha</p> <p>Esta área é uma das mais protegidas do PNT. O seu manejo deve ser direcionado para garantir a evolução natural dos ecossistemas aí presentes.</p>
<b>POTENCIAL AO EXCURSIONISTA</b>	<p style="text-align: center;">Área: 782 ha</p> <p>Esta área apresenta um baixo risco de ocupação por atividades antrópicas, porém a presença de trilhas favorece a sua utilização por atividades relacionadas ao excursionismo. O manejo desta área deve ter como objetivo principal a restrição de uso, através da demarcação das trilhas e da área de seu entorno que pode ser alcançada, bem como do número de visitantes que pode utilizá-las diariamente. Deve-se destacar que as trilhas apresentam um papel importante na ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos, logo estas medidas visam também minimizar os focos destas ocorrências.</p>
<b>POTENCIAL AO TURISMO E À RECREAÇÃO</b>	<p style="text-align: center;">Área: 607 ha</p> <p>A presença de estradas e pontos turísticos e de lazer faz com que esta área apresente um potencial ao desenvolvimento das atividades de turismo e lazer. O manejo destas áreas deve visar a restrição do número de visitantes, bem como da área de proximidade que pode ser alcançada por estas atividades. Deve ser alocada, também, toda infra-estrutura para eliminar os possíveis rejeitos deixados pela visita (banheiros, coletores de lixo etc.).</p>
<b>POTENCIAL AO DESENVOLVIMENTO PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	<p style="text-align: center;">Área: 30 ha</p> <p>Os projetos de educação ambiental a serem desenvolvidos nesta área devem prever a alocação de infra-estrutura mínima para que a intervenção no ambiente local seja discreta. Os projetos devem ser restritos a grupos reduzidos e devem ter como objetivo a exposição de ecossistemas com alto grau de preservação.</p>

<b>ZONA DE USO EXTENSIVO</b>	
<b>POTENCIAL À PRESERVAÇÃO</b>	<p style="text-align: center;">Área: 538 ha</p> <p>Esta área apesar de apresentar características que as direciona à completa preservação, a presença de trilhas estimula sua utilização para a prática do montanhismo. As normas de manejo para área devem estar relacionadas ao controle destas atividades de forma que a intervenção antrópica nos ecossistemas locais seja minimizada. Deve-se destacar o papel das trilhas como desencadeador dos deslizamentos e desmoronamentos. Desta forma, a restrição das atividades nestas áreas visam, também, controlar a ocorrência destes eventos.</p>
<b>POTENCIAL AO EXCURSIONISTA</b>	<p style="text-align: center;">Área: 1041 ha</p> <p>As atividades relacionadas ao excursionismo devem ser incentivadas. As trilhas e os monumentos de natureza (picos, cavernas etc) aí presentes estimulam o uso destas áreas para tal atividade. Ao mesmo tempo, elas não apresentam indicações muito fortes para o manejo exclusivo de preservação. Deve-se destacar, no entanto, que devem ser adotadas normas visando minimizar as ocorrências dos deslizamentos e desmoronamentos.</p>
<b>POTENCIAL AO DESENVOLVIMENTO PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	<p style="text-align: center;">Área: 110 ha</p> <p>Os projetos relacionados à educação ambiental devem ser estimulados nestas áreas. Estes projetos devem estar relacionados ao contato da população com os ecossistemas aí existentes. A alocação de trilhas interpretativas é um bom exemplo destes projetos, já que incentiva a observação de elementos e processos específicos da natureza, como espécies da flora e fauna da Mata Atlântica, o ciclo hidrológico, a geologia e a formação de solos, entre outros.</p>

<b>ZONA DE USO INTENSIVO</b>	
<b>POTENCIAL À PRESERVAÇÃO</b>	<p style="text-align: center;">Área: 474 ha</p> <p>Estas áreas encontram-se situadas em locais que apresentam pequena possibilidade de serem afetadas por atividades relacionadas à urbanização, ou seja, em locais mais protegidos do PNT, porém a presença de estradas e de pontos turísticos estimula a atividade turística e de lazer. O manejo destas áreas deve ser baseado na garantia de preservação dos ecossistemas através do controle da visitação e da alocação de infra-estrutura, como coleta de lixo, sanitários, estacionamentos, entre outros.</p>
<b>POTENCIAL AO TURISMO E À RECREAÇÃO</b>	<p style="text-align: center;">Área: 684 ha</p> <p>Esta área é a ideal para o desenvolvimento das atividades turísticas e recreativas do PNT. O objetivo de manejo deve ser o estímulo ao aproveitamento destes locais, acompanhado da alocação de equipamentos para a recreação, como: churrasqueiras, mesas, barras para a prática de ginástica, entre outros. É imprescindível a alocação de infra-estrutura referente a coleta de lixo e sanitários.</p>
<b>POTENCIAL AO DESENVOLVIMENTO PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	<p style="text-align: center;">Área: 416 ha</p> <p>Esta área é ideal para o desenvolvimento de projetos de educação ambiental devido ao grande público que para aí se dirige. Os projetos devem ser elaborados em função do público que frequentam estes locais. Aos turistas devem ser dirigidas mensagens referentes à conservação do PNT e das peculiaridades do parque relacionadas a questões históricas e ambientais. Já para os moradores da cidade, além destas mensagens, questões relacionadas à importância do parque para a cidade devem ser enfatizadas, o que estimularia a preservação do PNT pela população da carioca.</p>

<b>ZONA HISTÓRICO-CULTURAL</b>	
<b>POTENCIAL À PRESERVAÇÃO</b>	Área: 50 ha Por estas áreas estarem situadas em locais menos acessíveis do PNT, os pontos históricos aí presentes devem relacionar-se a sítios arqueológicos de antigas fazendas. Desta forma, o manejo deve estimular o uso destes locais, principalmente, para investigação científica.
<b>POTENCIAL AO EXCURSIONISTA</b>	Área: 59 ha A princípio a presença de pontos históricos em áreas com potencial ao excursionismo não apresentam nenhuma incompatibilidade. Deve-se atentar para que os possíveis sítios arqueológicos aí situados não sejam danificados.
<b>POTENCIAL AO TURISMO E À RECREAÇÃO</b>	Área: 46 ha Os pontos históricos localizados próximos a estradas estão relacionados, principalmente, a construções históricas, algumas destas já utilizadas como pontos turísticos. O manejo da área deve ser direcionado a conservação destas construções, de forma que esta atividade não danifique o patrimônio histórico.
<b>POTENCIAL AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	Área: 52 ha Os projetos de educação ambiental devem ser estimulados nestes locais, pois a presença de pontos históricos pode funcionar como um atrativo para visita pública. Estes projetos devem apresentar o parque sob uma perspectiva histórica, destacando o papel do PNT na história de ocupação da cidade.

### **ZONA DE RECUPERAÇÃO - ÁREAS JÁ AGREDIDAS**

Área: 208 ha

Independente do local onde esteja situada, o objetivo do manejo desta zona deve-se ser o mesmo, ou seja, a recuperação dos ecossistemas locais. A forma de recuperação pode consistir na regeneração natural ou em projetos de reflorestamento. Obras de infra-estrutura podem fazer parte destes programas, como, por exemplo, obras de contenção de encostas. Deve-se destacar a importância da recuperação destas áreas, dada a relevância do PNT para a cidade e a pequena extensão das encostas ainda florestadas do Maciço da Tijuca

### **ZONA DE RECUPERAÇÃO - ÁREAS COM FORTE PRESSÃO**

Área: 337 ha

Estas áreas correspondem às encostas do PNT que apresentam um forte risco de serem desmatadas ou ocupadas em função da expansão urbana. O objetivo de manejo deve estar direcionado para a reversão desta tendência, através da fiscalização constante por parte da administração do parque e, aliado a isto, um trabalho junto à comunidade para que esta possa participar deste processo.

### **ZONA DE USO ESPECIAL - SERVIÇOS A TERCEIROS**

Área: 256 ha

Estas áreas tratam-se daquelas que vêm sendo utilizadas por atividades externas ao parque. Devem ser, desta forma, constantemente fiscalizadas pela administração do PNT. Estudos que abordem os efeitos destas atividades sobre os ecossistemas locais devem ser incentivados, permitindo, assim, a adoção de medidas que visem a eliminação e/ou minimização dos efeitos agressivos ao parque.

## CAPITULO 12. CONCLUSÕES

As conclusões referentes a esta dissertação podem ser divididas em grandes grupos. Um grupo refere-se às considerações a cerca da metodologia aqui aplicada baseada na utilização de SGI para gestão ambiental. O outro grupo refere-se às conclusões relacionadas à área de trabalho, ou seja, ao PNT, conforme exposto a seguir.

### Base de Dados

- Dificuldade na formação de uma base de dados devido a escassez de levantamentos para área em estudo. Em alguns casos, quando os dados estavam disponíveis, havia o problema da sua inadequação à escala de trabalho. Em outros casos, a existência de estudos localizados, ou, ainda, de levantamentos sem uma metodologia específica de amostragem, não permitiam a utilização dos dados;
- Deve-se atentar, na etapa de montagem de uma base de dados, para o tempo demandado na coleta dos dados e na preparação dos mapas temáticos. A necessidade de adequar os dados aos objetivos do trabalho (mudança de escala, reclassificação das legendas etc) e, em alguns casos, a própria elaboração dos mapas temáticos, demandam tempo excessivo;
- A inexistência de um determinado dado não deve invalidar a execução do estudo. Cabe refletir sobre a importância da informação para o estudo e a área de trabalho. O que não indicado é esperar pelo levantamento de todos os dados supostamente necessários, para depois adotar as medidas necessárias referentes a gestão ambiental, o que, em alguns casos, pode se tornar tarde demais.
- Deve-se destacar a importância dos SGI na produção de mapas. Muitos mapas temáticos, como o mapa de declividade e orientação de

vertentes, são de extrema importância na formação de uma base de dados ambientais, porém, devido a elaboração minuciosa, demandam excessivo tempo e dedicação na sua produção. A produção deste tipo de mapas em SGI garante que tempo e esforços sejam poupados;

Entre os mapas produzidos pelos SGI, deve-se destacar os mapas de proximidade. Nos mapas de proximidade linhas e pontos são transformados em áreas, o que permite entrecruzamento de mapas com feições lineares e pontuais. Outro ponto que deve ser ressaltado quanto à aplicação destes mapas, é a representação espacial de eventos cuja a área de influência que se deseja representar transcende às suas feições gráficas. A disponibilidade da operação de elaboração de áreas de proximidade nos SGI estimula a sua aplicação.

### Entrada de Dados

O *scanner* certamente é uma boa alternativa para entrada de dados em substituição ao trabalho entendiante na mesa digitalizadora, porém há a necessidade na geração de programas eficientes de edição dos mapas digitalizados por *scanner*. Neste ponto, deve-se destacar os programas de entrada de dados e de edição de dados digitalizados disponíveis no SAGA/UFRJ;

O tempo e os esforços demandados na preparação e digitalização dos mapas temáticos deve ser previsto na montagem de um projeto. Na presente dissertação, esta etapa representou mais de 50% do tempo total gasto para sua elaboração.

### Assinatura Ambiental

Nos estudos ambientais que utilizam SGI, o que tem se observado é a aplicação das suas operações na localização e seleção de áreas para

determinado fim, como aptidões, riscos, potenciais e zoneamento. A aplicação visando o levantamento de informações dos processos estudados não é uma potencialidade muito utilizada. A assinatura ambiental é um excelente exemplo do uso de SGI na geração de informações e no estabelecimento das relações a cerca dos processos ambientais, como ficou demonstrado pelos resultados das assinaturas aqui executadas.

- Um outro ponto que deve ser destacado é em relação à escassez de informações sobre processos ambientais, o que faz com que seja de fundamental relevância a técnica de assinatura ambiental para obtenção destas informações.

#### Avaliação Ambiental

- Uma das grandes vantagens na utilização de SGI em estudos ambientais é abordagem holística propiciada pela metodologia que faça uso desta ferramenta, principalmente, devido ao fato das variáveis ambientais serem interdependentes. Neste ponto deve-se ser destacada a técnica de avaliação ambiental; através da atribuição das notas e dos pesos, o usuário é capaz de reproduzir as relações existentes entre as variáveis que participam do fenômeno estudado, como ficou demonstrado na elaboração dos mapas de riscos aqui executada;
- Deve-se destacar que a atribuição de notas e pesos deve se basear na participação de cada variável ambiental na ocorrência do fenômeno estudado. É imprescindível que a avaliação de cada variável seja analisada isoladamente das outras variáveis.
- A avaliação ambiental deve ser executada inúmeras vezes, e cada resultado deve ser entrecruzado com o mapa representando as

ocorrências do fenômeno estudado. Caso as ocorrências não estejam localizadas nas áreas mais susceptíveis dada pela avaliação, o modelo não está correspondendo a realidade, e as notas e pesos devem apresentar novos valores. Estes procedimentos visam calibrar notas e pesos.

- A avaliação ambiental mostrou ser uma técnica eficiente na definição de potenciais e riscos. O entrecruzamento dos mapas das ocorrências com os mapas de riscos apontou uma forte correlação entre eles. Deve-se destacar, no entanto, que para isto é imprescindível que o modelo montado pelo usuário apresente forte relação com a realidade. Na presente dissertação, os resultados das assinaturas ambientais apresentaram um papel essencial na definição das relações entre as variáveis ambientais, já que a atribuição das notas e pesos foi baseada nestes resultados.

#### Parque Nacional da Tijuca

- Deve-se destacar que os fatores mapeados aqui como os responsáveis pela agressão ao PNT não os únicos. Outros fenômenos existem e participam na agressão do PNT, porém não foram incluídos na análise já que são pontuais e, em alguns casos, sem possibilidade de serem captados por fotos aéreas e imagens de satélites existentes; se citar, como exemplo, os holofotes presentes no Corcovado, são apontados como agressores da fauna. Diante deste fato, qualquer construção a ser executada nas proximidades do parque passar por uma séria avaliação dos impactos ambientais que possam atingir o PNT.
- A distância da malha urbana, o difícil acesso, as altas altitudes, entre outros, são fatores que podem assegurar a preservação. Este fato é

observado nas avaliações aqui executadas, demonstrando que as áreas aí localizadas apresentam menor risco de agressão e são as mais preservadas do PNT.

O sítio e a localização do PNT propiciam que a sua área de entorno seja ocupada tanto por residências de luxo quanto por favelas.

A maior ocorrência de deslizamentos e desmoronamentos no interior do PNT é mais um fator que aponta para necessidade de preservação das encostas do maciço.

A utilização de SGI deve ser vista, também, como uma fonte de informações sobre os fenômenos estudados e não apenas como uma ferramenta para estudos de localização (definição de áreas de riscos e potenciais). Observou-se, por exemplo, através das assinaturas e avaliações ambientais que a proximidade de fatores antrópicos era o elemento mais importante na localização das favelas, isto porque a acessibilidade é um dado importante na sua implantação. Já os fatores físicos são elementos importantes na ocorrência dos deslizamentos e desmoronamentos e na localização das residências de alto padrão. No caso deste último, a construção de residências obedece a fatores como declividade, altimetria e, principalmente, a proximidade de amenidades.

Um outro exemplo do que foi acima exposto é que o uso de SGI nos chamou atenção para o seguinte ponto: as variáveis responsáveis pela presença das grandes manchas de desmatamentos nas encostas do maciço não estavam mais atuantes. Este fato dificultou a elaboração do mapa de risco de desmatamentos, o que foi contornado através da análise do resultado da avaliação com base numa perspectiva histórica: a identificação das áreas que estavam ainda preservadas e, desta forma, com menor possibilidade de serem desmatadas.

- Por fim, deve-se destacar que o modelo aplicado para elaboração do zoneamento do PNT foi montado segundo as características do parque. O zoneamento, por exemplo, de uma unidade de conservação situada em uma área com baixa densidade de ocupação, com certeza, iria requerer uma outra abordagem. A localização do PNT fez com que o modelo tivesse como hipótese básica que as agressões sofridas pelo parque poderiam levar a sua total destruição, a partir deste ponto foram investigados os processos responsáveis por este quadro. Neste ponto deve-se enfatizar que a riqueza das situações analisadas na presente dissertação aponta para que esta metodologia possa ser aplicada nas mais diversas situações.

Através de ferramentas tão poderosas, como os SGI, e de produtos cada vez mais sofisticados (mapas coloridos em impressões brilhosas), a elaboração de zoneamentos e normas de manejo de Planos de Manejo torna-se cada vez mais viável e atrativa. Porém, há uma grande distância entre a elaboração deste material e sua efetiva implantação. Deve-se ressaltar que, além disto, a sua implantação depende de decisões que transcendem as intenções de um Plano de Manejo e, sim, fazem parte de um projeto coletivo da sociedade.

A situação atual que o PNT apresenta pode ser resumida nas palavras de Libreu (1992): "O grande desafio que se coloca no momento é o de como conciliar a necessidade de preservação desse sistema ambiental, tão importante para a cidade do Rio de Janeiro, com as demandas diferenciadas que partem de uma sociedade tão heterogênea e, infelizmente, tão díspar no que diz respeito ao acesso a recursos sociais, inclusive àqueles que são considerados básicos.

Este desafio, entretanto, não é específico do Rio de Janeiro, nem a sua solução será encontrada aí. Ele tem dimensões nacionais, e o seu posicionamento só poderá ser alcançado se a preocupação com a preservação do meio ambiente, tão enfatizada nos discursos oficiais e na mídia, acoplar-se também a decisão política de trabalhar efetivamente para a diminuição das marcantes desigualdades sociais do país."(98-99p.)

## **BIBLIOGRAFIA**

- ABREU, M.A. A Cidade, A Montanha e A Floresta. In: Abreu, M.A. coord. **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Biblioteca Carioca, 1992. p.54-103.
- ANTUNES, F.S.; Barroso, J.A.; Pedroto, A.E.S.; Polivanov, H. **A Importância da Utilização de Levantamentos Pedológicos para Elaboração de Mapas Geotécnicos**. Rio de Janeiro, Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ e da UFRRJ. (s.d.) /Xerocopiado/
- ARONOFF, S. **Geographic Information Systems**. A Management Perspective. Ottawa, WDL Publications, 1989.
- BRANDALIZE, A.A. Formatos de Arquivos: Chega de Quebrar a Cabeça. **Revista Fator GIS**, ano 1, n.2, 1993. p.7-9.
- BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford, Clarendon Press, 1989.
- CARTENSEN, L.W.; CAMPBELL, J. B. Desktop Scanning for Cartographic Digitization and Spatial Analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.57, n.11, 1991. p.1437-46.
- CEZAR, P.B. A Floresta da Tijuca e a Cidade do Rio de Janeiro. In: **Floresta da Tijuca e a Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira, 1992. p.13-52.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1980.
- COELHO NETO, A.L. O Geossistema da Floresta da Tijuca. In: Abreu, M.A. coord. **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Biblioteca Carioca, 1992. p.104-142.
- COELHO NETO, A.L. SANTOS, A.A.M. Análise de Frequência das Chuvas no Maciço da Tijuca. **Revista Hidrol. Rec. Hídricos**, n.2, 1979. p.3-18.
- CORRÊA, R.L. A Produção e a Organização do Espaço Urbano. **Espaço - Sociedade: A Questão Urbana**. Associação dos Geógrafos Brasileiros, n.1, ano 1, 1984. p.111-23.
- COSTA, N.M.C. **Geomorfologia Estrutural dos Maciços Litorâneos do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1986. 108p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- COSTA, N.M.C., AMARAL, C., GUIMARÃES, R. **Análise das Áreas Indicadas para Reflorestamento no Maciço da Tijuca.** Projeto de Zoneamento Agrícola. Rio de Janeiro, IPLAN-RIO, 1987. (Relatório Final)

- EHLERS, M.; EDWARDS, G.; BÉDARD, Y. Integration of Remote Sensing and Geographic Information System: A Necessary Evolution. **Photogrametric Engineering and Remote Sensing**, v.55 - n.01, p.1619-27, 1989.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS (EMBRAPA/SNLCS). **Levantamento Semi-detalhado e Aptidão Agrícola dos Solos no Município do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 1980. Escala 1:50.000. 1 mapa.

- FRANCISCO, C.N. Elaboração do Mapa de Uso do Solo do Parque Nacional da Tijuca e do seu Entorno através do Processamento Digital de Imagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 16, Rio de Janeiro, 1993. **Anais.** Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia, 1993. v.1, p.137-46.

- FREIRE, A.M.V. Imagens do Meio Ambiente. **Revista Fator GIS**, ano 2, n.7, 1994. p.7-9.

- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de Restauração Ecológica.** Rio de Janeiro, FEEMA, 1985.

- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE; FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Contribuição para o Preparo do Plano de Manejo do PNT.** Rio de Janeiro, FEEMA, 1979.

- GUIA Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo - Unidades de Conservação de Uso Inireto dos Recursos Naturais. Brasília, IBAMA, 1990. /Xerocopiado/

- GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico.** Rio de Janeiro, IBGE, 1987.

- HEMBOLD, R.; VALENÇA, J.G.; LEONARDOS JR, O.H. **Mapa Geológico do Estado da Guanabara.** Rio de Janeiro, DNPM/MME, 1965. Escala 1:50.000. 2 mapas.

- IDRISI. Version 4.0. Clark University, Graduate School of Geography, Massachusetts, USA, 1992. 2v.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF); FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (FBCN). **Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil**. Brasília, 1979.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Parque Nacional da Tijuca - Plano de Manejo**. Brasília, 1981.

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano - Guia de Utilização**. São Paulo, 1990.

- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (IPLANRIO). **Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, IPLANRIO, 1993.

- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (IPLANRIO). **Parque Nacional da Tijuca - Mapa Turístico Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:25.000. 1 mapa.

- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (IPLANRIO). **Floresta da Tijuca - Mapa Plani-altimétrico**. Rio de Janeiro, 1992. Escala 1:10.000. 1 mapa.

- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (IPLANRIO). **Localização de Favelas, Loteamentos Irregulares e Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda no Município do RJ**. Rio de Janeiro, 1985. Escala 1:25.000. /Cópia heliográfica/

- LEMOS, H. M. O Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 1992. /Xerocopiado/

- MAGNANINI, A.; NEHAB, M.A.F. Roteiro para Elaboração de Plano Diretor: Reservas Biológicas, Áreas Estaduais de Lazer, Planejamento de Parques Estaduais. **Cadernos FEEMA**, 1978. (Série Técnica 4/78)

- MARBLE, D.F. Geographic Information Systems: An Overview. In: PECORA, 9. **Proceedings**. Sioux Falls, S.D. 1984. p.18-24.

- MATTOS, C.C.L.V.; MATTOS, M.D.L.V.; LAROCHE, R.C. Aspectos do Clima e Flora do PNT. **Brasil Florestal**, v.7, n.25, 1976. p.3-12.

- MEIS, M.R.M.; XAVIER-DA-SILVA, J. Considerações Geomorfológicas a Propósito dos Movimentos de Massa Ocorridos no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 30, n.1, 1968. p.55-73.

- MENDES, W. Relação entre os Graus de Limitações do Uso do Solo por Suscetibilidade à Erosão e às Unidades de Mapeamento de Solo. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 44, n.3, 1982. p.445-76.

- NAVA, D.B. **Avaliações Geotécnicas Ambientais da Vertente Sul dos Morros do Corcovado e Sumaré, Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1991. Trabalho de Estágio Final de Curso de Graduação, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia/Geofísica. Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

- NAVA, D.B.; SILVA JR, G.C.; FERREIRA, A.M.M. Levantamento Geotécnico-Ambiental da Vertente Sul dos Morros do Corcovado e Sumaré, Serra da Carioca, Município do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., SÃO PAULO, 1991. **Atas**. São Paulo, SBG, 1991. p.263-271

- OLIVEIRA, R.R. Aspectos Ecológicos. In: **A Floresta da Tijuca e a Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1992. p.141-51.

- PEUQUET, D.J; BOYLE, A.R. Interactions between the Cartographic Document and Digitizing Process. In: Marble, D.F. **Basic Readings in Geographic Information System**. Cidade, SPAD Systems, 1984. p.35-43.

- PALMIERI, F. **Mapa de Solos. Parque Nacional da Tijuca**. Rio de Janeiro. 1977. Escala 1:20.000. /Ampliado a partir do mapa de Reconhecimento dos Solos do ex-Estado da Guanabara. / Cópia heliográfica/

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Carta Plani-Altimétrica da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1976. Escala 1:10.000. /Cópia heliográfica/

- REFERENCE MANUAL - Spatial Analysis System - SPANS (version 5.1). Canada, Canadian Centre for GIS Education - CCGISE/IGISE, 1990. v.1, GIS Curriculum Development Toolkit.

- SCHEINER, T.C.H. Ocupação Humana no Parque Nacional da Tijuca: Aspectos Gerais. **Brasil Florestal**, v.7, n.28, p.3-27, 1976.

- TEIXEIRA, A.L.A.; GERARDI, L.H.O.; FERREIRA, M.C. Sistema de Informações Geográficas: Revisão e Comentários. Apostila do IV Curso de Sensoriamento Remoto - Interpretação de Imagens de Satélite. UNESP, Rio Claro, 1990.

- TOWNSHEND, J. Geoprocessing Technologies for Environmental Analysis Planning and Monitoring. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. **Anais.** São Paulo, EPUSP, 1990. p.109-17.

- XAVIER-DA-SILVA, J.; SOUZA, M.J.L. **Análise Ambiental.** Rio de Janeiro, Ed. UFRJ, 1987.

- XAVIER-DA-SILVA, J. Geografia e Ambiente. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3., Nova Friburgo -RJ, 1989. **Anais.** Rio de Janeiro, UFRJ, 1989. v. 2 e 3, p.127-38.

- XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L.M. Sistemas de Informação Geográfica: Uma Proposta Metodológica. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, 4., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 2., São Paulo, 1993. **Anais.** São Paulo, EPUSP, 1993. p.609-28.

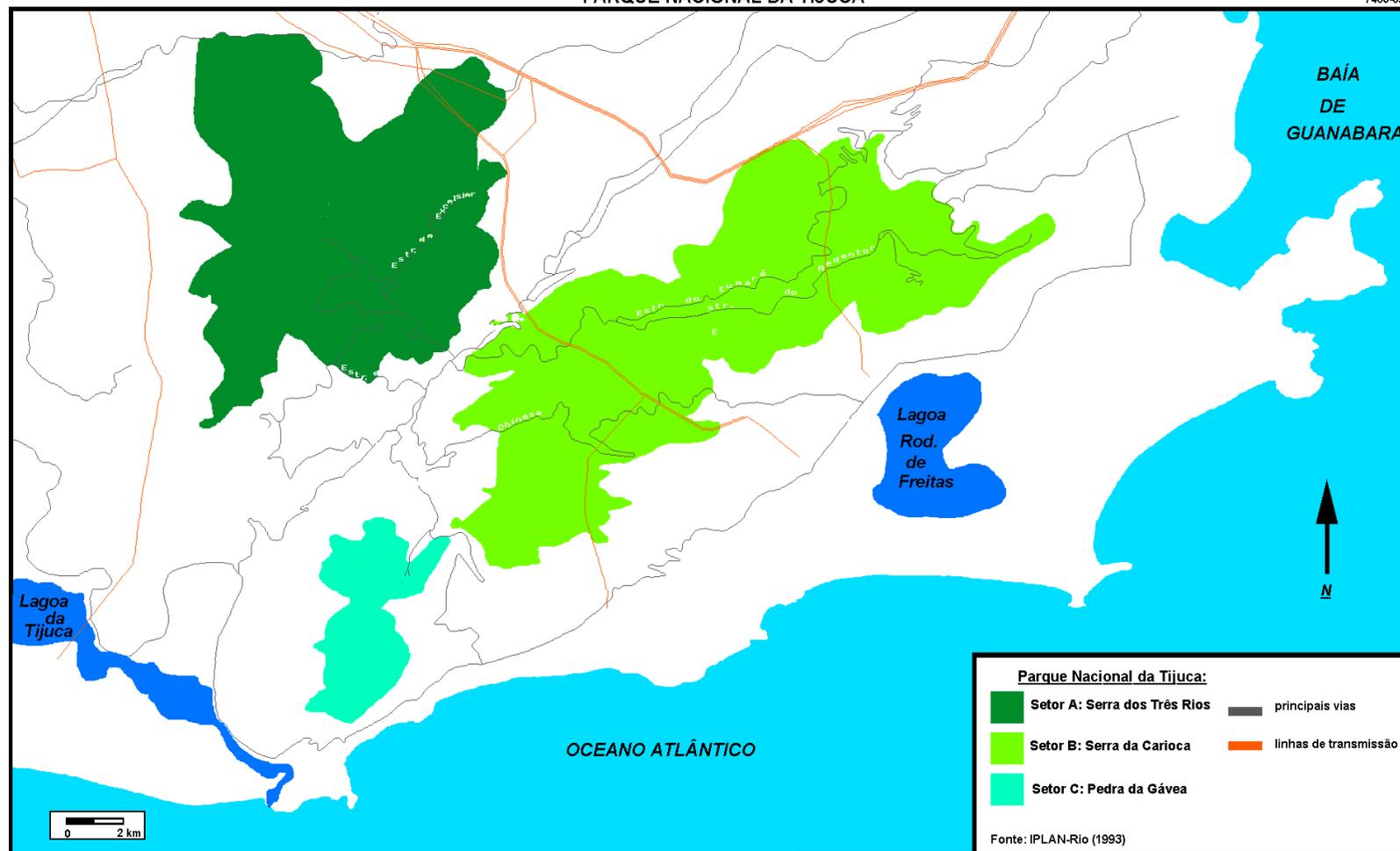
- Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento Semi-detalhado e Aptidão Agrícola dos Solos no Município do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 1980. Escala 1:50.000. 1 mapa.

\_\_\_\_\_ **Mapa de Solos. Parque Nacional da Tijuca.** Rio de Janeiro. 1977. Escala 1:20.000. /Ampliado a partir do mapa de Reconhecimento dos Solos do ex-Estado da Guanabara. / Cópia heliográfica/

## **ANEXOS**

Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ  
PARQUE NACIONAL DA TIJUCA

7465-690

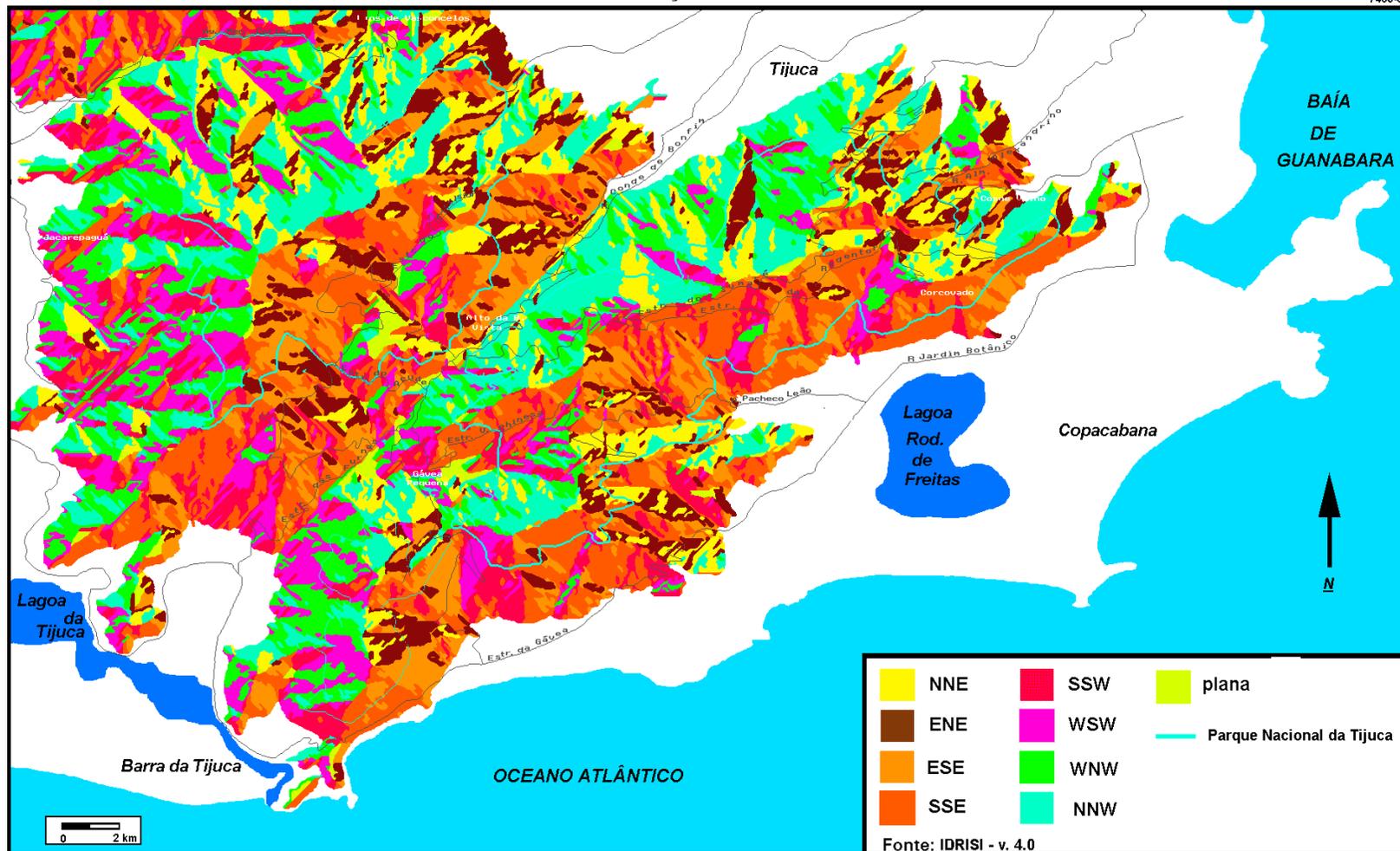


Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 215p.



Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ  
 ORIENTAÇÃO DE VERTENTES

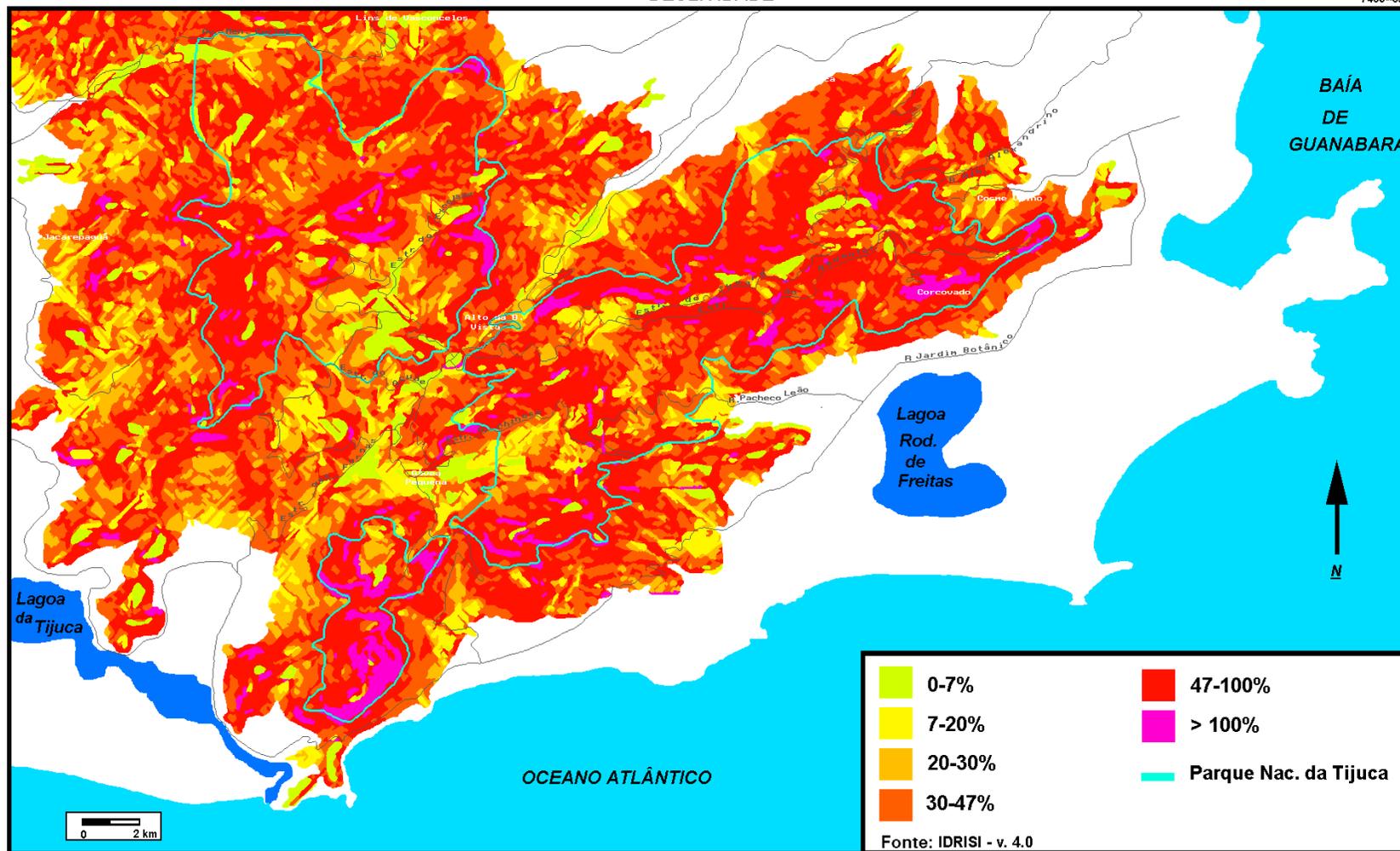
7465-690



Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
 Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 215p.

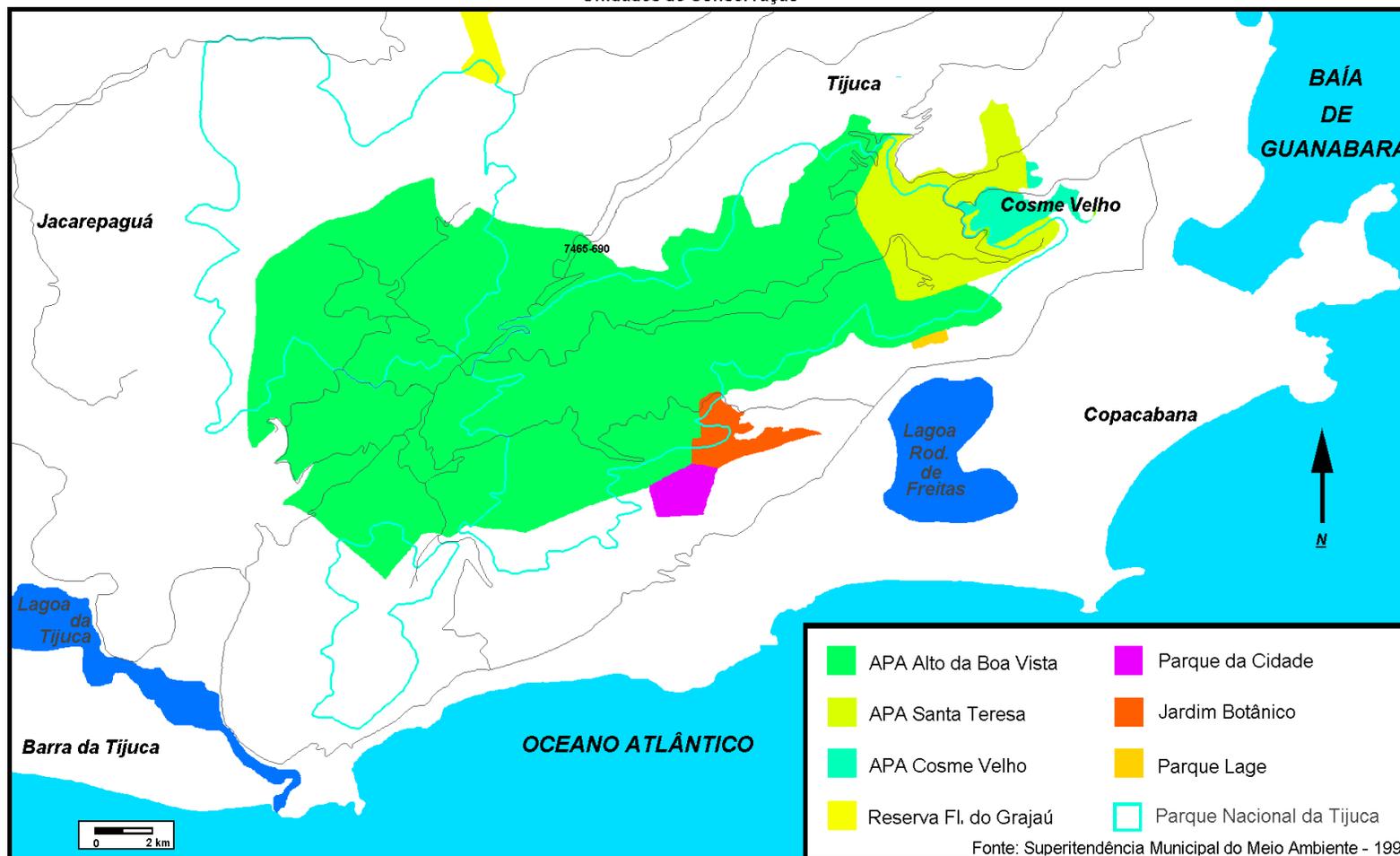
### Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ DECLIVIDADE

7465-690

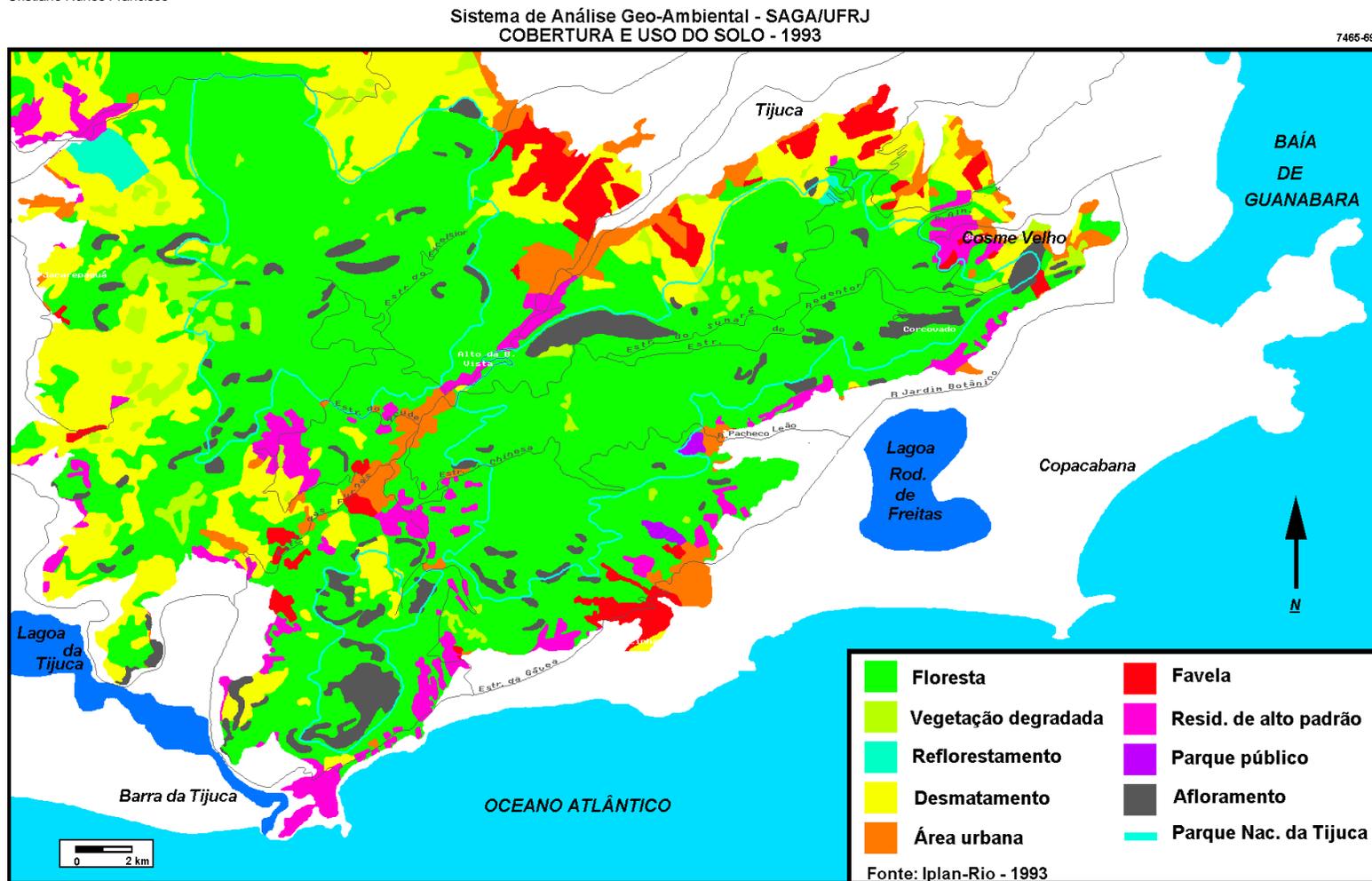


Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 215p.

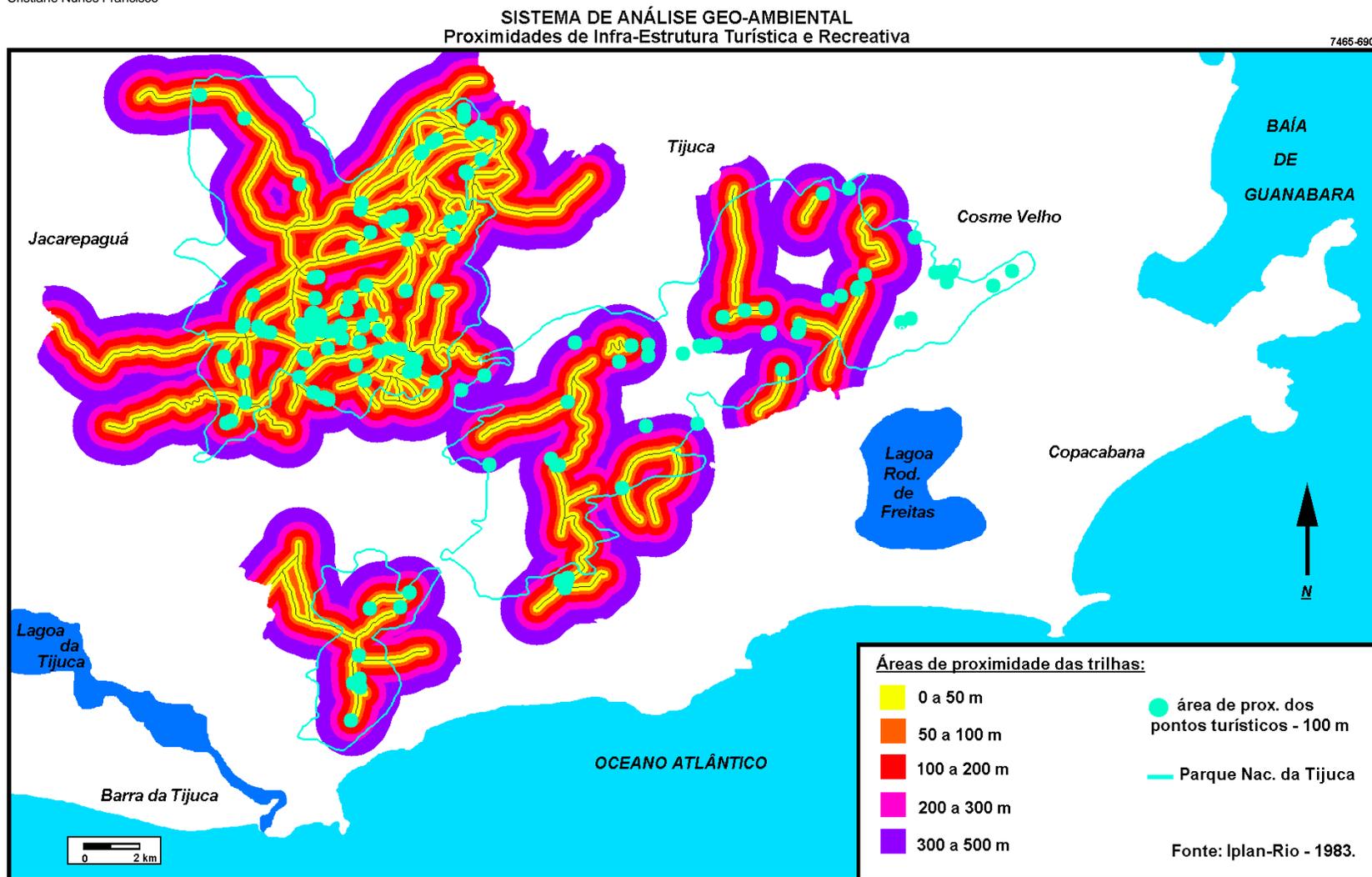
SISTEMA DE ANÁLISE GEO-AMBIENTAL - SAGA/UFRJ  
Unidades de Conservação



Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 215p.



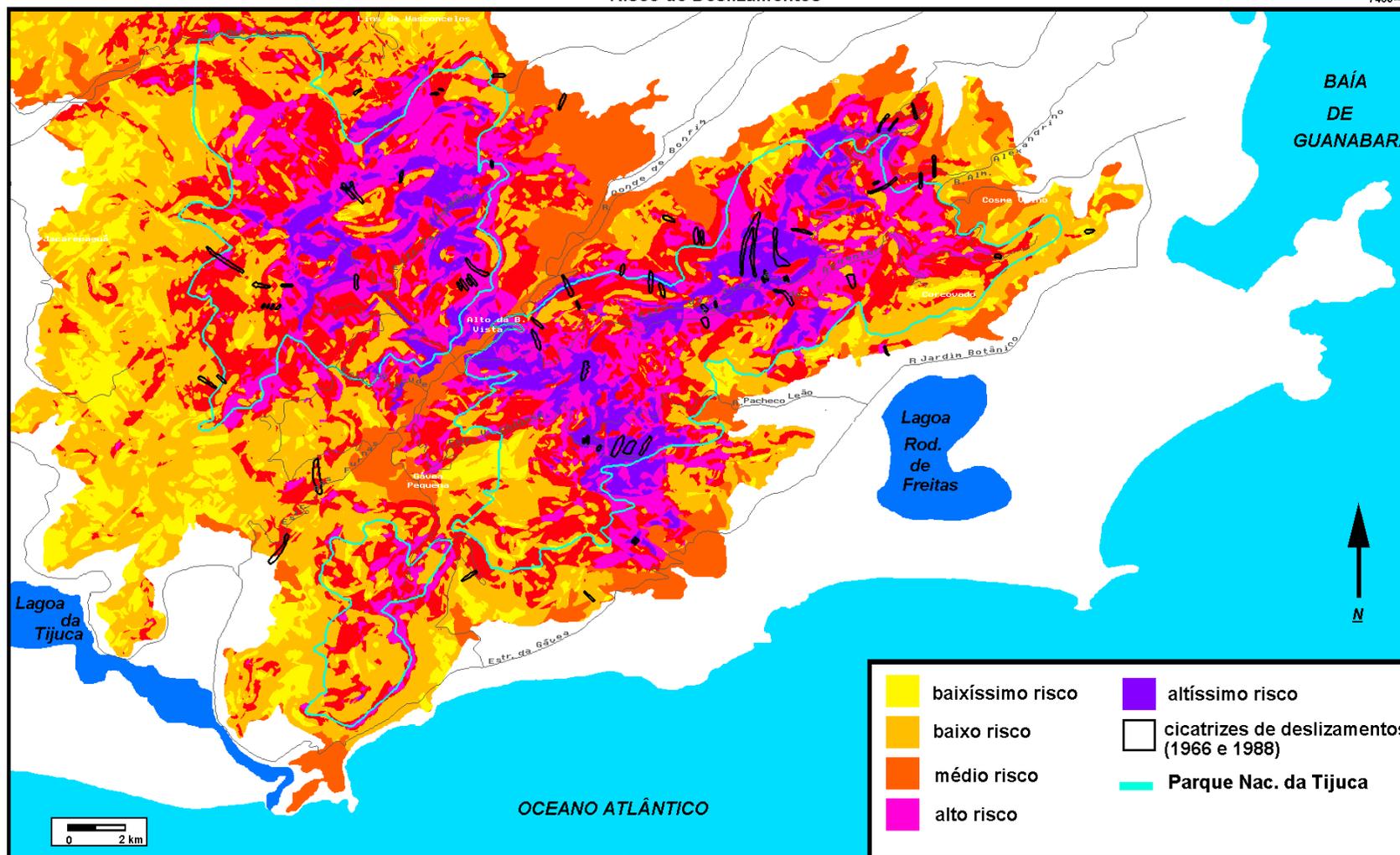
Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 215p.



Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 215p.

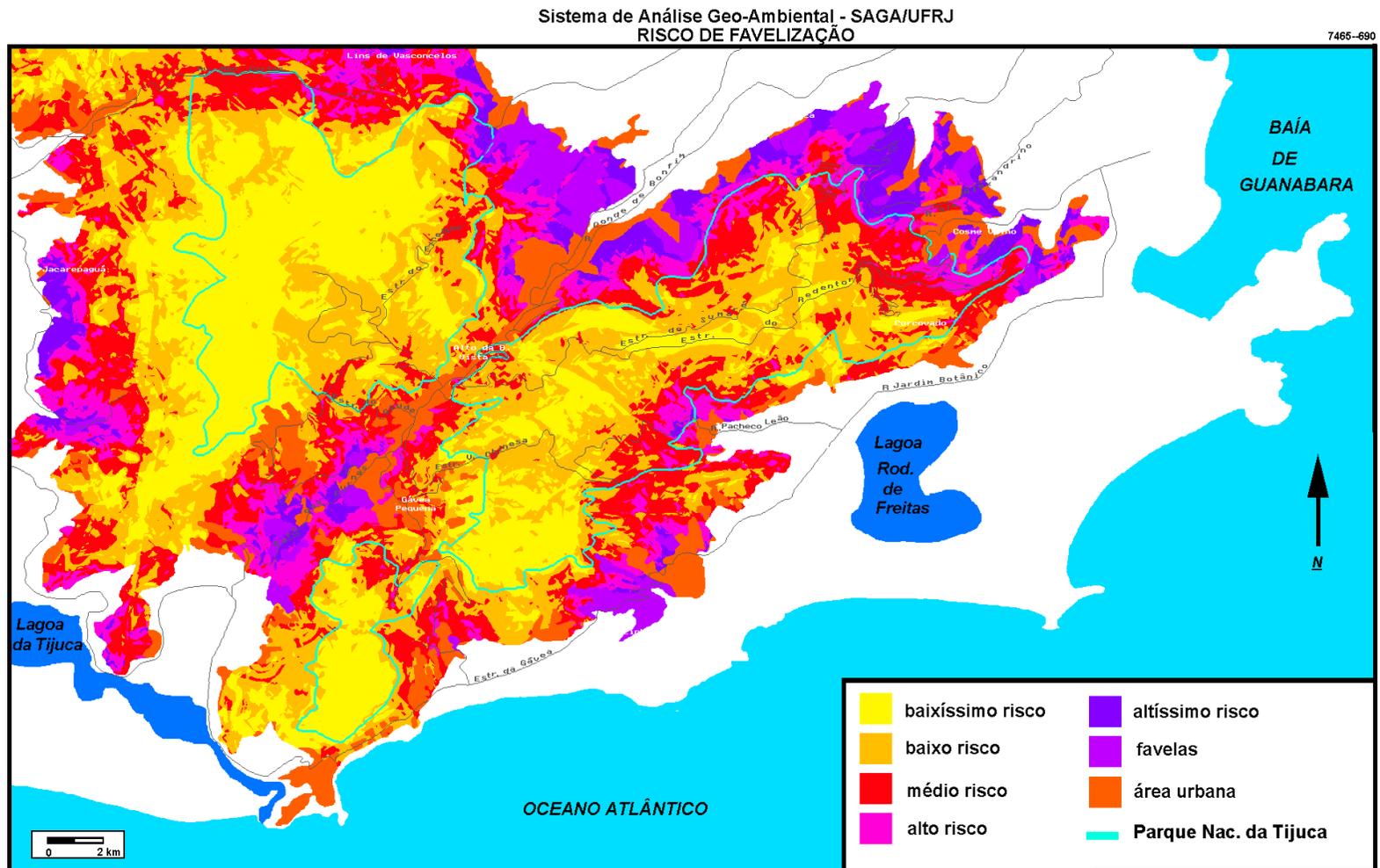
### SISTEMA DE ANÁLISE GEO-AMBIENTAL Risco de Deslizamentos

7465-690



Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1996. 215p.

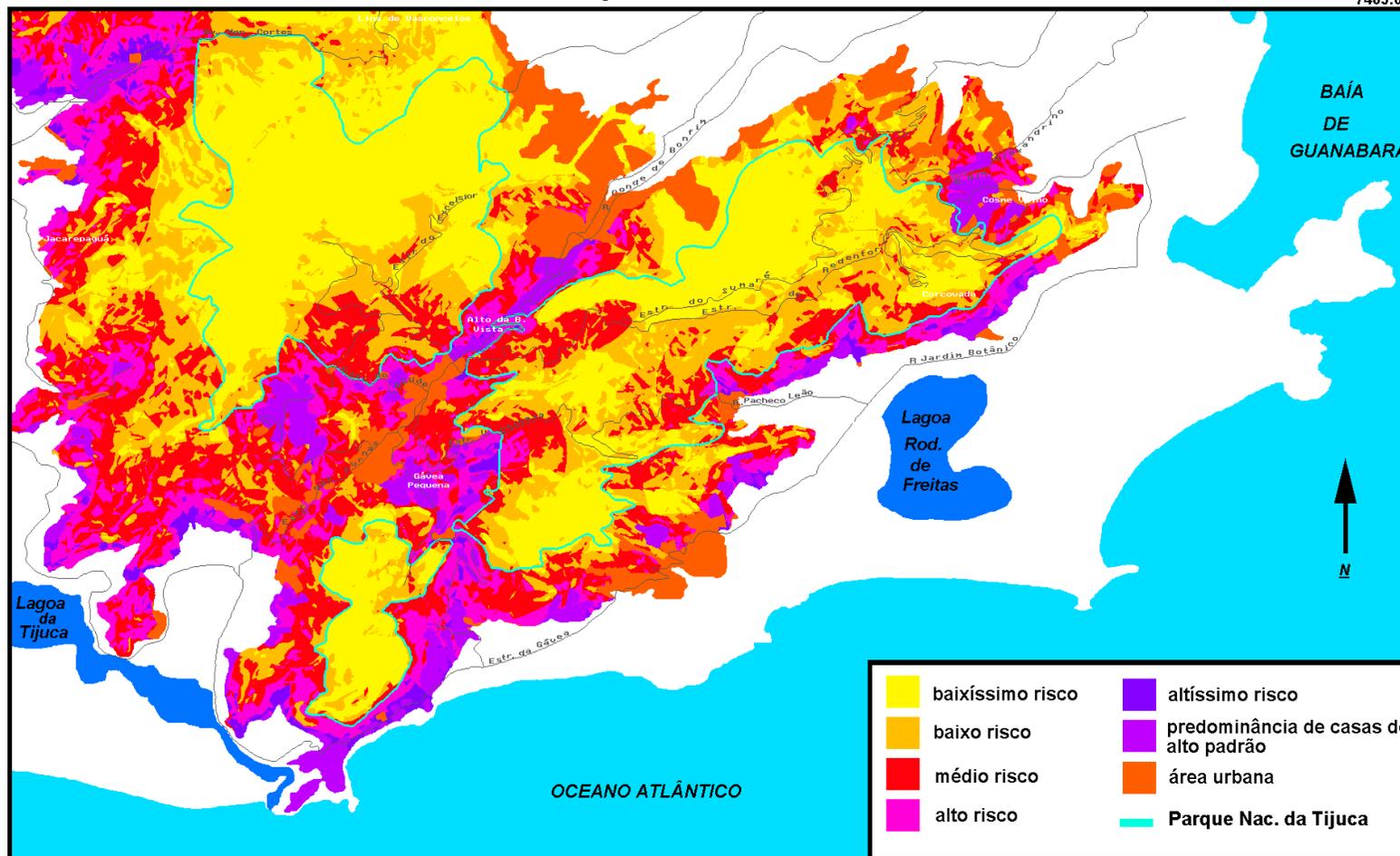




Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
 Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 216p.

Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ  
RISCO DE OCUPAÇÃO POR RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO

7465:690



Francisco, C.N. - O Uso de Sistemas Geográficos de Informação na Elaboração de Planos de Manejo de Unidades de Conservação - Uma Aplicação no Parque Nacional da Tijuca - RJ  
Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP - 1995. 216p.

